МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

ВКЛАД УНИВЕРСИТЕТСКОЙ АГРАРНОЙ НАУКИ В ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Материалы
70-й Международной научно-практической конференции
23 мая 2019 г.
Часть 3

Рязань, 2019

УДК: 63:001(06)
ББК: 40я43
В562

ISBN 978-5-98660-350-6

Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: Материалы 70-й Международной научно-практической конференции 23 мая 2019 г. Рецензируемое научное издание. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – Часть III. –452 с.

Редакционная коллегия:

Бышов Николай Владимирович, д.т.н., профессор, ректор;
Лазуткина Лариса Николаевна, д.п.н., доцент, проректор по научной работе;
Бакулина Галина Николаевна, к.э.н., доцент, декан факультета экономики и менеджмента;
Бачурин Алексей Николаевич, к.т.н., доцент, декан инженерного факультета;
Быстрова Ирина Юрьевна, д.с.-х.н., профессор, декан факультета ветеринарной медицины и биотехнологии;
Рембалович Георгий Константинович, д.т.н., доцент, декан автодорожного факультета;
Черкасов Олег Викторович, к.с.-х.н., доцент, декан технологического факультета;
Антошина Ольга Алексеевна, к.с.-.х. н., доцент, доцент кафедры лесного дела, агрохимии и экологии;
Богданчиков Илья Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, председатель Совета молодых ученых РГАТУ;
Конкина Вера Сергеевна, к.э.н., доцент, зав.кафедрой маркетинга и товароведения;
Пикушина Мария Юрьевна, к.э.н., доцент, начальник информационно-аналитического отдела
Стародубова Татьяна Анатольевна, к.ф.н., доцент, начальник отдела аспирантуры и докторантуры;
Федосова Ольга Александровна, к.б.н., доцент, доцент кафедры биологии и зоотехнии.

В сборник вошли материалы Международной научно-практической конференции «Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса». Сборник состоит из 3 частей. В часть III вошли материалы докладов, представленных на секции «Инженерно-технические решения для АПК».

ISBN 978-5-98660-350-6

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Инженерно-технические решения для АПК»

Абдувахобов Д.А., Мадрахимова М.Б., Крыгин С.Е. Равномерность хода почвообрабатываюших машин по глубине обработки и их устойчивость 8
Абдулхаев Х.Г., *Игамбердиев А.У.* Оптимизация параметров гребнеделателя комбинированного агрегата 11
Абдулхаев Х.Г. Теоретическое обоснование угла наклона к горизонту тяги ротационного рыхлителя 14
Авдеев А.А. Разработка самодельной сегментной косилки 18
Агейкин А.В. Гидравлические потери при орошении шланговвыми дождевателями барабанного типа 24
Андреев К.П., Терентьев В.В. Постановка сельхозтехники на зимнее хранение29
Аникин Н.В., Даниленко Ж.В. Сельскохозяйственные дроны в помощь аграриям 34
Аникин Н.В., Дмитриев Н.В., Дорофеева К.А. Перспектива применения газобаллоннной автотракторной техники в агропромышленном комплексе Российской Федерации 38
Астанов Э.Ж., *Липин В.Д., Мамонов Р.А.* Анализ средств механизации измельчения грубых кормов 43
Бойбобоев Н.Г., Асатиллаев Й.М., Хайдаров А.К. Технологические свойства почвы, влияющие на качество работы сельскохозяйственных машин 49
Белю Л.П., *Рябчиков Д.С.*, *Горин Е.В.*, *Кокорев Г.Д., Лебедева Н.А.* Анализ факторов, влияющих на производственный процесс внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов 54
Богданчиков И.Ю., Бачурин А.Н., Дрожжин К.Н., Бышов Д.Н. К вопросу о повышении качества утилизации незерновой части урожая 62
Бортник А.В., Колчин Н.Н., Симдянкин А.А.,Успенский И.А., *Юхин И.А.* Об универсализации техники для АПК 66
Борычев С.Н., Лучкова И.В. Технологии уборки картофеля: общие вопросы ... 71
Бочков П.Э., Ситников А.С., Гобелев С.Н. Математическая модель расчёта количества влаги, конденсированной на аллюминиевой пластине 76
Булгаков В.И. Оросительные комплексы для крестьянских фермерских хозяйств (КФХ) в Рязанской области 80
Бышов Д.Н. Экспериментальное исследование процесса очистки воскового сырья 86
Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Морозов С.С. Экспериментальное исследование мощности нагревателей при инфрокрасной сушке продуктов пчеловодства 89
Бышов Н.В., Якутин Н.Н., Голахов А.А., Калмыков Д.В.,Симонова Н.В. Условия, задающие поверхность элеватора картофелеуборочных машин 91
Бышов Н.В., Олейник Д.О., Нелидкин А.В., Савицкий Н.В. Улучшение экологических характеристик дизельных двигателей применением

нейтрализаторов отработавших газов с автоматизированной системой управления 97
Гайбуллаев Б.Ш. Тяговое сопротивление корпуса плуга к овощеводческому трактору 102
Гобелев С.Н., Леденёва П.А. Использование различных видов излучающих установок в теплицах в условиях Рязанской области 107
Голиков Д.Е., Беспалов В.Г., Крыгин С.Е. Определение мощности на приводе ротационной косилки 112
Горячкина И.Н., Дрожжин К.Н., Рембалович Г.К., Безносюк Р.В., Костенко М.Ю. Анализ существующих биопрепаратов и гуминовых продуктов 118
Горячкина И.Н., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К., Безносюк Р.В., Тетерина О.А. Анализ технических средств для внесения биологических удобрений и биопрепаратов 118
Гусейнов Р.Т., Егоркина О.С., Клопова О.О., Никитова Е.В., Никитин А.Е. Механизмы ресурсного обеспечения региональной системы мониторинга и управления парком машин на основе ГЛОНАСС/GPS технологий 129
Забара К.А., Андреев К.П, Терентьев В.В., Шемякин А.В. Анализ загрязнений деталей двигателя в процессе эксплуатации 134
Захаров К.К., Филькин Н.М. Выбор и обоснование базовых параметров энергосиловой установки машины технологического электротранспорта 139
Имамназаров О.Б., Касимов Т.О., Хайдаров Ш.Э. Оптимизация нормы осушения на фоне вертикального дренажа 144
Имомкулов К.Б., Кучкоров С.К. Результаты исследований по обоснованию высоты выравнивателя чизельного рыхлителя 148
Качармин А.А., Бычкова С.А., Абдувахобов Д.А., Мадрахимова М.Б. Переработка пожнивных остатков для использования в качестве удобрения . 152
Каширин Д.Е., Бышов Д.Н., Нагаев Н.Б., Гобелев К.Е., Казаков Д.В. Вибрационная установка для извлечения перги из сотов и очистки воскового сырья от загрязнений 156
Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Петухов А.А. К вопросу снижения загрязненности продуктов пчеловодства 159
Кодиров А.М., Икромов О.И., Киргизов Х.Т. Агрегат для полосной обработки почвы 162
Кокорев Г.Д., Аксенов А.З. Повышение эффективности контроля технического состояния дизельнной топливной аппаратуры без демонтажа с двигателя внутреннего сгорания 168
Кокорев Г.Д., Афиногенов И.А. Методика экспериментальных исследований с целью определения параметров гидроусилителя руля автомобиля Урал 4320-0010-31 174
Кокорев Г.Д., Журавлева Е.А. Анализ общих технических требований к системам оценки технического состояния нефункционирующих объектов автомобильной техники в условиях агропромышленного комплекса 180
Кокорев Г.Д., Воронов В.П. Основные принципы выбора элементов автомобильной техники для диагностирования 187

Косимов А.А. Кинематическое исследование зубчато-ременной передачи..... 193
Костенко М.Ю., Губанова А.Д., Липин В.Д., Наумов К.С. Анализ физико-механических свойств измельченных листьев..... 198
Костенко М.Ю., Безносюк Р.В., Жбанов Н.С., Костенко Н.А., Мещеряков К.С. Анализ конструкций прутков сепарирующих элеваторов картофелеуборочных машин..... 205
Кравчук А.И., Арефьев В.В., Слепнев Э.С. Исследование процесса снижения энергоемкости конвективной сушки продукции сельского хозяйства..... 211
Красников А.С., Каширин Д.Е., Нагаев Н.Б., Гобелев С.Н. Максименко Л.Я. К методике определения критической температуры T_C в высокотемпературной сверхпроводящей керамике..... 215
Крыгин С.Е., Крыгина Е.Е., Определение местоположения ботвозатягивающего валика комбинированного ботвоудаляющего устройства картофелеуборочного комбайна ККС-1 223
Латышенок М.Б., Макаров В.А., Латышенок Н.М., Ивашкин А.В. Особенность хранения семенного зерна в герметичных контейнерах с регулируемой воздушной средой 229
Тришкин И.Б., Подлеснова Т.В. Топилин В.П., Безруков А.В., Шабанов А.А., Назаркин В.Ю. Задачи пунктирно-гнездового способа посева сои..... 233
Лящук Ю.О., Исаев А.Г. Функциональные особенности устройства для одновременного питания постоянным и импульсным напряжением электрофильтра для очистки экологически вредных примесей в газах 236
Майоров В.С. Актуальные проблемы безопасности дорожного движения в Российской Федерации 241
Мелибаев М., Абдукадиров А., Ортиков Х. Динамический паспорт зерноуборочного комбайна «Case» 246
Максименко О.О,. Киреев В.К., Суворова Н.А. Исследование теплового состояния деталей цилиндро-поршневой группы при нестационарном теплообмене 251
Мамахонов А.А., Джураев А.Дж., Юлдашев К.К. Результаты экспериментов по нагруженности цепной передачи с упругими элементами 256
Маркова Е.В., Аль Дарабсе А.М.Ф., Денисова Т.В. Инжиниринг комплексных технологических систем в агропромышленном комплексе..... 262
Маркова Е.В., Аль Дарабсе А.М.Ф., Денисова Т.В. Аграрная политика региона в условиях инновационного развития экономики 267
Михеев А.Н. Повышение эффективности работы почвообрабатывающих машин с дисковыми орудиями 273
Мишхожев К.В., Мишхожев А.А. Улучшения агрофизических свойств почвы на горных склонах в условиях КБР 277
Мищенко Е.В., Семиохина Е.А., Селина О.А. Автоматизация процессов производства сельскохозяйственной продукции 282
Мокриевич А.Г. Интерпретация процесса диффузии и осмотического давления 287

Мухамедов Дж., Умурзаков А.Х., Абдувахобов Д.А. Результаты экспериментальных исследований по обоснованию параметров шарнирно-зубовой бороны 291
Нагаев Н.Б., Семина Е.С., Жильцова А.А., Тюкин В.А., Калмыков А.А. Направления повышения энергоэффективности освещения и облучения в сельском хозяйстве 295
Олейник Д.О., Нефедова С.А., Шашурина Е.А., Леденева П.А. Возможности применения малых беспилотных летательных аппаратов для искусственного опыления сельскохозяйственных культур 303
Орешкина М.В. Теория процесса удаления осадка твердой фазы продуктов картофелекрахмального производства с фильтующих поверхностей динамического фильтра-сгустителя 307
Очилдиев О.Ш. Обоснование параметров направителя-делителя для адаптации зерновой жатки при уборке подсолнечника 312
Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Павлов В.В. Повышение эффективности очистки воскового сырья с применением специальной механизированной технологии 318
Плаксин А.В. Современные технологии водосбережения помогут развитию мелиорации в Рязанской области 321
Полякова А.А., Пустовалов А.П., Бозов И.П. Разнообразные приемы предпосевной обработки семян 325
Расулов А.Д. Теоретическое определение угловой скорости цилиндрического решета для очистки зерен маша 327
Рахматов О.О., Рахматов О., Нуриев К.К., Тўхтамишев С.С. Мини технологическая линия по безотходной переработке плодов дыни 332
Рахматов О.О. Экспериментальное исследование процесса сушки дыни в камерно-конвективной сушилке 337
Рахматуллаев Р.К., Рахматов О., Нуриев К.К., Давлатов П.Д. Механизм разрушения гребней сушеного винограда в гребнеотделителе роторного типа 343
Романчук В.А. Разработка программного обеспечения для нейропроцессорных систем автоматизации в агропромышленном комплексе 347
Росабоев А.Т., Махмудов Н.М. Результаты разработки модернизированного электрического сортирующего устройства 352
Росабоев А.Т., Пардаев О.Р. Обоснование угла наклона загрузочного барабана отделяющего устройства 356
Рязанцев А.И., Евсеев Е.Ю., Ахтямов А.А., Антипов А.О. К вопросу исследования колееобразования ДМ Кубань - ЛК1 360
Сальников Е.Л., Бачурин А.Н. Проблемы устойчивости машин с балансирной подвеской моста управляемых колес 364
Суворова Н.А., Борычев С.Н., Федорова О.В., Маслова Л.А., Бурмина Е.Н. Практико-ориентированный подход формирования профессиональных компетенций при усвоении специальных строительных знаний 370

Тришкин И.Б., Ерохин А.В., Киреев В.К., Кочетков А.С. Результаты сравнительных производственных испытаний тракторов с газоподающей аппаратурой 374
Тураев З., Шамшидинов И.Т.,Усманов И.И. Растворимость сульфата меди в ортофосфорной кислоте в процессе получения микроудобрений 378
Тухтакузиев А., Мансуров М.Т., Тошпулатов Б.У. Исследование равномерности глубины обработки почвы почвообрабатывающими машинами 382
Тухтакузиев А., Тошпулатов Б.У. Усовершенствованный чизель-культиватор 387
Ульянов В.М., Крыгин С.В., Паршина М.В., Паршина В.А., Валиков В.В. Двухспиральный смеситель-конвейер кормов 391
Успенский И.А., Юхин И.А., Лимаренко Н.В. Перспективы использования альтернативных химических реагентов при утилизации жидких отходов животноводства 396
Ушанев А.И., Колчин Н.Н., Симдянкин А.А., Колотов А.С., Колупаев С.В. Виды установок и способов нанесения защитных покрытий на поверхность сельскохозяйственной техники 401
Фатьянов С.О., Морозов А.С., Митрофанова Е.И. Определение качественных показателей надежности устройства пофазно-импульсного управления электроприводом вентилятора 406
Кипарисов Н.Г., Трубников В.А., Кущев И.Е., Фатьянов С.О., Морозов А.С. Повышение эффективности работы солнечных фотоэлектрических панелей . 412
Евдокимов Д.М., Фатьянов С.О., Морозов А.С., Пустовалов А.П., Семина Е.С. Применение объемных резонаторов в СВЧ установках при обеззараживании молока на фермах 416
Фатьянов С.О., Морозов А.С., Садовая И.И., Острогова А.О. Алгоритмы работы частотно-регулируемых приводов и их электромагнитная совместимость в электроприводе насосов 422
Филькин Н.М., Шаихов Р.Ф. Обоснование схемы привода унифицированной машины технологического электротранспорта для тепличных комплексов 427
Фокин А.А., Писаренко В.Н., Жуковский В.О. К вопросу корректировки параметров электрической сети под требования потребителя 433
Фокин А.А., Писаренко В.Н., Жуковский В.О. Анализ способов стабилизации напряжения в низковольтных распределительных эллектрических сетях 435
Хайдаров А.К., Асатиллаев Й.М., О перспективах развития малых предприятий, производящих продукцию на основе базальта 439
Чернаков П.И. Потенциальные возможности роботизированной техники при использовании в умной теплице 443
Яковлев С.А., Замальдинов М.М., Сотников М.В. Новое приспособление для точечной электромеханической обработки деталей машин 449

УДК. 631.313.2

Абдувахобов Д.А., PhD,
Мадрахимова М.Б,
НамИСИ, г. Наманган, Узбекистан,
Крыгин С.Е,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

РАВНОМЕРНОСТЬ ХОДА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮШИХ МАШИН ПО ГЛУБИНЕ ОБРАБОТКИ И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ

При реализации технологий возделывания сельскохозяйственных культур результаты предыдущей технологической операции в большинстве случаев являются исходными условиями для последующей. При этом низком качестве вспашки сохраняющиеся неровности поля приводят к повышенным отклонениям глубины заделки семян и различиям в развитии и продуктивности растений, а также к уменьшению производительности уборочных агрегатов до 40 - 50 % и увеличению потерь на уборке урожая в 2 - 3 раза [2, с.109 - 148]. В этой связи главным резервом повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники и улучшения качества работ является точная настройка агрегатов на требуемые технологические параметры и показатели качества по результатам измерений и оценок непосредственно в полевых условиях при периодическом контроле в процессе работы [7, 8, 9].

В статье рассмотрена результаты теоретических исследований равномерности хода почвообрабатывающих машин по глубине обработки почвы на примере зубовой бороны.

Равномерность хода бороны по глубине обработки в основном зависит от изменчивости силы, способствующей заглублению ее в почву. Для устойчивого движения бороны, а, следовательно, для обеспечения постоянства глубины обработки (боронования) в процессе работы изменение указанной силы должно быть минимальным или оно должна быть неизменной [1, с. 28].

На рисунке 1 приведена схема сил, действующих на борону в продольно-вертикальной плоскости. Пользуясь ей, определим силу $Q_б$, способствующую заглублению бороны в почву

$$Q_б = N = m_б g - R_y tg\alpha, \qquad (1)$$

где N – вертикальная реакция почвы на борону;

$m_б$ – масса бороны;

g – ускорение свободного падения;

R_y – общее тяговое сопротивление бороны;

α – угол наклона линии тяги πO в продольно-вертикальной плоскости, т.е. силы P_{XZ} к горизонту.

Как показывает анализ формулы (1), для обеспечения устойчивого движения разработанной бороны по глубине, угол наклона линии тяги к горизонту должен быть минимальным или равным нулю.

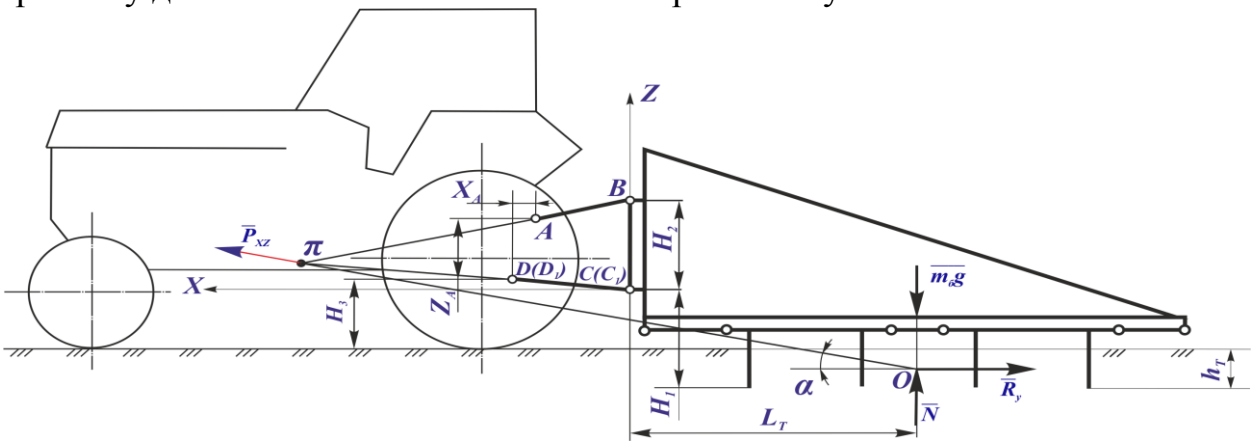


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на борону в продольно-вертикальной плоскости

Угол α выразим через параметры и размеры бороны, ее навесного устройства и механизма навески трактора

$$\alpha = arctg\left\{\left\{H_2(H_3 - H_1 + h_T)\left[\sqrt{l_б^2 - (H_3 - H_1 + h_T)^2} - X_A\right] + (H_1 - 0{,}5h_T)\times\right.\right.$$

$$\left.\times\left[(H_2 - Z_A)\sqrt{l_б^2 - (H_3 - H_1 + h_T)^2} - X_A(H_3 - H_1 + h_T)\right]\right\}:$$

$$:\left\{H_2\sqrt{l_б^2 - (H_3 - H_1 + h_T)^2}\left[\sqrt{l_б^2 - (H_3 - H_1 + h_T)^2} - X_A\right] +\right.$$

$$\left.\left.+L_T\left[(H_2 - Z_A)\sqrt{l_б^2 - (H_3 - H_1 + h_T)^2} - X_A(H_3 - H_1 + h_T)\right]\right\}\right\}, \qquad (2)$$

где H_1 – вертикальное расстояние от опорной плоскости бороны до нижних точек $C(C_1)$ ее навесного устройства, м; H_2-вертикальное расстояние между нижней точкой $C(C_1)$ и верхней точкой B навесного устройства бороны, м; H_3 – вертикальное расстояние от опорной плоскости трактора до неподвижных шарниров $D(D_1)$ нижних продольных тяг его механизма навески, м; X_A, Z_A – соответственно горизонтальное и вертикальное расстояния между неподвижными шарнирами A и $D(D_1)$ механизма навески трактора, м; h_T – глубина обработки, м; $l_б$ – длина нижних продольных тяг механизма навески трактора, м; L_T – продольное расстояние от нижних точек навески бороны до ее центра сопротивления O, м.

Поскольку в (2) расстояния H_2, H_3, X_A, Z_A, $l_б$ и L_T стандартизированы [2] и известны по конструкции трактора и борон, а глубина обработки должна соответствовать агротехническим требованиям, вышеуказанное условие обеспечения устойчивости движения бороны по глубине обработки, т.е. угол наклона линии тяги к горизонту, должен быть минимальным или равным нулю, выполняется за счет изменения расстояния H_1.

Принимая для тракторов класса 1,4 H_2=61 см, H_3=52 см, X_B=20,4 см,

Z_B=40,6 см, $l_б$=80 см, а также h_T=6 см, L_T=82 см по формуле (2) на рисунке 2 построен график изменения угла α в зависимости от расстояния H_1. Из графика видно, что изменение расстояния H_1 от 40 см до 60 см приводит значительному уменьшению угла α, а от 60 см до 70 см на угол α существенно не влияет. На основании этого, а также принимая во внимание, что чрезмерное увеличение расстояния H_1 приводит к недостаточности транспортного просвета бороны, вертикальное расстояние от опорной плоскости бороны до нижних точек устройства навески целесообразно принять 60 см.

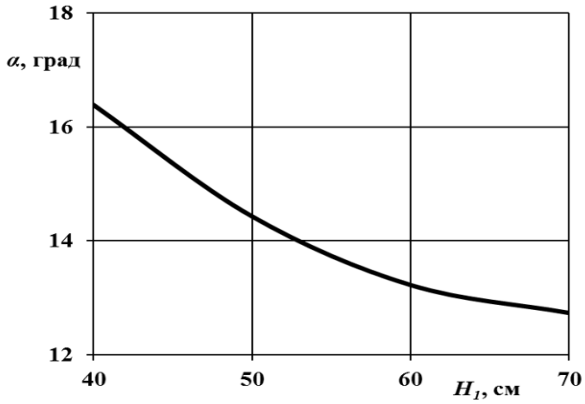


Рисунок 2 – График изменения угла α в зависимости от расстояния H_1

Библиографический список

1. Абдувахобов, Д.А. Разработка и обоснование параметров зубовой бороны, копирующей рельеф поля. автореф. дис. … д-ра философи техн. наук [Текст] / Д.А.Абдувахобов, ИМЭСХ. – Ташкент, 2018.
2. ГОСТ 10677-2001. Устройство навесное заднее сельскохозяйственных тракторов классов 0,6-8. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 11 с.
3. Бышов, Н.В. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы/Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков//Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. -2016. -№10. -С. 105-111.
4. Бышов, Н.В. К вопросу снижения энергетических затрат при эксплуатации машин во время уборки картофеля/ Н.В. Бышов, В.М. Колиденков, С.А. Коноплев, И.А. Успенский, С.Е. Крыгин // В сб.: Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА 50-летию академии посвящается. Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. - Рязань, 1999.- С. 257-259.
5. Пат. РФ №2164737. Выкапывающий рабочий орган / Буробин Р.В., Борычев С.Н., Бышов Н.В., Колиденков В.М., Коноплев С.А., Крыгин С.Е., Переведенцев В.М., Успенский И.А. – Опубл.: 17.05.1999.
6. Габибов, М.А. Агропочвоведение [Текст] / М.А. Габибов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов // Учебник. Рязань, 2018. 326с.
7. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании

комбайнов [Текст] / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

8. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве [Текст] / Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ВИМ, 2011. С. 455-461

9. Цуканов, К.А. Повышение эксплуатационных показателей картофелеуборочных машин в сложных почвенно-климатических условиях [Текст] / Цуканов К.А., Абрамов И.В., Тян Д.В. [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 484-487

УДК 631.319.2

Абдулхаев Х.Г., PhD,
НИИМСХ, г. Янгиюль Республика Узбекистан
Игамбердиев А.У.,
АндМСИ, г. Куйганёр, Республика Узбекистан

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГРЕБНЕДЕЛАТЕЛЯ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА

Статья посвящается изучению многофакторного эксперимента для определения оптимальных параметров гребнеделателя.

Разработан новый способ обработки почвы и техническое средство для его реализации. Техническое средство представляет собой комбинированный агрегат для подготовки почвы под посев хлопчатника и выполняет за один проход полосное рыхление почвы, локальное внесение минеральных удобрений в два яруса и одновременное формирование гребней. Таким образом, поле готово к посеву уже осенью и нет необходимости в операциях внесения удобрений, отвальной вспашки, боронования, малования и нарезания гребней.

С целью определения оптимальных значений параметров гребнеделателя комбинированного агрегата [1, с. 169-170] для минимальной обработки почвы проведены многофакторные эксперименты по плану B_3.

В таблице 1 приведены основные факторы, их условные обозначения, интервалы варьирования и уровни. Они были выбраны по результатам теоретических и однофакторных экспериментальных исследований [7, 8, 9].

При проведении многофакторного эксперимента в качестве функции отклика были выбраны степень крошения почвы, т.е. количество фракций размерами менее 50 мм, высота образуемого гребня и тяговое сопротивление гребнеделателя.

Эксперименты были проведены по таблице случайных чисел и на всех вариантах установленная глубина обработки была 12 см [10].

Таблица 1 – Уровни факторов и интервалы их варьирования

№	Факторы	Единица измерения	Условное обозначение	Интервал варьиро-вания	Уровни факторов		
					-1	0	+1
1.	Угол атаки гребнеделателя	градус	X_1	10	20	30	40
2.	Диаметр гребнеделателя	мм	X_2	100	450	550	650
3.	Скорость движения агрегата	км/ч	X_3	1,5	5,0	6,5	8,0

В таблице 2 приведены план проведения многофакторных экспериментов и их результаты.

Таблица 2 – План проведения многофакторных экспериментов и их результаты

№	X_1	X_2	X_3	Y_1				Y_2				Y_3			
				1	2	3	Ср	1	2	3	Ср	1	2	3	Ср
1.	-1	-1	-1	74,44	74,31	74,58	74,44	12,50	12,10	11,80	12,13	0,94	0,95	0,96	0,95
2.	+1	-1	-1	76,18	76,35	76,49	76,33	26,70	27,10	27,30	27,03	3,87	3,88	3,89	3,88
3.	-1	+1	-1	74,30	74,39	74,47	74,38	14,50	14,20	14,80	14,50	1,68	1,67	1,66	1,67
4.	+1	+1	-1	76,45	76,58	76,73	76,58	29,20	29,40	29,70	29,43	4,61	4,60	4,59	4,60
5.	-1	-1	+1	77,55	77,71	77,38	77,54	9,90	9,80	10,10	9,93	1,74	1,72	1,73	1,73
6.	+1	-1	+1	79,32	79,46	79,59	79,45	24,80	24,60	25,10	24,83	4,67	4,66	4,65	4,66
7.	-1	+1	+1	77,78	77,65	77,82	77,75	12,60	12,10	12,20	12,30	2,45	2,44	2,46	2,45
8.	+1	+1	+1	79,83	79,70	79,55	79,69	27,10	27,30	27,20	27,20	5,39	5,38	5,37	5,38
9.	-1	+0	+0	76,11	75,98	76,25	76,11	14,00	14,50	14,20	14,23	1,63	1,64	1,62	1,63
10.	+1	+0	+0	78,02	78,15	77,90	78,02	29,40	28,90	29,10	29,13	4,58	4,57	4,56	4,57
11.	+0	-1	+0	78,85	78,57	78,72	78,71	25,30	24,80	24,60	24,90	2,26	2,27	2,25	2,26
12.	+0	+1	+0	78,86	79,05	78,95	78,95	27,10	27,60	27,40	27,36	2,97	2,98	2,99	2,98
13.	+0	+0	-1	77,28	77,39	77,18	77,28	29,00	29,50	29,30	29,26	2,30	2,29	2,28	2,29
14.	+0	+0	+1	80,31	80,46	80,38	80,38	27,00	27,20	27,10	27,10	3,08	3,08	3,07	3,08

Полученные результаты экспериментов обработаны по программе «регрессионные анализы», разработанной в лаборатории планирования экспериментов НИИМСХ [2, с. 65-78]. При этом проверка однородности дисперсии проводилась по критерию Кохрена, оценка значений коэффициентов регрессии – по критерию Стьюдента, проверка гипотезы об адекватности моделей описывающих функцию отклика, проводилась с помощью критерия Фишера.

После обработки результатов экспериментов в указанном порядке, получены уравнения регрессии, адекватно описывающие:

- степень крошения почвы, (%)

$$Y_K = 78{,}833 + 0{,}986X_1 + 0{,}087X_2 + 1{,}579X_3 - 1{,}799X_1^2\,; \quad (1)$$

- высоту формированных гребней (см)

$$Y_h = 28{,}172 + 7{,}453X_1 + 1{,}197X_2 - 1{,}100X_3 -$$

$$- 6{,}477X_1^2 - 2{,}027X_2^2; \quad (2)$$

- тяговое сопротивление гребнеделателя (кН)

$$Y_P = 2{,}624 + 1{,}467X_1 + 0{,}360X_2 + 0{,}391X_3 + \\ + 0{,}480X_1^2 + 0{,}065X_3^2. \quad (3)$$

Из анализа полученных уравнений видно, что в заданном интервале варьирования все факторы на функции откликов оказывают существенное влияние. С увеличением угла атаки гребнеделателя степень крошения почвы сначала возрастала, а затем снизилась, высота формированных гребней и тяговое сопротивление рабочего органа увеличивались. С увеличением его диаметра степень крошения почвы почти не изменилось, высота формированных гребней сначала повышалась (до 550 мм), затем уменьшалась, а тяговое сопротивление рабочего органа увеличивался.

С увеличиваем скорости агрегата степень крошения почвы и тяговое сопротивление рабочего органа увеличивались, а высота гребней уменьшалась.

Решая регрессионные уравнении (1)-(3) при условии, что фактор «Y_K» должен быть не менее 80 %, «Y_h» фактор не менее 24 см, а значение фактора «Y_P» минимально установлено, что при скоростях движения агрегата 6,0-8,0 км/ч угол атаки гребнеделателя должен быть в пределах 28-33°, а его диаметр – в пределах 515-570 мм.

Библиографический список

1. Бойметов Р.И., Тухтакузиев А., Худоёров А.Н., Мамадалиев М.Х., Эгамбердиев А.У. Технология минимальной обработки почвы и комбинированный агрегат для его осуществления // Научные основы развития хлопководство и зерноводства фермерских хозяйствах: Сборник материалов Международной научно-практической конференция. – Ташкент, 2006. – С. 169-170.

2. Аугамбаев М.А., Терехов Ю.М., Шагиева М.Ф. Ссовершенствование методики планирования эксперимента применительно к конкретным исследованиям по механизации хлопководства. – Янгиюль. 1981. – 85 б.

3. К вопросу об эффективном использовании соломы для сохранения почвенного плодородия/Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов//Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК: материалы науч.-практич. конф. 2012 г. -Рязань: РГАТУ, 2012. -С.59-63.

4. Крыгин С.Е. Исследование комбинированного ботвоудаляющего рабочего органа картофелекопателя-погрузчика [Текст] / С.Е. Крыгин, В.В. Коченов // В сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. - С. 218-223.

5. Бышов, Н.В. К вопросу снижения энергетических затрат при эксплуатации машин во время уборки картофеля [Текст] / Н.В. Бышов, В.М. Колиденков, С.А. Коноплев, И.А. Успенский, С.Е. Крыгин // В сб.: Юбилейный

сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА 50-летию академии посвящается. Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. - Рязань, 1999.- С. 257-259.

6. Бадынский, Л.А. Развитие АПК на основе рационального природопользования [Текст] / Л.А. Бадынский, О.А. Бедункова, С.А. Беловол, Т.В. Бондюк, Д.В. Виноградов, В.В. Воробьев, И.В. Дегтерева, О.Ю. Дыченко, А.С. Емельянова, В.В. Заец, Я.Н. Зароза, Л.О. Иванова, Н.П. Коваленко, О.А. Ласло, А.В. Лисовец, Н.П. Литвинова, Е.И. Лупова, А.М. Матвеев, С.В. Ноженко, И.В. Пелипканич и др.- Саарбрюккен, 2015. – 278 с.

7. Рембалович, Г.К. Теоретические основы исследования рабочих органов на основе моделирования процесса вторичной сепарации в картофелеуборочных машинах / Рембалович Г.К., Безносюк Р.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №89. - С.700-720

8. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

9. Безносюк, Р.В. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования / Р.В. Безносюк, В.В. Фокин, Н.В. Бышов [и др.] // Международный научный журнал. - М: Издательство: Учебно-методический центр "Триада", 2017. - №2. - С. 112-116

10. Лабораторные исследования сепарирующей горки с лопастным отбойным валиком картофелеуборочной машины / Р.В. Безносюк // Вестник РГАТУ. – 2012. - № (13) – С. 54-56.

УДК 631.319.06

Абдулхаев Х.Г., PhD,
НИИМСХ, г. Янгиюль, Республика Узбекистан

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УГЛА НАКЛОНА К ГОРИЗОНТУ ТЯГИ РОТАЦИОННОГО РЫХЛИТЕЛЯ

Статья посвящена изучению влияния угла наклона к горизонту тяги ротационного рыхлителя орудия для предпосевной обработки гребней на его качественные показатели работы.

Возделывание хлопчатника по гребневым технологиям в условиях Республики Узбекистан с каждым годом получает большое признание. Повышенная температура почвы на гребнях, лучшая аэрация, а также оптимальная плотность почвы создают благоприятные условия для получения ранних и дружных всходов, а также роста и развития растений [1, с. 163-166].

В настоящее время предпосевная обработка гребней производится в основном навесными боронами в агрегате с пропашными тракторами [7, 8]. Но они не обеспечивают обработку гребней по всему их профилю. Вследствие этого на откосах и бороздах гребней не создается влагосберегающий

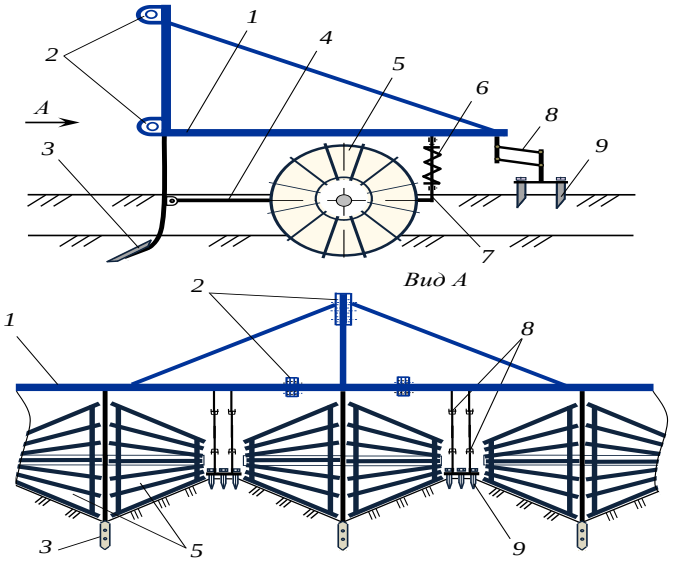
мульчирующий слой и не полностью уничтожаются сорные растения. Это приводит к засорению сорняками гребней и потере влаги. Кроме того, применение зубовых борон приводит к разрушению профиля гребней и, особенно, к уменьшению их высоты [9]. Это отрицательно влияет на равномерность всходов семян, развитие и урожайность хлопчатника.

Исходя из вышеизложенного нами разработано новое орудие для предпосевной обработки гребней [2, с. 48; 3, с. 53-54], содержащее раму с навеской, рыхлительные лапы, установленные за ними ротационные рыхлители в виде планчатых конических катков и размещенные между ними зубовые рыхлители (Рисунок 1). Рыхлительные лапы к раме присоединены жестко, а ротационные и зубовые рыхлители – шарнирно, соответственно, посредством тяг и параллелограммных механизмов.

В процессе работы рыхлительные лапы разрыхляют дно борозд между гребнями, ротационные и зубовые рыхлители обрабатывают соответственно откосы и вершины гребней, копируя их неровности. Благодаря этому обеспечивается обработка гребней по всему профилю без огрехов и мелкокомковатый разрыхленный слой на их поверхности, способствующий сохранению влаги, и полное уничтожение всходов сорных растений.

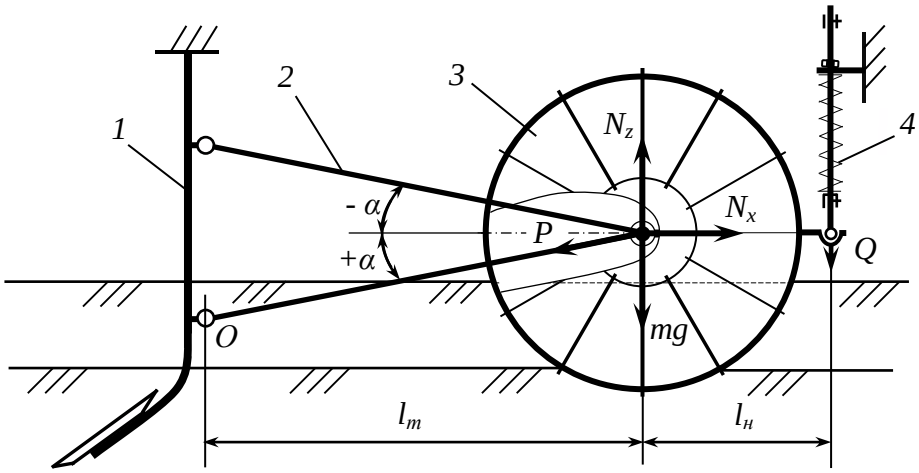
В данной статье приведены результаты теоретических исследований по обоснованию угла наклона к горизонту тяги (Рисунок 2), соединяющей ротационный рыхлитель со стойкой рыхлительной лапы разработанного орудия для предпосевной обработки гребней.

Пользуясь схемой, приведенной на рис.1, определяем силы давления $P_д$ ротационного рыхлителя на почву при различных положениях тяги к горизонту (Рисунок 2):



1-рама; 2-навесное устройство; 3-рыхлительная лапа; 4-тяга; 5-ротационный рыхлитель; 6-направитель; 7-нажимная пружина; 8-параллелограммный механизм; 9- зубовый рыхлитель

Рисунок 1 – Конструктивная схема орудия для предпосевной обработки гребней



1-рыхлительная лапа; 2-продольная тяга; 3-ротационный рыхлитель; 4-нажимная пружина

Рисунок 2 – Схема к обоснованию угла наклона к горизонту тяги, соединяющей ротационный рыхлитель со стойкой рыхлительной лапы

а) в процессе работы тяга наклонена вверх, т.е. $\alpha > 0°$.

$$P_д = N_z = mg + Q\left(1 + \frac{l_н}{l_m \cos\alpha}\right) - P\sin\alpha, \qquad (1)$$

где N_z - вертикальная составляющая силы реакции почвы на ротационный рыхлитель; m - масса ротационного рыхлителя; g - ускорение свободного падения; Q - сила давления нажимной пружины; $l_н$ - расстояние по горизонтали от оси вращения ротационного рыхлителя до точки приложения силы давления пружины; l_m - длина тяги ротационного рыхлителя; α - угол наклона тяги к горизонту.

б) тяга расположена горизонтально. При этом

$$P_д = mg + Q\left(1 + \frac{l_н}{l_m}\right); \qquad (2)$$

в) тяга наклонена вниз. При этом

$$P_д = mg + Q\left(1 + \frac{l_н}{l_m \cos\alpha}\right) + P\sin\alpha. \qquad (3)$$

Из анализа выражений (1) - (3) следует, что сила давления ротационного рыхлителя на почву, а, следовательно, показатели его работы (равномерность глубины рыхления почвы откосов гребней, качество ее крошения, степень уничтожения всходов сорняков) в значительной степени зависит от расположения тяги к горизонту.

В первом случае, т.е. когда тяга наклонена вверх, вертикальная составляющая $P\sin\alpha$ силы тяги P стремится поднимать ротационный рыхлитель вверх и в результате уменьшается сила давления его на почву. Это

приводит к уменьшению глубины обработки и ухудшению качества рыхления почвы, а также снижению степени уничтожения всходов сорняков.

Во втором случае, т.е. когда тяга расположена горизонтально сила давления ротационного рыхлителя на почву от силы тяги не зависит и равна она вертикальной силе, создаваемой на оси ротационного рыхлителя его весом и силой давления нажимной пружины.

В последнем случае, т.е. когда тяга наклонена вниз, вертикальная составляющая силы тяги прижимает ротационный рыхлитель к откосам гребней. В результате повышается сила давления ротационного рыхлителя на почву, а, следовательно, показатели его работы улучшается.

Из результатов проведенных исследований следует, для обеспечения качественной обработки почвы на откосах гребней тяга, соединяющая ротационный рыхлитель орудия со стойкой его рыхлительной лапы, в процессе работы должна занимать горизонтальное положение или положение с наклоном вниз.

Библиографический список

1. Абдулхаев Х.Г. Новое орудие для предпосевной обработки гребней [Текст] / Х.Г. Абдулхаев //Сб.: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Материалы международной науч.-техн. конф. Ч.1. Москва: ФГБНУ ВИМ, 2015. – С. 163-166.

2. Пат. РУз. Устройство для обработки гребней и борозд между ними / А. Тухтакузиев, Х.Г. Абдулхаев – Опубл. 28.09.2012, Бюл. № 9. С.48.

3. Пат. РУз. № FAP 00888, Ротационный рыхлитель / А.Тухтакузиев, Х.Г. Абдулхаев, А.Д. Нуриддинов - Опубл. 30.04.2014, Бюл. № 4. С.53-54.

4. Бышов, Н.В., Лопатин, А.М., Дрожжин, К.Н., Бачурин, А.Н. Современная с.-х. техника и энергосберегающие технологии в хозяйствах Рязанской области/Сборник научных трудов посвященный 55-летию инженерного факультета.-Рязань: РГСХА, -2005. -С.43-47.

5. Переведенцев, В.М. Анализ функционирования ротационных рабочих органов [Текст] / В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 181-182.

6. Переведенцев, В.М. Влияние параметров рабочего ротационного органа на энергетические показатели [Текст] / В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Н.В. Бышов // В сб.: Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА. 50-летию академии посвящается. Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. - Рязань, 1999. - С. 262-264.

7. Успенский, И.А. Оценка перспективной технологической схемы

картофелеуборочного комбайна / И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - №1 (49). – 2018. – С. 262-269.

8. Цуканов, К.А. Повышение эксплуатационных показателей картофелеуборочных машин в сложных почвенно-климатических условиях / Цуканов К.А., Абрамов И.В., Тян Д.В. [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 484-487

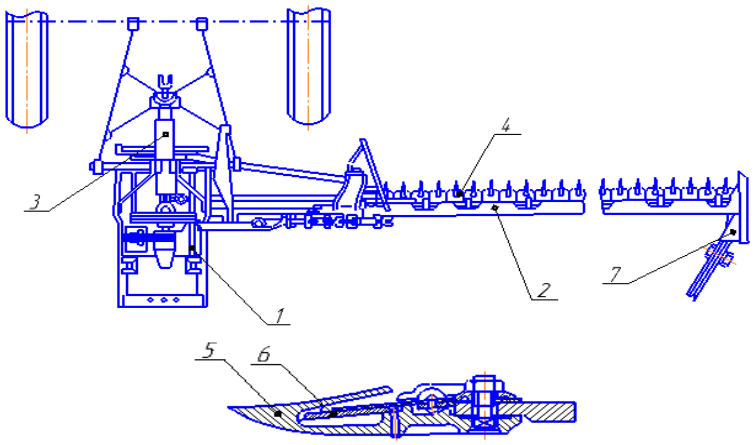
9. Костенко, М.Ю. Применение композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Н.С. Жбанов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 223-227

УДК 631.352

Авдеев А.А.,
ФГБОУ ВО УлГАУ, г. Ульяновск, РФ

РАЗРАБОТКА САМОДЕЛЬНОЙ СЕГМЕНТНОЙ КОСИЛКИ

Оптимизировать рентабельность сельскохозяйственного предприятия помогают в большей мере агротехнические разработки. Одна, из самых популярных сегодня техник – это навесная косилка для сельскохозяйственных тракторов малого класса (Рисунок 1). Эта техника помогает повысить время скашивания травы на трудно доступных участках, склонах, холмах и прочих рельефах местности минимально сократив при этом затраты на рабочую силу.



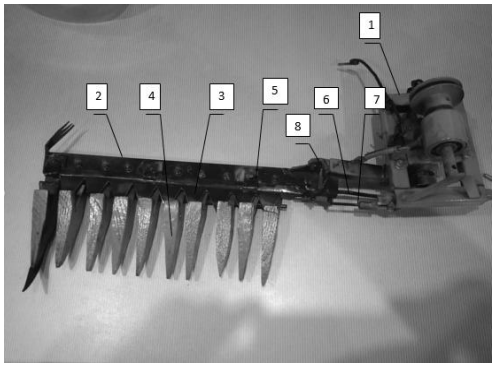
1 – рама; 2 – пальцевый брус; 3 – карданная передача; 4 – сегмент; 5 – палец; 6 – пластина; 7 – задний башмак.

Рисунок 1 – Схема сегментной косилки

Все модели сегментных косилок для сельскохозяйственных тракторов малого класса стоят дешевле чем большие косилки, которые требуют большую мощность и по производительности и эксплуатационным затратам вполне подходят для небольших подсобных хозяйств [1-4, 11].

Преимуществом сегментных косилок является простота эксплуатации, производительность, бюджетность. Справляется с травой на уклонах, холмах и прочих неровностях, при этом позволяет делать более аккуратный срез травы, не оставляет пропусков, а также повышает качество заготавливаемого сена, поскольку она не дробит стебли растений [5-7].

В связи с этим предлагается изготовить самодельную навесную сегментную косилку, макет которой представлен на рисунке 2.



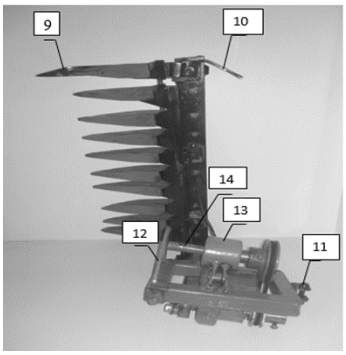


Рисунок 2 – Макет навесной косилки с сегментно-режущим аппаратом

Предлагаемая конструкция состоит: 1-рама, к которой прикреплен брус 2, 3-сегмент; 4-палец; 5-прижим; 6-тяговая штанга; 7-шарнир башмака; 8-шарнир башмака; 9-полевая доска;10-наружный башмак 11-фаркоп, 12-сцепка, 13-ведущий шкив, 14-карданный вал.

Главной особенностью предлагаемой косилки с сегментно-режущим аппаратом, будет оснащение задним сцепным устройством (фаркоп), который позволит вести заготовку и доставку скощенной травы до хозяйства на одной единице техники (Рисунок 3), анализ литературных источников [5-7, 12, 13] показал, что не одна из выпускаемых косилок на сегодняшний день не комплектуется фаркопом.

Рисунок 3 – Фаркоп на косилки с сегментно-режущим аппаратом

К тракторам малой мощности предлагают всевозможные насадки, которые способны облегчить физический труд человека. Большинство из навесного оборудования для тракторов стоит не дешево. И не каждый может себе позволить приобрести сегментнонавесную косилку, которую предлагают производители. Поэтому многие умельцы делают такое оборудование своими руками. Мы предлагаем собственную конструкцию, которую можно собрать самостоятельно.

Сборку косилки мы производим следующим образом:

Сборку косилки начинаем с режущего аппарата, то есть с пальцевого бруса. Для изготовления косилки используем металлический брус, габариты которого составляют 15х120мм, сверлим в нем 17 отверстий диаметром 10 мм, чтобы подошли под болты М8. На этот брус прикручиваем пальца, с помощью которого фиксируется режущий элемент, то есть нож (размеры которого равны 120мм) и с помощью прижимов скручиваем эту конструкцию болтам М8.

Привариваем на брус внутренний и наружный башмак, во время работы косилки режущий аппарат будет скользить по земле за счет данных башмаков

На этот брус прикручиваем пальца, с помощью которого фиксируется режущий элемент, то есть нож (размеры которого равны 120мм) и с помощью прижимов скручиваем эту конструкцию болтам М8.

После того как режущий аппарат готов, прикручиваем его к раме косилки, в нашем случае рама взята со старой косилки. На раму устанавливаем ведущий шкив, и шкив эксцентрика, их следует связать между собой. Вал соединить ремнем с валом косилки.

После чего пальцевый брус прикручивается к раме, а нож прикрепляем к шатуну, который выполняет возвратно - поступательные движения, тем самым приводит нож в движение. К раме и пальцевому брусу привариваем регулировочную тягу, для регулировки режущего органа.

Фаркоп привариваем к задней части рамы.

Рисунок 4 – Самодельная сегментная косилка

Главной особенностью данного агрегата является его малогабаритность, если режущий орган стандартной косилки является 2 - 2.1 метра, то моей разработки 1.2. Что позволит вести заготовку трав на самых тесных и отдалённых местах. Позволит производить скос травы между деревьями. И как выше было сказано, еще одной особенностью является оснащение косилки фаркопом, что позволит вести заготовку и доставку скошенной травы на одной единице технике.

Предлагаемую конструкцию можно будет использовать не только на полях большой площади, но и для скоса травы по обочинам дорог и в лесу. Данная разработка будет применяться не только для заготовки трав на сено, а так же для облагораживания территории.

Библиографический список

1. Авдеев, А.А Классификация косилок / А.А Авдеев, Н.П. Занькин // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018.-С.12-16

2. Авдеев, А.А Принцип работы сегментной косилки / А.А Авдеев // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018.-С.19-22

3. Авдеев, А.А Режущий аппарат сегментной косилки / А.А Авдеев // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018.-С.22-25

4. Авдеев, А.А Сегментные и роторные косилки/ А.А Авдеев, Н.П. Занькин // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018.-С.25-29.

5. Салахутдинов, И.Р. Проектирование сельскохозяйственных комплексов / И. Р. Салахутдинов, А. А. Глущенко. - Ульяновск : ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. - 117 с.

6. Глущенко, А.А. Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве / А. А. Глущенко, А. Л. Хохлов, И. Р. Салахутдинов. - Ульяновск : УГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. - 146 с.

7. Модернизация измельчителя-мульчировщика/ Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, К.Н. Дрожжин, И.Ю. Богданчиков //Сельский механизатор. -2013. -№ 5. -С. 8-9.

8. Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Богданчиков И.Ю. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы//Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. -2016. -№10. -С. 105-111.

9. Борычев, С.Н. Классификация машинных агрегатов с рабочими органами-движителями [Текст] / С.Н. Борычев, В.М. Переведенцев, И.А. Успенский, С.Е. Крыгин // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева. 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 161-162.

10. Крыгин С.Е. Исследование комбинированного ботвоудаляющего рабочего органа картофелекопателя-погрузчика [Текст] / С.Е. Крыгин, В.В. Коченов // В сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. - С. 218-223.

11. Хайдаров, А.К. Пути снижения расхода теплоносителя для плавки базальта / А.К. Хайдаров, З.А. Хайдарова, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 217-219.

12. Костенко, М.Ю. Применение композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Н.С. Жбанов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции

«Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 223-227

13. Рембалович, Г.К. Актуальные вопросы совершенствования транспортного обеспечения сельскохозяйственных процессов с применением интерактивной диагностики / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы Всероссийского научно-практического круглого стола «Актуальные вопросы материально-технического снабжения органов и учреждений уголовно-исполнительной системы». - Рязань: АПУ ФСИН. 2017. С. 28-35

14. Санникова, М.Л. Материалы с эффектом памяти формы / М.Л. Санникова, Т.В. Вырикова // Материалы 65-й Международной научно-практической конференции «Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы» – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ. 2014. С. 133-137.

УДК 631.347

Агейкин А.В., к.т.н.
ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна, РФ

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ПРИ ОРОШЕНИИ ШЛАНГОВВЫМИ ДОЖДЕВАТЕЛЯМИ БАРАБАННОГО ТИПА

В Российской Федерации, в последние два десятилетия, для полива дождеванием различных по площади и конфигурации участков сельскохозяйственных угодий широко применяются шланговые дождеватели барабанного типа (ШДБТ). В нашей стране наблюдается увеличение численности применяемых шланговых дождевателей отечественного и импортного производства [1 с.2-5 ,2 с.56-64 ,3 с.51-54, 12, 13, 14, 15].

В России и в других зарубежных странах широкое применение нашли ШДБТ с гибким подводящим полиэтиленовым шлангом, навиваемым на барабан, обеспечивающим улучшенные условия взаимодействия шланга с сельскохозяйственными культурами и уменьшающим их заминание [4 с. 22, 10, 11, 16].

Значительные изменения и потери напора наблюдаются в полимерных транспортирующих шлангах ШДБТ на участках с большим перепадом геодезических высот, особенно при поливе участков на сложном рельефе, особенно в условиях, когда дождеобразующее устройство находится внизу, а сама машина – вверху (Рисунок 1).

В вышеперечисленном случае имеет место значительное увеличение напора воды и соответственно переполив нижней части орошаемой полосы, а также образование стока и водной эрозии, что недопустимо при технологическом процессе полива.

Рисунок 1 – Шланговый дождеватель барабанного типа на сложном рельефе

В зависимости от диаметра, длины полиэтиленового шланга, а также диаметра и ширины барабана формируются гидравлические потери при транспортировке оросительной воды к месту полива – полосе орошения.

Проведены гидравлические расчеты изменение напора в полиэтиленовых шлангах ШДБТ при орошении участков с перепадами геодезических высот.

Расчеты осуществлены с внешним 110 мм и внутренним 94 мм диаметрами полиэтиленового шланга, с различными длинами навивки шланга, т.е. когда шланг полностью размотан (длина навивки L=0), и при длине навивки шланга L от 100 до 400 м и уклоне участков вниз по движению дождевальной тележки δ от 0,01 до 0,1.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расход ШДБТ без регулятора давления, q, л/с

δ\L	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,01	23,7	23,3	22,9	22,8	22,2	21,9	21,6	21,3	20,9
0,02	24,3	23,8	23,4	23,2	22,5	22,1	21,7	21,3	20,9
0,03	24,9	24,3	23,8	23,6	22,9	22,4	21,9	21,4	20,9
0,04	25,4	24,8	24,3	24,0	23,2	22,6	22,1	21,5	20,9
0,05	26,0	25,3	24,7	24,3	23,5	22,9	22,2	21,6	20,9
0,06	26,5	25,8	25,1	24,7	23,8	23,1	22,4	21,7	20,9
0,07	27,0	26,3	25,6	25,1	24,1	23,3	22,6	21,8	20,9
0,08	27,6	26,8	26,0	25,4	24,4	23,6	22,7	21,9	20,9
0,09	28,1	27,2	26,4	25,8	24,7	23,8	22,9	21,9	20,9
0,1	28,6	27,7	26,8	26,1	25,0	24,0	23,0	22,0	20,9

Из таблицы 1 видно, что расход оросительной воды меняется в пределах от 28,6 л/с до 20,9 л/с. Для уменьшения величины разброса расхода необходимо применять регулятор давления. Величины расхода с учетом регулятора давления представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Расход ШДБТ с регулятором давления, q, л/с

δ\L	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,01	23,0	23,0	22,9	22,8	22,2	21,9	21,6	21,3	20,9
0,02	23,0	23,0	23,0	23,0	22,5	22,1	21,7	21,3	20,9
0,03	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9	22,4	21,9	21,4	20,9
0,04	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,6	22,1	21,5	20,9
0,05	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9	22,2	21,6	20,9
0,06	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,4	21,7	20,9
0,07	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,6	21,8	20,9
0,08	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,7	21,9	20,9
0,09	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9	21,9	20,9
0,1	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,0	20,9

Из таблицы 2 видим, что величина расхода с применением регулятора давления [5 с. 6, 6-8] меняется в пределах от 23,0 л/с до 20,9 л/с.

Однако норма полива определяется не только величиной расхода, но скоростью передвижения дождевальной тележки. Расход воды при перемещении дождевальной тележки на 1 метр представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Расход ШДБТ (при перемещении дождевальной тележки) без регулятора, $q_м$, л/м

δ\L	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,01	248,8	218,1	193,7	175,9	157,2	143,2	131,2	120,8	111,7
0,02	254,9	222,9	197,5	178,8	159,5	144,8	132,3	121,3	111,7
0,03	260,8	227,7	201,3	181,8	161,7	146,4	133,3	121,8	111,7
0,04	266,7	232,4	205,1	184,6	163,9	148,0	134,3	122,3	111,7
0,05	272,5	237,1	208,8	187,4	166,1	149,5	135,3	122,8	111,7
0,06	278,1	241,6	212,4	190,2	168,2	151,1	136,2	123,3	111,7
0,07	283,7	246,1	215,9	193,0	170,3	152,6	137,2	123,7	111,7
0,08	289,1	250,5	219,4	195,7	172,4	154,1	138,2	124,2	111,7
0,09	294,5	254,8	222,9	198,4	174,5	155,6	139,2	124,7	111,7
0,1	299,8	259,1	226,3	201,0	176,6	157,1	140,1	125,1	111,7

Из таблицы 3 видно, что норма полива значительно изменяется в пределах от 299,8 л/м до 111,7 л/м, то есть более чем в 2,6 раза.

Результаты расчета расхода с учетом установки регулятора давления на стояк дождевальной тележки представлены в таблице 4.

Из таблицы 4 видно, что норма полива изменяется в пределах от 241,4 л/м до 111,7 л/м, то есть не более чем в 2,1 раза.

Выводы:

1. Применение регулятора давления на ШДБТ при работе в сложных рельефных условиях обеспечивает снижение расхода оросительной воды, исключение переполива и водной эрозии почвы.

2. ШДБТ с полиэтиленовыми транспортирующими шлангами наиболее применимы для работы на средних и мелконтурных участках с большим

перепадом геодезических высот и сложной конфигурацией.

Таблица 4 – Расход ШДБТ (при перемещении дождевальной тележки) с регулятором давления, $q_м$, л/м

d\L	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,01	241,4	215,3	193,7	175,9	157,2	143,2	131,2	120,8	111,7
0,02	241,4	215,3	194,4	177,1	159,5	144,8	132,3	121,3	111,7
0,03	241,4	215,3	194,4	177,1	161,7	146,4	133,3	121,8	111,7
0,04	241,4	215,3	194,4	177,1	162,7	148,0	134,3	122,3	111,7
0,05	241,4	215,3	194,4	177,1	162,7	149,5	135,3	122,8	111,7
0,06	241,4	215,3	194,4	177,1	162,7	150,4	136,2	123,3	111,7
0,07	241,4	215,3	194,4	177,1	162,7	150,4	137,2	123,7	111,7
0,08	241,4	215,3	194,4	177,1	162,7	150,4	138,2	124,2	111,7
0,09	241,4	215,3	194,4	177,1	162,7	150,4	139,2	124,7	111,7
0,1	241,4	215,3	194,4	177,1	162,7	150,4	139,9	125,1	111,7

Библиографический список

1. Агейкин, А.В. Совершенствование технологического процесса и шлангового дождевателя для полива многолетних трав рулонных газонов на сложном рельефе: автореф. дис. … канд. техн. наук [Текст] / А.В. Агейкин; МичГАУ. - Мичуринск, 2013.

2. Рязанцев, А.И. Механизация полива консольными и шланговыми дождевателями: [Текст] / А.И. Рязанцев, Н.Н. Егорова. - Коломна: КИППК, 2005. – 174 с.

3. Выполнение опытно-конструкторских работ по разработке дождевальной техники нового поколения [Текст] / Г.В., Ольгаренко, А.И., Рязанцев, А.В., Агейкин и др. / Отчет по НИР № 188/20-ГК (Министерство сельского хозяйства РФ). – Коломна: ФГБНУ ВНИИ «Радуга», 2018.

4. Агейкин, А.В. Особенности технологического процесса полива шланговым дождевателем барабанного типа на сложном рельефе [Текст] / А.В. Агейкин, А.И. Рязанцев // Техника и оборудование для села. – 2016. - № 6. С. 22-25.

5. Рязанцев, А.И. Регулятор давления для шланговых дождевальных машин [Текст] / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, А.В. Агейкин // Сельский механизатор. – 2010. - № 1, С. 6-7.

6. Пат. РФ № 86765. Регулятор давления / Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В., Шереметьев А.В. – Опубл. 10.09.2009, бюл. № 25.

7. Пат. РФ № 90914. Регулятор давления / Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. – Опубл. 29.01.2010, бюл. № 2.

8. Пат. РФ № 92297. Дождевальная установка / Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. – Опубл. 20.03.2010; Бюл. № 8.

9. Гаврилина, О.П. Гидравлическое обоснование элементов кольцевой моноблочной системы стабилизации водоподачи с дисковым подвижным клапаном [Текст] / О.П. Гаврилина //В Сборнике: Современные энерго-и

ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства Сборник научных трудов. Рязань, 2002. С. 19-25.

10. Рембалович, Г.К. Исследование траектории движения капель дождевальной машины / Г.К. Рембалович, А.И. Рязанцев, М.Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - №4 (40). – 2018. – С. 138-142

11. Костенко, М.Ю. Применение композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Н.С. Жбанов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 223-227

12. Пат. 183135. Российская Федерация, МПК A01G 25/09 Многоопорная дождевальная машина кругового действия / Рязанцев А.И., Рембалович Г.К., Антипов А.О. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). - № 2018116248; заявл. 28.04.2018 ; опубл. 12.09.2018., Бюл. №26 : ил.

13. Пат. 185940 Российская Федерация, МПК A01G25/09. Многоопорная дождевальная машина кругового действия / Рязанцев А.И., Антипов А.О., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018119642; заявл. 28.05.2018 ; опубл. 25.12.18., Бюл. №36 : ил.

14. Пат. 187870 Российская Федерация, МПК A01G25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018133057; заявл. 17.09.2018 ; опубл. 21.03.19., Бюл. №9 : ил.

15. Пат. 189319 Российская Федерация, МПК A01G25/00. Дождевальная установка для теплиц / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018119609; заявл. 28.05.2018 ; опубл. 21.05.19., Бюл. №15 : ил.

16. Рембалович, Г.К. Анализ дождевальных установок для орошения рассады / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления

научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 369-372

УДК 631.51

Андреев К. П., к.т.н.,
Терентьев В.В. к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПОСТАНОВКА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ НА ЗИМНЕЕ ХРАНЕНИЕ

Самая горячая пора у аграриев – с весны до поздней осени. В это время нужно успеть засеять поля, следить за их состоянием, а потом собрать с заботой выращенный урожай. Практически все виды сельскохозяйственной техники нуждаются в правильном хранении по завершении сезонных работ. Если нужно поставить технику до двух месяцев, это называют кратковременным хранением. На продолжительное время, после конца сельскохозяйственных работ, технику устанавливают на долговременное хранение [1,2].

Хранение - это комплекс организационных и технических мероприятий, позволяющих исключить вредные воздействия на машину в нерабочий период.

К организационным мероприятиям относятся:

- обеспечение и оборудование мест хранения;
- организация и оплата труда;
- ведение учета и ответственность за хранящиеся машины;
- создание условий безопасности и противопожарной защиты [3,4].

К техническим мероприятиям относятся:

- очистка машины;
- снятие деталей, подлежащих хранению на складе;
- установка машин на подставки в отведенных местах;
- нанесение защитных покрытий;
- герметизация отверстий и полостей;
- обслуживание машин в период хранения и снятие ее с хранения [5,6].

Хранение машин – это комплекс организационно-технологических мер, обеспечивающих защиту машин, их агрегатов, узлов и деталей от коррозии, старения, деформаций и других разрушающих воздействий. К разным видам хранения различные правила ухода и приведения агрегатов в рабочее состояние после длительной эксплуатации. Техника бывает разная по виду и габаритам, а не которую из которых, на зимний период нужно разбирать. На самом деле, причин правильно законсервировать технику за зиму несколько:

- это поможет технике не выйти из строя до весны,
- позволит в процессе разбора крупногабаритной техники выявить поломки и неисправности,
- позволит осуществить техническое обслуживание техники.

Способ, при котором техника ставится на хранение зимой, называют долговременным. Подготовительные работы начинают в течение десяти дней

после завершения эксплуатации. По типу машины или прицепа определяют способ хранения.

Чтобы техника исправно работала длительное время, нужно правильно ее устанавливать на время простоя. Ровная поверхность, ослабление пружин дают возможность уберечь от внешних факторов, деформации или потери первоначальных свойств.

Выделяют три типа хранения:

- закрытый способ (рекомендуемый, но не всегда возможен, из-за отсутствия большого помещения);
- открытый способ (оптимальный в активный период работы, если хранение продолжается до двух месяцев);
- комбинированный способ (самый удобный и распространенный вид, используются разные постройки с нужными навесами и площадками для хранения) [7].

Длительный нерабочий период и кратковременное применение – особенности эксплуатации большинства сельскохозяйственных машин. На поля они выходят только раз в год. Все остальное время техника обычно находится на хранении. Перепады температур и эрозия при этом продолжают оказывать разрушительное действие и во время нерабочего периода. Чтобы запчасти к агротехнике требовались реже, хранить ее нужно правильно. Требования к хранению не отличаются особой сложностью, соблюдать их при этом нужно обязательно. Постановка на хранение важна и очень ответственна, ею занимается главные инженеры, механики или руководители отдела. На них ложится ответственность за сохранность дорогостоящей аппаратуры.

Чтобы быть уверенным в работоспособности и отличном техническом состоянии техники, нужно проверить ТО. После чего с полной готовностью устанавливать на положенное место оборудование.

В закрытых помещениях (сарай, гараж, ангар) хранят оборудование для орошения и рассеивания пестицидов и ядохимикатов, технику для очищения зерна, большое навесное оборудование, плуги и бороны. Также все габаритное оборудование, которое стоя на открытой местности, пострадает от погодных условий.

В сельских хозяйствах с небольшим количеством помещений используют комбинированное хранение. Такой вариант возможен, если самоходная техника имеет зацепное оборудование, которое и оставляют на площадке. Если машины будут оставлены на улице, возникновение ржавчины избежать вряд ли получится. Механизмы из-за нее могут быть заклинены. Для хранения сельскохозяйственной техники необходимо предусмотреть сухое помещение, которое приспособлено специально для этой цели. Перед длительным хранением следует почистить и вымыть технику, смазать все ее рабочие органы. Коррозия в этом случае будет менее вероятной. Кроме того, следует побелить колеса и вывесить их, снизить в шинах давление, ослабить цепи и ремни. Двигатель машины также нужно готовить. Выхлопная труба

должна быть загерметизирована, чтобы в цилиндропоршневую группу не могла попасть влага. Воздушный фильтр необходимо закрыть.

Рисунок – Хранение техники в закрытых помещениях

Основы правильного хранения запчастей с/х техники

Для правильного хранения в хозяйствах используют специальные подставки, которые разработаны для определенных частей сельскохозяйственной техники. Так не возникает деформация и коррозия деталей, наоборот, вероятность сохранности деталей в рабочем состоянии больше.

Специалисты, если хранение длительное, снимают с агрегатов цепи, ремни и аккумуляторы, после чего передают в складское помещение. Проводится этот вид работы для продления срока службы деталей, которые хрупкие и легко разрушаются при взаимодействии с атмосферными явлениями.

Существуют правила хранения. Ознакомившись с ними, можно точно узнать в какое время, где и в каком виде должна храниться специальная техника для сельскохозяйственных работ. В них прописаны сроки подготовки к хранению, тип и состояние, в котором оборудование сдается на хранение [8,9].

ТО во время зимнего хранения

Каждая техника любит уход даже во время простоя. Некоторые детали могут выйти из лада, что подведет к заминке по выполнению работы во время посева и сбора урожая. Для сбережения и готовности к эксплуатации не реже одного раза в месяц, специалисты проверять технику. На открытых площадках чаще, особенно после дождя, снега или сильного ветра. Если это закрытое помещение, провести техническое обслуживание можно реже, но так, же тщательно.

Что стоит проверить специалисту по ТО:

- устойчивость аппаратуры;

- наличие прогиба или перекоса;
- покрытия и защитные устройства техники;
- установку и комплектацию;
- наличие подтеканий;
- качество герметизации отверстий и другое.

После чего важно уделить время снятым элементам, разъемным деталям. Нужно протирать и проветривать технику, которая нуждается в сухости и дезинфекции, контролировать уровень электролита в аккумуляторах.

Не следует считать пустой тратой времени подготовку к зимовке техники. На пятьдесят процентов может сократиться срок службы агрегатов, если хранится, они будут неправильно. Увы, но учитывают это не все аграрии. Неправильно хранят технику примерно восемьдесят процентов хозяйств. Несмотря на то, что в максимальном сроке службы устройств владельцы заинтересованы, более чем в девяноста процентах хозяйств чистят и моют всю технику, только половина проводит герметизацию двигателя и закрывает выхлопные трубы. Только двадцать процентов крестьян вывешивают колеса. Все правила соблюдаются очень редко, как утверждают специалисты. Но при этом производители стараются совершенствовать механизмы, чтобы и во время хранения вреда им наносилось минимум. В любом случае, можно сэкономить немало средств с помощью хорошего ухода, ведь сельскохозяйственные машины в основном стоят достаточно дорого. За счет правильной и своевременной проверки машины после зимнего хранения будут идеально работать весь сезон [10].

Библиографический список

1. Андреев К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39.

2. Андреев К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1 (29). – С. 10-13.

3. Шемякин А.В. Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств [Текст] / А.В. Шемякин // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Мичуринский государственный аграрный университет. Мичуринск. – 2014.

4. Морозова Н.М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов [Текст] / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сборнике: Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 355-358.

5. Шемякин А.В. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники

[Текст] / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 4 (32). – С. 93-97.

6. Борычев С.Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии [Текст] / С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 90-94.

7. Латышенок М.Б. Тепловое укрытие для хранения сельскохозяйственных машин на открытых площадках [Текст] / М.Б. Латышёнок, А.В. Шемякин, С.П. Соловьёва // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4 (16). – С. 93-94.

8. Шемякин А.В. Изменение состояния сельскохозяйственной техники в период хранения [Текст] / А.В. Шемякин, В.Н. Володин, Е.Ю. Шемякина, К.П. Андреев // В сборнике: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева Рязань, – 2008. – С. 356-358.

9. Шемякин А.В. Детерминальная модель хранения сельскохозяйственной техники [Текст] / А.В. Шемякин // В сборнике: Научное наследие профессора П.А. Костычева в теории и практике современной аграрной науки Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА: по материалам Всероссийской научно-практической конференции, 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается. – 2005. – С. 137-139.

10. Шемякин А.В. Оценка качества хранения сельхозтехники [Текст] / А.В. Шемякин, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 11. – С. 2-3.

11. Торжков Н.И., Захарова О.А., М.В. Захаров. Заготовка собственных кормов на животноводческом комплексе п. Стенькино – успешная зимовка скота Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященная 85-летнему юбилею Ставропольского государственного аграрного унивеситета. 2015. С. 431-433.

12. Технические и оценочные показатели нанесения консервационного материала на поверхность сельскохозяйственных машин при применении различных способов/ Ушанев А.И., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Колотов А.С.// В сборнике: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса Материалы Национальной научно-практической конференции. 2017. С. 194-199.

13. Грунтовка как консервационное покрытие сельскохозяйственной техники/ Ушанев А.И., Бышов Н.В., Успенский И.А., Юхин И.А.//В сборнике: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2017. С. 537-548.

14. Утолин, В.В. Технология и устройство для механической очистки деталей животноводческих машин от консервационного материала [Текст] / В.В. Утолин, А.В. Подъяблонский, Е.В. Старшинова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. № 1. – С. 194-198.

15. Бышов, Н.В. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве./Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.В. Гайдуков, К.П. Андреев -Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. -95 с.

УДК 631.51

Аникин Н. В., к.т.н.,
Даниленко Ж.В.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДРОНЫ В ПОМОЩЬ АГРАРИЯМ

Долгое время в агропромышленном секторе применялся консервативный метод ведения производства, пока сельскохозяйственные дроны не спровоцировали резкий скачок в развитии отрасли.

Уже сегодня беспилотники для сельского хозяйства позволяют осуществить переход к точному земледелию – так называется комплексная система агроменеджмента, при которой с помощью высокотехнологичного оборудования более продуктивно выращивают урожай, основываясь на анализе состояния почвы и внешних факторов [1-3, 15].

Дроны для сельского хозяйства будут собирать информацию о состоянии полей и сформируют на этой основе электронную высокоточную карту с минимальными трудозатратами.

Сельскохозяйственные дроны набирают популярность в Соединенных Штатах, Европе, Бразилии, России, но лидером остается Китай, где производят беспилотники и запчасти к ним (Рисунок 1).

Что умеют сельскохозяйственные квадрокоптеры

- **Анализировать почву.** Дроны могут создать трехмерные карты для анализа земли на содержание азота и прочих веществ. Карты в дальнейшем используются для разработки схемы посадки [4,5].
- **Высаживать семена.** Коптеры зависают над грядками и выстреливают глубоко в почву капсулами с семенами и питательными веществами.
- **Опрыскивать урожай.** Посредством ультразвуковой эхолокации дроны регулируют высоту полета, сканируют местность и равномерно распыляют необходимое количество агрохимикатов и пестицидов.
- **Поливать.** Датчики на коптерах выявляют высохшие и нуждающиеся в инсектицидной обработке участки. Правда, пока для полива всего поля

грузоподъемности дронов недостаточно – они могут поднимать до 200 кг, а для орошения среднего поля потребуется около 2 000 литров воды. Сейчас российские ученые работают над экспериментальными коптерами, которые смогут поднять до 5 тонн груза.

Рисунок 1 – Сельскохозяйственный дрон

- **Следить за состоянием посевов с большей эффективностью.** Раньше мониторинг урожая осуществлялся при помощи небольших пилотируемых самолетов, спутников или просто фермеров, обходящих грядки с измерительными приборами в руках. Все эти способы были время - и ресурсозатратными и требовали большого количества сил для систематизации данных. Дроны справляются куда быстрее, что сказывается и на прибыли. Погодные условия, большая площадь угодий, нашествие насекомых усложняют жизнь фермера и чаще всего отрицательно сказываются на урожае. Сегодня с помощью коптеров можно в режиме реального времени увидеть детализированную фотографию поля и улучшить показатели роста посевов [6-9].
- **Оценивать состояние урожая.** Дроны помогут узнать вегетативный индекс (показатель плотности и качества урожая), выявят появление бактерий. Невооруженным глазом сложно увидеть нашествие паразитов на начальной стадии или недостаток питательных удобрений. Своевременная проверка дронами с мультиспектральными камерами нередко позволяет спасти весь урожай [10].

Плюсы применения сельскохозяйственных дронов

- **Точное земледелие.** Вода, удобрения или пестициды могут быть доставлены в любую точку угодья, таким образом все растения получат необходимые вещества.
- **Экономия времени.** По словам разработчиков, беспилотник может за три часа засеять 10 кв. км. леса семенами, в то время как человеку для этого потребуются сутки. Кроме того, при мониторинге урожая не будет

расходоваться время на объезд многокилометровых полей. Также дрон передает мультиспектральные снимки посевов в специальную программу на компьютере, которая анализирует ситуацию и выявляет проблемы. У агронома на эту операцию уйдет весь день, дрон справится за час.

- **Экономия средств.** Отсутствие в необходимости объезжать владения сократит затраты на горюче-смазочные материалы.
- **Экономия кадров.** Сельскохозяйственным компаниям не хватает кадров, особенно в сезоны посадки и сбора урожая, беспилотники же могут работать круглые сутки.
- **Приток специалистов в отрасль.** Молодые квалифицированные работники с неохотой едут в села и деревни, однако благодаря новейшим технологиям работа в агропромышленных комплексах станет более интересной и престижной в глазах недавних выпускников колледжей и вузов.

Для нужд сельского хозяйства дроны-беспилотники незаменимы: помимо посадки урожая и ухода за ним, с помощью коптеров ученые в будущем планируют брать пробы воды и почвы, следить за удаленными пастбищами и водоемами, мониторить появление очагов возгорания в лесах.

Недостатки использования сельскохозяйственных дронов

- **Затратность.** В ближайшие годы позволить себе завести дрона-фермера смогут лишь крупные компании – остальным новая технология будет пока не по карману. Сейчас наземная станция, коптер и компьютер для управления им имеют среднюю цену 2 млн. рублей. Хорошая новость в том, что стоимость коптеров будет постепенно снижаться, поскольку российские заводы уже осваивают технологии по изготовлению деталей для беспилотных летательных аппаратов, а пока частные землевладельцы могут брать дроны в аренду или заказывать услуги у специализированных фирм.
- **Погодные условия.** Пока не придумали надежной защиты беспилотников от дождя, грозы, града, сильных ветров и низких температур. Это значительно ограничивает возможности для эксплуатации летательных механизмов в сельском хозяйстве.

В ближайшем будущем квадрокоптер для сельского хозяйства будет таким же необходимым элементом, как комбайн или культиватор. Тем не менее, пока сложно представить, что с применением дронов агротехнологические процессы станут полностью автоматизированными и содействие человека не потребуется. Летательный аппарат не умеет полоть или собирать созревшие плоды.

С другой стороны, на Западе активно ведутся разработки по созданию автоматизированных беспилотников для работ на фермах. Возможно, когда-нибудь мы придем к тому, что коптер с мультиспектральной камерой в дождь и в град будет облетать угодья и присылать снимки урожая для автоматической обработки, а на поле отправится специализированная техника для сбора урожая, управляемая GPS. Пока это непросто осуществить, но через несколько десятков лет все может измениться.

Библиографический список

1. Свистунова А.Ю. Основные виды технологий точного земледелия [Текст] / А.Ю. Свистунова, К.П. Андреев // В сборнике: Актуальные вопросы применения инженерной науки Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – С. 178-181.

2. Даниленко Ж.В. Использование технологии точного земледелия [Текст] / Ж.В. Даниленко // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее Сборник научных статей Всероссийской научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2018. – С. 296-298.

3. Ерошкин А.Д. Точное земледелие как элемент разработки ресурсосберегающих технологий [Текст] / А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев // В сборнике: Актуальные вопросы применения инженерной науки Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – С. 120-124.

4. Бышов Н.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве Рязанской области - перспективы развития [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, Ю.В. Якунин, С.В. Горелов // В сборнике: Сборник научных трудов студентов магистратуры – Рязань, – 2012. – С. 36-41.

5. Бышов Н.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин, Д.О. Олейник, Ю.В. Якунин // Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» Рязань, – 2013.

6. Андреев К.П. Мониторинг при координатном внесении удобрений [Текст] / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко, О.А. Ваулина // В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 192-194.

7. Даниленко Ж.В. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга [Текст] / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 167-172.

8. Андреев К.П. Внедрение систем мониторинга при координатном внесении удобрений [Текст] / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий Сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2018. – С. 10-13.

9. Даниленко Ж.В. Внедрение координатного внесения удобрений [Текст] / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского

государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.

10. Андреев К.П. Определение состояния полей и прогнозирование урожайности [Текст] / К.П. Андреев, О.А. Ваулина, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 20-25.

11. К вопросу о возможности использования цифровых технологий в растениеводстве / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Михеев, С.А. Бычкова // Материалы национальной научн. практ. конф. «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» 22 ноября 2018 года: Сб. научн. тр. Часть I. -Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. -С. 51 -56

12. Богданчиков, И.Ю. Определение урожайности незерновой части урожая в валке/И.Ю. Богданчиков//Инновации в АПК: проблемы и перспективы. -2017. -№1 (13). -С. 4-11.

13. Майорова Ж.С., Торжков Н.И. Оптимальное решение – сухой полносмешанный рацион для телят. Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 188-193.

14. Бадынский, Л.А. Развитие АПК на основе рационального природопользования [Текст] / Л.А. Бадынский, О.А. Бедункова, С.А. Беловол, Т.В. Бондюк, Д.В. Виноградов, В.В. Воробьев, И.В. Дегтерева, О.Ю. Дыченко, А.С. Емельянова, В.В. Заец, Я.Н. Зароза, Л.О. Иванова, Н.П. Коваленко, О.А. Ласло, А.В. Лисовец, Н.П. Литвинова, Е.И. Лупова, А.М. Матвеев, С.В. Ноженко, И.В. Пелипканич и др.- Саарбрюккен, 2015. – 278 с.

15. Безносюк, Р.В. Пути расширения использования спутниковых навигационных систем в сельском хозяйстве / Р.В. Безносюк, А.Г. Корнеев // сборник научных трудов совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. – Вып. 1. С. 74-77

УДК 629.331

Аникин Н.В., к.т.н.,
Дмитриев Н.В., к.т.н.,
Дорофеева К.А.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОБАЛЛОНННОЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В современной России имеет место рост численности автомобильного транспорта, вследствие чего происходит истощение нефтяных запасов топлива.

Из-за этого происходит рост цен на нефтяные продукты, так и нефть в целом. Однако наша страна имеет большие запасы природного газа, т.е. топлива, которое не требует химической переработки [2].

Тем более использование нефтяного продукта (нефти) в химической промышленности является эффективным, чем простое сжигание, т. к. КПД не превышает 40%, это происходит, потому что остальная энергия, заключенная в топливе, выбрасывается в атмосферу в виде тепла и тратится на преодоление механических потерь в узлах трения [3].

Система газобаллонного оборудования для автомобильного транспорта может быть использована как на карбюраторных, так и на инжекторных двигателях внутреннего сгорания, при этом не требуется изменять конструкцию подвижного состава, благодаря чему работа может осуществляться и на бензиновом топливе и на газовом топливе [1].

В настоящее время сельскохозяйственные угодия стараются минимизировать свои затраты. Главная цель заключается в снижении количества используемого моторного топлива. Так же для нужд агропромышленного комплекса в эксплуатацию вводятся новые газозаправочные станции или используются передвижные газозаправочные станции, из-за возможной удаленности стационарных станций.

Для работ в агропромышленном комплексе используются трактора и мобильные сельскохозяйственные машины, которые имею более высокую мощность, а, следовательно, и больший объем потребления топлива, с учетом применения больших нагрузок.

Максимально распространенные транспортные средства, используемые в сельском хозяйстве:

- 3 тягового класса;
- 1,4 тягового класса;
- 0,6 тягового класса.

Рисунок 1 – Трактор «ХТЗ 150 к»

Модель трактора «ХТЗ 150 к» является моделью общего назначения и относится к 3 тяговому классу. Данный трактор имеет низкую стоимость обслуживания, высокую производительность, надежность и коробку передач с 3 диапазонами (она позволяет переключать передачи в процессе выполнения работ или во время движения). Трактор «ХТЗ 150 к» подходит для различных видов работ (посев, пахота, уборка, культивация и тд.). ООО ТСК «АгроМастер» позаботилась и о кабине водителя, которая оборудована различными системами, обеспечивающими комфорт; регулировкой сидений; термо- и шумоизоляция; кабина имеет большие окна и зеркала, благодаря этому водителю обеспечен хороший обзор [5].

Газобаллонное оборудование может быть использовано на любом виде сельскохозяйственной техники:

- самоходные сельскохозяйственные машины;
- гусеничные и колесные трактора;
- различные комбайны;
- сеялки.

Так, например 4 октября Москве, в 75-м павильоне ВДНХ, открылась 12-я международная выставка «Газ на транспорте» (GasSuf – 2014). На ней компания «Агромашхолдинг» демонстрирует российские тракторы АГРОМАШ, работающие на компримированном природном газе. Мощность данных моделей 85 и 30 лошадиных сил. Эти отечественные машины разработаны российскими специалистами и изготовлены во Владимире на заводах — моторо-тракторном и инновационных продуктов. Компания «Агромашхолдинг», являющаяся сбытово-сервисной единицей Концерна «Тракторные заводы», потребителям предлагает также модели газовых тракторов мощностью 50, 60 л.с., которые могут изготавливаться как с кабиной, так и без нее – в модификации «Кабриолет» [4].

Трактор АГРОМАШ 85ТК МЕТАН является универсальным, имеет 1,4 тяговый класс с колесной формулой 4х4. Данный трактор предназначен для работ в растениеводстве, животноводстве, транспортных, уборочных и тд. работ.

Мощность работающего на компримированном природном газе (метан) четырехцилиндрового двигателя с турбонаддувом Д145ТГМ – 63,7 кВт (86,6 л.с). Расход КПГ при 75% загрузке трактора, куб.нм/ч – 8,5. Расход КПГ на 100 км, куб.нм — 24.7. Емкость газовых баллонов (6 шт.) – 360 л. Рабочее давление в баллонах – 20 Мпа. Предельный угол наклона – 35 град [4].

Трактор АГРОМАШ 30ТК МЕТАН – «Кабриолет» является универсальным, имеет тяговый класс 0,6 с колесной формулой 4х2 или 4х4. Двигатель у данного трактора двухцилиндровый с мощностью 30 лошадиных сил. Трактор предназначен для использования на животноводческих фермах, теплицах, складских помещениях и тд.

Рисунок 2 - Колесные тракторы АГРОМАШ 85ТК МЕТАН и АГРОМАШ 30ТК МЕТАН «Кабриолет»

Количество газовых баллонов – 5 общей емкостью 250 л. Расход КПГ при 75% загрузке трактора, куб.нм/ч – 3,5. Расход КПГ на 100 км, куб.нм – 16,4 [4].

Исходя, из выше изложенного можно сделать вывод о том, что применение газобаллонного оборудования направленного на работу в сельском хозяйстве в современной России стремительно растет, т.к. машины продолжают качественно и надлежащим образом выполнять свои заявленные функции, но при этом происходит минимизация затрат на используемое топливо, т. е. перевод сельскохозяйственной техники на газовое топливо является экономически целесообразным вложением в переоборудование техники.

При этом переоборудование техники позволяет существенно снизить выбросы токсичных веществ в атмосферу, т. е. снижается загрязнение окружающей среду за счет использования подвижного состава.

Библиографический список

1. Аникин, Н. В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте [Текст] / Н. В. Аникин, К. А. Дорофеева // Сборник научных трудов преподавателей и студентов «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» : Материалы Национальной научно-практической конференции : 22 ноября 2018 г. – Ч. 1. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 25.

2. Дорофеева, К. А. Особенности применения метана в качестве одного из перспективных видов топлива для автомобильного транспорта [Текст] / К. А.

Дорофеева, Н. В. Аникин // Сборник студенческих научно-практических работ «Актуальные вопросы применения инженерной науки»: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, 20 февраля 2019. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 29-34.

3. Шульгин, А. Перспективы применения газомоторного топлива для техники АПК и ЖКХ [Электронный ресурс] / А. Шульгин. — Электрон. текстовые данные. — 2013. – Режим доступа: https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/stati/perspektivy-primenenija-gazomotornogo-topliva-dlja-tehniki-apk-i-zhkh.html

4. Газовые тракторы АГРОМАШ на международной выставке «GasSuf» [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые данные. — 2014. – Режим доступа: http://agromh.com/gazovye-traktory-agromash-na-mezhdunarodnoj-vystavke-gassuf/

5. Трактор ХТЗ 150 к [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые данные. — Режим доступа: http://tsk-agromaster.ru/services-and-production/agricultural-machinery/tractor/Traktora/HTZ-150K-09-25.html?p=http://www.atomsite.ru

6. Пат. РФ на полезную модель № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / Максименко О.О., Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Крыгин С.Е., Ерохин А.В. - Опубл.: 24.04.2002.

7. Патент на полезную модель № 178332, Российская Федерация, МПК F02M 21/02, F02B 43/00. Топливная система газового двигателя внутреннего сгорания /Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Корнюшин В.М., Бышов Д.Н., Тимохин А.А., Коньков И.Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ. -заявка № 2017114759; заявл. 26.04.2017; опубл. 30.03.2018, Бюл. №10.

8. Бачурин А.Н. Способы обеспечения сельскохозяйственной техники газомоторным топливом/А.Н. Бачурин, И.Ю. Коньков, В.М. Корнюшин//Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 14 декабря 2017 года. -Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. -Часть 2. -С. 20-24

9. Бачурин А.Н. Перспективы применения биотоплив на автотракторной технике/А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин//В сборнике научных трудов студентов магистратуры ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Рязань, -2013. -С. 24-30.

10. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Текст] / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. - Рязань, 2019. – 308 с.

11. Хабарова, Т.В. Практикум. Методы экологических исследований [Текст] / Т.В. Хабарова, Д.В. Виноградов, А.В. Щур // Учебное пособие. Рязань, 2017. 128с.

УДК 631.363.25

Астанов Э.Ж.,
Липин В.Д., к.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ,
Мамонов Р.А., д.т.н.,
Академия ФСИН, г. Рязань, РФ.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

Рост населения в мире прогрессивно растет. Россия по праву занимает место одного из крупнейших поставщиков сельскохозяйственной продукции. Однако потенциал развития сельского хозяйства ещё не исчерпан, так как часть пригодных земель еще не используется. Их освоение могли бы взять на себя небольшие крестьянско-фермерские хозяйства.

На качество и себестоимость животноводческой продукции в крестьянско-фермерских хозяйствах большое влияние оказывают корма. Одним из незаменимых компонентов в рационах крупного рогатого скота, лошадей и овец являются грубые корма. К ним относятся: сено, солома, мякина, стебли кукурузы, шелуха семян ряда культур, веточный корм, высушенные водоросли и др. [1].

Грубые корма являются обязательным компонентом зимних рационов травоядных животных. В этот период почти половина необходимой энергии животные получают с грубыми кормами.

Грубые корма содержат много клетчатки (до 40 %), поэтому для повышения эффективности использования их перед скармливанием подвергают механической, тепловой, химической и биологической обработкам. Одним из основных способов повышения перевариваемости питательных веществ является измельчение грубых кормов до оптимальных размеров [2].

Измельчением называется процесс разделения твердого тела на части механическим путем, т.е. приложением внешних сил, превосходящих силы молекулярного сцепления.

Грубые корма необходимо измельчать до определенного размера частиц. С одной стороны, чем мельче частица (до определенного предела), тем быстрее она обрабатывается желудочным соком животного и лучше усваивается. С другой стороны, мелкие пылевидные частицы комкуются и плохо обрабатываются желудочным соком.

При измельчении сена и соломы размер резки должен быть для КРС 40...50 мм, лошадей – 30...40 мм, овец – 20...30 мм. Если грубые корма используются в составе кормовых смесей, то длину резки уменьшают до 5...10 мм.

Оборудование, машины и технические системы играют важную роль в развитии сельскохозяйственного производства.

Выпускаемое промышленностью оборудование не всегда эффективно можно применить в условиях небольших фермерских хозяйств. При кормлении

животных не измельченными кормами снижается усвояемость питательных веществ, что приводит к перерасходу кормов, снижению продуктивности животных и рентабельности хозяйства [1].

Обеспечение требуемой длины резки достигается применением в измельчителях рабочих органов различной конструкции: ножей, резцов, пуансонов, молотков, фрез, штифтов, решет и других [3, 4].

Грубые корма измельчают в устройствах, имеющих три типа рабочих органов: роторные, дисковые и цепочно-ножевые.

Известна установка, разработанная ООО «Уралспецмаш» (рис. 1), которая состоит из горизонтального перфорированного корпуса 1 с расположенными внутри на рабочем валу 2 двумя ножами 3 и метельником 4 [5]. Для загрузки стебельчатых кормов торец корпуса оснащен рукавом 5. Концы метельника 4 загнуты на концах. Таким образом, ножи 3 и метельник 4 образуют зону измельчения. При подаче материала метельник 4 не позволяет материалу опуститься на дно, а ножи 3 измельчают и эвакуируют готовую смесь через перфорацию корпуса 1.

Для измельчения стебельчатых кормов используют конструкции с ножевыми дисками [6]. Измельчитель содержит размещенные на приводном валу верхний и нижний ножевые диски. Ножи расположены на периферии дисков попарно в одном направлении. Нижний диск имеет лопасти – швырялки (Рисунок 2). Конструкция измельчителя предусматривает фиксацию ножевых дисков и крыльчатки на валу для обеспечения его универсальности.

Материал, прошедший сквозь пазы верхнего ножевого диска (не показан), попадает на нижний диск 1 с ножами 2, где происходит повторное (тонкое) его измельчение. Попадая в поддисковое пространство 3, резка лопастями-швырялки 4 выбрасывается из измельчителя. Достоинством конструкции измельчителей такого типа является дозированная подача материала к рабочим органам и автоматическая выгрузка измельченного продукта.

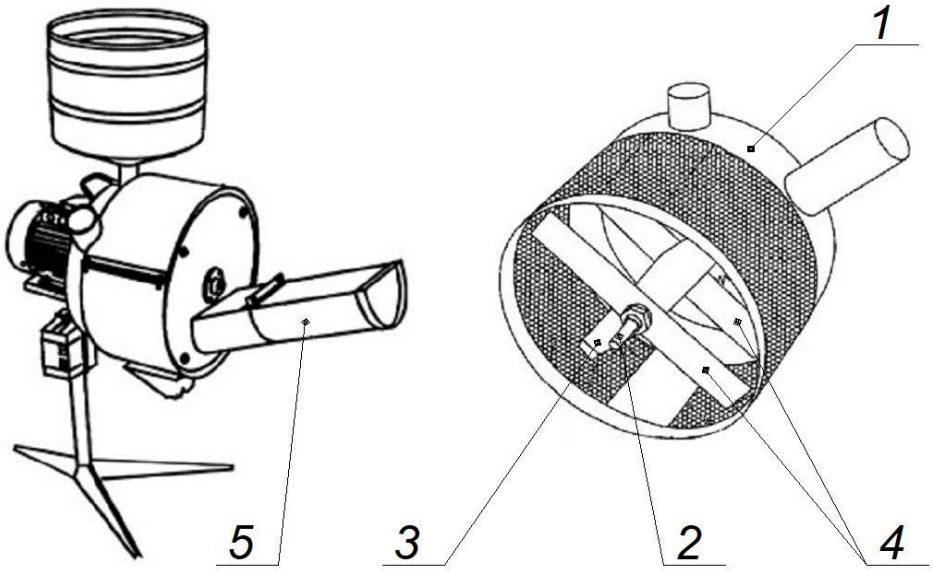


Рисунок 1 – Измельчитель ООО «Уралспецмаш»

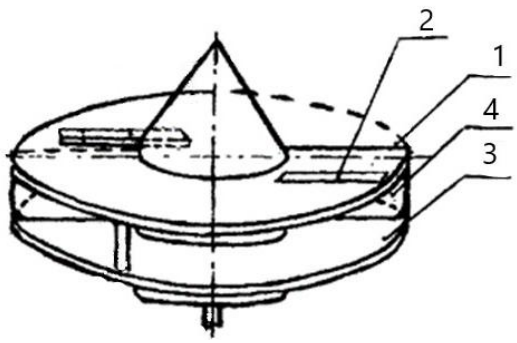
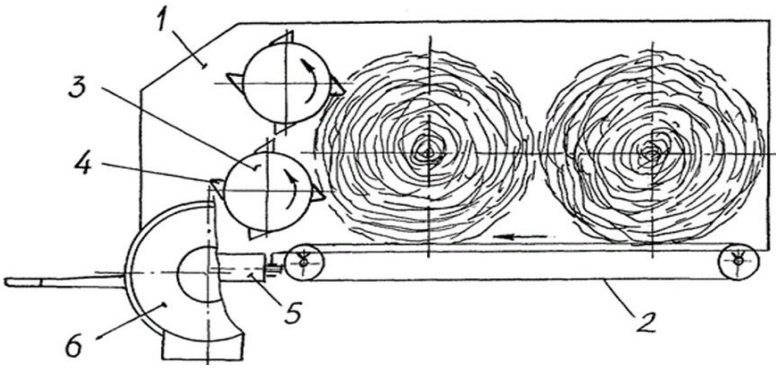


Рисунок 2 – Узел нижнего ножевого диска с крыльчаткой

Для подготовки прессованных грубых кормов к скармливанию жвачным животным применяют битерные (барабанные) измельчители (рис. 3) [7]. Они представляют собой бункер 1, на дне которых размещают подающие транспортеры 2, а в передней части битеры 3. Конструкция некоторых подающих транспортеров предусматривает как поступательное, так и вращательное движение рулонов к измельчителю. Битеры в бункере располагают, как правило, поперек направлению движения материала. Они представляют собой вал с закрепленными на нем ножами 4 различной формы. Для вывода измельченного продукта, на выходе измельчителя устанавливают выгрузной транспортер 5 или воздушные вентиляторы-швырялки 6.



а) б)

а – конструкции ООО «НТЦ ФЕРММАШ»; б – измельчитель ИГК-5М.

Рисунок 3 – Барабанные измельчители грубых кормов

В измельчителе ИГК-5М применено барабанное измельчающее устройство с шевронным расположением профильных парных зубьев и сегментных ножей, сопряженное с противорежущим ножевым блоком (рис. 3б). Измельчители такой конструкции практически не применяются в частных подворьях из-за большой металлоемкости и соответствующей стоимости.

ГНУ ВНИИМЖ предложил конструкцию измельчителя стебельчатых кормов с цепным рабочим органом (Рисунок 4) [8]. Для измельчения грубые корма загружают на дно 1. При встречном движении цепей 2 с ножами 3 со скоростью 0,25-0,45 м/с происходит их внедрение в монолит корма и его резание между ножами соседних контуров цепей.

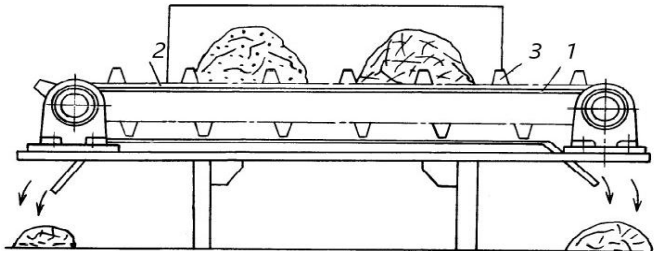


Рисунок 4 – Измельчитель кормов конструкции ГНУ ВНИИМЖ

Удаление продуктов измельчения происходит по обе стороны измельчителя. Недостатком данной конструкции является невозможность регулировки степени измельчения.

Для мелкого измельчения грубых кормов используют дробилки молоткового типа. Как правило, их конструкции включают в себя устройства для подачи материала 1 и измельчитель 2 (Рисунок 5) [9]. Конструкция молоткового измельчителя представляет собой приводной вала с жестко закрепленными на нем дисками, для крепления осей подвеса молотков [1].

Для улучшения процесса измельчения рабочие камеры дробилок снабжают противорезами и побудителями воздушного потока. В молотковых измельчителях очень трудно получить крупную резку.

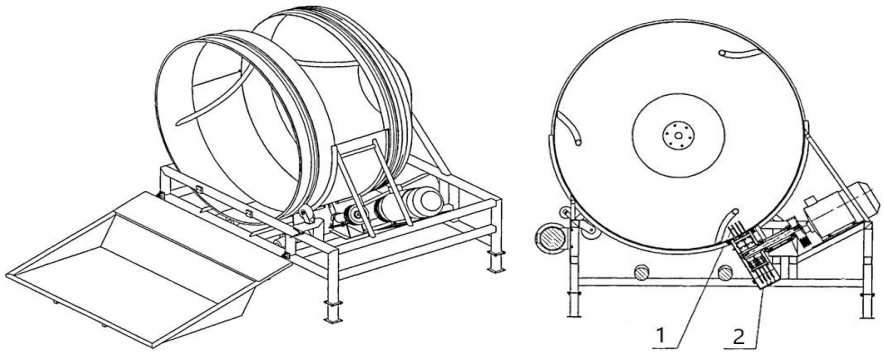


Рисунок 5 – Измельчитель грубых кормов конструкции ООО «Доза-Агро»

Для повышения эффективности процесса измельчения в самотечно-загружаемых средствах механизации применяют комбинированные рабочие органы, в которых объединены ножевой и молотковый тип измельчающих аппаратов (Риунок. 6) [10].

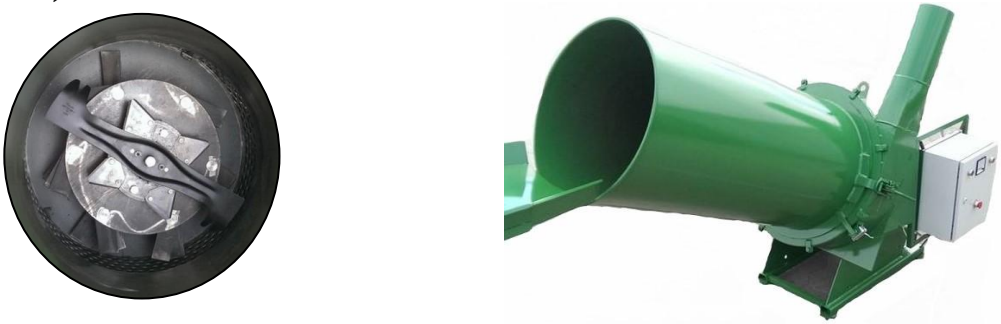


Рисунок 6 – Самотечно-загружаемый измельчитель прессованных кормов

В нем камера измельчения разделена поддерживающим диском на две рабочих зоны. В верхней части ротора расположен z-образный нож и диск с четырьмя сегментными ножами, а в нижней части молотковый измельчитель [5]. При таком исполнения ротора, на первом этапе происходит крупное измельчение массы и выброс её с удерживающего диска во вторую зону, где происходит доизмельчение и выгрузка готового продукта.

В результате проведенного анализа была составлена схема классификации измельчителей грубых длинностебельчатых кормов (Рисунок 7).

Анализируя схемы измельчителей можно сказать, что большинство средств малой механизации имеют роторно-ножевую или роторно-молотковую конструкцию рабочего органа. Дальнейшее совершенствование измельчителей необходимо вести с учетом времени пребывания материала в зоне измельчения. Для этого необходимо разработать компоновочную схему измельчителя, при которой можно было бы изменять подачу материала на измельчение и обеспечить своевременный вывод продуктов из зоны измельчения.

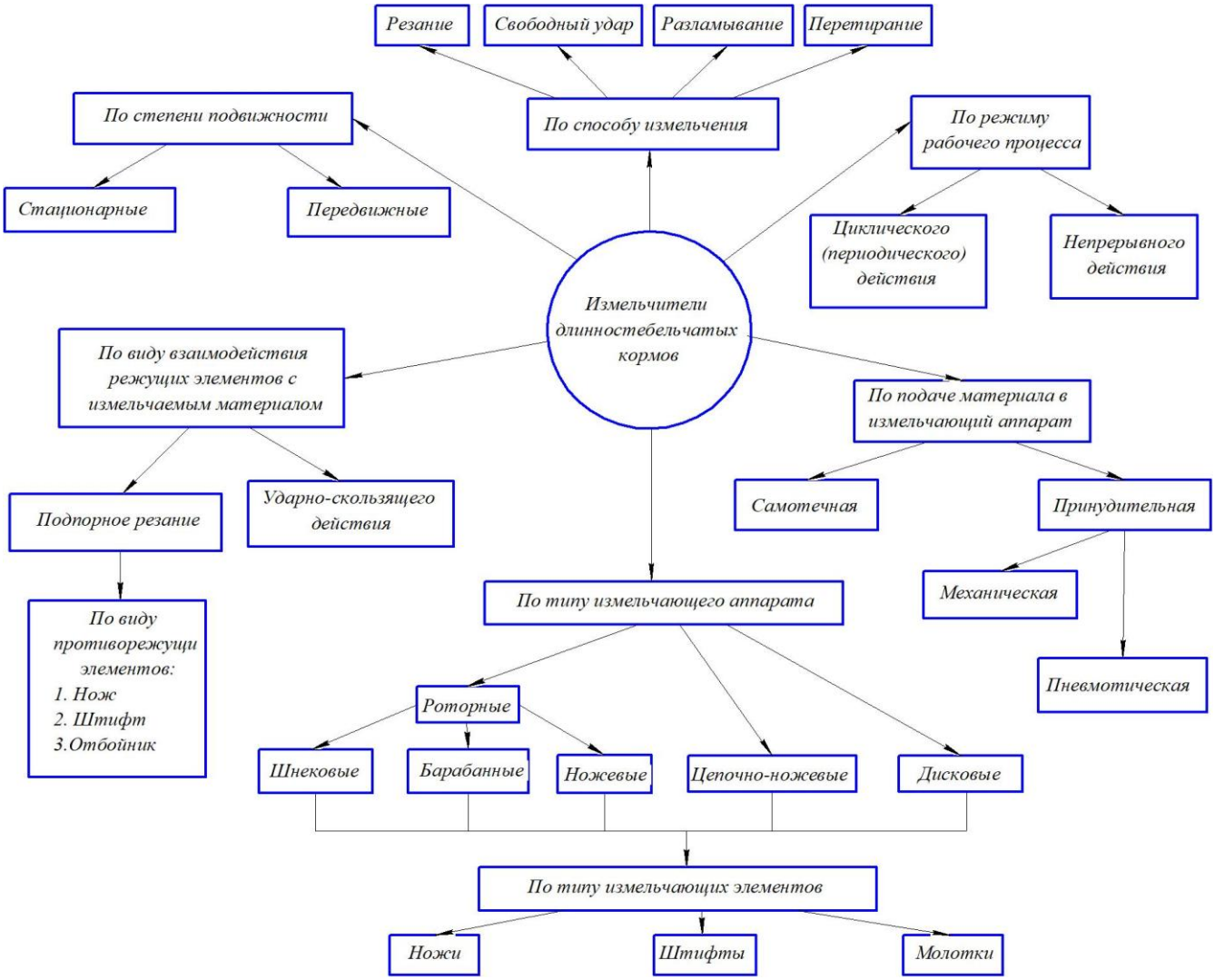


Рисунок 7 – Схема классификации измельчителей длинностебельчатых кормов

Библиографический список

1. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм [Текст] / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.

2. Ульянов В.М. Исследование физико-механических свойств кукурузной мезги [Текст] / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, Е.Е. Гришков, С.И. Кисел // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 4. – С. 31-32.

3. Бышов, Н.В. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы /Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков//Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. -2016. -№10. -С. 105-111.

4. Ягельский, М.Ю. Типы и классификация ножей измельчителей-разбрасывателей соломы зерноуборочных комбайнов [Текст] / М.Ю. Ягельский, Родимцев С.А. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – No 1 (52). – С. 114-122.

5. Патент на изобретение №2272401 РФ, A01F 29/00, A23N 17/00. Установка для приготовления кормовых смесей / Кошкарев Н.М. // №2002124987/12; Заявлено 16.08.2004; Опубликовано 27.03.2006. Бюл. № 9.

6. Патент на изобретение №2272400 РФ, A01F 29/00. Измельчитель кормов / Грицай Д.И., Ангилеев О.Г. // 2004122598/12; Заявлено 22.07.2004; Опубликовано 27.03.2006. Бюл. № 9.

7. Патент на изобретение №2311752 РФ, A01F 29/00. Измельчитель стебельчатых кормов / Павлихин Н.И., Скоркин В.К., Резник Е.И. // 2004119672/12; Заявлено 28.06.2004; Опубликовано 20.01.2006. Бюл. № 2.

8. Патент на изобретение №2267907 РФ, A01F 29/00, A01F 29/02. Измельчитель-раздатчик стебельчатых материалов / Стяжкин В.И. // 2005127452/12; Заявлено 01.09.2005; Опубликовано 10.12.2007. Бюл. № 34.

9.Патент на полезную модель №122833 РФ, A01F 29/00. Измельчитель рулонов сена и соломы / Сергеев А.Г., Гаринова Т.А., Ступин И.В. // 2012134880/13; Заявлено 14.08.2012; Опубликовано 20.12.2012. Бюл. № 35.

10. Оборудование для животноводства http://www.prokteh.ru

11. Лузгин, Н.Е. Анализ конструкций измельчителей корнеплодов [Текст] / В.В. Захаркин, Н.Е. Лузгин // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы международной студенческой научно-практической конференции 20 февраля 2019 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 132-137.

12. Каширин Д.Е. Технология и устройство для измельчения перговых сотов / Д.Е. Каширин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рязань. – 2001.

13. Бышов Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2012. - № 1. - С. 29-30.

14. Каширин Д.Е. Исследование работы штифтового измельчителя при измельчении перговых сотов / Д.Е. Каширин // В сборнике: Инновации молодых ученых и специалистов - национальному проекту "Развитие АПК" Материалы международной научно-практической конференции. - 2006. - С. 475-477.

15. Некрашевич В.Ф. Устройство для измельчения перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2003. - № 2. - С. 52-53.

16. Каширин Д.Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов / Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2010. - № 1. - С. 24-27.

17. Пат. № 93302 РФ. Измельчитель перговых сотов /Д.Е. Каширин. – Заявл. 26.01.2010; опубл. 27.04.2010, бюл. № 12. – 2с.

18. Пат. № 2309797 РФ. Измельчитель перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 04.04.2006; опубл. 10.11.2007, бюл. № 31. – 6с.

19. Бышов Д.Н. Теоретическое обоснование процесса измельчения воскового сырья / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, В.А. Макаров, Г.А. Борисов, А.М. Кравченко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2018. - № 4 (40). - С. 70-75.

20. Бышов Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. №6. - С. 134-138

УДК: 631.171

Бойбобоев Н.Г., д.т.н.,
Асатиллаев Й.М., к.т.н.,
Хайдаров А.К.
Наманганский инженерно-строительный институт,
г. Наманган, Республика Узбекистан

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Сельскохозяйственный материал (почва, растения) в отличие от промышленного (металл, древесина) под воздействием внешних условий постоянно изменяет свои свойства и состояние в широких пределах.

Технологические и физико – механические свойства почв и растений непостоянны и изменяются под влиянием влажности, удобрений, естественных и других факторов. Систематизация показателей физико – механических и технологических свойств позволяет создавать машины, пригодные для уборки различных культур [1, с.143].

Только зная свойства почв и растений, можно создавать машины, обеспечивающие высокое качество работы в различных условиях при наименьших затратах энергии.

Анализ технологий механизированных работ и агротехнические требования к сельскохозяйственным машинам дают возможность сгруппировать показатели [8-14]. Многие из них (глубина обработки, крошение, вспушенность и др.) характеризуют качество обработки почвы. Все эти показатели необходимы для оценки качества работы почти всех технологических операций.

Влажность существенно влияет на качество работы, удельное сопротивление и несущую способность почвы, проходимость и тяговое сопротивление машины [1, с.144].

Влажность почвы:

$$\omega = \frac{m_{\text{в}} - m_c}{m_c} 100\%, \qquad (1)$$

где $m_{\text{в}}$ и m_c - масса влажной и сухой почвы.

Твердость зависит от механического состава, структуры, плотности, влажности почвы. Она характеризует свойство почвы оказывать сопротивление раскалыванию и сдавливанию.

Твердость почвы:

$$P = \frac{hp}{(S_n \mu)}, \text{ мПа} \qquad (2)$$

где h-высота диаграммы твердомера; p-жесткость, пружины твердомера ; S_n-площадь сечения плунжера; μ-масштаб диаграммы твердомера.

Чтобы сравнить твердость двух почв, необходимо определить их удельную твердость:

$$P_y = \frac{hp}{(S_n H \mu)}, \text{ мПа} \qquad (3)$$

где $S_n H$ -объем почвы , вытесненной плунжерам; H -ход плунжера.

Глубина обработки влияет не только на урожайность, но и на энергоемкость, трудоемкость процесса и расход топлива.

Глубина а обработки – случайная величина –функция времени $f=a(t)$ или пути $\psi = a(l)$.

Чаще всего все технологические показатели основной и предпосевной обработки почвы–алгебраические суммы двух случайных переменных : X_1-величины, измеренной до выполнения технологического процесса, и X_2 - после него.

Среднее квадратическое отклонение глубины обработки:

$$\sigma = \pm\sqrt{\sum x^2/n} \qquad (4)$$

где $\sum x^2$-сумма квадратов отклонений каждого варианта ряда от среднего арифметического *n*-число в ряду.

Качество выполнения механизированных работ зависит от естественных, технологических и энергетических факторов:

- естественные: физико-механические свойства почвы, размеры и конфигурация обрабатываемых площадей;

- технологические: продолжительность работы, густота и высота растений, урожайность, физико-механические свойства растений, глубина обработки и заделки, ширина междурядий, норма высева, способы посева, посадки , объем выполняемой работы.

Возделывание овощей при поливных условиях в Республики Узбекистан на поверхности грядок образуются прочные почвенные комки. Результаты проведенных опытов показывают, что влажность и механический состав почвы сильно влияют на её крошение и сепарацию [2,с.8].

В начале исследования, для определения твердости почвы по профилю грядок, разделили её на четыре части (Рисунок).

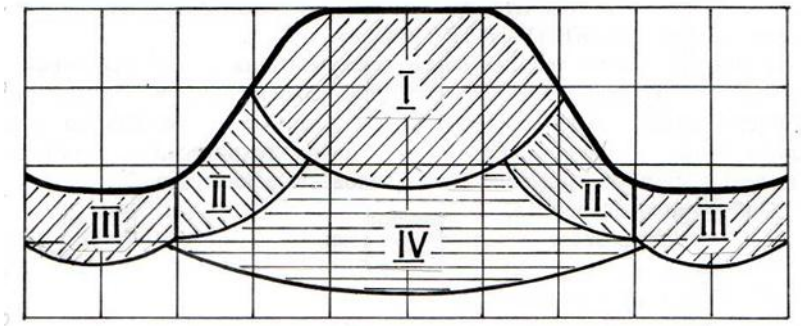


Рисунок – Поперечное сечение грядка и его подразделение на части

Надо отметит, что важнейшее значение для установления параметров клубневого гнезда: глубина залегания нижнего клубня h_1 , расстояние между внешними точками крайних клубней (ширина гнезда) $в_г$, а также глубина залегания верхнего клубня h_2. Эти параметры не являются постоянными [3,с.5].

Опыты проводили в летний и осенний сезоны, результаты испытаний приведены в таблицах.

I- мягкая часть грядка, которая образуется при открытии междурядий. Твердость почвы в этой части на летнем сезоне составила 0,71 - 0,83 мПа, в осеннем 0,26 - 0,27 мПа.

II - боковая часть грядка . Средняя твердость грядка в летнем сезоне 1,56 - 1,67 мПа, в осеннем 0,7 - 0,94 мПа.

III - часть междурядий (твердая часть). Средняя твердость почвы на летнем сезоне 2,10 - 2,22 мПа, в осеннем 1,1 - 1,27 мПа.

IV - часть почвы под гнездо . Твердость составила в летнем сезоне 2,05 - 2,13мПа, в осеннем 1,2 - 1,32 мПа.

В таблицах приведены результаты испытаний по влажности и твердости почвы проведенных в разных регионах Республики Узбекистан.

Таблица 1 – Влажность и твердость почвы грядки перед уборкой корнеклубнеплодов на летний сезон (мПа, %)

Зоны	Параметры грядки	Показатели		
		$P_п$, мПа	$\pm\sigma$	ω, %
Янгикурганский район, Наманганской области	I - мягкая часть	0,71	0,023	11
	II -боковая часть	1,54	0,034	10,1
	III-часть междурядий	2,11	0,03	8,9
	IV-часть грядки под гнездо	2,05	0,03	11,03
Чартакский район, Наманганской области	I - мягкая часть	0,74	0,032	12
	II -боковая часть	1,59	0,03	11,2
	III-часть междурядий	2,19	0,05	10,3
	IV-часть грядки под гнездо	2,18	0,03	11,9
Тюракурганский район, Наманганской области	I - мягкая часть	0,78	0,024	12
	II -боковая часть	1,63	0,04	10,4
	III-часть междурядий	2,22	0,03	9,3
	IV-часть грядки под гнездо	2,12	0,04	9,8

Таблица 2 – Влажность и твердость почвы грядки перед уборкой корнеклубнеплодов в осенний сезон (мПа, %)

Зоны	Параметры грядки	Показатели		
		$P_п$, мПа	$\pm\sigma$	ω, %
Янгикурганский район, Наманганской области	I - мягкая часть	0,53	0,26	17,5
	II -боковая часть	1,22	0,034	17
	III-часть междурядий	1,52	0,04	16,3
	IV-часть грядки под гнездо	1,38	0,042	16
Чартакский район, Наманганской области	I - мягкая часть	0,61	0,033	18,4
	II -боковая часть	1,33	0,037	17,6
	III-часть междурядий	1,62	0,043	16,9
	IV-часть грядки под гнездо	1,49	0,041	16
Туракурганский район, Наманганской области	I - мягкая часть	0,71	0,034	16,9
	II -боковая часть	1,48	0,043	15,4
	III-часть междурядий	1,73	0,044	14,9
	IV-часть грядки под гнездо	1,62	0,05	14

Полученные значения подтверждают, что виды и способы возделывания овощей корнеклубнеплодов зависят от формы и размеров грядки, глубины залегания и сорта семян в двух сезонах.

Экспериментальные данные показывают, что сопротивляемость почв твёрдых и самых твёрдых частей грядки высока. В этой части образуются прочные почвенные комки в большом количестве. Все эти показатели почвы отрицательно сказываются на качестве уборке и энергетических показателях машин (возрастает их тяговое сопротивление).

Библиографический список

1. Саакян Д.Н. Система показателей комплексной оценки мобильных машин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 415 с.

2. Норчаев Р. Конструкции, теории и расчеты картофелеводческих машин [текст] : Монография / Р. Норчаев, Д.Норчаев, Ж. Норчаев. – Ташкент : Spectrum Media Group, 2015. – 228 с.

3. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. -320 с., ил.

4. Бачурин, А.Н. Повышение тягово-сцепных свойств колесных тракторов при использовании в составе широкозахватных агрегатов: дисс.. канд. техн. наук -05.20.01/Бачурин Алексей Николаевич. -Рязань, 2006.

5. Тяговые свойства сдвоенных колес с учетом «эффекта клина»/Н.В. Бышов, А.А. Сорокин, А.Н. Бачурин, Д.Н. Бышов//Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2006. -№ 4. -С. 31-32.

6. Орешкина, М.В. Картофелекопатель для уборки картофеля на тяжелых почвах [Текст] / М.В. Орешкина, С.Е. Крыгин, Е.Е. Крыгина, И.А. Паршин //В сб.: Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства: сборник материалов международной научно-практической конференции (16 октября 2018 года) – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2018. – С.591-595.

7. Крыгин, С.Е. Пути совершенствования механизированной уборки картофеля на тяжелых суглинистых почвах Рязанской области [Текст] / С.Е. Крыгин, Е.Е. Крыгина // В сб.: Инновационные технологии отечественной селекции и семеноводства: сб. тез. по материалам науч.-практ. конф. молодых ученых (24–25 окт. 2018 г.) / отв. за вып. А. Г. Кощаев. Ч.1 – Краснодар: КубГАУ, 2018. – Кн. 1 - С. 124 - 126.

8. Рембалович, Г.К. Результаты исследований эксплуатационной надёжности органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / Г.К. Рембалович, Р.В. Безносюк, И.А. Успенский // Вестн. Моск. Гос. Агроинженерного университета им. В.П. Горячкина. – 2009. - № 3(34). – С. 40-42.

9. Рембалович, Г.К. Повышение надежности технологического процесса и технических средств машинной уборки картофеля по параметрам качества продукции / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Р.В. Безносюк [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2012. - № 3. - С. 6-8.

10. Лабораторные исследования сепарирующей горки с лопастным отбойным валиком картофелеуборочной машины / Р.В. Безносюк // Вестник РГАТУ. – 2012. - № (13) – С. 54-56.

11. Рембалович, Г.К. Результаты испытаний картофелеуборочного комбайна с лопастным отбойным валиком сепарирующей горки / Рембалович Г.К., Безносюк Р.В., Успенский И.А. // Вестн. Моск. Гос. Агроинженерного университета им. В.П. Горячкина. – 2013. - № 2(58). – С. 28-30.

12. Рембалович, Г.К. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, А.А. Голиков, Р.В. Безносюк [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2013. - № 1(17). – С. 64-68

13. Безносюк, Р.В. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования / Р.В. Безносюк, В.В. Фокин, Н.В. Бышов [и др.] // Международный научный журнал. - М: Издательство: Учебно-методический центр "Триада", 2017. - №2. - С. 112-116

14. Безносюк, Р.В. Полевые исследования эффективности функционирования картофелеуборочных машин с усовершенствованным органом выносной сепарации / Р.В. Безносюк, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский // Сборник научных трудов по материалам международной конференции «Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения» – ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. – С. 281 - 283.

15. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

УДК 656.137

Белю Л.П.
Рябчиков Д.С.
Горин Е.В.
Кокорев Г.Д., д.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Лебедева Н.А., к.э.н.
НОУ МИЭП, г. Москва, РФ

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС ВНУТРИРАЙОННОЙ ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ

Статья посвящена выявлению факторов внешнего и внутреннего окружения, оказывающих влияние на параметры длительности перевозки и повреждаемости сельскохозяйственного груза, с целью их дальнейшего использования и учета при построении модели процесса оптимизации внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов.

Производственный процесс перевозки сельскохозяйственных грузов, в силу своей сложности и многокомпонентности, подвержен воздействию факторов внешней и внутренней среды, значительная часть которых выступает прямыми и косвенными ограничениями процесса, что обусловлено спецификой деятельности сельскохозяйственного товаропроизводителя [1] и требованиями к организации перевозки различных сельхозгрузов.

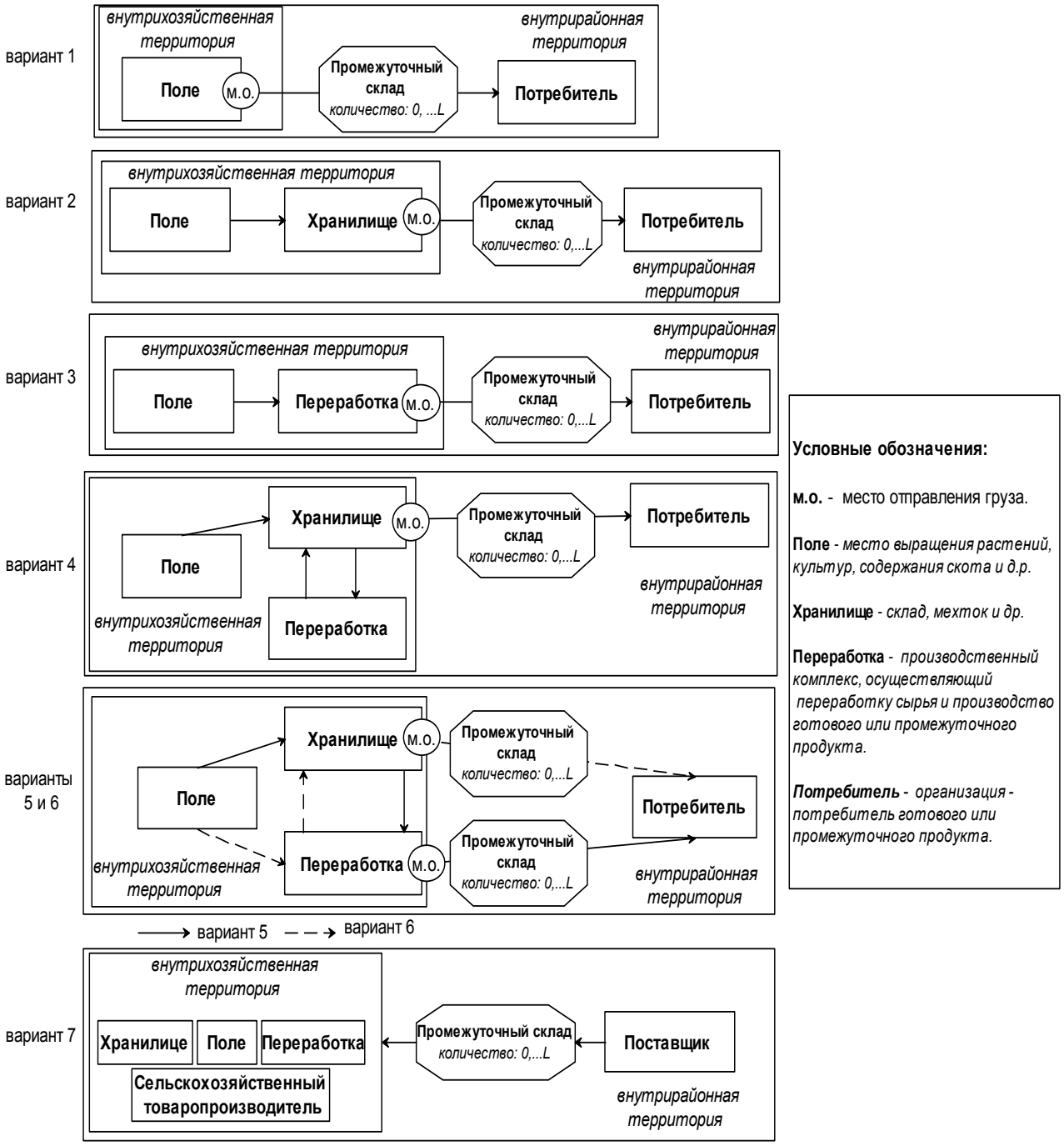


Рисунок 1- Логические схемы процесса внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов

В зависимости от вида процесса перевозки выделяются различные факторы воздействия. Так например, факторы, оказывающие воздействие на международные грузоперевозки, с высокой долей вероятности могут оказаться неактульными для национальных и внутрирайонных перевозок.

Основной целью настоящего исследования является анализ факторов, оказывающих влияние на *внутрирайонные перевозки сельскохозяйственных грузов*, поэтому далее внимание будет уделяться именно им.

Внутрирайонная перевозка сельскохозяйственных грузов – это совокупность процессов по перемещению сельскохозяйственных грузов от сельскохозяйственного товаропроизводителя к потребителю (или от поставщика к сельскохозяйственному товаропроизводителю), при условии, что они находятся в пределах определенного территориально-административного района (субъекта РФ, муниципального района и т.п.).

На рисунке 1 представлены логические схемы внутрирайонной перевозки сельхозгрузов.

Исходя из понимания процесса внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов, необходимо определить факторы его внешнего и внутреннего окружения.

Влияние факторов внешнего и внутреннего окружения на формирование системы критериев и ограничений внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов представлены в таблице 1.

Таблица 1-Влияние факторов внешнего и внутреннего окружения на формирование системы критериев и ограничений внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов

Вид фактора	**Фактор**	**Содержание фактора**	**Формируемое ограничение**	**Показатели системы «критериев и ограничений»**
1	2	3	4	5
Внешнее окружение	состояние транспортной инфраструктуры района	состояние дорожного покрытия	скорость движения транспорта	- сроки перевозки; - повреждение груза
			требования к транспортному средству	-тип транспортного средства
		протяженность дорог	min расстояние между пунктом отправления и пунктом назначения	- сроки перевозки; - повреждение груза; - стоимость перевозки/эксплуатационные расходы
	нормативно-правовые ограничения грузоперевозки	нормативы перевозки определенного типа груза	требования к процессу организации перевозки (например, температурные условия [6])	- сроки перевозки; - тип транспортного средства

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Внешнее окружение	природно-климатические условия	погодные условия в процессе перевозки рельеф местности	скорость движения транспорта, внешние (погодные) условия реализации погрузочно-разгрузочных работ	- сроки перевозки; - техническая скорость движения; - повреждение груза
			тип дорожного покрытия, длина пути	- сроки перевозки; - техническая скорость движения; - повреждение груза
	рынок товаров и услуг	уровень цен в регионе	стоимость товаров и услуг (цена на топливо, стоимость рабочей силы и др.)	- стоимость перевозки
		развитость рынка товаров и услуг	количество организаций, предоставляющих услуги по перевозки грузов	- сроки перевозки
Внутреннее окружение	административно-управленческий	форма организации деятельности сельскохозяйственного товаропроизводителя	способы организации перевозки (самостоятельно, централизовано, аутсорсинг)	- стоимость перевозки - повреждение груза; - стоимость перевозки
			механизация погрузо-разгрузочных работ	- сроки перевозки; - повреждение груза; - стоимость перевозки
	человеческий	влияние человеческого фактора на процесс перевозки	четкое выполнение обязанностей (отклонение от маршрута и др.)/ошибки при принятии управленческих решений	- сроки перевозки; - повреждение груза; - стоимость перевозки
	техническое оснащение организации (особенности погрузки-разгрузки и транспортировки продукта)	наличие (доступность) транспортных и технических средств определенного типа [4]	количество, тип и грузоподъемность транспортных средств	- сроки перевозки; - повреждение груза; - стоимость перевозки/ эксплуатационные расходы; - соблюдение условий перевозки; - грузоподъемность (при выполнении 1 рейса)
			средства механизации погрузки-разгрузки	- сроки перевозки; - повреждение груза; - стоимость перевозки/ эксплуатационные расходы

Такие факторы как «*социально-экономическое состояние территории»* и «*развитие промышленности в регионе*» сами по себе ограничения не формируют, однако оказывают влияние на развитие перерабатывающего сектора и производства, состояние транспортной инфраструктуры и т.д.

В таблице 2 представлены факторы, оказывающие непосредственное воздействие на **длительность процесса внутрирайонной** перевозки сельскохозяйственных грузов.

Таблица 2 - Факторы, влияющие на длительность процесса внутрирайонной перевозки груза

№ п/п	Переменная, час.	Наименование переменной	Факторы, оказывающие влияние на переменную
1	$T_{погр}$	Время, затрачиваемое на осуществление погрузочных работ	- вид сельскохозяйственного груза; - наличие средств механизации погрузки; - вид упаковки; -человеческий фактор (отношение к процессу погрузки, производительность труда и т.д.)
2	$T_{разг}$	Время, затрачиваемое на осуществление разгрузочных работ	- вид сельскохозяйственного груза; - наличие средств механизации разгрузки; - вид упаковки; -человеческий фактор (отношение к процессу разгрузки, производительность труда и т.д.)
3	$T_{перев}$	Время, затрачиваемое на транспортировку груза	- состояние дорожного покрытия; - дальность перевозки (расстояние); - скорость движения транспортного средства; - технические характеристики транспортного средства (грузоподъемность); -человеческий фактор (соблюдение требований к процессу перевозки, отклонение от маршрута и др.)
4	$T_{оу}$	Время, затрачиваемое на осуществление управленческо-административных операций	- способы и методы проверки состояния и сохранности груза; -надежность поставщика услуг грузоперевозки (надежность персонала и ТС, осуществляющих перевозку грузов); - составление и проверка документации; - принятие управленческого решения
5	$T_{под}$	Время движения транспорта без груза	- состояние дорожного покрытия; - расстояние; - скорость движения транспортного средства; - технические характеристики транспортного средства; - человеческий фактор; - административно-управленческий фактор

В таблице 3 представлена зависимость повреждения сельскохозяйственных грузов в процессе внутрирайонной перевозки от различных факторов.

Таблица 3 - Факторы, влияющие на повреждение сельскохозяйственных грузов в процессе внутрирайонной перевозки

№ п/п	Переменная, в % от общей массы груза	Наименование переменной	Факторы, оказывающие влияние на переменную
1	$P_{погр}$	Порча в процессе погрузки	- вид сельскохозяйственного груза; - способ погрузки (наличие средств механизации погрузки, время, затрачиваемое на погрузку); - вид упаковки; -человеческий фактор (отношение к процессу погрузки, бережность и т.д.) [7]
2	$P_{разг}$	Порча в процессе разгрузки	- вид сельскохозяйственного груза; -способ разгрузки (наличие средств механизации разгрузки, время, затрачиваемое на разгрузку); - вид упаковки; -человеческий фактор (отношение к процессу погрузки, бережность и т.д.)
3	$P_{перев}$	Порча в процессе транспортировки	- вид сельскохозяйственного груза; - состояние дорожного покрытия; -дальность перевозки (расстояние); - скорость движения транспортного средства; - технические характеристики транспортного средства [8, 9]; - вид упаковки; - человеческий фактор (соблюдение требований к процессу перевозки); -естественная убыль в процессе перевозки [10]
4	$P_{еств}$	Естественная убыль	-усушка, усадка в зависимости от вида сельскохозяйственного груза в процессе хранения; -усушка, усадка в зависимости от вида сельскохозяйственного груза в процессе перевозки [10]
5	$P_{хран}$	Порча в процессе хранения (естественная убыль)	- порча в процессе хранения, при несоблюдении условий хранения; - недостаточное количество ТС для своевременного осуществления процесса перевозки

В обобщенном виде факторы внешнего и внутреннего окружения, влияющие на процесс внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов можно представить следующим образом (рисунок 2):

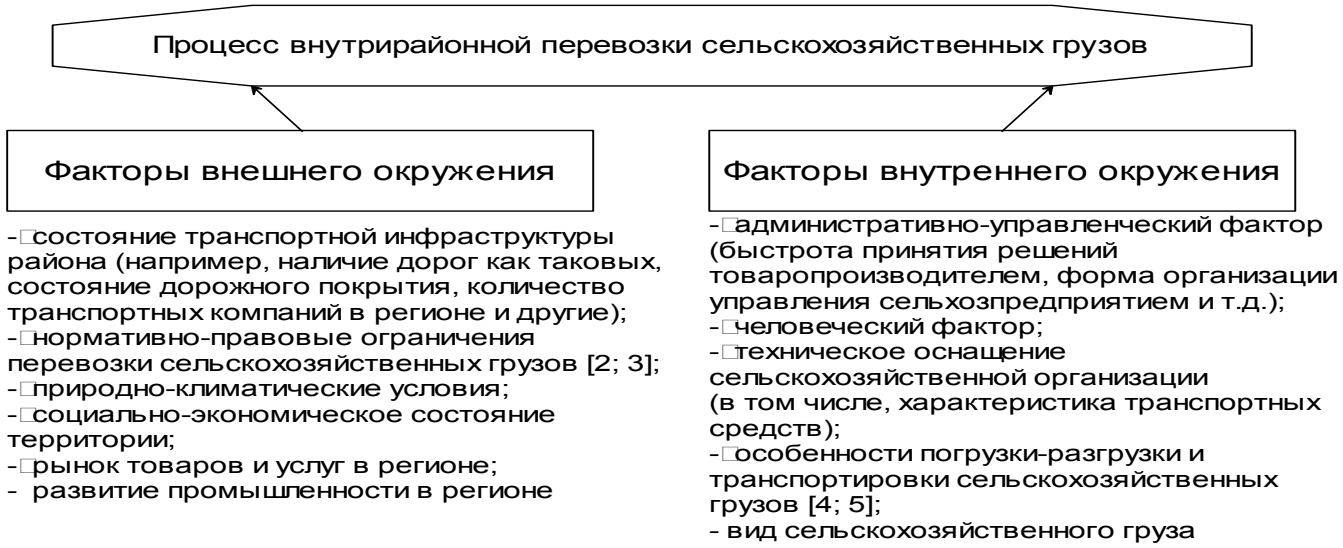


Рисунок 2 - Факторы внешнего и внутреннего окружения, формирующие систему критериев и ограничений внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных

В качестве основных результатов анализа факторов внешнего и внутреннего окружения, оказывающих воздействие на процесс внутрирайонной перевозки сельхозгрузов, следует отметить:

– факторы внешнего и внутреннего окружения являются основой для формирования системы критериев и ограничений процесса внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов;

– роль факторов внешнего и внутреннего окружения в процессе внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов обуславливает необходимость их дальнейшего исследования и учета при построении математической модели оптимизации процесса грузоперевозки;

– влияние факторов внешнего и внутреннего окружения на параметры длительности перевозки и повреждаемости сельскохозяйственного груза необходимо учитывать при оптимизации стоимости внутрирайонной перевозки сельскохозяйственных грузов.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 29.12.2006 N 264-ФЗ (ред. от 12.02.2015) "О развитии сельского хозяйства" (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.08.2015).

2. Постановление Правительства РФ от 15.04.2011 N 272 (ред. от 22.12.2016) "Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом"

3."Конвенция о дорожном движении" (с изм. от 28.09.2004) (вместе с "Техническими условиями, касающимися автомобилей и прицепов") (Заключена в г. Вене 08.11.1968) (с изм. и доп. от 03.03.1992).

4. Успенский, И. А. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств / И. А. Успенский, И. А. Юхин,

Г. К. Рембалович и [др.] // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2. Материалы VI международной научно-практической конференции. – Пенза: Изд-во ПГУАС, 2010. – С. 22-27.

5. Булатов, Е.П. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств / Е.П. Булатов, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2. Материалы VI международной научно-практической конференции. г. Пенза . 18-20 мая 2010 г. - С. 22 - 27.

6. Бышов, Н.В., Борычев, С.Н, Успенский, И.А., Юхин И.А. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(078). С. 475 – 486.

7. Успенский, И.Н., Юхин, И.А. и др. Пути снижения травмируемости плодоовощной продукции при внутрихозяйственных перевозках // Научный журнал КубГАУ, № 96(02), 2014.

8. Рембалович, Г. К. Успенский, И.А. и другие. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. 2011. № 74.

9. Дзоценидзе Т.Д. Специализированный автомобильный транспорт сельскохозяйственного назначения: моногра- фия / Т.Д. Дзоценидзе, С.Н. Галкин, А.Г. Левшин, М.А. Коз- ловская, В.Н. Сорокин, П.В. Середа; ООО «НИИКА», ЗАО «Металлургиздат». – М., 2013. – 368 с.: ил.

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 ноября 2002 г. № 814 «О порядке утверждения норм естественной убыли при хранении и транспортировке материально-производственных запасов»

11. Приказ Минсельхоза РФ N 569, Минтранса РФ N 164 от 19.11.2007 "Об утверждении норм естественной убыли комбикормов при перевозке.

12. Пат. РФ №1530519. Одноконная повозка / Кошаров А.Н., Соколов Ю.А., Орешкина М.В., Кажуков В.Н., Местюков В.И. – Опубл.: 09.03.1988.

13. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Текст] / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. - Рязань, 2019. – 308 с.

14. Повышение эффективности использования тракторных транспортных средств на внутри-хозяйственных перевозках плодоовощной продукции: Монография [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Бышов Д.Н., Юхин И.А., Аникин Н.В. Рязань, 2012.- 264.

15. Аникин, Н.В. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции/Н. В. Аникин, Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И.А. Юхин и [др.]//Перспективные направления развития автотранспортного

комплекса: II Международная научно-производственная конференция -Пенза: Изд-во ПГУАС, 2009. С. 111-113.

УДК 631.171:631.3.06

Богданчиков И.Ю., к.т.н.,
Бачурин А.Н., к.т.н.,
Дрожжин К.Н., к.с.-х.н.,
Бышов Д.Н., к.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ

В настоящее время население нашей планеты всё больше беспокоится об экологической обстановкой, так как от этого зависит качество нашей жизни. Мы живём на земле и, ни для кого не секрет, что все продукты, потребляемые нами в пищу, как растительного, так и животного происхождения, проходят замкнутый цикл, начиная и заканчивая его в почве [1, 2]. Поэтому загрязнение почвы напрямую влияет на качество потребляемых нами продуктов питания, а значит и на наше здоровье. Одним из направлений по экологизации сельскохозяйственного производства является органическое земледелие, предусматривающее применение органических удобрений.

Рассмотрим технологию выращивания зерновых культур. Так, уже при уборке урожая замечаем, что более половины убираемого биологического урожая приходится на побочную продукцию растениеводства – её незерновую часть. При этом почва, для формирования урожая отдала питательные элементы и нуждается в их компенсации. При использовании пожнивных остатков в качестве удобрения возникает ряд затруднений. Так, например, процесс разложения растительных остатков [1, 3, 4] протекает в течение длительного времени (до нескольких лет), совместно с гнилостными процессами и выделением фенольных соединений, которые угнетают развитие последующих культур. Таким образом, незерновая часть урожая (НЧУ), используемая в качестве удобрения с одной стороны является источником утраченных почвой элементов и органического вещества, а с другой «выбрасывает» поле из севооборота минимум на один год. Для ускорения процесса разложения вносятся различные удобрения и биопрепараты, но ввиду сложившихся экологических требований больший интерес представляют именно биопрепараты и продукты.

В ФГБОУ ВО РГАТУ проводятся, в рамках тем НИР по заказу Минсельхоза РФ в 2018-2019 гг., исследования по эффективности применения, наиболее распространённых, биопрепаратов и гуминовых продуктов – деструкторов стерни: Agrinos 1 - 2 л/га; Стернифаг - 80 гр/га; Экорост - 0,4 л/га; Биокомплекс БТУ - 1 л/га. Рабочий раствор на основе данных препаратов вносился в пожнивные остатки при помощи опрыскивателя и агрегата для

утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения (АдУ НЧУ), инновационной разработке университета [5]. Далее в почву вкапывались пластины с льняной тканью, по разложению которой оценивалась активность целлюлозоразлогающих бактерий в почве.

Агрегат для утилизации незерновой части урожая (НЧУ) в качестве удобрения представляет собой серийный измельчитель-мульчировщик, предназначенный для работы по валку соломы, который дополнительно оборудован комплексом для подготовки к использованию НЧУ в качестве удобрения (представляет собой систему подачи рабочего раствора препарата, ускоряющего процесс разложения растительного материала, и выполненную в виде форсуночной рампы с распылителями), модулем для дифференцированного внесения рабочего раствора (включает в себя сканирующее устройство, аналитический блок и исполнительный механизм регулировки рабочего давления) и комплексом для заделки готового удобрения в почву (выполнен в виде дискового орудия и устанавливается опционально). В опытах использовался МТЗ-82.1+АдУ НЧУ без комплекса для заделки готового удобрения в почву (выполненного на базе серийного измельчителя-мульчировщика Kverneland fx 230), заделка осуществлялась дополнительным машинно-тракторным агрегатом (МТА) К-744+БДП6х4.

Полученные данные были обобщены и представлены в виде графика на рисунке 1.

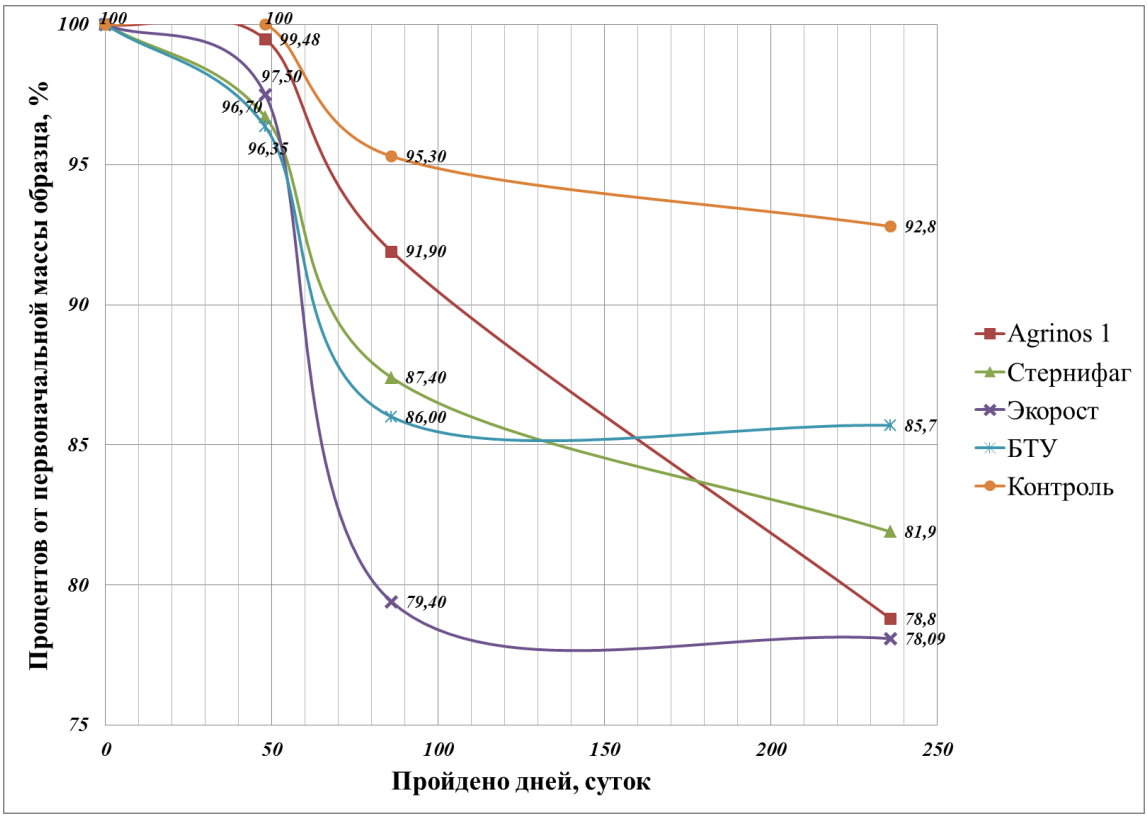


Рисунок 1 – Скорость разложения льняных полотен

В ходе проведения исследований было установлено, что при использовании предлагаемого агрегата достигается усвояемость рабочего раствора растительной массой более чем на 90%. Разложение соломы озимой пшеницы на вариантах с микробиологическими препаратами была выше по сравнению с контролем и в среднем увеличилась на 15,47%. Наивысшую скорость разложения показали образцы после обработки гуминовым препаратом Экорост и бактериальным удобрением Agrinos 1 (по состоянию на 236 сутки эксперимента). На скорость разложения в большей степени оказали влияние выпавшие осадки, даже при температурах близких к 0 ˚С наблюдалось ускорение процесса разложения.

Следует отметить, что на выходе из агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения растительная масса полностью обработана рабочим раствором, однако покрывается не вся ширина прокоса, что приводит к неравномерности внесения органического материала в почву.

На рисунке 2 представлены льняные полотна на 86 сутки эксперимента с опытного поля УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ Рязанского района Рязанской области.

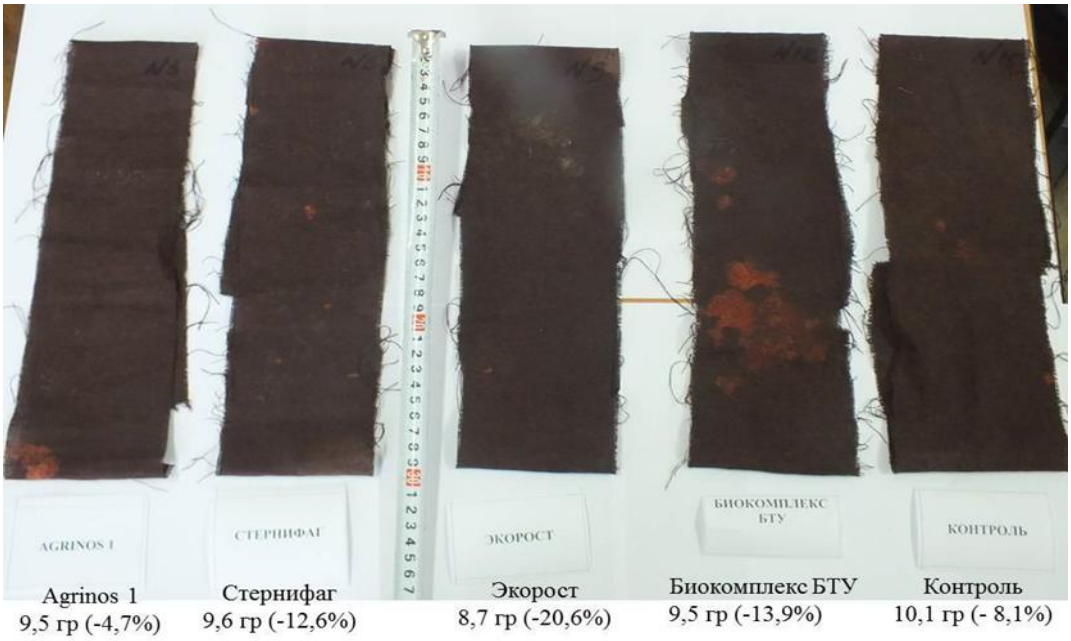


Рисунок 2 – Льняные полотна на 86 сутки эксперимента

Также следует отметить такие технические факторы [2], которые оказывают влияние на скорость разложения растительного материала, это качество его измельчения и глубина заделки в почву. Так содержание в измельчённой массе частичек соломы средней длиной 30-50 мм не должно быть менее 50%, а глубина заделки не должна превышать 0,2-,025м [2]. Как показали полевые испытания агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения, проведённые в августе 2018 года, требования по измельчению выполняются. Запас рабочего хода по объему технологической

емкости составил 3000 метров. Часовая производительность до 5,5 га/ч при рабочей скорости до 8,5 км/ч.

Следует отметить, что для повышения качества утилизации НЧУ в качестве удобрения возможно введение повторной обработки почвы рабочим раствором препарата, ускоряющим процесс разложения, опрыскивателем в весенние время. Это будет оказывать благотворное влияние на микрофлору почвы и способствовать активному разложению оставшихся растительных остатков. В настоящее время ведутся работы для получения подтверждающих результатов.

Таким образом, проведённые исследования показали, что разработанный АдУ НЧУ позволяет повысить качество утилизации незерновой части урожая за счёт лучшей усвояемости рабочего раствора. Применяемые биопрепараты и гуминовые продукты являются органическими, что позволяет применять разработанную машину и при органическом земледелии. В дальнейшем необходимо доработать систему распределения готового удобрения по поверхности поля, что обеспечить заполняемость по всей ширине прокоса жатки зерноуборочного комбайна.

Библиографический список

1. К вопросу об эффективном использовании соломы для сохранения почвенного плодородия/Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов//Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК: материалы науч.-практич. конф. 2012 г. -Рязань: РГАТУ, 2012. -С.59-63.

2. Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Богданчиков И.Ю. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы//Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. -2016. -№10. -С. 105-111.

3. Бойков, В.М. Использование незерновой части урожая для повышения плодородия почвы [Текст] / В.М. Бойков, С.В. Старцев, О.Н. Чурляева // Аграрный научный журнал – №3 – 2015. – С.47-49.

4. Качармин, А.А. Пути совершенствования технологии утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения / А.А. Качармин, М.А. Есенин // Вестник Совета молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. - №1. – С. 91-95.

5. Пат. 179 685 Российская Федерация, СПК A01F 29/00 (2006.01); A01D 34/43 (2006.01). Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / Богданчиков И.Ю., Иванов Д.В., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Качармин А.А. заявитель и патентообладатель Богданчиков И.Ю. - № 2017140290/13 (070001) ; заявл. 20.11.17 ; опубл. 22.05.18, Бюл. №15. – 2 с.

6. Русакова, И.В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах [Текст] / И.В. Русакова // Juvenis scientia. – 2018. - №9. – С. 4-9.

7. Налиухин, А.Н. Изменение агрохимических показателей дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почвы и продуктивности культур севооборота при применении различных систем удобрения/А.Н. Налиухин, Д.А. Белозеров, А.В. Ерегин//Земледелие. 2018. №. 8 DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10000.

8. Фитопрепарат для инактивации микотоксинов, возникающих в зерновой массе [Текст] / И.А. Кондакова, В.И. Левин, И.П. Льгова, Ю.В. Ломова // Вестник рязанского агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань, 2018. – № 4 (40). – С. 18-23.

9. Эффективность сыромолотых фосфоритов на серых лесных почвах Рязанской области [Текст] / Я.В. Костин, Р.Н. Ушаков, Г.Н. Фадькин и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2016. - № 2 (30). - С. 35-40.

10. Нанобиопрепараты в технологии производства яровой и озимой пшеницы [Текст] / Назарова А.А., Полищук С.Д., Чурилов Д.Г., Доронкин Ю.В. // Сахар. - 2016. - № 12. - С. 22-26

11. Борычев, С.Н. Исследование размерных характеристик растительных остатков после механической уборки картофельной ботвы [Текст] / С.Н. Борычев, С.Е. Крыгин, В.М. Передвенцев, И.А. Успенский // В сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сб. научн. трудов. - Рязань, 1999.- С. 38-40.

12. Крыгин, С.Е. Исследование размерных характеристик остатков картофельной ботвы и сорняков после механической уборки [Текст] / С.Е. Крыгин С.Е. // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 182-184.

13. Федотова, М.Ю. Устройство для выемки корневой системы растений [Текст] / Федотова М.Ю., Виноградов Д.В., Власов Ю.Л. // Патент на полезную модель RUS 180544 22.02.2018

УДК 631.372

Бортник А.В.,
Колчин Н.Н., д.т.н.,
Симдянкин А.А., д.т.н.,
Успенский И.А., д.т.н.,
Юхин И.А., д.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ОБ УНИВЕРСАЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ ДЛЯ АПК

На долю внутрихозяйственных перевозок приходится до 80 % годового объема в тоннах и до 40 % транспортных работ в тонно-километрах. Приведенные данные свидетельствуют о том, что именно внутрихозяйственные

перевозки в значительной мере определяют уровень транспортных расходов в сельском хозяйстве, затраты труда, энергии, материалов на перемещение сельскохозяйственных грузов. Поэтому конструктивные решения и параметры перспективных транспортных средств должны выбираться с учетом специфики внутрихозяйственных перевозок [1, 2].

В современном АПК для транспортировки грузов применяются транспортные средства, как общего назначения, так и специализированные [3]. Транспортные средства общего назначения обычно имеют довольно высокую годовую загрузку (1200-1600 ч), однако их транспортное оборудование не в полной мере соответствует требованиям сельскохозяйственных перевозок, что значительно снижает эффективность использования имеющейся техники [4]. Специализированные транспортные средства, как правило, удовлетворяют требованиям, предъявляемым к транспортному и технологическому оборудованию, но их годовая загрузка невелика (150-300 ч).

Стремление снизить противоречия между техникой общего назначения и специализированной неизбежно приводит к мысли о необходимости разработки универсальных транспортных средств [5]. Существует много способов решения такой задачи. Наиболее прогрессивно создание транспортных агрегатов, имеющих энергетическую базу многоцелевого назначения и специализированное рабочее (транспортное и технологическое) оборудование.

Универсальность – свойство конструкции машины, характеризующее её возможность выполнять определенную совокупность функционально разнородных производственных операций.

Если унификация технических средств призвана сократить номенклатуру их составных частей, и при этом не обязательно изменяется номенклатура самих машин в целом, то универсализация техники дает возможность сократить номенклатуру машин, предназначенных для выполнения определенной совокупности операций производственных процессов. Универсализация машин придает ее конструкции такие свойства, которые позволяют ей выполнять одновременно или разновременно функционально разнородные операции, либо однородные операции, отличающиеся друг от друга объектами обработки.

Целесообразность создания универсальных машин и агрегатов диктуется наличием определенных условий, основными из которых являются:

- разновременность работ (операций) по срокам и периодам их выполнения;
- выполнение работ в территориально близких регионах (районах), обеспечивающих минимальные затраты времени на переброску машин из одних регионов в другие;
- простота и нетрудоемкое выполнение монтажно-демонтажных работ со сменными рабочими органами;
- возможность совмещения по времени технологических и (или) не технологических операций (для комбинированных агрегатов);

- наличие объема работ, обеспечивающего достаточно высокую загрузку универсальной машины в течение определенного периода или всего года.

Перечисленные условия являются необходимыми, но недостаточными предпосылками для создания универсальной техники. Для того чтобы эти условия были достаточными, необходимо, чтобы с точки зрения экономической эффективности действие факторов, стимулирующих универсализацию технических средств, преобладало над факторами, действующими в противоположном направлении.

Универсализация техники двояко воздействует на экономические последствия как в сфере ее проектирования и производства, так и в сфере эксплуатации. С одной стороны, - универсализация машины усложняет конструкцию, требует обычно более высокой квалификации ее создателей и обслуживающего персонала, что в конечном итоге, приводит к ее удорожанию. Универсальные технические средства, как правило, менее производительны, чем специализированные при осуществлении одноименных операций. Более низким может быть и качество выполнения конкретной операции с помощью универсальной машины.

С другой стороны, - универсализация машин сокращает номенклатуру необходимых технических средств. Это позволяет снизить простои энергетических средств в течение года, суммарные затраты на техническое обслуживание, ремонт и хранение техники, общий расход материала (металла) на создание универсальных машин по сравнению с комплексом специализированных машин.

Уровень универсальности машин с некоторой степенью приближенности можно найти с помощью коэффициента, определяющего применение универсальных машин на составляющих операциях производственного процесса ($К_{оп}$), а степень снижения количества специализированных машин при их замене универсальными при выполнении заданного объема работ (количества перерабатываемой продукции) с помощью коэффициента $К_{об}$:

$$K_{оп} = \frac{n_{ун}}{n_{сп} + n_{ун}}, \quad K_{об} = \frac{M_{ун}}{M_{сп}},$$

где $n_{ун}$ – число операций производственного процесса, выполняемых универсальными машинами; $n_{сп}$ – число операций производственного процесса, выполняемых специальными машинами; $n_{сп} + n_{ун}$ – общее число операций производственного процесса; $М_{сп}$ – количество специализированных машин для освоения данного объема работ; $М_{ун}$ – количество универсальных машин для освоения того же объема работ.

Универсальные транспортные средства сельскохозяйственного назначения должны иметь хорошую плавность хода, не допускающую повреждения перевозимой продукции выше агротехнических требований, предъявляемых к перевозкам легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции, быть оборудованы комплексом рабочего оборудования для

механизации погрузочных и разгрузочных операций и годовой загрузкой порядка 2200 – 2400 ч.

Для обоснования технологических и конструктивных параметров создаваемого универсального транспортного средства проведен критический анализ (табл.), общие критерии для которого определяли по следующим соображениям.

Таблица – Схема критериального анализа

1. Критериальный анализ Сравнительный анализ проводится по трем группам критериев: - конкурентные преимущества; - функциональные параметры; - общие предпосылки.	*3. Функциональные параметры* Основные агротехнические требования: - четырехколесная тележка с двумя независимыми мостами и поворотным дышлом; - грузоподъемность до 6 т; - самосвальный кузов; - металлические борта; - простая конструкция и возможность дооснащения; - система подрессоривания и стабилизации грузовой платформы.
2. Конкурентные преимущества транспортных средств, отобранных по функциональным параметрам: - соотношение цена/качество; - стоимость владения/окупаемость; - стоимость технического обслуживания (ТО, % цены) на весь срок службы; - предполагаемая доля рынка.	*4. Общие предпосылки:* - наличие отечественного производителя; - возможность быстрого освоения производства; - наличие инфраструктуры для реализации продукции; - стимулирование государством (в той или форме) потребителей отечественной продукции машиностроения в АПК.

С целью разработки конструкции универсальных транспортных средств необходимо провести исследования влияния микропрофиля дороги на повреждения плодоовощной продукции в кузове транспортного средства, обосновать основные технологические и конструктивные параметры универсального транспортного средства с учетом уже имеющихся разработок профессорско-преподавательского состава кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», подтвержденных патентами РФ на полезные модели и изобретения, полученные в рамках выполнения плана НИОКР ФГБОУ ВПО РГАТУ на 2016-2020 гг. и частично внедренных в АПК Рязанской области [6, 7, 8, 9], а также с учетом зарубежных аналогов предлагаемых устройств в данном направлении.

Библиографический список

1. Аникин, Н.В. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК / Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Международный технико-экономический журнал. -2009. -№ 3. -С. 92-96.

2. Аникин, Н.В. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции / Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и

др. // В сб.: Перспективные направления автотранспортного комплекса. -2009. - С. 111-113.

3. Успенский, И.А. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля / И. А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев, И.А. Юхин и др. // Вестник РГАТУ. -2010. -№4. -С. 72 -74.

4. Юхин, И.А. Надежность сельскохозяйственного транспорта при выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных работ / Г.Д. Кокорев, С.Н. Кулик, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2. Материалы VI международной научно-практической конференции. - Пенза: Изд-во ПГУАС, 2010. -С. 47-51.

5. Универсальные транспортные средства для выполнения транспортно-погрузочных работ при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 1231 – 1242. – IDA [article ID]: 0931309084. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/84.pdf, 0,75 у.п.л.

6. Успенский, И.А. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.Н. Кулик, Д.С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. -2013. -№7. - С.10-12.

7. Жуков, К.А. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции / К.А Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // В сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. -2013. -С. 60-63.

8. Юхин, И.А. Агрегат для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции с устройством стабилизации положения кузова: дис. … канд. техн. наук / И.А. Юхин - Рязань: 2011. - 148 с.

9. Бышов, Н.В. Инновационные решения в технологиях и технике для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции растениеводства / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Е. П. Булатов, И. В. Тужиков, А. Б. Пименов / Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства. Материалы Международной научно-технической конференции: Сборник научных трудов ГНУ ВИМ Россельхозакадемии -М.: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, 2011. - Том 2. -С. 395 -403.

10. Киселева Е.В., Глотова Г.Н. Качество молока коров в зависимости от уровня механизации доильного процесса. Сб.: Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения: Материалы Международной научно-практической конференции 25-27 октября 2016 г., посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. Скрипникова. Мичуринск: БиС. 2016. С. 140-143.

11. Федотова Е.В., Глотова Г.Н. Современные ресурсосберегающие технологии в птицеводстве. Сб.: Студенческая наука: современные технологии и инновации в АПК: Материалы студенческой научно-практической конференции 30 апреля 2015 года. 2015. С. 178-181.

12. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины/ Кирюшин И.Н., Колотов А.С.//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 1 (21). С. 112-114.

13. Исследование работы модернизированного картофелекопателя/ Колотов А.С., Успенский И.А., Юхин И.А.//В сборнике: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. 2015. С. 263-266.

14. Крыгин, С.Е. Использование самоходных картофелеуборочных комбайнов на полях Рязанской области [Текст] / С.Е. Крыгин, Р.В. Метёлкин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань, 2016. - С. 107-109.

15. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов [Текст] / В.В. Коченов, Н.Е. Лузгин, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 98-102.

16. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Текст] / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. - Рязань, 2019. – 308 с.

УДК 631.558.4

Борычев С.Н., д.т.н.,
Лучкова И. В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ: ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Картофель – это одна из важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования. Питательная ценность картофеля определяется оптимальным соотношением органических и минеральных веществ необходимых человеку.

Основными производителями картофеля являются центральные районы Нечерноземной зоны России. Здесь сосредоточены более трети посадок этой культуры. Хотя Рязанская область не специализируется на производстве картофеля, но многие хозяйства имеют площади, занятые им.

Некоторые хозяйства Рязанской области на больших площадях стабильно получают по 300 ц. картофеля с каждого гектара. В тоже время в целом по области урожайность картофеля средняя и измеряется в пределах 180…240 ц/га.

Повысить урожайность картофеля возможно, главным образом, за счет интенсификации данной отрасли, внедрения научно обоснованной теории возделывания новых сортов картофеля и повышение уровня механизации производственных процессов.

Развитие картофельного производства сдерживается большими затратами труда на его возделывание и особенно на уборку. По данным ВНИИКХ уборка картофеля является наиболее трудоемким этапом. На операции, связанные с уборкой картофеля приходится около 70% общих затрат труда. Но в последние годы в большинстве зарубежных стран, в том числе и в России, созданы и производятся комплексы машин для возделывания и уборки картофеля, что позволяет снизить затраты труда.

Наиболее широко распространены три основных способа уборки картофеля: комбайнами (прямое комбайнирование); раздельный (клубни предварительно подкапывают и укладывают на поверхность поля копателями, а затем после проветривания и подсыхания подбирают комбайнами); комбинированный (подкопанные картофелекопателем-валкоукладчиком клубни с двух или четырех рядков укладывают в междурядья двух соседних неубранных рядков, а затем комбайном за один проход клубни подкапывают и подбирают).

Раздельный способ уборки рекомендуется для тяжелых влажных почв, а комбинированных – для легких. Прямое комбайнирование эффективно на средних почвах при нормальной влажности. При всех трех способах уборки картофеля рекомендуется предварительное удаление ботвы с поверхности поля.

В настоящее время уровень комбайновой уборки составляет: в США – около 95%, в Нидерландах – 85%, в Англии и Германии – около – 60%.

Ведущими фирмами по производству машин являются: «Гримме», «Бергман». Общий парк 130,6 тыс. единиц, нагрузка на одну машину составляет 3 га.

Ряд фирм западноевропейских стран переходят к выпуску комбайнов без переборочных столов. В США наиболее полный комплект машин для уборки и послеуборочной обработки картофеля выпускаются фирмой «Локвуд». Подавляющее большинство комбайнов двухрядные [2].

Комбайны выпускаются полунавесные и самоходные. По компоновке рабочих органов определились два основных вида комбайнов:

1. Г – образная схема.
2. Двухъярусное расположение рабочих органов и направление потока во 2-ом ярусе в противоположную сторону [4].

Комбайны первого вида, как правило, не имеют переборочных столов и бункеров. Они проще по конструкции, легче по весу, но использоваться могут

только в благоприятных условиях: при отсутствии на поле комков, камней и сорной растительности.

Комбайны второго типа, благодаря наличию дополнительных сепарирующих рабочих органов во 2-ом ярусе, позволяют, не увеличивая габаритных размеров машины, оборудовать ее бункерами-накопителями или площадками для затаривания клубней в мешки.

При механизированном способе уборки картофеля должны соблюдаться следующие агротехнологические требования. Уборку картофеля необходимо начинать после достижения биологической спелости. Ранние сорта убирают после естественного усыхания ботвы. На среднепоздних сортах ботва должна быть удалена за 7-10 дней да начала уборки. При механическом способе удаления ботвы высота среза должна составлять 180-220 мм перед прямым комбайнированием и 80-100 мм перед раздельной уборкой. Потери клубней за комбайном не должны превышать 4%, а наличие примесей (земли и ботвы в массе клубней) не должно превышать 5%. Количество клубней с царапинами допускается до 12%, а подрезанных – до 1,5% [5].

При уборке картофеля любым из рассмотренных способов используют ограниченное число типоразмеров машин, поэтому нет необходимости в обосновании ресурсосберегающего оптимального варианта агрегата. Кроме того, все применяемые уборочные агрегаты одномашинные, расчет которых сводится к обоснованию рациональной рабочей скорости по допустимой нагрузке двигателя и пропускной способности рабочих органов. При этом формула для картофелекопателя или комбайна имеет вид:

$$\varepsilon_N N_H = \frac{e_N}{\eta_B} B u k_{\text{гр}} h_{\text{к}} \rho_{\text{к}} + \frac{(B k_{\text{м}} + m_{\text{э}} g \psi) v}{\eta_{\text{тр}}(1-\delta)}, \quad (1)$$

где $k_{\text{гр}}$ – коэффициент гребнистости поля;

$h_{\text{к}}$ – глубина копания, м;

$\rho_{\text{к}}$ – объемная масса (плотность вороха), включая клубни, кг/м^3;

$k_{\text{м}}$ – удельное сопротивление машины, Н/м.

Основными картофелеуборочными комбайнами, применяемыми в Рязанской области, являются КПК-2-01, Е-686, DR-1500. При работе комбайнов поле разбивают на загоны. Загон разделяют на четыре одинаковые части по ширине, после чего попарно убирают четные и нечетные части. Для расчета числа рядков при определении ширины загона применяется формула

$$\eta_p = 10^{-4} \frac{W_{\text{см}} k_{\text{см}}}{L C_{\text{М}}}, \quad (2)$$

где $W_{\text{см}}$ – сменная производительности МТА, га/смена;

$k_{\text{см}}$ – коэффициент сменности;

L – длина загона, м;

$C_{\text{М}}$ – ширина междурядий, м.

При работе группы комбайнов каждый комбайн работает на отдельном загоне. Способ движения МТА при этом беспетлевой комбинированный, все части загона должны иметь одинаковую ширину.

Наибольшая результативность уборки картофеля достигаются при работе комбайнов на всех типах почв с влажностью 18-20% и твердостью менее 1,4 МП. Урожайность клубней при этом - не менее 100-150 ц/га, глубина залегания нижних клубней 18-20 см, а засоренность камнями до 8 т/га.

Таким образом, технологии, в зависимости от способа механизированной уборки картофеля, должны способствовать повышению эффективности производства данной культуры.

Библиографический список

1.Борычев, С.Н. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теория, расчет): монография [Текст] / С.Н. Борычев; М-во сельского хоз-ва и продовольствия Российской Федерации, Рязанская гос. с/х академия (РГСХА).- Рязань: РГСХА, 2006. – 220с.

2. Новая сельскохозяйственная техника за рубежом (По материалам Международной выставки «Agritechnika-2007», Ганновер): Науч. ан. обзор.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 132 с.

3. Постников, А.Н. Картофель [Текст] / А.Н. Постников, Д.А. Постников.– М.: ФГОУ ВПО МСХА, 2006. – 160 с.

4.Туболев, С.С. Машинные технологии и техника для производства картофеля [Текст] / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук. – М.: Агроспас, 2010. – 6 с.

5. Крючков, М.М. Технологические элементы выращивания картофеля в ООО «Авангард» Рязанской области [Текст] /М.М. Крючков, Д.В. Виноградов, В.Н. Овсянников и др. // В сб.: Материалы Международной науч.-практ. конф. «Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля». - Рязань: РГАТУ, 2015.- С. 159-164.

6. Пат. 119299 РФ, МПК51 В 60 Р 1/00 Кузов транспортного средства для перевозки картофеля [Текст]/Бышов Н.В., Якунин Ю.В., Якутин Н.Н. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева».-№2012112083/11; заявл.28.03.2012; опубл. 20.08.2012.

7. Пат. РФ № 132943. Картофелеуборочная машина/Бышов Н.В., Якунин Ю.В., Якутин Н.Н. -Опубл. 10.10.2013, бюл. №28.

8. Современная техника для апк и перспективы её модернизации/ Верещагин Н.И., Кокорев Г.Д., Колупаев С.В., Шафоростов В.А., Колотов А.С., Уткин А.А., Гусаров С.Н.// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 120. С. 147-172.

9. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины/ Кирюшин И.Н., Колотов А.С.//Вестник

Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 1 (21). С. 112-114.

10. Левин, В.И. Сортовая реакция картофеля на воздействие регуляторов роста [Текст] / В.И. Левин, А.С. Петрухин, Л.А. Антипкина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2016. - № 4 (32). - С. 19-23.

11. Нанотехнологии работают на урожай [Текст] / А.А. Назарова, С.Д. Полищук, В.В. Чурилова, Ю.В. Доронкин // Картофель и овощи. - 2017. - № 2. - С. 28-30.

12. Крыгин, С.Е. Использование самоходных картофелеуборочных комбайнов на полях Рязанской области [Текст] / С.Е. Крыгин, Р.В. Метёлкин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань, 2016. - С. 107-109.

13. Крыгин, С.Е. Технологии уборки картофеля и современные технические средства уборки [Текст] / Е.Е. Крыгина, С.Е. Крыгин // В сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. - С. 101-105.

14. Терехина, О.Н. Влияние биологических препаратов на урожайность и качество картофеля в условиях Рязанской области [Текст] / О.Н. Терехина, Д.В. Виноградов // В книге: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы III международной научно-практической конференции, 2019. - С. 463-467.

15. Крючков, М.М. Инновационные элементы агротехнологий возделывания картофеля в Нечерноземной зоне России [Текст] / М.М. Крючков, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, О.В. Лукьянова, А.С. Ступин, А.А. Соколов, Л.В. Потапова, Н.М. Троц. -Рязань, 2018. – 181 с.

16. Бойко, А.И. Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля /А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н.Борычев//Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы/материалы 65-й международной научно-практич. конф. 20-21 мая 2014г. (часть II) -Рязань, РГАТУ, 2014.-С.141-142.

17. Колошеин, Д.В. Полевые исследования на выявление механических повреждений сорта картофеля «Удача» [Текст] / С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Р.А. Чесноков // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации – Рязань: РГАТУ, 2016. -Ч. II. -С. 46-50.

УДК 631

Бочков П.Э.,
Ситников А.С.,
Гобелев С.Н., к.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЁТА КОЛИЧЕСТВА ВЛАГИ, КОНДЕНСИРОВАННОЙ НА АЛЛЮМИНИЕВОЙ ПЛАСТИНЕ

Конденсация – процесс обратный испарению. Конденсация – это переход вещества из газообразного состояния в жидкое, с выделением энергии. Максимальная температура, ниже которой происходит конденсация является критической. Пар, из которого происходит конденсация, может быть насыщенным и не насыщенным. Конденсация может происходить в объёме, например в атмосфере земли (туман, дождь) и на охлаждаемой поверхности. В теплообменных аппаратах конденсация поверхностная[1,2]. При поверхностной конденсации температура поверхности тела должна быть по умолчанию ниже точки росы. В этом случае компенсируется подогрев поверхности.

Поверхностная конденсация бывает двух видов:

- ✓ Плёночная конденсация – это кода жидкость смачивает поверхность, в этом случае конденсат образует сплошную плёнку.
- ✓ Капельная конденсация – это когда конденсат не смачивает поверхность и собирается в капли, которые быстро стекают.

При плёночной конденсации теплоотдача гораздо ниже из-за термического сопротивления плёнки и самой жидкости, но зачастую используется в промышленности именно она, так как реализовать капельную конденсацию достаточно сложно.

В современно сельском хозяйстве особую роль стали отводить системам по поддержанию микроклимата в помещениях. Так как повышенные показатели температуры и влажности способствуют быстрому развитию вредоносных микроорганизмов. Они, попадая в организм животных через корм и дыхательные пути, способны причинить большой вред организму животного. Нередки случаи когда приходилось забивать скот в связи с вспышкой какой-либо болезни[3,4]. Кроме того доказано, что повышенная влажность отрицательно влияет на продуктивность самих животных, например сокращаются удои на фермах КРС. Эти проблемы возможно решить при помощи устройств для осушки воздуха, как стационарных (встроенных в систему вентиляции), так и мобильных агрегатов. Современный рынок буквально завален различными осушителями воздуха. У них разная мощность и КПД. Кроме того, некоторые модели создают шумовое загрязнение окружающего пространства, что так же может негативно сказываться на состоянии животных. Однако суть работы этих устройств схожа. У них у всех имеется поверхность, на которой образуется конденсат. Но при различной площади помещений необходимы различные мощности этих агрегатов, а для

подсчёта мощности необходимо определиться насколько сухой воздух необходимо получить[5,6].

В данной статье приведена математическая модель расчёта количества влаги, образовавшейся на холодной поверхности.

Чтобы произошла конденсация, необходимо чтобы пар в воздушной массе достиг насыщения[7,8]. То есть влажность воздуха должна быть 100 %. Влагоёмкость воздуха напрямую зависит от температуры. У нагретого воздуха влагоёмкость выше, чем у охлаждённого. Эта зависимость хорошо видна из таблицы:

Таблица 1 – Влияние температуры на влагоёмкость воздуха.

Температура,℃	Содержание влаги, $г/м^3$
60	129,020
55	103,453
50	82,257
45	64,848
40	50,672
35	39,286
30	30,078
25	22,830
20	17,148
15	12,739
10	9,356
5	6,790
0	4,868
-5	3,238

По таблице видно, что влагоёмкость воздушной массы разогретой до 40℃ на порядок выше, чем при 0℃ .

Из этого явления следует закономерность, пар в воздушной массе может достигнуть точки насыщения, если снизить температуру[9]. Однако явление конденсации сопровождается выделением тепла, из-за чего появляется необходимость постоянного контроля температуры поверхности конденсации.

Явление конденсации описывается уравнением:

$$L = \frac{Q}{m} \quad (1)$$

где L – удельная теплота парообразования Q – теплота, потраченная на превращение пара в жидкость и на оборот, m – масса.

Удельная теплота парообразования/ конденсации воды величина постоянная и равна:

L=2260 кДж/кг.

Исходя из этого следует, что при конденсации одного килограмма воды выделяется такая же теплота, которая была затрачена на испарение данной массы. Следовательно, по количеству теплоты можно точно определить массу выделенной воды.

$$m = \frac{Q}{L} \quad (2)$$

Значит, чтобы получить m воды, необходимо отвести Q теплоты.

Из предыдущего пункта следует, чтобы извлечь из массы воздуха массу воды, необходимо отвести определённое количество теплоты. Чтобы это сделать, необходима охлаждённая поверхность, причём с постоянным отводом тепла.

Роль данной поверхности играет алюминиевая пластина. Теплопроводность алюминия при комнатной температуре равна 236 Вт/(м*град).

Поскольку, мощность вычисляется по формуле:

$$P = \frac{A}{\Delta T}; \quad (3)$$

Где ΔT - время .

При этом известно, что по своей сути работа и количество теплоты в термодинамике это одно и то же:

$$A = Q; \quad (4)$$

Значит:

$$P = \frac{Q}{\Delta T}; \quad (5)$$

$$Q = P * \Delta T; \quad (6)$$

Отсюда масса выделившейся влаги равна:

$$m = \frac{P*\Delta T}{L}; \quad (7)$$

На практике следует учитывать, что теплопроводность алюминия представлена на 1м^2. Это значит, что при вычислении, произведение следует умножить на отношение реальной площади пластины на один квадратный метр. Это число и будет массой влаги, которая выделится за определённый промежуток времени при достижении температуры насыщения.

В данной статье описана математическая модель расчёта массы влаги, конденсирующейся на алюминиевой пластине за промежуток времени. Данная модель позволит точно определить массу влаги, при процессе осушки воздушной массы.

Биографический список

1. Каширин Д.Е. Энергосберегающая установка для сушки перги [Текст] / Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ. – 2009. – №12. – С.189–191.

2. Пат. № 2391610 РФ. МПК F26B 9/06. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

3. Бышов Н.В. Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Техника в сельском хозяйстве. – 2012. –№1. – С.26-27.

4. Бышов Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги. [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Изд-во РГАТУ–2012.–70с.

5. Франкфурт У.И. Закон сохранения и превращения энергии [Текст] / В. Родичев, У.И. Франкфурт // МФН История физики. – 2016. - №1 – С. 132 – 140.

4. Каширин Д.Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных двигателей/ Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева № 4(36) 2017. – С. 91-95

7. Семёнов И.Е Автономная установка для конденсации пресной воды из атмосферного воздуха [Текст] / Семёнов И.Е // ООО "Издательство ВСТ. – 2008. - №5. – С. 65 – 72.

8. Нагаев, Н.Б. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания систем освещения в сельской местности [Текст]/ Семина Е.С., Трухачев С.С., Тюкин В.А., Жильцова А.А // Материалы Национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России»– Рязань: Издательство РГАТУ, 2019.– С. 310-315

9. Нагаев, Н.Б. Повышение эффективности предпосевной обработки семян путем облучения ультрафиолетовой светодиодной установкой в сельском хозяйстве [Текст]/ Н.Б. Нагаев, А.А. Калмыков, А.А. Жильцова // Материалы Национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: Издательство РГАТУ, 2019. – С. 315-319.

10. Орешкина, М.В. Теоретические основы процесса сбивания сливок в маслоизготовителе периодического действия [Текст] / М.В. Орешкина, В.К. Киреев, В.Н. Асташкин // Сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов. – Рязанская Государственная сельскохозяйственная академия. – Рязань, 2003. – С. 51-54.

11. Планирование эксперимента в инженерно-технической сфере АПК с использованием компьютерной программы "Mathematica" [Текст] / В.В. Утолин., Н.Е. Лузгин, В.М. Ульянов и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 479-484.

УДК 635

Булгаков В.И., к.с.-х. н.
ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна, РФ

ОРОСИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ (КФХ) В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Современное сельское хозяйство Российской Федерации отличается значительной дифференциацией по размерам и формам собственности, наряду с крупными производителями сельскохозяйственной продукции, располагающими большими земельными ресурсами сформировались различные формы хозяйств землепользователей.

КФХ вносят ощутимый вклад в общее развитие потребительского рынка сельскохозяйственной продукции.

Согласно данным Росреестра численность КФХ в России на 01.01.2018 год составляла 258,2 тыс. единиц. Площадь сельхозугодий крестьянско-фермерских хозяйств (КФХ) на 01.01.2018 г. составляла 24,9 млн.га, а посевная площадь – 21,2 млн.га, с которой было получено 38,4 млн.т растениеводческой, 2,31 млн.т животноводческой продукции и более 450,0 млн.штук яиц. Удельный вес валовой продукции КФХ в общем объеме производства в России весьма значительный и составляет 11-12%.

В Рязанской области, согласно переписи населения 2016 г. площадь сельхозугодий КФХ составляла 224,0 тыс.га, количество фермерских хозяйств – 2140 единиц. В 2017 году фермерами произведено продукции на сумму 4291,7 млн. рублей, при этом доля КФХ в общем объеме сельскохозяйственной продукции составляет 7,5%. В настоящее время для начинающих фермеров направлено 120 млн. рублей, в т.ч. 102 млн. рублей из федерального бюджета.

Хотя уровень их урожайности и превышает среднестатистическую, но он гораздо ниже проектной урожайности, которая может достигаться при использовании научно-обоснованных агротехнологий, в том числе с применением орошения.

Проблема заключается в том, что в России 60 % сельскохозяйственных угодий, в том числе фермерских, расположены в зонах с недостаточным естественным увлажнением и получение достаточного урожая без создания орошаемых участков для землепользователей остается крайне актуальной.

Рязанская область согласно районированию по коэффициенту естественного увлажнения (Ку) относится к лесостепной зоне. Соотношения между количеством выпавших осадков и величиной испаряемости не может обеспечить растение влагой (даже во влажный год). Следовательно, получение гарантированных и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, в рассматриваемой области, может быть получено только на орошаемых землях.

С учетом развития мелиорации орошаемые площади КФХ и региональных особенностей при сложившейся структуре производства и

региональных особенностей, потребуется широкий набор оросительной техники – от широкозахватных машин до локальных установок.

На орошаемых участках площадью от 100 га и выше, прежде всего для создания кормовой базы на фермерских севооборотах, целесообразно использовать высокопроизводительные электрифицированные многофункциональные широкозахватные дождевальные машины кругового действия отечественного и зарубежного производства, ЭДМК «Кубань-ЛК», ДКШ-64 «Волжанка» или зарубежные аналоги типа Renke, Valley, Bauer, LINESTAR, круговой дождевальной машиной TL.

Наряду с высокопроизводительными, широкозахватными машинами для КФХ необходимы шланговые дождевальные машины отечественного и зарубежного производства. Их преимущество – мобильность, недостаток высокая энергоемкость.

Большую перспективу имеет развиваемая в стране технология капельного орошения, особенно овощных культур и картофеля, а также садов интенсивного типа. К сожалению, на данный период производством собственного оборудования в России занимается всего несколько компаний, используя при этом до 90 % зарубежных составляющих. Отечественные компании наладили выпуск лент капельного полива (ООО «Угличский завод полимеров», ЗАО «Новый век агротехнологий», промышленный парк «Струнино»). Единицы из них занялись выпуском комплектующих для систем капельного орошения, это стальные фитинги Лайфлет, электромагнитные клапаны с таймерами. Поэтому более 80 % наименований оборудования капельной системы, без которого не возможна сборка и эксплуатация систем, импортируется в Россию из-за рубежа.

Базовая комплектация системы капельного орошения состоит из: насосной станции, фильтростанции, узла ввода удобрений, магистральных и распределительных трубопроводов из ПВХ, ПНД, лайфлет, регуляторов давления, соединительной и запорной арматуры, лент капельного орошения и систем управления поливом.

Каждый из компонентов имеет свой широкий типоразмерный ряд, характеристики или степень автоматизации. Из перечисленных изделий в России в достаточном объеме освоен выпуск всего одного компонента – ленты капельного полива.

ФГБНУ ВНИИ «Радуга» для КФХ и малых форм хозяйствований разработаны технологии и технические средства мобильных оросительных комплексов, обеспечивающих водо-энергосбережение до 20-40%, экологическую безопасность проведения полива и сохранение почвенного плодородия. Это ряд ирригационных комплектов КИ, дождевальные комплекты для синхронного импульсного дождевания КСИД-1, КСИД-Р, шланговые дождеватели ДШ, а также системы локального орошения.

Рисунок 1 – Основная базовая комплектация системы капельного орошения

Рисунок 2 – Механизированная укладка капельной ленты

Комплекты и установки прошли государственные испытания, получив положительные заключения, имеют сертификаты соответствия и могут найти применение в хозяйствах с различными условиями эксплуатации.

Наибольшей конкурентоспособностью в нынешних условиях обладают ирригационные дождевальные комплекты переносных разборных трубопроводов КИ. Конкурентные преимущества заключаются в более низкой стоимости и материалоемкости, более высокой надежности, качестве полива,

простоте эксплуатации (Рисунок 3). Опыт их использования опробован в 15 регионах России.

Рисунок 3 – Стендовые образцы разборных поливных трубопроводов

В зависимости от конкретных условий участка выбирается необходимый типоразмер и состав комплекта, причем, хорошо вписываемый в любую конфигурацию участка. Мобильность оборудования и низкая трудоемкость монтажа позволяет использовать оборудование на нескольких участках в зависимости от необходимости и целесообразности полива той или иной культуры.

Значительный интерес для КФХ могут представлять новые способы полива, такие как импульсное дождевание и аэрозольное увлажнение.

Для этих целей в ФГБНУ ВНИИ «Радуга» разработаны модульные комплекты малообъемного орошения: КСИД-1; КСИД-Р, КИД-1.

КСИД-1 позволяет поддерживать влажность активного слоя почвы и приземного воздуха на оптимальном уровне без резких колебаний при средней интенсивности дождя до 0,007-0,02 мм/мин, что позволяет использовать комплект на всех типах почв и больших уклонах до 0,3. Комплект КСИД-Р является модифицированной разновидностью КСИД-1.

Комплекты позволяют резко снизить мгновенную интенсивность дождя до 0,004 мм/мин., а также могут работать в импульсном или непрерывном режимах водоподачи, что даёт возможность осуществлять влагозарядку почвы и продолжать дождевание в импульсном режиме, нормами суточного водопотребления.

Для орошения культур на равнинных участках и террасах разработан комплект импульсного дождевания КИД-1. Комплект предназначен для

орошения питомников, плодовых и декоративных культур, овощных, в т.ч. зеленных культур, цветников, газонов и сельскохозяйственных культур на площади до 1,0 га, в котором распределительный клапан переключает направление потока воды по команде падения давления в сети, которое формируется за счёт электрогидроуправляемого клапана с таймером и с автономным питанием. Водоподача к комплекту может осуществляться от гидрантов оросительной сети или от насосов при заборе воды из открытых водоёмов или закрытых водоводов, при условии создания рабочего давления не менее 0,6 МПа.

Для условий степной зоны может представлять интерес стационарно-сезонный комплект аэрозольного (мелкодисперсного) увлажнительного дождевания КАУ-1М предназначенный для увлажнительного орошения надземной части сельскохозяйственных культур и поддержания микроклимата участка в термически напряжённые часы суток, в т.ч. для борьбы с суховеями и заморозками. Применяется в питомниках, на плодовых, плодово-ягодных и декоративных культурах, овощных, в т.ч. зеленных и других культурах.

Длительность импульса увлажнения задаётся в зависимости от условий продолжительности испарения капель дождя с листовой поверхности растений в интервале от 12 минут и выше. Основные технические характеристики модулей импульсного и локального дождевания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические данные модулей импульсного дождевания

Показатели	КСИД-1	АИД-1	КСИД-Р	КСИД-Р-1,0	КИД-1	КАУ-1М
Площадь, га	1,03	0,23	0,35	1	1	1
Расход, л/с	1,1	2,5…9,5	2,8…0,35	9,7…0,72	1,6…2,0	0,54
Рабочее давление, МПа	0,65	0,55	0,6	0,65	0,5…0,6	0,45…0,6
Ср. интенсивность, мм/мин	0,02	0,02	0,07…0,006	0,06…0,004	0,07	-
Средний диаметр капли, мм	1,2	1,5	0,8	0,9	0,9	0,3…0,4
Число аппаратов, шт.	6	1	1	3	36	36
Удельный расход труб, м/га	250	-	597,1	597,1	745,6	745
Масса, кг	250	45	120	430	287	740
Допустимые уклоны	0,3	0,3	0,005	0,005	0,005	0,005

Библиографический список

1. Федеральный закон от 10.01.1996г. №4-ФЗ «О мелиорации земель» с изменениями и дополнениями от: 10 января 2003 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 26 июня 2007 г., 13 мая, 14 июля, 30 декабря 2008 г., 28 ноября 2011 г., 14 октября, 31 декабря 2014 г., 5 апреля 2016 г.

2. Ежегодный доклад по результатам мониторинга «О состоянии сельских территорий в Российской Федерации в 2017 г.», М.: «Росинформагротех», 2019, вып.5 – С. 332.

3. Государственная программа Рязанской области «Развитие агропромышленного комплекса на 2014-2020 годы». Источник: Министерство сельского хозяйства и продовольствия рязанской области.

4. Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 года, М.: ИИЦ «Статистика России», 2016 – С. 70.

5. Городничев В. И., Турапин С.С. и др. Методические рекомендации по комплексным технологическим и техническим решениям, обеспечивающим снижение энергоемкости эксплуатации мелиоративных систем / ФГБНУ ВНИИ «Радуга», Коломна 2015 – С. 163.

6. Пат. 187870 Российская Федерация, МПК A01G 25/09 (2006.01) Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице [Текст] / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Рембалович Г.К. [и др.] заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ - № 2018133057; заявл. 17.09.2018; опубл. 21.03.2019 Бюл. № 9. – 4 с.

7. Пат. 183135. Российская Федерация, МПК A01G 25/09 Многоопорная дождевальная машина кругового действия / Рязанцев А.И., Рембалович Г.К., Антипов А.О. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). - № 2018116248; заявл. 28.04.2018 ; опубл. 12.09.2018., Бюл. №26 : ил.

8. Пат. 185940 Российская Федерация, МПК A01G25/09. Многоопорная дождевальная машина кругового действия / Рязанцев А.И., Антипов А.О., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018119642; заявл. 28.05.2018 ; опубл. 25.12.18., Бюл. №36 : ил.

9. Пат. 187870 Российская Федерация, МПК A01G25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018133057; заявл. 17.09.2018 ; опубл. 21.03.19., Бюл. №9 : ил.

10. Пат. 189319 Российская Федерация, МПК A01G25/00. Дождевальная установка для теплиц / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018119609; заявл. 28.05.2018 ; опубл. 21.05.19.,

Бюл. №15 : ил.

11. Пат. 189173 Российская Федерация, МПК A01G25-09. Дождевальная установка / М.Ю. Костенко, Н.Н. Новиков, Д.С. Мельничук [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). - № 2018139223; заявл. 06.11.2018 ; опубл. 15.05.19 : ил

12. Авторегуляторы уровня грунтовых вод на гидромелиоративных системах [Текст] / А.С. Штучкина, О.П. Гаврилина, В.А. Биленко, М.И. Голубенко // Вестник РГАТУ . – 2013. - №4. – С.83-87.

13. Рембалович, Г.К. Исследование траектории движения капель дождевальной машины / Г.К. Рембалович, А.И. Рязанцев, М.Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - №4 (40). – 2018. – С. 138-142

14. Рембалович, Г.К. Анализ дождевальных установок для орошения рассады / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 369-372

УДК 631.362.36/638.178

Бышов Д.Н., к.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ

Воск один из важнейших продуктов пчеловодства, имеющий богатейший органический состав благодаря которому, он находит широкий спектр применения в различных отраслях промышленности [1, 2]. Традиционно воск получают путем перетопки выбракованных пчелиных сотов. Основным загрязнителем старых сотов является пчелиная перга. Наличие перги в восковом сырье приводит к значительной потере воска, а также существенно ухудшает качество получаемого продукта [3, 4].

В связи с вышесказанным цель исследования заключается в определение рациональных параметров и режимов процесса очистки суши сотов от перги в воде [5, 6, 7].

Для проведения исследования использовали ультразвуковой стерилизатор марки УЗО01-НЕДЕЛ с рабочей частотой ($22^{+1.7}_{-1.6}$) кГц, и акустической мощностью излучателя от 75 Вт до 110 Вт. Установка представляет собой рабочую ванну объемом 10 л, закрываемую крышкой снабженной ультразвуковым излучателем. Имеется также блок управления позволяющий задавать продолжительность ультразвукового воздействия с точностью до ± 0.1 сек.

Предварительно проведенные исследования позволили определить наиболее значимые факторы, влияющие на процесс ультразвуковой водной очистки воскового сырья, и пределы их варьирования [8, 9, 10]. Исследуемыми факторами являлись:

t_1 – продолжительность предварительного выдерживания сотов в воде, (мин);

t_2 – продолжительность ультразвукового воздействия на соты в водяной ванне, (мин).

В качестве критерия оптимизации был принят процент удаленных загрязнений Δm, рассчитываемый по формуле [9, 10]:

$$\Delta m = \frac{\mathrm{m_н} - \mathrm{m_к}}{m_к} \times 100\% \qquad (1)$$

где: $\mathrm{m_к}$ - конечная сухая масса после обработки (гр.);

$\mathrm{m_н}$ - начальная сухая масса перед началом обработки (гр.).

Поскольку ультразвук способствует диспергированию и растворению органических соединений в водной среде, было решено исследовать совместное воздействие управляемых факторов. Принимая во внимание структуру проводимого исследования, опыты проводили по плану экспериментов Бокса-Бенкина второго порядка.

В результате статистической обработки данных исследования, было получено уравнение регрессии:

$$P(t_1, t_2) = 15.6 - 0.042 \cdot t_1 - 0.003 \cdot t_2 + 0.00046 \cdot t_1 \cdot t_2 - 0.0035 \cdot t_1^2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot t_2^2 \qquad (2)$$

Все исследуемые факторы оказались значимыми, а исследуемый процесс эффективным.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что рациональный режим очистки суши сотов достигается при обработке вблизи верхней границы факторного пространства по обоим факторам. Результаты показывают, что оба фактора имеют практически равнозначное влияние на критерий оптимизации, изменение массы по времени воздействия ультразвуку стабилизируется после 30 минут воздействия, а в свою очередь изменение массы по времени замачивания растет практически линейно и область стабилизации прослеживается только при малом времени воздействия ультразвуком. Максимальная величина критерия оптимизации $\Delta m = 31.39\%$ получается при следующем сочетании факторов: t_1= 38 мин, t_2=2910 мин.

Таким образом, возможно, заключить, что водная ультразвуковая очистка воскового сырья в водной среде высокоэффективное средство повышение качества получаемого воска, и увеличения уровня его извлечения.

Библиографический список

1. Каширин Д.Е. Обоснование параметров установки для извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2009. - № 11. - С. 26-27.

2. Каширин Д.Е. Способ и устройство для извлечения перги / Д.Е. Каширин // Аграрный научный журнал. - 2010. - № 5. - С. 34-36.

3. Каширин Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации / Д.Е. Каширин // автореферат дис. доктора технических наук : 05.20.01 / У ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева". Рязань. – 2013.

4. Бышов Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2012. - № 1. - С. 29-30.

5. Каширин Д.Е. К вопросу отделения перги из измельчённой воскоперговой массы / Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 1. - С. 138-140.

6. Каширин Д.Е. Исследование массы и геометрических параметров перги и перговых сотов / Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 5. - С. 152-154.

7. Каширин Д.Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д.Е. Каширин //Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

8. Бышов Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. №6. - С. 134-138.

9. Бышов Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д.Н. Бышов, И.А. Успенский, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

10. Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4с.

11. Исследование теплофизических и реологических свойств воскового сырья и воска [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, Н.Б. Нагаев и др. // Сб.: Исследования молодых ученых – аграрному производству: Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки. Ассоциация аграрных вузов ЦФО. – Белгород, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. – С. 102-110.

12. Исследование динамической вязкости расплавленного пчелиного воска [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, В.В. Коченов, С.В. Чекайкин // Инновационная техника и технология. – 2018. – № 2 (15). – С. 33-37.

13. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Текст] / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. - Рязань, 2019. – 308 с.

14. Щур, А.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько, Н.Н. Казачёнок, П.А. Козырицкий, О.В. Валько, А.В. Шемякин, А.Г. Поляков, Е.В. Жаравович, Е.И. Лупова. - Могилев – Рязань, 2018. – 328 с.

УДК 631.369.258/638.178

Бышов Д.Н., к.т.н.,
Каширин Д.Е., д.т.н.,
Морозов С.С.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ПРИ ИНФРОКРАСНОЙ СУШКЕ ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА

Энергосберегающая сушка продуктов пчеловодства представляет ряд сложностей при ее реализации [1, 2, 3, 4]. Увеличение скорости сушки требует значительного нагрева продукта, часто приводящего к разложению ценных биологически активных веществ [5, 6, 7]. Для ограничения условий нагрева нами предлагается использовать кремнии органический нагреватели, излучающие узкий спектр излучения, инфракрасного диапазона [8, 9, 10]. В связи с вышесказанным, цель исследования заключается в определении мощности инфракрасных нагревателей, позволяющих минимизировать количество потребленной энергии.

Исследование проводили в экспериментальной сушильной камере 1, представленной на рисунке. Контроль температуры внутри камеры 1 осуществляется терморегулятором 2, термодатчик которого внедрен в нагреваемый продукт. Во время эксперимента использовали инфракрасные излучатели 3 мощностью: 150 Вт/м^2, 220 Вт/м^2, 400 Вт/м^2.

Исследование проводили следующим образом: в сушильную камеру помещали инфракрасный излучатель требуемой мощности, затем располагали перговые гранулы россыпью. Масса экспериментальной навески составляла: 50±0,1 гр. Задавали температуру инфракрасных излучателей в диапазоне 45±0,3°С и измеряли время нагрева продукта.

По завершению эксперимента определяли количество потребленной энергии по следующей формуле:

$$A = \frac{P \cdot S \cdot t}{3600}, \quad (1)$$

где P – удельная мощность инфракрасного излучателя, Вт/м^2;

S – площадь инфракрасного излучателя, м^2;

t – время нагрева продукта, сек.

Опыт проводили с пятикратной повторностью.

1 - сушильная камера; 2 - терморегулятор; 3 - инфракрасный излучатель
Рисунок – Экспериментальная сушильная камера

В результатах статической обработки экспериментальных данных получили следующую математическую модель:

$$A = 0{,}0002x^2 - 0{,}1122x + 24{,}5091 \qquad (2)$$

где x – удельная мощность инфракрасного излучателя, Вт/м^2

W – потребляемая энергия, Вт·ч.

Анализ полученной зависимости показывает, что наилучшими показателями обладают инфракрасных излучателей мощностью 300-320 вт/м^2. Потребляемая энергия инфракрасных излучателей мощностью 220 Вт/м^2 и 400 Вт/м^2 практически не отличаются.

Библиографический список

1. Бышов Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д.Н. Бышов, И.А. Успенский, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

2. Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4с.

3. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. –5с.

4. Харитонова М.Н. Качество перги, стабилизированной разными способами, в процессе ее хранения / М.Н. Харитонова, Д.Е. Каширин // В сборнике: Инновационные технологии в пчеловодстве Материалы научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования специалистов "Академия пчеловодства". - 2006. - С. 195-197.

5. Каширин Д.Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов / Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2010. - № 1. - С. 24-27.

6. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

7. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

8. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5с.

9. Каширин Д.Е. К вопросу отделения перги из измельчённой воскоперговой массы / Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 1. - С. 138-140.

10. Каширин Д.Е. Исследование массы и геометрических параметров перги и перговых сотов / Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 5. - С. 152-154.

11. Использование теплового излучения для обезвоживания и термообработки продуктов растениеводства [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, И.Ю. Тюрин и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 448-452.

12. Орешкина, М.В. Влияние временно-температурных режимов кондиционирования на пригораемость и микологический состав комбикормов для кроликов [Текст] / М.В. Орешкина, В.Н. Кажуков // Сб.: Совершенствование сельскохозяйственной техники, применяемой в животноводстве. – Горьковский сельскохозяйственный институт. Горький, 1990. – С. 27-28.

УДК 631.356.44

Бышов Н.В., д.т.н.,
Якутин Н.Н., к.т.н.,
Голахов А.А.,
Калмыков Д.В.,
Симонова Н.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

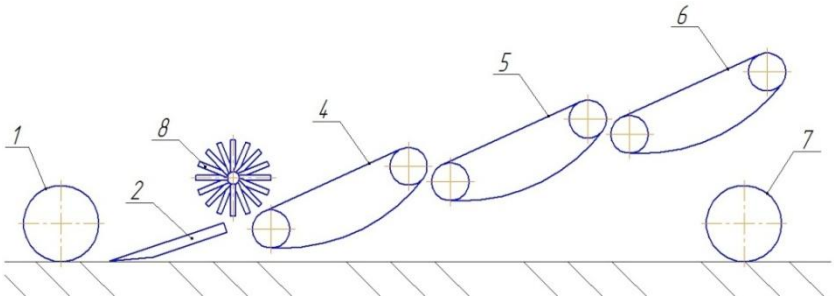
УСЛОВИЯ, ЗАДАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТЬ ЭЛЕВАТОРА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

В настоящее время в качестве сепаратора, работающего по принципу просеивания, в большинстве образцов отечественной картофелеуборочной техники, а также картофелеуборочных машин ведущих зарубежных фирм, применяются прутковые элеваторы на прорезиненных ремнях [9, 10].

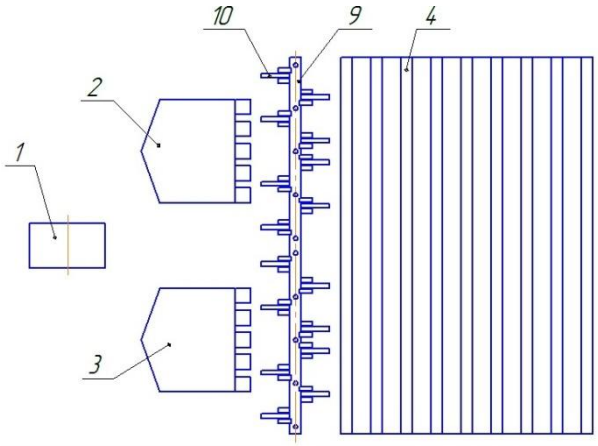
Однако прутковые элеваторы не во всем диапазоне почвенно-климатических условий обеспечивают качественное разделение компонентов клубненосного вороха [1, 3].

С целью повышения качества очистки клубней картофеля при работе уборочных машин в неблагоприятных условиях, применяются различного рода интенсификаторы сепарации [8, 11, 12, 13, 14].

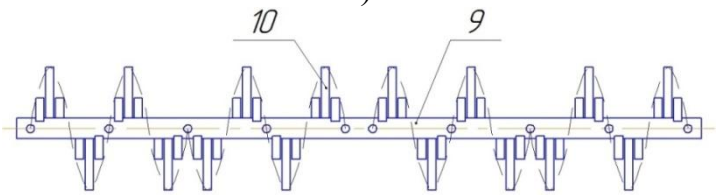
Нами разработан ряд технических решений для повышения эффективности очистки клубней от примесей [4, 5]. Новыми рабочими органами достаточно легко оснащаются серийные картофелеуборочные машины (Рисунок 1) [5].



а)



б)



в)

а) – копатель (вид сбоку); б) – копатель (вид сверху); в) – рыхлитель пласта; 1 – опорное колесо; 2, 3 – лемехи; 4 – скоростной элеватор; 5 – основной элеватор; 6 – каскадный элеватор; 7 – ходовые колеса; 8 – рыхлитель клубненосного пласта; 9 – вал; 10 – штифты

Рисунок 1 – Конструктивная схема копателя, оснащенного рыхлителем пласта

Усовершенствованный картофелекопатель содержит раму (не показана), опорное колесо 1, лемехи 2 и 3, скоростной 4, основной 5 и каскадный 6 элеваторы, ходовые колеса 7. Над лемехами 2 и 3 и скоростным прутковым элеватором 4 установлен рыхлитель 8. Рыхлитель 8 выполнен в виде вала 9, на котором по винтовой линии с правой и левой навивками закреплены штифты 10. Внешняя поверхность штифтов 10 выполнена из прорезиненного материала.

Усовершенствованный картофелекопатель работает следующим образом.

Подкопанный лемехами 2 и 3 клубненосный пласт перемещается на скоростной прутковый элеватор 4, где подвергается воздействию рыхлителя 8. Штифты 10 захватывают верхнюю часть клубненосного пласта и сдвигают ее по ширине пруткового элеватора. При этом происходит разрушение почвенной корки и почвенных комков, находящихся на поверхности клубненосного пласта и распределение его по ширине скоростного пруткового элеватора 4. Штифты 10 выполнены отогнутыми в направлении вращения вала 9 рыхлителя 8, поэтому предотвращается наматывание корней сорняков и столонов картофеля. Кроме того, скорость вращения рыхлителя 8 больше скорости скоростного пруткового элеватора 4, поэтому клубненосный пласт не сгруживается на лемехах 2 и 3.

Применение в конструкции картофелекопателя, разработанного рыхлителя клубненосного пласта, предотвращает скопление клубненосного вороха на лемехах машины, разрушает почвенную корку и почвенные комки и перемещает клубненосный ворох по всей ширине скоростного пруткового элеватора. При этом улучшается просеивание почвы на прутковых элеваторах, тем самым повышается качество очистки клубней картофеля от примесей.

При работе усовершенствованной машины происходит соударение компонентов клубненосного пласта (твердых тел) с новым рабочим органом [2], а затем и с элеватором копателя.

Выведем уравнение плоскости элеватора в неподвижной системе координат $OX_1Y_1Z_1$ (Рисунок 2).

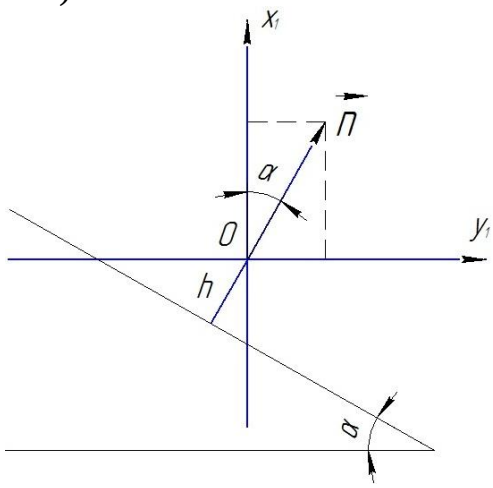


Рисунок 2 – Схема для вывода уравнения плоскости элеватора

Обозначим через h расстояние от плоскости элеватора до оси рабочего органа, а через α – угол наклона элеватора к горизонту.

Единичная нормаль к поверхности рабочего органа направлена вверх

$$\bar{n} = (\cos\alpha\,;\ \sin\alpha), \qquad (1)$$

следовательно, уравнение плоскости элеватора будет иметь вид

$$x_1 \cdot \cos\alpha + y_1 \cdot \sin\alpha + \mathrm{C} = 0\ (\mathrm{C} = const). \qquad (2)$$

Величину C можно найти, зная расстояние h от искомой плоскости до начала координат

$$\rho(\text{пл}; 0) = \frac{|0\cdot\cos\ \alpha + 0\cdot\sin\ \alpha + \mathrm{C}|}{\sqrt{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha}} = h, \qquad (3)$$

откуда $\mathrm{C} = \pm h$.

Из двух возможных вариантов уравнения искомой плоскости

$$x_1 \cdot \cos\alpha + y_1 \cdot \sin\alpha + h = 0 \qquad (4)$$

и

$$x_1 \cdot \cos\alpha + y_1 \cdot \sin\alpha - h = 0 \qquad (5)$$

подходит первый (только для него координаты точек пересечения плоскости с осями OX_1 и OY_1 отрицательны).

Плоскость (4), рассматриваемая в трехмерном пространстве, делит его на два подпространства, причем верхняя часть определяется неравенством

$$x_1 \cdot \cos\alpha + y_1 \cdot \sin\alpha + h > 0, \qquad (6)$$

а нижняя

$$x_1 \cdot \cos\alpha + y_1 \cdot \sin\alpha + h < 0. \qquad (7)$$

Пусть плоскость элеватора ограничена по длине неравенствами

$$x_{\text{эн}} \le x_1 \le x_{\text{эк}} \Leftrightarrow y_{\text{эн}} \le y_1 \le y_{\text{эк}} \text{ (Рисунок 3)}, \qquad (8)$$

а с боков жесткими боковинами рамы картофелеуборочной машины $z = z_л$ и $z = z_п$ (рис. 4).

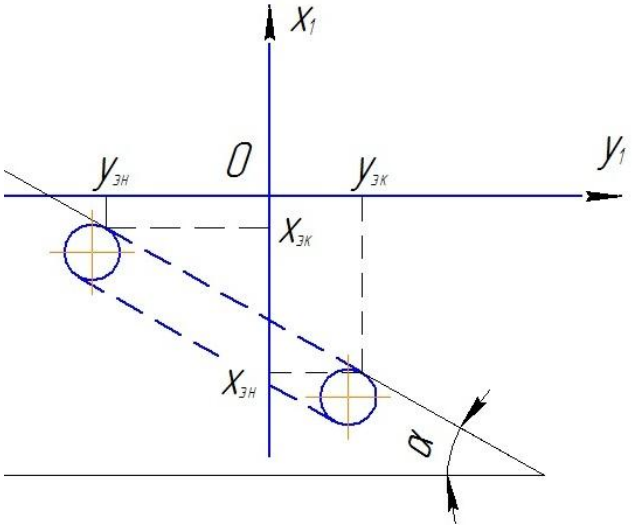


Рисунок 3 – Схема ограничения элеватора по длине

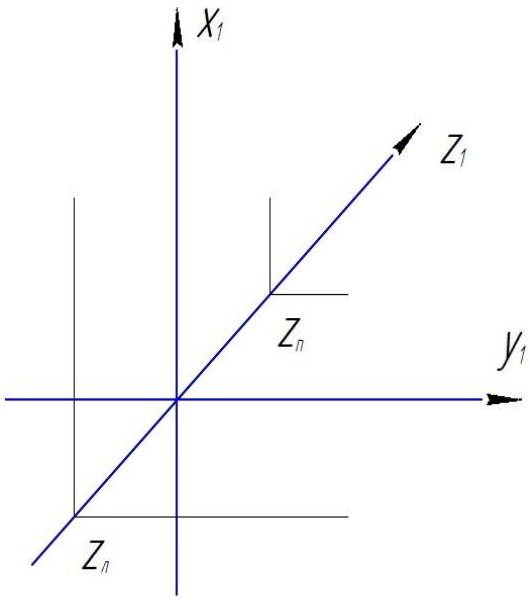


Рисунок 4 – Схема ограничения элеватора по ширине

Тем самым условия, означающие, что точка $M_0(x_1^0, y_1^0, z_1^0)$ попала на элеватор, записываются следующим образом:

$$x_1^0 \cdot \cos\alpha + y_1^0 \cdot \sin\alpha + h = 0 \quad (9)$$

$$x_{эн} \leq x_1^0 \leq x_{эк} \Leftrightarrow y_{эн} \leq y_1^0 \leq y_{эк} \quad (10)$$

$$z_л \leq z_1^0 \leq z_п \quad (11)$$

Библиографический список

1. Якутин, Н.Н. Совершенствование технологического процесса и средства интенсификации сепарации картофелеуборочных машин : дис. … канд. техн. наук [Текст] / Н.Н. Якутин. – Рязань, 2014. – 123 с.

2. О взаимодействии клубненосного пласта с рабочими органами копателя [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Н.Н. Якутин и др. // Вестник РГАТУ. – 2018. – №4. – С. 161-167.

3. Модернизация картофелекопателя КСТ-1,4 [Текст] / Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин, Р.Ю. Ковешников и др. // Сельский механизатор. – 2016. – №11. – С. 4-5.

4. Пат. РФ № 132943. Картофелеуборочная машина / Бышов Н.В., Якунин Ю.В., Якутин Н.Н. – Опубл. 10.10.2013, бюл. №28.

5. Пат. РФ № 170887. Картофелекопатель / Бышов Н.В. и др. – Опубл. 12.05.2017, бюл. №14.

6. Крыгин, С.Е. Технологический процесс и вопросы взаимодействия клубня с отрывным вальцом и полотном элеватора в ботвоудалителе пальчато-гребенчатого типа [Текст] / С.Е. Крыгин // В сб.: Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства межрегиональный сборник статей Научно-

практической конференции, посвященный 50-летию Факультета механизации сельского хозяйства. - Ижевск, Ижевская ГСХА, 2005. - С. 249-253.

7. Крыгин, С.Е. Технологии уборки картофеля и современные технические средства уборки [Текст] / Е.Е. Крыгина, С.Е. Крыгин // В сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. - С. 101-105.

8. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

9. Рембалович, Г.К. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях рязанской области / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, А.А. Голиков, Р.В. Безносюк [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2013. - № 1(17). – С. 64-68

10. Бышов, Н.В. Математическая модель технологического процесса картофелеуборочного комбайна при работе в условиях тяжелых суглинистых почв / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2014. №4. – С.59-64.

11. Нефедов, Б.А. Новые технические решения сепарирующих органов картофелеуборочных машин / Б.А. Нефедов, Н.А. Костенко, Н.В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – №124(10). С. 346-365.

12. Бышов, Н.В. Анализ схемно-конструктивных решений рабочих органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / Н.В. Бышов, Г.К. Рембалович, Р.В. Безносюк [и др.] // Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем : Сб. науч. тр. / МГУ им. Н.П. Огарева; редкол. : П.В. Сенин [и др.]. – Саранск: 2009. – С. 333-335

13. Рембалович, Г.К. Теоретические основы исследования рабочих органов на основе моделирования процесса вторичной сепарации в картофелеуборочных машинах / Рембалович Г.К., Безносюк Р.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №89. - С.700-720

14. Рембалович, Г.К. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ВИМ, 2011. С. 455-461

УДК 621.43.068.4

Бышов Н.В., д.т.н.,
Олейник Д.О., к.т.н.,
Нелидкин А.В.,
Савицкий Н.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙТРАЛИЗАТОРОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Одной из приоритетных задач для нашей страны является повышение экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве. Это связано переходом страны на современные международные экологические стандарты, которые регламентируют выбросы вредных веществ в составе отработавших газов от дизельных двигателей. Применяемые в сельском хозяйстве тракторы и самоходные сельскохозяйственные машины загрязняют окружающую среду, выбрасывая в составе отработавших газов от двигателей токсичные компоненты, картерные газами, испарениями дизельного топлива и горюче-смазочных материалов. Статистические данные [3] показывают, что в нашей стране, в настоящее время, в эксплуатации находятся 463 600 единиц автотракторной техники, 125 800 комбайнов, 132 300 единиц прочей техники (свеклоуборочные, дождевальные и поливочные машины, разбрасыватели минеральных удобрений и др.). За счет старения парка техники резко ухудшается и экологическая обстановка. В эксплуатации находится техника, выпущенная более тридцати лет назад, которая по определению не может соответствовать каким-либо современным экологическим нормативам. При сгорании 1 кг дизельного топлива образуется до 100 г токсичных компонентов. Суммарная масса выбросов всех дизельных двигателей, находящихся в эксплуатации в странах содружества независимых государств составляет в среднем 15 мл. тонн в год [2].

В двигателях внутреннего сгорания ежегодно сгорает около 2 000 000 000 тонн углеводородного топлива. При этом их КПД в среднем составляет 23%, а оставшиеся 77% рассеивается в воздухе. При современном развитии технического оснащения первостепенное значение приобретает экологичность комплексов техники. В полной мере это относится и к машинно-тракторному парку и выражается как в непосредственном влиянии на продукты питания, так и в глобальном воздействии на окружающую среду. Широкомасштабное использование техники в сельском хозяйстве способствует росту производительности и эффективности труда, однако оно сопряжено с отрицательными последствиями, исключение и минимизация которых является одной из насущных задач «экологизация» аграрного сектора.

Проблема регулирования выбросов токсичных веществ в составе отработавших газов от дизельных двигателей уже давно изучается на международном уровне. Многие страны применяю экологические стандарты, как собственной разработки, так и заимствованные [9].

Американский стандарт Tier, разработанный в середине 90^{x} годов прошлого века специально для внедорожной техники, регламентирует выбросы загрязняющих веществ в составе отработавших газов от двигателей. В европейских странах аналогичную функцию выполняет стандарт Stage. Стандарт Tier можно считать более жестким, т.к. он распространяется на все группы дизельных двигателей, включая двигатели малой мощности, а так же все виды двигателей включая даже силовые установки морских судов. Американский Tier 4 final и европейский Stage IV практически полностью соответствуют друг другу. Страны Азии используют оба стандарта, в Японии разработаны свои общенациональные нормы выбросов которые не опираются на вышеупомянутые стандарты, но количественно мало чем от них отличаются. В нашей стране для внедорожной техники, в том числе и для сельскохозяйственных машин с дизельными двигателями действуют стандарты ГОСТ Р 41 96-2005 (Правила ЕЭК ООН № 96) [3].

Отработавшие газы от тепловых двигателей – это сложная многокомпонентная смесь газов и частиц, которая может содержать до 1000 различных компонентов, наиболее вредными из которых являются оксид углерода (CO), образующийся во время сгорания топлива при недостатке кислорода, окислы азота (NO_X) образование которых обусловлено высокой температурой процесса сгорания топлива, углеводороды (HC) (этан (C_2H_6), метан (CH_4), этилен (CH_2-CH_2), бензол (C_6H_6), пропан (C_3H_8), ацетилен (CH-CH), толуол ($C_6H_5CH_3$), m — ксилол [$C_6H_4(CH_3)_2$], n — бутан (C_4H_{10}), n — нонан (C_9H_{20}), изооктан ($C(CH_3)_3$ — CH_2 — $CH(CH_3)_2$), изобутилен ($(CH_3)_2C=CH_2$), гексан (C_6H_{14}), этилбензол (C_8H_{10}), циклопентан (C_5H_{10}), изобутан ($(CH_3)_3CH$) и др.) и сажа (C) - фрактальное тело, не имеющее кристаллической решетки и содержащий свыше 90% углерода. В отработавших газах сажа присутствует в виде мелкодисперсных частиц неправильной формы с линейными размерами 0,3 - 100 мкм. Она не является чистым углеродом и сдержит водород, кислород, летучие, зольные, коксовые соединения [4].

Современное состояние исследований в области снижению токсичности отработавших газов дизельных двигателей можно охарактеризовать тем, что пока не разработано полноценного универсального средства, обеспечивающего достаточное снижение вредных выбросов в процессе работы двигателя. Это обусловлено различными физико-химическими свойствами токсичных компонентов, различной природой их возникновения и, соответственно, различными методами борьбы с ними [4, 5, 6, 7].

Наиболее перспективными, в настоящее время, являются комплексные системы селективной очистки ОГ, позволяющие нейтрализовывать каждый токсичный компонент отдельно. Проблема заключается в том, что подобные

решения пока недостаточно широко распространены для сельскохозяйственных мобильных энергетических средств и самоходных сельскохозяйственных машин и встречаются только на новой технике. Для уже находящихся в эксплуатации тракторов и комбайнов, особенно отечественного производства, подобные решения практически отсутствуют [1].

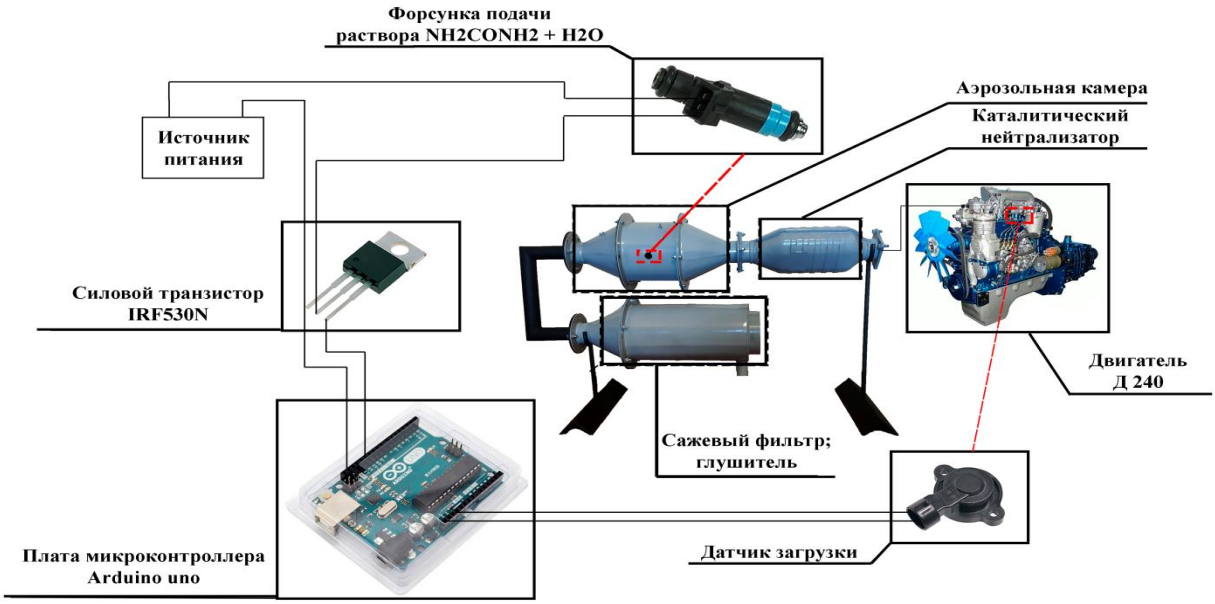


Рисунок 1 – Схема устройства для улучшения экологических характеристик дизельных двигателей

На базе кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО РГАТУ на протяжении многих лет ведется работа, направленная на улучшение экологических характеристик дизельных двигателей, путем применения нейтрализаторов отработавших газов различной конструкции. В настоящее время авторским коллективом разрабатывается устройство для селективной нейтрализации основных компонентов отработавших газов.

Важной особенностью устройства является автоматизированная система управления, работающая на базе микроконтроллера Arduino Uno. Система предназначена для управления подачей нейтрализующего раствора в специальную камеру, посредством форсунок. Система подключается к бортовой сети мобильного энергетического средства.

Основными элементами электронного блока управления являются: плата Arduino Uno, силовой транзистор IRF530N, датчик загрузки, датчик положения коленчатого вала, резистор 10 кОм. Система управления работает следующим образом: плата Arduino Uno генерирует электрический сигнал заданной длительности, получая сигналы от датчика положения коленчатого вала, их продолжительность корректируется с учетом показаний датчика загрузки двигателя (представляющего собой датчик отслеживающий положение рычага регулятора частоты вращения), всережимного регулятора ТНВД и программы управления. Система управления оперирует малыми токами, поэтому для работы силовой части используется силовой транзистор IRF530N.

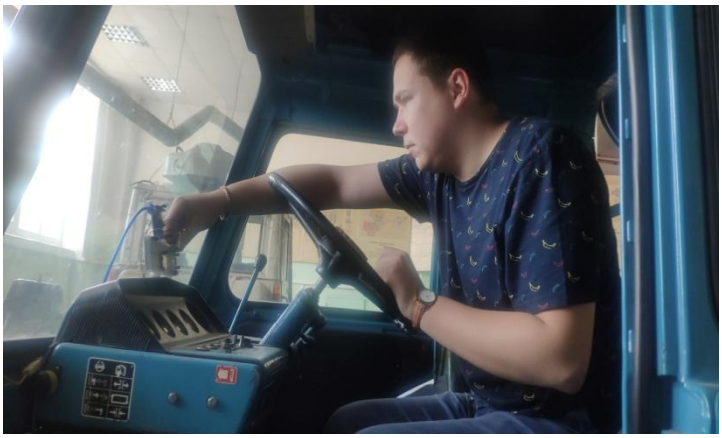
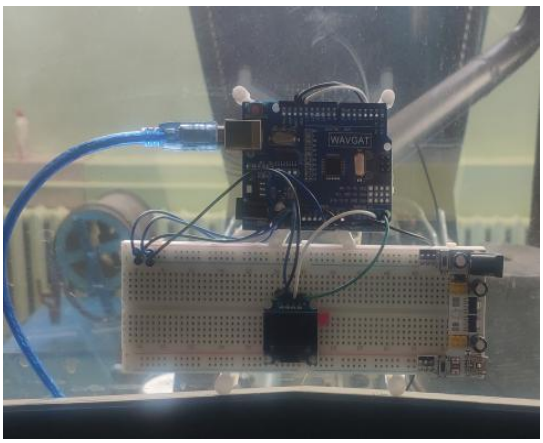



Рисунок 2 – Автоматизированная система управления устройством, установленная в кабине трактора

На один из крайних выводов датчика загрузки подается из контроллера опорное напряжение 5В из пина «5V», а другой вывод соединен с массой «GND». От среднего вывода датчика, к контроллеру подается сигнал через аналоговый пин «Pin 0». Силовой транзистор IRF530N подключается крайними выводами к пинам «Pin 13» и «GND». Средний вывод осуществляет подачу напряжения к форсункам.

Для управления процессом нами была написана специальная программа управления «Sprayer» управляющая впрыском нейтрализующего раствора.

Рисунок 3 – Интерфейс микропрограммы «Sprayer», написанной для управления микроконтроллером

Дальнейшие исследования коллектива будут направлены на исследование влияния установки в системе выпуска дизельного двигателя жидкостного нейтрализатора на эффективные показатели работы двигателя и оценки эффективности снижения концентраций токсичных компонентов в составе отработавших газов.

Библиографический список

1. Byshov, N.V. Method and device for reducing the toxicity of diesel engine exhaust gases [Текст] / Bachurin, A.N., Bogdanchikov, I.Y., Oleynik, D.O., Yakunin, Y.V., Nelidkin, A.V. // 2018 International Journal of Engineering and Technology (UAE) 7 (4.36 Special Issue 36), с. 920-928.

2. Гиевой, С.А. Снижение вредных выбросов при эксплуатации автотракторных дизелей путем применения сажевого фильтра [Текст] : дис. … канд. техн. наук / Гиевой С.А. – М.: РГБ, 2003.

3. Кудряшова Е.Ю. Усовершенствование и применение каталитических нейтрализаторов отработавших газов для улучшения экологических характеристик дизельных двигателей [Текст] : дис. … канд. техн. наук / Кудряшова Е.Ю. – М.: РГБ, 2018.

4. Олейник Д.О. Способ и устройство снижения токсичности отработавших газов дизельных двигателей [Текст] : дис. канд. техн. наук / Олейник Дмитрий Олегович – 05.20.01, Рязань, РГАТУ, 2009.

5. Пат. 77353 Российская Федерация, МПК F01N 3/02. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Тришкин И.Б., Олейник Д.О.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО РГСХА имени профессора П.А. Костычева (RU). – №2008115609/22 ; заявл. 21.04.2008 ; опубл. 20.10.2008, Бюл. № 29. – 2 с. : ил.

6. Пат. 83292 Российская Федерация, МПК F01N 3/02. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Тришкин И.Б., Олейник Д.О.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО РГАТУ имени П.А. Костычева (RU). – №2008148586/22 ; заявл. 09.12.2008 ; опубл. 27.05.2009, Бюл. № 15. – 2 с. : ил.

7. Пат. 86665 Российская Федерация, МПК F01N 3/02. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Тришкин И.Б., Олейник Д.О.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО РГАТУ имени П.А. Костычева (RU). – №2009113715/22; заявл. 14.04.2009; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 25. – 2 с. : ил.

8. Пат. РФ на полезную модель № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / Максименко О.О., Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Крыгин С.Е., Ерохин А.В. - Опубл.: 24.04.2002.

9. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине "Технологические процессы ТО, ремонта и диагностирования автомобилей" для студентов специальности: 190601 - Автомобили и автомобильное хозяйство – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2012. – 161с.

УДК 631.312

Гайбуллаев Б.Ш., с.н.с.
НИИМСХ, г. Янгиюль, Республика Узбекистан

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КОРПУСА ПЛУГА К ОВОЩЕВОДЧЕСКОМУ ТРАКТОРУ

Для наиболее полного удовлетворения потребности населения страны к продовольственным продуктам в последние годы в Республике большое внимание уделяется развитию овощеводства и бахчеводства. В этом направлении на базе тракторов Ташкентского тракторного завода создан многофункциональный овощеводческий трактор класса 1,4-2,0 ТТЗ-100SP с колесной формулой 4х4. В настоящее время в НИИМСХ, НИИОБКиК и ОАО «БМКБ-Агромаш» ведутся научно-исследовательские и конструкторские работы по разработке отечественных сельскохозяйственных машин к этому трактору.

В настоящей статье приведены результаты исследований по определению тягового сопротивления корпуса плуга, агрегатируемого с указанным трактором.

Известно [1, с. 28-37; 2, с. 66-75], общее тяговое сопротивление корпуса плуга складывается из сопротивления его лемеха, отвала и полевой доски

$$R_к = R_л + R_о + R_п \,, \tag{1}$$

где $R_к$ – общее тяговое сопротивление корпуса; $R_л$,$R_о$,$R_п$ – соответственно тяговое сопротивление лемеха, отвала и полевой доски корпуса.

Тяговое сопротивления лемеха как трехгранного клина в общем виде можно определить по зависимости [4, с. 48-56; 5, с. 15-17]

$$R_л = R_1 + R_2 + R_3 + R_4, \tag{2}$$

где R_1 – сопротивление почвы внедрению лезвие лемеха; R_2 – сопротивление, возникающее от деформирования почвы; R_3 – сопротивление, обусловленное перемещением и подъемом пласта почвы по лемеху; R_4 – сопротивление, обусловленное силой инерции пласта почвы.

Сопротивление почвы внедрению лезвия лемеха зависит его толщины, длины и твердости почвы, т.е.[4, с. 54]

$$R_1 = T t_л b_к / \sin \beta_к \,, \tag{3}$$

где T – твердость почвы; $t_л$ – толщина лезвия лемеха; $\beta_к$ – угол установки лезвия лемеха к направлению движения.

Для определения сопротивления почвы деформации будем считать, что разрушение (сдвиг) почвы под воздействием лемеха происходит по горизонтальной плоскости *ABC* (рис.1) [6, с. 39-47], направленной под углом δ=90°-$\beta_к$ к направления движения. С учетом этого из рис. 1, имеем

$$R_2 = Q\cos\psi_0 + T\cos\beta_к = 0{,}5\kappa_c b_к^2(\sin\beta_к + \cos\beta_к)\times$$

$$\times\left[\sin(\beta_к + \varphi) + \sin\varphi\cos\beta_к\right], \tag{4}$$

где Q – сопротивление почвы сдвигу по плосткости ABC; T – сила трения, возникающая на рабочей поверхности лемеха за счет силы Q; κ_c – удельное сопротивление почвы сдвигу; φ – угол трения почвы по рабочей поверхности лемеха.

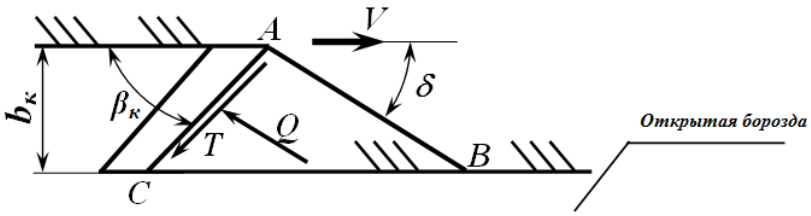


Рисунок 1 – Схема к определению сопротивление почвы деформации

Сопротивление, возникающее от перемещения и подъема пласта почвы по лемеху, а также от его силы инерции, определяем по формулам [4, с. 48-56; 5, с. 15-17]

$$R_3 = \rho g a b_к c \frac{\cos^2\alpha_к \sin(\alpha+\varphi)}{\sin\beta_к \cos\varphi} \tag{5}$$

и

$$R_4 = 2\rho a b_к V^2 \frac{\sin\alpha \sin\beta_к \sin(\alpha+\varphi)}{\cos\varphi}, \tag{6}$$

где ρ – плотность почвы; g – ускорение свободного падения; c – ширина лемеха; V – скорость движения плуга;

$\alpha = arctg(tg\alpha_к \sin\beta_к)$ (где $\alpha_к$-угол крошения (угол установки на дне борозды) лемеха корпуса плуга).

Подставляя значения R_1, R_2, R_3 и R_4 в (2), имеем

$$R_л = b_к\left\{ Tt_л \frac{1}{\sin\beta_к} + \right.$$

$$+0{,}5\kappa_c b_к(\sin\beta_к + \cos\beta_к)\left[\sin(\beta_к+\varphi) + \sin\varphi\cos\beta_к\right] +$$

$$\left. + \rho a \frac{\sin(\alpha+\varphi)}{\cos\varphi}\left(cg\frac{\cos^2\alpha_к}{\sin\beta_к} + 2V^2\sin\alpha\sin\beta_к \right)\right\}. \tag{7}$$

Отвал оборачивает и перемещивает срезанный лемехом пласт в сторону. Сопротивление, возникающее при этом, можно определить по следующему выражению

$$R_o = \varepsilon a b_к V^2, \tag{8}$$

где ε - коэффициент, учитывающий форму рабочей поверхности отвала и

физико-механических свойств почвы (ε=1500-2000 Нс^2/м^4).

Тяговое сопротивление полевой доски равна силе трения, возникающей между ней и стенкой борозды, т.е.

$$R_n = F_n = fN_n \ , \qquad (9)$$

где F_n – сила трения, возникающая между полевой доской и стенкой борозды; f – коэффициент трения полевой доски к стенке борозды; N_n – нормальная сила давления половой доски к стенке борозды.

Силу N_n определим по схеме, приведенной на рис.2

$$N_n = \frac{R_{xy}\sin(\beta \pm \alpha_{xy})}{\sqrt{1+f^2}\cos(\varphi \pm \alpha_{xy})}, \qquad (10)$$

где R_{xy} – равнодействующая сил, приложенных к рабочей поверхности корпуса плуга к горизонтальной плоскости; β – угол между скорости движения плуга V и силы R_{xy}; α_{xy} – угол между силой тяги P_{xy} и направлением движения (рис.2).

Если сила тяги относительно направления движения наклонена в сторону вспаханного поля, то в выражении (10) перед α ставиться «+», а если наклонена в сторону вспаханного поля, то ставиться «-».

В процессе работы разрабатываемого плуга правые (при оборачивании пласта направо) или левые (при оборачивании пласта налево) колеса трактора движутся в борозде, образованной при предедущем проходе агрегата. Кроме этого общая ширина захвата плуга больше внутреннего расстояния передних и задних колес трактора [7, с. 258-261]. И поэтому выражение (10) с учетом, что $R_{xy}=R_x/\cos\beta$ и $R_x=R_л+R_o$ имеет следующий вид

$$N_n = \frac{(R_л + R_o)\sin(\beta - \alpha_{xy})}{\sqrt{1+f^2}\cos(\varphi - \alpha_{xy})\cos\beta}. \qquad (11)$$

С учетом этого выражения и выражений (7), (8) выражение (9) имеет следующий вид

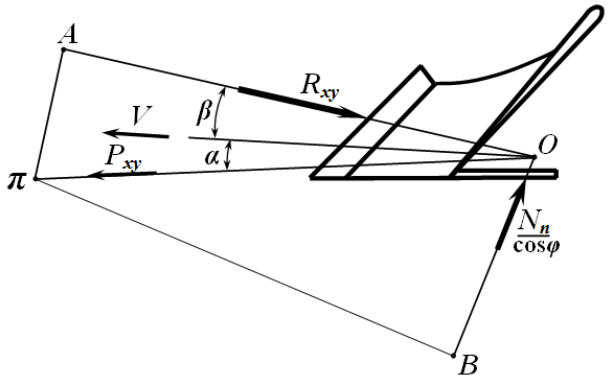


Рисунок 2 – Схема к определению нормальной силы давления полевой доски к стенке борозды

$$R_п = f\left\{ b_к \left\{ Tt_л \frac{1}{\sin\beta_к} + \right.\right.$$

$$+0{,}5\kappa_c b_к (\sin\beta_к + \cos\beta_к)\left[\sin(\beta_к + \varphi) + \sin\varphi\cos\beta_к\right] +$$

$$+\rho a \frac{\sin(\alpha+\varphi)}{\cos\varphi}\left(cg\frac{\cos^2\alpha_к}{\sin\beta_к} + 2V^2\sin\alpha\sin\beta_к \right)\Bigg\} +$$

$$\left. +\varepsilon a b_к V^2 \right\} \times \frac{\sin\left(\beta - \alpha_{xy}\right)}{\sqrt{1+f^2}\cos\left(\varphi - \alpha_{xy}\right)\cos\beta} \quad . \qquad (12)$$

Подставляя значения $R_л$, R_o и $R_п$ из выражений (7), (8) и (12) в выражение (1), получим

$$R_к = b_к \left\{ \left\{ Tt_л \frac{1}{\sin\beta_к} + \right.\right.$$

$$+0{,}5\kappa_c b_к (\sin\beta_к + \cos\beta_к)\left[\sin(\beta_к + \varphi) + \sin\varphi\cos\beta_к\right] +$$

$$+\rho a \frac{\sin(\alpha+\varphi)}{\cos\varphi}\left(cg\frac{\cos^2\alpha_к}{\sin\beta_к} + 2V^2\sin\alpha\sin\beta_к \right)\Bigg\} +$$

$$\left. +\varepsilon a V^2 \right\} \times \left[1 + \frac{f\sin\left(\beta - \alpha_г\right)}{\sqrt{1+f^2}\cos\left(\varphi - \alpha_г\right)\cos\beta} \right]. \qquad (13)$$

Из этого выражения следует, что тяговое сопротивление корпуса плуга зависит от его ширины захвата, толщины и угла установки лезвия лемеха к направлению движения, угла крошения лемеха, глубины обработки, угла наклона силы тяги к направлению движения, угла и коэффициента трения почвы, ее удельного сопротивления сдвигу и плотности, а также скорости движения агрегата.

Полученное выражение (13) в отличие от выражений, известных из литературы [1, с. 28-37; 2, с. 66-75], учитывает разрушение пласта почвы под воздействием корпуса плуга по горизонтальной плоскости, направленной в сторону открытой борозды, а также влияние направления силы тяги плуга на его тяговое сопротивление.

Расчеты по формуле (13) при $b_к$=0,35 м, T=1,1·10^6 Па, $t_л$=0,0005 м, $\beta_к$=40°, κ_c=27,5·10^3 Па, $\alpha_к$=30º, φ=30º, ρ=1400 кг/м^3, a=0,27 м, c=0,14 м, f=0,5, ε=1500 Н с^2/м^4, α_{xy}=10º, β=20º [8, с. 22-25; 9, с. 108-110], показали, что при скорости движения 1,7-2,2 м/с тяговое сопротивление корпуса составляет в пределах 4,75-5,16 кН.

Установлено, что тяговое сопротивление корпуса плуга зависит от ширины захвата, толщины и угла установки лезвия лемеха к направлению движения, угла крошения лемеха, глубины обработки, угла наклона силы тяги к направлению движения, угла и коэффициента трения почвы, ее удельного сопротивления сдвигу и плотности и при скоростях движения агрегата 1,7-2,2м/с составляет в пределах 4,75-5,16 кН.

Библиографический список

1. Тухтакузиев А., Тукубаев А.Б. Теоретические предпосылки к определению тягового сопротивления рабочих органов для двухъярусной обработки почвы//Интенсификация механизированных процессов при возделивании хлопчатника. Труды САИМЭ. – Ташкент, 1990. –С. 28-37.
2. Муродов Н.М. Технологические основы расстановки корпусов двухъярусного плуга. – Ташкент: Фан, 2010. – 132 с.
3. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – Москва: Машиностроение, 1977. – 328 с.
4. Механизация защиты почвы от водной эрозии в нечерноземной полосе/Под. ред. А.Т.Вагина. – Ленинград: "Колос". Ленинградское отделение, 1977. – 272 с.
5. Юдкин В.В., Бойков В.М. Тяговое сопротивление плоскорезов-глубокорыхлителей//Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1984. -№5.
– С. 15-17.
6. Тухтакузиев А., Имомкулов К.Б. Научно-технические основы низкоэнергетической деформации и разрушения почв. – Ташкент, 2013. С. 120.
7. Тухтакузиев А., Хушвактов Б.В., Гайбуллаев Б. Исследование ширины и равномерности покрытия агрегатного заполнителя овощеводческим трактором ТТЗ-100SP // «Вклад науки в развитие овощеводства, бахчеводства и картофелеводства в Узбекистане» Международная научно-практическая конференция. – Ташкент, 2013. – С. 258-261.
8. Маматов Ф.М., Эргашев И.Т. Особенности почвы пахотного слоя перед основной обработкой ее под хлопчатник // Научно-технический бюллетень ВИМ. – Москва, 1991. – Вып. 80. – С. 22-25.
9. Циммерман М.З. Рабочие органы почвообрабатывающих машин. – Москва: Машиностроение, 1978. – 294 с.
10. Бачурин, А. Н. Повышение тягово-сцепных свойств колесных тракторов при использовании в составе широкозахватных агрегатов: дисс.. канд. техн. наук -05.20.01/Бачурин Алексей Николаевич. -Рязань, 2006.
11. Бышов, Н.В. К вопросу снижения энергетических затрат при эксплуатации машин во время уборки картофеля [Текст] / Н.В. Бышов, В.М. Колиденков, С.А. Коноплев, И.А. Успенский, С.Е. Крыгин // В сб.: Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА 50-летию академии посвящается. Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени

профессора П.А. Костычева. - Рязань, 1999.- С. 257-259.
12. Пат. РФ №2164737. Выкапывающий рабочий орган / Буробин Р.В., Борычев С.Н., Бышов Н.В., Колиденков В.М., Коноплев С.А., Крыгин С.Е., Переведенцев В.М., Успенский И.А. – Опубл.: 17.05.1999.

УДК 628.9

Гобелев С.Н., к.т.н.,
Леденёва П.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИЗЛУЧАЮЩИХ УСТАНОВОК В ТЕПЛИЦАХ В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Растение является одним из источников пищи для людей и животных. Многие продукты, составляющие наш повседневный рацион, такие как: крупы, соки, молочные каши, хлебобулочные изделия, а также одежда (хлопковые футболки, рубашки) делаются из растений.

Рисунок 1 - Тепличный комплекс «Алекановский»

На территории Рязанской области произрастает большое количество сельскохозяйственных культур - овёс, кукуруза, зернобобовые культуры, пшеница, картофель. В современных условиях с использованием новых технологий и высококлассной техники выращивание растений значительно упрощается. Но, несмотря на это, проблема круглогодичного обеспечения продукцией растительного производства остаётся. Тепличные условия - одно из решений данной проблемы, но и здесь есть свои нюансы. Растения в природе живут под солнечным светом, и получают все необходимые составляющие спектра электромагнитного излучения для их роста и плодоношения. Солнечный свет, углекислый газ и вода, соединяясь друг с другом, образуют вещество - хлорофилл, который даёт листьям зелёный цвет. Во время своего

питания растение выделяет кислород, происходит фотосинтез - важнейший природный процесс. Поэтому основная проблема - это создание в теплицах необходимых условий для полноценного роста и развития сельскохозяйственных культур. Один из способов достижения данной цели - использование различных видов излучающих установок[1,2].

Рисунок 2 - Излучающие установки в тепличном хозяйстве

При выращивании растений в теплицах и рассады в зимний период необходимо "досвечивать" растения, чтобы обеспечить им нужную длительность светового дня. Для этого используют различные виды искусственных источников света - ультрафиолетовые лампы и фитолампы. По своему воздействию на растения они отличаются, и используются в разных случаях[3]. Ультрафиолет — электромагнитное излучение, занимающее спектральный диапазон между видимым и рентгеновским излучениями. Существует 3 вида ультрафиолетового излучения - коротковолновой 100-280 нм (UVC), средневолновой 280-315 нм (UVB), длинноволновой 315-400 нм (UVA). Короткие волны (UVC) воздействуют на молекулы, поглощаются белками и НК. Это приводит к мутации, повреждению ДНК и его разрушению. Такое влияние негативно сказывается на растении и приводит к гибели. Среднее УФ-излучение (UVB) с длиной волны в 310-350 нм относительно безвредны. Длительное воздействие на растения такого спектра излучения приводит к его гибели или заболеваниям. При кратковременных облучениях (до 20-30 минут в день) наблюдается усиление роста различных видов сельскохозяйственных культур (прирост плодов от 20% до 50% в зависимости от культуры). Длинноволновое излучение (UVA) не наносит существенного вреда растениям. Длительное воздействие вызывает увеличение роста и положительно сказывается на некоторых видах растений. Ультрафиолетовые лампы используют в перечисленных выше случаях для создания стресса и

инициирования процессов[4,5]. Для ускорения роста растений нужно, чтобы у источника света преобладали длины волн около 440 нм (синий) и 660 нм (красный). Они лежат не в УФ, а в видимом диапазоне. Это связано с тем, что данные излучения используются для фотосинтеза, это так называемая фотосинтетически активная радиация (ФАР).

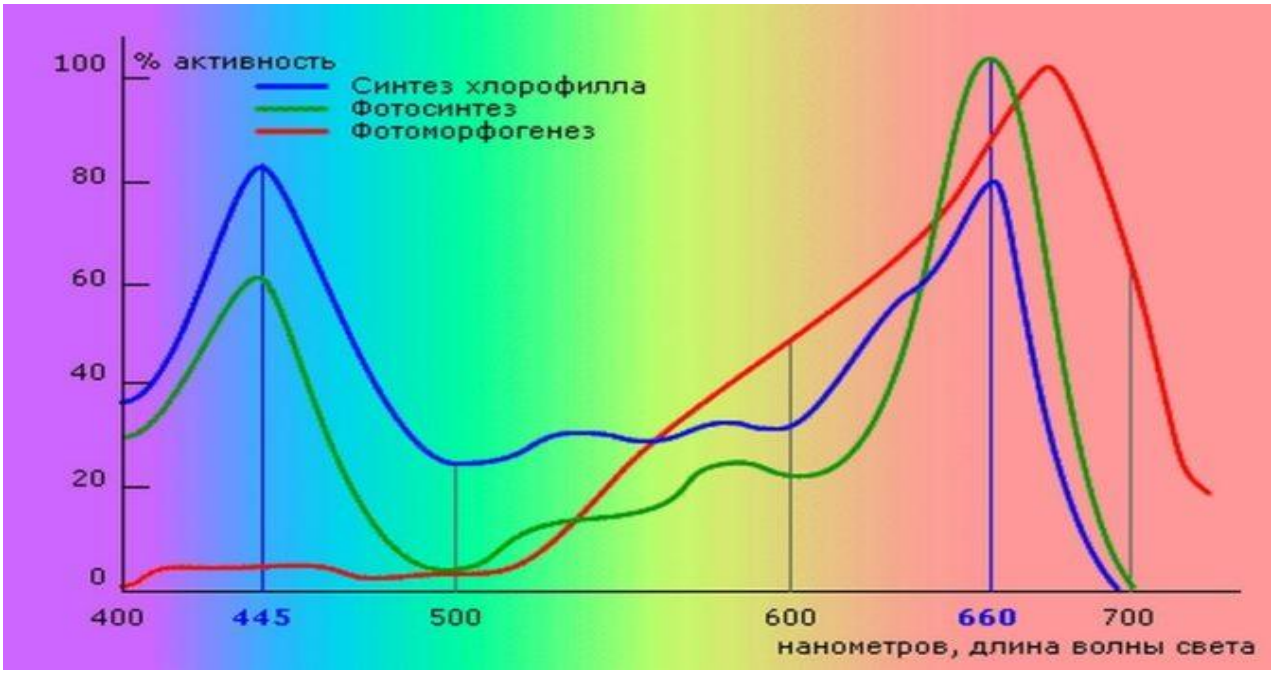


Рисунок 3 - Диаграмма оптического диапазона и активности процесса жизнедеятельности растений

Хлорофилл наиболее активно поглощает красный и синий цвет. Каротиноиды - класс растительных пигментов, придающих красный, оранжевый и жёлтый цвет овощам и фруктам, поглощают лишь часть зеленого спектра, передавая его энергию для фотосинтеза[6,7]. Каждый диапазон длины волны отвечает за определённое воздействие на растение:

- 280–315 нм – средний ультрафиолет для растений, повышающий морозостойкость.
- 380–400 нм – ближний УФ-диапазон, для регулировки скорости роста и образования белков;
- 440–445 нм – сине-фиолетовые оттенки нужны для вегетативного развития;
- 595–610 нм – цвета близкие к оранжевому нужны для цветения и созревания плодов;
- 640–660 нм – красные цвета, для репродуктивного развития и укрепления корневой системы взрослых растений.

Для роста растений используют лампы, у которых основные пики спектра свечения приходятся на красные 660 нм и синие 440 нм. В совокупности эти цвета дают фиолетово - розоватое свечение. Такие лампы делают из набора отдельных светодиодов с соответствующими длинами волны, либо используют светодиоды с полным спектром. В продвинутых моделях фитоламп

производители добавляют и УФ, и ИК-светодиоды для стимуляции клеток растений дополнительными длинами волн. Кроме светодиодных ламп, так же используют люминесцентные лампы, натриевые лампы (ДНаТ). У газоразрядных осветительных приборов принцип работы отличается. Они представляют собой трубки, в которых находится амальгама — смесь паров ртути и инертных газов[8,9]. На концах трубки находятся электроды, между которыми возникает разряд. При разряде излучается ультрафиолет, а стенки колбы (трубки) покрыты специальным люминофором, который преобразует ультрафиолет в излучения нужного спектра. ДНаТ выделяет довольно много тепла, это нужно учитывать при расположении ламп относительно растения. Такие источники света, как и люминесцентные трубки, для своей работы требует пускорегулирующей аппаратуры - электромагнитного балласта или электронного преобразователя.

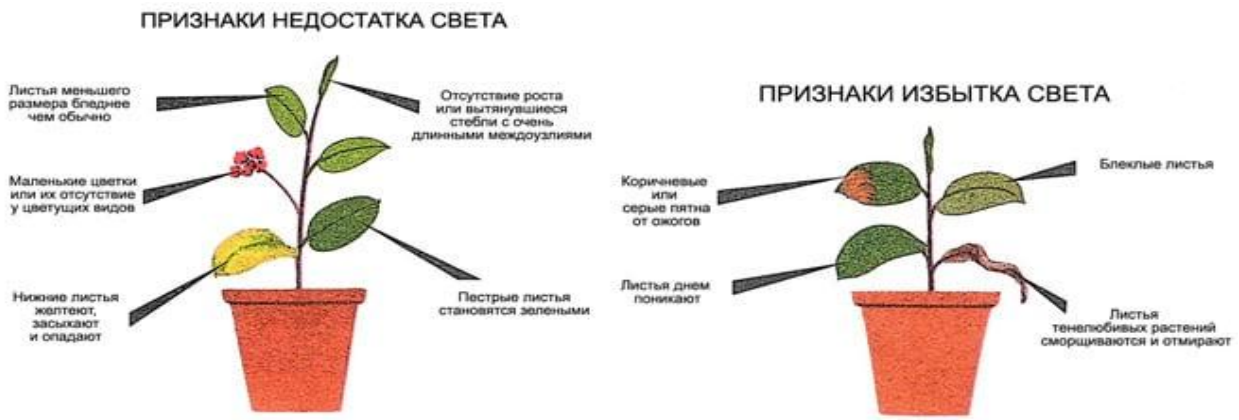


Рисунок 4 - Признаки недостатка и избытка света

При выборе излучающей установки нужно учитывать размеры телицы и места для рассады, высоту подвеса излучателя, правильный подбор спектра излучения для определённого периода, начиная со стадии проращивания и заканчивая плодоношением. Необходим индивидуальный подход к каждым сельскохозяйственным культурам, ведь «досвечивание» нужно не всем растениям.

Библиографический список

1. Особенности выбора ультрафиолетовых ламп для выращивания растений и их использования [Электронный ресурс] / - URL:https://lampaexpert.ru/vidy-i-tipy-lamp/kvartsevye-i-ultrafioletovye/uf-lampa-dla-rastenij

2. Воздействие ультрафиолета на растения [Электронный ресурс] / - URL:http://www.orchis.ru/vozdejstvie-ultrafioleta-na-rasteniya.html

3. Ультрафиолетовые лампы для растений: особенности, виды и правила использования [Электронный ресурс] / - URL:https://stroy-podskazka.ru/svetilniki/ultrafioletovye-dlya-rastenij/

4. Ф.Е. Шуберт. "Светодиоды" [Текст] / Ф.Е. Шуберт. - Москва: Издательство ФИЗМАТЛИТ, 2008 год.

5. А.Мейер. Получение, измерение и применение в медицине, биологии и технике [Текст] / А.Мейер. - Москва : Издательство иностр. лит., 1952 год.

6. И.Л.Резников, Физическая оптика [Текст] / И.Л.Резников. - Москва: Издательство Просвещение, 1971 год.

7. Каширин Д.Е. Стенд для испытаний системы частотный регулятор – асинхронный электродвигатель [Текст] / Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Сельский механизатор № 2 2018. – М. – С. 34-35.

8. Нагаев, Н.Б. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания систем освещения в сельской местности [Текст]/ Семина Е.С., Трухачев С.С., Тюкин В.А., Жильцова А.А // Материалы Национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России»– Рязань: Издательство РГАТУ, 2019.– С. 310-315

9. Нагаев, Н.Б. Повышение эффективности предпосевной обработки семян путем облучения ультрафиолетовой светодиодной установкой в сельском хозяйстве [Текст]/ Н.Б. Нагаев, А.А. Калмыков, А.А. Жильцова // Материалы Национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: Издательство РГАТУ, 2019. – С. 315-319.

10. Макарова, С.А. Межвидовое дистанционное воздействие стрессированных семян растений на интактные [Текст] / С.А. Макарова, В.И. Левин // Проблемы агрохимии и экологии. - 2014. - № 2. - С. 38-42.

11. Макарова, С.А. Каскадный эффект внутривидового дистанционного воздействия облученных семян растений на необлученные [Текст] / С.А. Макарова, В.И. Левин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2013. - № 1 (17). - С. 16-20.

12. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

13. Бышов, Д.Н. Результаты многофакторного экспериментального исследования дисперсионных свойств перги / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. - №2 (125). – С. 115-121.

14. Каширин Д.Е. Вакуумная сушка перги / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2006. - № 4. - С. 50.

15. Каширин, Д.Е. Конвективная сушка перги / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2009.- № 8 - С. 46-47.

16. Каширин, Д.Е. Технология и устройство для измельчения перговых сотов / Д.Е. Каширин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рязань. – 2001.

17. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Текст] / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. - Рязань, 2019. – 308 с.

УДК 631.352.5

Голиков Д.Е.,
Беспалов В.Г.,
Крыгин С.Е.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ НА ПРИВОДЕ РОТАЦИОННОЙ КОСИЛКИ

Приготовление сена естественной сушки в прокосах и валках широко распространено во многих зонах нашей страны, в том числе и в Рязанской области. Преимущество сушки травы в естественных условиях заключается в том, что не требуется тепловой и электрической энергии, специальных сушильных установок, себестоимость заготовки сена при естественной сушке невысока и примерно составляет 2,4-3,0 руб/ц [2,3,9], благодаря чему многие фермерские хозяйства специализируются на заготовки этого грубого корма с целью дальнейшей реализации [7].

В технологиях заготовки сена и сенажа основной операцией является кошение трав, которое должно быть выполнено в оптимальные сроки и с соответствующим качеством[3,6]. На сегодняшний день операция кошение обеспечивается большим разнообразием машин как отечественных, так и зарубежных марок [9]. Широко распространенными в нашей стране являются ротационные косилки семейства КРН с шириной захвата 2,1 и 2,8 м, как наиболее неприхотливые в эксплуатации [3,9,10].

Вместе с тем применяемые косилки имеют недостатки, поэтому по их устранению и совершенствованию машин ведется работа по изысканию новых типов режущих аппаратов [8], в том числе направленная на повышение эффективности работы ротационных косилок за счет параметров ножей для улучшения их динамических свойств, увеличения ресурса работы лезвий [4].

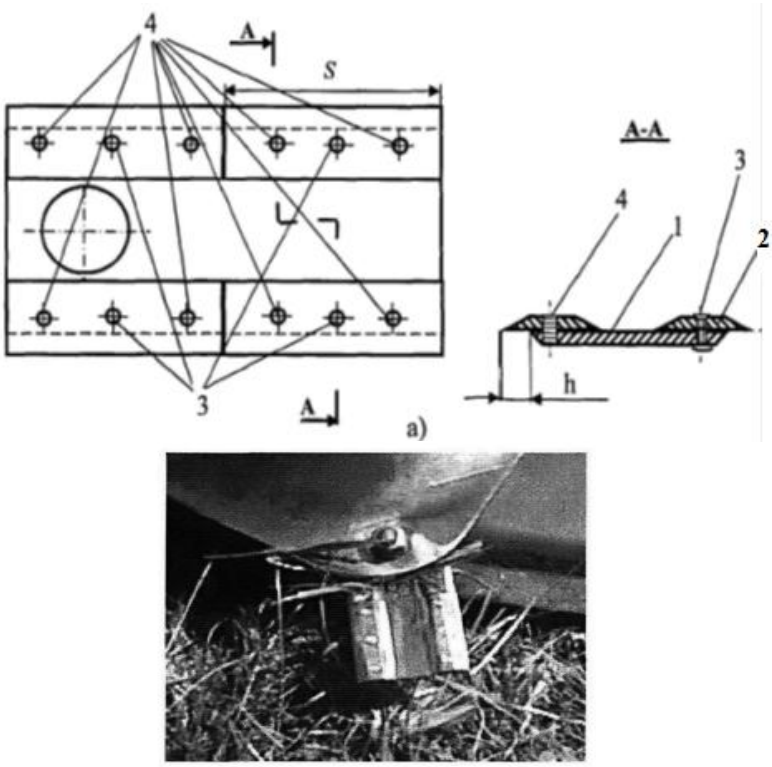
Для кошения трав на заливных лугах, с большим количеством пожнивных остатков, наличием кочек находит применение модернизированная ротационная косилка КРН-2.1, предназначена для скашивания трав с укладкой скошенной массы в прокос. Косилка агрегатируется с тракторами тягового класса 0,9 – 1,4 кН которые получили большое распространение в небольших хозяйствах области.

Режущий аппарат косилки содержит брус с роторами, на каждом из которых установлено по два усовершенствованных ножа. Роторы косилки установлены на вертикальных осях. Каждая пара роторов вращается во встречном направлении и укладывает стебли в прокос в виде двух потоков скошенной массы.

Существующие ножи большинства ротационных косилок представляют

собой прямоугольные пластины из легированной стали и имеющие заточку по большей стороне пластины. Их основной недостаток - достаточно быстрый износ режущих кромок, что требует периодической их заточки [4]. Механизаторы выполняют заточку в полевых условиях электрифицированным инструментом с низким качеством, а возить ножи на заточку в стационарные мастерские на значительные расстояния от убираемого участка экономически не выгодно, так как приводить к росту непроизводительных затрат времени и средств.

Предложена конструкция [4] усовершенствованного ножа позволяет повысить срок ножей до момента следующей заточки и уменьшить непроизводительные потери времени и может быть использована на роторных косилках с различным числом роторов. Усовершенствованный нож (рисунок 1) для ротационных косилок является сборной конструкцией, состоящей из основания 1 и режущих накладок 2.



б)

а) схема; б) общий вид

Рисунок 1– Усовершенствованный нож для ротационной косилки (поз. в тексте)

Прямоугольное основание 1 (из конструктивной стали 5), с закрепленными на его больших сторонах режущими накладками 2 (легированная сталь 65ХГР), имеющими заточку по двум сторонам и возможность поворота при замене рабочей режущей кромки, выполнено с жестко закрепленными штифтами 4, на которые установлены режущие накладки, и с отверстиями, расположенными между штифтами, для осуществления фиксации основания и накладок с помощью заклепочного

соединения. Кроме того, заклепка 3 выполнена с односторонней потайной шляпкой и полой внутри. Режущая кромка накладок выступает за край основания на величину h = 7…10 мм. Рабочим является одно лезвие одной накладки. Второе лезвие и остальные накладки являются запасными. Возможно применение конструкции усовершенствованного ножа с установленными двумя режущими накладками, что позволит несколько снизить его момент инерции относительно оси шарнира.

Комплект опытных ножей применялся в КФХ «Голиков Д.Е.» Спасского района Рязанской области на кошение естественных сенокосов. Но изменение габаритов и массы ножей, вызывает необходимость в теоретическом определении мощности на привод серийной ротационной косилки, для проверки её надежности.

На рисунке 2 схематично изображен ротор 1 и нож 2, на который действует распределенная нагрузка q. Вследствие высоких оборотов ротора и небольшой рабочей зоны ножа s нагрузку на нож можно принять равномерно распределенной [5].

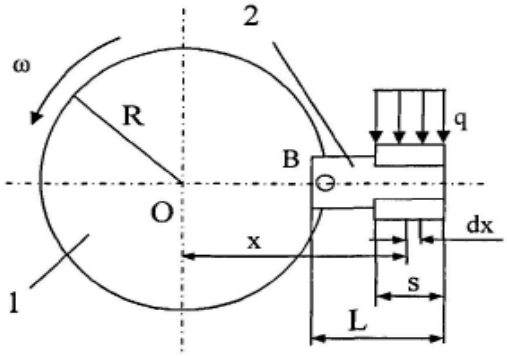


Рисунок 2 – Схема распределения нагрузки на нож ротора

Рассмотрим элементарный участок ножа длиной dx, находящийся на расстоянии x от центра ротора. На этот участок действует элементарная сила

$$dQ = q \cdot dx. \tag{1}$$

Для вычисления равнодействующей Q приведенное выражение необходимо проинтегрировать на участке действия распределенной нагрузки. Имеем:

$$Q = \int_{R+L-S}^{R+L} q(x)dx \text{ ,H.} \tag{2}$$

Момент элементарной нагрузки на нож относительно оси вращения ротора равен:

$$dM = xdQ = qxdx \text{ ,Н·м,} \tag{3}$$

где q – распределенная нагрузка, Н/м.

Момент равнодействующей нагрузки на нож:

$$M = \int_{R+L-S}^{R+L} qxdx = q(R + L - 0{,}5S)S \tag{4}$$

где S–зависимость рабочей зоны ножа от угла поворота ротора.

Так как ее изменение носит периодический характер, то данную зависимость аппроксимируют синусоидой, которая показана линией (рисунок 3), используя программу Mathcad. Получим:

$$S = 6\sin(0{,}0155\varphi + 0{,}1),\ см \qquad (5)$$

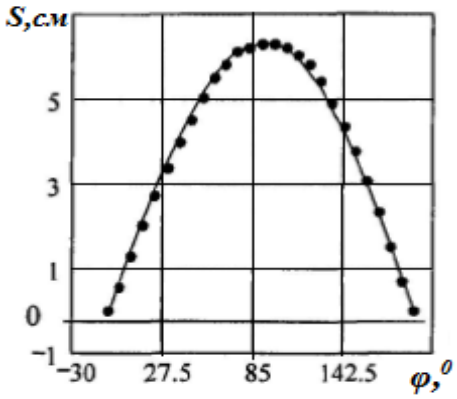


Рисунок 3 – Графическая зависимость изменения рабочей зоны ножа от угла поворота ротора

Тогда зависимость момента нагрузки на один нож (рисунок 4а) от угла поворота ротора φ равна:

$M(\varphi) = Q \cdot S(\varphi)(R + L - 0{,}5S(\varphi)), Н{\cdot}м$ при $0 \le \varphi \le 184^0$;

$M(\varphi)=0$ при $184^0 \le \varphi \le 360^0$.

Соответственно для двух ножей на роторе необходимо угол φ сместить на π:

$M_{12(\varphi)} = (M_{11(\varphi)} + 180^0)$,

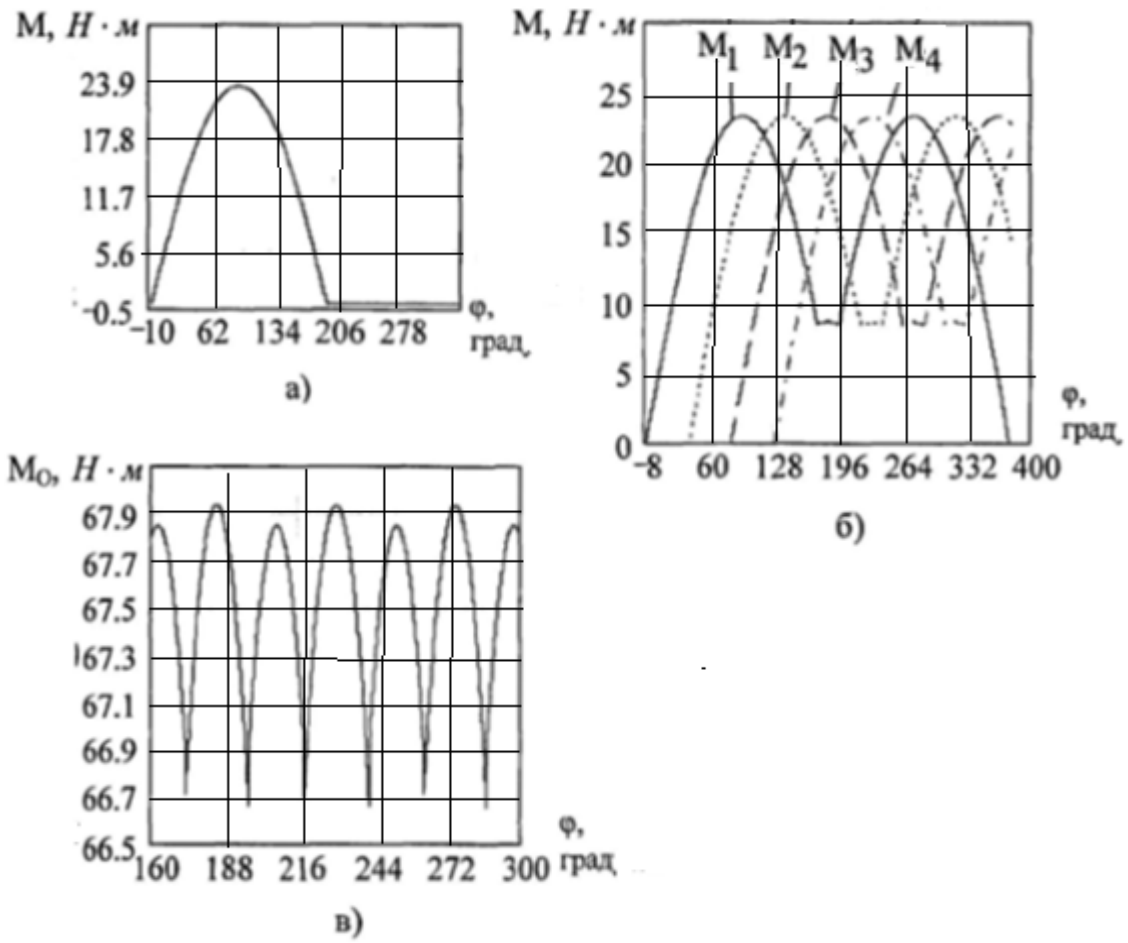
где M_{11}, M_{12} – моменты нагрузки на 1-ый и 2-ой нож одного ротора соответственно.

Для оценки мощности, затрачиваемой на резание косилкой в целом, необходимо подсчитать суммарный момент, затрачиваемый на резание растений [4]. Для уменьшения пульсаций суммарного момента на приводном валу косилки, необходимо при настройке обеспечить угол смещения каждого ротора относительно другого на 45° (для косилки КРН-2,1 с четырьмя роторами, рисунок 4б), где M_1, M_2, M_3, M_4 моменты нагрузки на 1-ом, 2-ом, 3-ем, 4-ом роторах соответственно. Для косилок типа Strige – 2800 производства ГК РОСТСЕЛЬМАШ с 6 роторами угол смещения должен составить 30°.

На примере косилки КРН-2,1 складывая все моменты, получают график суммарного момента, показанный на рисунке 4 в, и формулу:

$$M_0 = M_{1(\varphi)} + M_{2(\varphi+45^0)} + M_{3(\varphi+90^0)} + M_{4(\varphi+135^0)} \qquad (6)$$

По представленной формуле можно определить размах пульсации и его среднее значение. Для косилки КРН-2,1 максимальное значение суммарного момента равно 67,9 Н·м, минимальное 66,65 Н·м, а среднее – 67,52 Н·м; размах пульсации составляет 1,25 Н·м.



а) момент нагрузки на один нож; б) моменты нагрузки на 1-ом, 2-ом, 3- ем, 4-ом роторах соответственно; в) суммарный момент от сил резания.

Рисунок 4 – Зависимость момента сил резания от угла поворота ротора

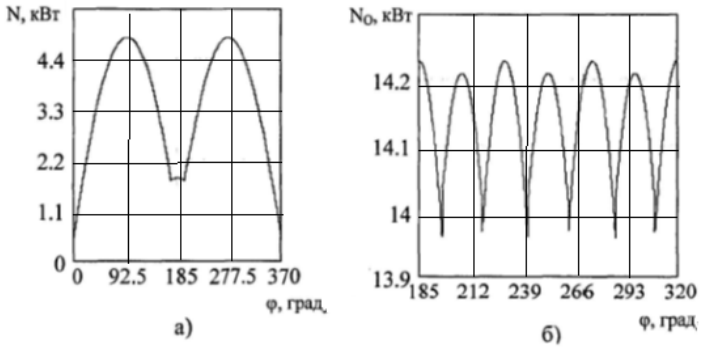
Подобное смещение роторов не составляет затруднений для косилок с шестеренчатым приводом, в то время как для косилок с ременным приводом роторов из-за скольжения ремня и некоторого различия сил резания происходит постепенное смещение заданных углов расстановки роторов друг по отношению к другу.

Наиболее неблагоприятным будет случай, когда все роторы не будут смещены друг по отношению к другу, т. е. фаза смещения равна нулю. При этом будет происходить резание одноименными ножами роторов, и суммарный момент резания будет равен сумме четырех моментов резания одного ротора.

Мощность, затрачиваемая на преодоление нагрузки от сил резания при кошении:

$$N = M\omega, \quad кВт \tag{7}$$

где ω – угловая скорость вращения ротора (рад/с).



а) мощность на одном роторе; б) суммарная мощность на роторах

Рисунок 5 – Зависимость мощности, затрачиваемой на преодоление нагрузки от угла поворота ротора

Аналогично найдется мощность, затрачиваемая на преодоление нагрузки одним ротором и на приводном валу косилки (соответственно рисунки 5а и б).

Максимальная суммарная мощность, затрачиваемая на преодоление нагрузки на приводном валу, равна 14,23 кВт, минимальное значение – 13,96 кВт, среднее – 14,14 кВт, размах пульсации составляет 0,27 кВт.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать вывод, что предлагаемые ножи могут быть использованы на серийных косилках без изменения их конструкций, а предложенная методика применима при обосновании параметров универсальных ротационных косилок и определении потребной мощности трактора на привод.

Библиографический список

1. Барабаш, Г.И., Ли, Л.Б. Заготовка сенажа. [Текст] – М.: Росагропромиздат, 1990. – 96 с.

2. Гульцев, В.С., Щербинина, Г.П. Хранение сена в хозяйствах. [Текст]- М.: Колос, 1970. - 111 с.

3. Завражнов, А.И., Николаев, Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. [Текст]– М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

4. Корнилович, Р.А. Расчет показателей работы ротационных косилок[Текст] /Р.А. Корнилович// Тракторы и сельскохозяйственные машины, №8, 2006. – С. 33-35.

5. Красовский, В.В. Обоснование параметров и режимов работы косилки для скашивания сидератов в междурядьях многолетних насаждений [Текст]/ В.В. Красовский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2015. – Вып. 6 (56). – С.79–81.

6. Крыгина, Е.Е. Технология и технические средства заготовки сенажа [Текст]// Е.Е. Крыгина, С.Е. Крыгин// Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 1. - С. 201-206.

7. Маркова В.Е., Ушакова Е.Ю. Перспективы развития системы кормопроизводства Рязанской области [Тест] - Вестник Рязанского

государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2009. № 3. С. 4-6.

8. Морозов, И.А. Ротационный режущий аппарат[Текст]// И.А. Морозов, М.В. Орешкина, С.Е. Крыгин. Патент на полезную модель RUS 47168 27.12.2004

9. Особов, В.И. Механическая технология кормов /В.И. Особов. [Текст] – М.: Колос, 2009. – 344 с.

10. Хатунцев, В.В. Технология и косилка для мульчирования приствольных полос в интенсивных садах[Текст]/: дисс. … канд.техн. наук В.В. Хатунцев.– Мичуринск, 2009.– 161 с.

11. Анализ методов разработки технических систем [Текст] / Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, В.В. Коченов и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях: Материалы III Международной научной конференции. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГТУ, 2016. – С. 74-78.

12. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов [Текст] / В.В. Коченов, Н.Е. Лузгин, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 98-102.

УДК 631.87

Горячкина И.Н., к.т.н.,
Дрожжин К.Н., к.с/х.н.
Рембалович Г.К., д.т.н.
Безносюк Р.В., к.т.н.
Костенко М.Ю., д.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ БИОПРЕПАРАТОВ И ГУМИНОВЫХ ПРОДУКТОВ

От качества семенного материала в значительной степени зависят урожайность сельскохозяйственных культур и потери в процессе производства. Величину урожая определяют не только сорт, отсутствие сорной примеси, высокая энергия прорастания и всхожесть, но и питание растений. Искусственное обогащение различными биопрепаратами и гуминовыми продуктами позволяет повысить улучшить элементы продуктивности и структуру урожая.

Рынок биопрепаратов находится на стадии бурного роста. Наиболее крупными производителями биологических средств защиты растений являются ООО ПО «Сиббиофарм» (г. Бердск, Новосиб. обл.), ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» («Россельхозцентр»), ООО «НВП «Башинком» (г. Уфа), ЗАО «Агробиотехнология» (г. Москва), ЗАО ТПК «Техноэкспорт» (пос. Скоропусковский, Моск. обл.). На их долю приходится около 70%

продаж: как в натуральном, так и в денежном выражении. ПО «Сиббиофарм» – единственное в стране крупнотоннажное предприятие, производящее препараты микробного синтеза.

По данным на 2018 г. на территории РФ зарегистрированы и разрешены к использованию свыше 40 биологических препаратов для защиты растений и регуляторов роста. Из них около 50% приходится на долю биологических фунгицидов [4,с. 2572-2668].

Существует несколько способов классификации биопрепаратов. Можно классифицировать по природе активного начала, подразделяя на биопрепараты на основе: бактерий, микроскопических грибов, вирусов, микробных метаболитов и т.д.

Наиболее распространенным методом, как и для химических пестицидов, является классификация биопестицидов по объекту, на который направлено действие препарата. В основу подобной классификации легло название химических пестицидов с приставкой «био». В данном случае биологические препараты, используемые в растениеводстве, подразделяют на биоинсектициды (препараты против насекомых-вредителей), биоакарициды (против растительноядных клещей), бионематициды (против фитопатогенных нематод), биофунгициды (против грибных и бактериальных фитопатогенов), биогербициды (против сорных растений), биородентициды (против грызунов), биоудобрения и регуляторы роста растений.

Согласно сведениям, изложенным в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» (2018) к препаратам микробиологической природы, т.е содержащих микроорганизмы и/или продукты их метаболизма относятся:

– биоинсектициды и биоакарициды: Лепидоцид (активное начало – Bacillusthuringiensisvar. kurstaki), Битоксибациллин (Bac. thuringiensisvar. thuringiensis), Биостоп (Bac. thuringiensis,Streptomycessp., Beauveriabassiana), Зеленый барьер (Bac. bassiana), Биоверт (Lecanicilliumlecanii, штамм В-80), Метаризин (Metarhiziumanisopliae Р-72), Фитоверм и Фитоверм Форте (Аверсектин С – природная смесь четырех авермектинов В1а, А1а, А2а, В2а, продуцируемая микроорганизмами Str. avermectilis), Акарин (Авертин-N – фактически аналог аверсектина-С, отличающийся только штаммом продуцента), ФермоВирин ЯП и Мадекс Твин (Вирус гранулёза яблонной плодожорки), Хеликовекс (Вирус ядерного полиэдроза хлопковой совки)[4, с.2518-2568];

– биородентициды: Бактороденцид (активное начало – Salmonellaenteritidisvar. Issatchenko, 29/1) [4, с.2571-2572];

– биофунгициды: Оргамика С (активное начало – Bac. amyloliquefaciens, штамм OPS-32), Фитоспорин-М (Bac. subtilis, штамм 26 Д), Алирин-Б (Bac. subtilis, штамм В-10 ВИЗР), Бактофит (Bac. subtilis, штамм ИПМ 215), Гамаир (Bac. subtilis, штамм М-22 ВИЗР), Витаплан (Bac. subtilis, штамм ВКМ-В-2604D, Bac. subtilis, штамм ВКМ-В-2605D), БисолбиСан (Bac. subtilis, штамм Ч-13), Споробактерин (Bac. subtilis; Trichodermaviridae, штамм 4097),

Псевдобактерин-2 (Pseudomonasaureofaciens, штамм BS 1393), Псевдобактерин-3 (Ps. aureofaciens, штамм ВКМ В-2391Д), Елена (Ps. aureofaciens, штамм ИБ51), Ризоплан (Ps. fluorescens, штамм АР-33), Глиокладин (Tr. harzianum, штамм 18 ВИЗР), Стернифаг (Tr. harzianum, штамм ВКМ F-4099D), Трихоцин (Tr. harzianum, штамм Г 30 ВИЗР), ТриходермаВериде 471 (Tr. veridae, штамм 471), Полар 50 (Комплекс полиоксинов – продуцент Str. cacaoi); Фитоплазмин (Макролидныйтилозиновый комплекс – продуцент Str. fradiae), Альбит (Поли-бетагидроксимасляная кислота – продуценты Bac. megaterium и Ps. aureofaciens, магний сернокислый, калий фосфорнокислый двухзамещенный, калий азотнокислый, карбамид), Фитолавин (Фитобактериомицин – комплекс стрептотрициновых антибиотиков – продуцент Str. lavendulae) [4, с.2572-2668];

– регуляторы роста растений: Агростимулин (активное начало – 2,6-диметилпиридин-N-оксид, продукты метаболизма симбионтного гриба Cylindrocarponmagnusianum), Эмистим (продукты метаболизма симбионтного гриба Acremoniumlichenicola), Бинорам (Ps. fluorescens, штаммы 7Г, 7Г2К, 17-2), Мицефит (Продукты метаболизма эндофитного гриба Myceliumradicesvar. Ledum, штамм НЖ-13), ОберегЪ, Биодукс (арахидоновая кислота – продуцент Moriterellaalpine), Иммуноцитофит (этиловый эфир арахидоновой кислоты), Рибав-Экстра (L-аланин, продуцент Ps. dacunhae, L-глутаминовая кислота), Агат-25К (3-индолилуксусная кислота, продуцент Ps. mendocina, α-аланин – продуценты актиномицеты (Str. tyoideus, Str. avicolustus и др.), представители рода Brevibacterium (Br. amylolyticurn, Br. monoflageium) и Corynebacterium, α-глутаминовая кислота) [4, с.2668-2847];

– микробиологические удобрения: Агрибактер, Агрика, Агринос, Азофикс, Азофит, Агробиовит, Атлант, БакСиб, Азотовит, Инбио-Фит, Легум Фикс. Бактофосфин, Биокомплекс-БТУ, Биокомпозит-коррект, Бионур, Азолен, Никфан, Нитрагин КМ, Восток ЭМ-1, Инокулянт для сои НППЛ, Микобакт, Микогель, БиоБеСтА, Биогор, Геостим, Бисолби-Плант, Байкал ЭМ-1, Ургаса, БСка-3, Минерал 22, Нитрагин, НитроЗлак, НитроМаис, Нитрофикс, Ноктин А, Органит, Биовайс, РИЗОБАКТ, Ризоверм, Ризолайн, Ризолик Топ, Ризоформ, Экстрагран, БИЭМ, Ультрастим, Фосфатовит, ХайКоут Супер Соя, ХайСтик Соя, ЭКОпроп, ЭКО 3С, ЭКОсид Зерновые, Экофит, Эффект био [4,с.2939-2945].

В каталоге большое место отводится удобрениям на основе гуминовых кислот. Среди них можно выделить: Агрифул, Берес-4 супергумат с микроэлементами, Берес-8 супергумат с фульвокислотами и микроэлементами, Гумат+7, Гумат калия, Гумат калия-натрия «Эдал КС», Гумат Плодородие, Контур гумат, Гумат натрия, Гумимакс, Гуминатрин с микроэлементами, Гуми, гуматизированное удобрение на основе золы, гумино-минеральное удобрение «Гумат», гумино-минеральный комплекс «Гумиком», гуминовое удобрение с микроэлементами «Сахалинские гуматы», Гумистим, «Супер Гумисол», «Питер Пит», «Рефлекс», Гумэл-Люкс,Лигногумат, Лигнас, Макс СуперГумат Форте, Реасил, Росток, «Сила Жизни», сухое торфо-гуминовое удобрение «Фитоп-Флора-С», «Флора-С», Гумилайф, Энерген Экстра, «Живая почва»,

«Заокский», Эдагум СМ, «Биоплант Флора», ФульвоГумат, «Эдем», Энерген-аква[4, с.2950-2959].

Анализируя свойства биологических препаратов и гуминовых продуктов, а также изучив необходимые условия и приёмы агротехники, можно выделить ряд значительных преимуществ использования данных препаратов.

Пожалуй, одним из основных плюсов применения биопрепаратов является эффект от деструкторов пожнивных остатков. Данные препараты способствует повышению содержания гумуса в почве, улучшают её физико-химические свойства и способствуют накоплению биологического азота[3, с. 73-78].

В защите растений основа биопрепаратов – биологические агенты – регулируют численность вредных видов в природе без участия человека. Внесение биопрепарата может осуществляться двумя способами: 1) однократное внесение препарата в расчете на быстрое размножение микроорганизма-продуцента (энтомопатогена, антагониста фитопатогенов и др.); 2) не менее чем двукратное применение биопрепарата по типу инсектицида, фунгицида и т.д.

Первый способ применения относится к эпизоотийному направлению. Он заключается во введении патогена в популяцию насекомых, ранее не подверженному его влиянию. В этом случае возникает эпизоотия, широко распространяющаяся в популяции насекомых-вредителей в основном горизонтальным путем (от насекомого к насекомому).

Более надежным является второй способ регуляции численности насекомых – по типу биологического инсектицида. Он заключается в 2–3-кратной обработке препаратом с определенной инфекционной нагрузкой. В этом случае получают относительно быстрый эффект сдерживания численности объекта, не дожидаясь развития эпизоотии.

При выращивании злаковых и технических культур использование минерального азота гораздо меньше, чем биологического, так как азот из минеральных удобрений может вымываться или выветриваться. В то время как даже малая доза биологического азота полностью покрывает потребность растений в этом элементе за счёт того, что азот связывается бактериями и становиться легко доступным для питания. Вследствие этого значительно повышается урожайность возделываемых культур[1, с. 88-93; 3, с. 39-42].

Биологические препараты имеют невысокую цену. Затраты на 1га минимальны. Зато экономический эффект, в зависимости от выращиваемых культур, повышается в разы.

Использование биологических препаратов вместе с минеральными удобрениями, позволяет практически вдвое снизить дозу их внесения, так как бактерии препаратов повышают усвояемость растениями микроэлементов, путём увеличения объёма корневой системы и её адсорбирующей активности. Вследствие этого и происходит активизация усвоения элементов питания.

Бактерии, являющиеся составной частью препаратов, способны привлекать нитраты почвы к метаболизму. Из них образуются аминокислоты и

белки. Полезная микрофлора, входящая в состав препаратов, способствуют наиболее полному раскрытию потенциала сорта, что относится как к количественным, так и к качественным показателям сельхозпродукции (многолетними испытаниями доказано увеличение содержания клейковины в зерновых, сахара в сахарной свекле, масла в подсолнечнике и пр.). Кроме того, растения не накапливают нитратов и нитритов.

Бактеризация улучшает фосфорное питание растений, переводя труднорастворимые соединения фосфора в легкодоступные формы. Особенно это актуально для чернозёмных почв.

Промышленные гуминовые препараты, получаемые из природных ресурсов (угля, торфа, донных отложений, органических отходов и др.), в значительной степени наследуют свойства гуминовых веществ исходного сырья, поэтому по функциональной активности действуют как мелиоранты, препараты для детоксикации, ремедиации, рекультивации деградированных и загрязненных почв, а также стимуляторы роста растений (улучшается питание и дыхание растений, прорастание семян, увеличивается длина и биомасса проростков, усиливается ферментативная активность, сокращается поступление в растения тяжелых металлов и радионуклеидов) [1, с. 88-93; 2, с. 73-78].

Кроме того, большим плюсом применения биологических препаратов является технология их использования: она достаточно проста и не требует дополнительных затрат на приобретение специальной техники. Обработка семян биопрепаратами проводится механизировано в день посева или накануне, с применением существующих машин для протравливания. В небольших хозяйствах возможна ручная обработка, в том числе с применением опрыскивателей [5; 6; 7].

Умелое использование уже созданного набора биопрепаратов в состоянии не только положительно воздействовать на экологическую ситуацию, но и повысить результативность агропроизводства.

Библиографический список

1. Анализ применения различных видов гуматов и способов их использования при возделывании картофеля [Текст]/М.Ю. Костенко, И.А. Горячкина, В.С. Тетерин, Н.Н. Гапеева и др.// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 3(39). – С. 88-93.

2. Богданчиков, И.Ю. Результаты исследований по вопросам дифференцированного внесения рабочего раствора в устройстве для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 4 (32). – С. 73-78.

3. Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин // Вестник

Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 1. – С. 39-42.

4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, Минсельхоз России, Москва, 2018. – С. 2971.

5. Пат. РФ №2554770. Способ обработки рабочих поверхностей дезинфицирующим раствором с помощью водяного пара и установка для его осуществления / Горячкина И.Н., Костенко М.Ю., Мельников В.С., Тетерин В.С. – Опубл. 27.06.2015, Бюл. №18.

6. Пат. РФ №158282. Установка для обработки корнеклубнеплодов растений перед посадкой или закладной на хранение/ Костенко М.Ю., Тетерин В.С., Мельников В.С., Костенко Н.А., Горячкина И.Н., Соколов Д.О. – Опубл. 02.12.2015, Бюл. № 36.

7. Пат. РФ № 142474. Установка для обработки рабочих поверхностей дезинфицирующим раствором с помощью водяного пара / Мельников В.С., Костенко М.Ю., Горячкина И.Н. – Опубл. 27.06.2014, Бюл. №18.

8. Результаты применения биопрепаратов в агрегате для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, К.Н. Дрожжин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – №2. – С. 81-86.

9. Майорова Ж.С., Д.В. Майоров. Эффективность гуминовой кормовой добавки при выращивании ремонтных телок. Сб.: Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: Материалы II Международной научно-практической конференции. 2016. С. 108-111.

10. Торжков Н.И., Туников Г.М., Майорова Ж.С. Исследование острой токсичности гуминовой кормовой добавки. Сб.: Фундаментальные исследования. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А Костычева». 2015. № 2-14. С. 3121-3125.

11. Фитопрепарат для инактивации микотоксинов, возникающих в зерновой массе [Текст] / И.А. Кондакова, В.И. Левин, И.П. Льгова, Ю.В. Ломова // Вестник рязанского агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань, 2018. – № 4 (40). – С. 18-23.

12. Старцева, А.А. Влияние биопрепаратов Экстрасол и Бисолбифит на баланс азота при выращивании ярового ячменя в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ [Текст] / А.А. Старцева, Г.Н. Фадькин, Я.В. Костин // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. - 2013. - № 5. - С. 135-140.

13. Нанобиопрепараты в технологии производства яровой и озимой пшеницы [Текст] / Назарова А.А., Полищук С.Д., Чурилов Д.Г., Доронкин Ю.В. // Сахар. - 2016. - № 12. - С. 22-26.

УДК 632.08

Горячкина И.Н., к.т.н.,
Костенко М.Ю., д.т.н.,
Рембалович Г.К., д.т.н.
Безносюк Р.В., к.т.н.
Тетерина О.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ

Для обработки посевного материала сельскохозяйственных культур, а также самих растений в процессе вегетации используют различные машины и аппараты. Рассмотрим на примерах основные виды.

Опрыскиватели – служат для уничтожения вредителей и болезней при помощи рабочей жидкости и подразделяются на специализированные и универсальные. В зависимости от размера частиц и количества вносимого вещества различают: крупно-, средне-, мелкокапельное и аэрозольное опрыскивание. По степени дисперсности распыливания и нормам внесения на единицу обрабатываемой площади различают полно-, мало- и ультрамалообъемные опрыскиватели. По типу конструкции самыми распространенными считаются два типа распыливающих устройств опрыскивателей – штанговые и вентиляторные [2, с.73-78; 3, с. 39-42; 4; 9].

Наиболее применимы полнообъемные и малообъемные опрыскивания, которые осуществляют в основном навесными и прицепными тракторными опрыскивателями [4; 10]. В качестве примера можно рассмотреть штанговый опрыскиватель "Гварта-4" (рис. 1)

Рисунок 1 – Общий вид опрыскивателя "Гварта-4"

Полнообъемное и малообъемное опрыскивание имеет недостатки. В зоне обработки осаждается лишь 20…70% распыливаемых препаратов. Необоснованный перерасход препаратов и загрязнение окружающей среды из-за неравномерности распределения капель на обрабатываемой поверхности. Капли размером 350…880 мкм меньше подвержены сносу ветром, но неравномерно распределяются на поверхности. Они в основном

концентрируются по краям листьев и в нижней части растений, вызывая их ожоги. Капли размером 50-60 мкм более равномерно покрывают поверхность, лучше удерживаются на листьях и стеблях, проникают в крону. Но они сильнее сносятся ветром по сравнению с крупными каплями [5; 7].

Для обработки небольших участков посевов и культур применяют ранцевые и ручные опрыскиватели [4; 10]. Недостатком при использовании таких опрыскивателей можно считать риск контакта человека с концентрированными рабочими растворами химических препаратов.

Для получения низкодисперсного аэрозоля (холодного тумана) может применяться, например, ранцевый механический опрыскиватель Solo 433H, оборудованный вентилятором (рис. 2).

Рисунок 2 – Общий вид опрыскивателя Solo 433H

Данный опрыскиватель имеет высокую скорость потока воздуха, которая способствует диспергированию рабочей жидкости в сопле. Подача препарата регулируется позиционным вентилем.

Опыливатели – служат для борьбы с вредителями и болезнями при помощи порошка или пыли. Они бывают ранцевые, тракторные, авиационные. В зависимости от обрабатываемой культуры опыливатели снабжаются распыливающими наконечниками различных типов: трапециевидными (щелевидные), ложечными, секирообразными и комбинированными [4; 9].

Процесс опыливания менее трудоемкий и более производительный, чем опрыскивание, но из-за плохой фиксации препарата к листьям увеличивается его расход, а при даже незначительном ветре операция становится невозможной из-за сдувания препарата с листьев.

Аэрозольные генераторы – применяются для борьбы с болезнями и вредителями при помощи тумана (аэрозоля). Они образуют частицы жидкого или твердого вещества, взвешенные в газовой среде. Аэрозоли получают механическим, термическим или термомеханическим способом. Бывают ранцевые, тракторные, автомобильные, авиационные [1, с. 88-93].

Можно выделить механические аэрозольные установки (генераторы) диспергационного типа. Например, ЦАГ-2. Принцип работы основан на получении аэрозоля за счет попадания распыляемой жидкости на вращающийся с высокой скоростью рабочий диск.

Генераторы холодного тумана обладают рядом недостатков: низкая дисперсность, высокий расход дезинфицирующих средств.

Большое распространение получили парогенераторы и генераторы горячего тумана (рис. 3).

Рисунок 3 – Общий вид генератора горячего тумана GreenFogBF-130

Эффективность обработки горячим туманом зависит от времени воздействия и равномерности подачи [5; 6; 7; 8; 9].

Аэрозольная обработка имеет преимущества: незначительный расход препарата на 1 га (1 т); равномерность распределения по поверхности; большая производительность и площадь захвата, возможность обработки на значительном расстоянии; сокращение сроков обработки [1, с. 88-93; 8; 9].

К недостаткам аэрозольной обработки можно отнести: сложность управления процессом в случае изменения направления и скорости ветра, безветрии; плохое оседание облака тумана на обрабатываемую поверхность при неблагоприятных атмосферных условиях; применения химических препаратов вызывает необходимость введения защитных санитарных зон вокруг обрабатываемых участков и опасность поражения аэрозолем полезных насекомых и птиц [4].

Протравливатели – используют для обеззараживания посевного материала с целью предотвращения заболеваний сухим, полусухим, мокрым, мелкодисперсным и термическим способами. Бывают передвижные и стационарные. По механизму перемешивания семян с препаратом разделяют протравливатели шнекового, барабанного и камерного типов [4; 10].

В протравителях барабанного типа обработка посевного материала осуществляется во вращающемся барабане. В качестве примера можно рассмотреть установку Клен-ПСБ-10 (рис. 4).

Рисунок 4 – Общий вид протравливателя Клен-ПСБ-10

К недостаткам устройств подобного типа относятся: неудовлетворительное качество смешивания препарата и обрабатываемого зерна, небольшая производительность, громоздкость и материалоемкость конструкции [10].

В протравливателях шнекового типа протравливание семян происходит в корпусе шнека путем смешивания зерна с рабочим раствором протравливателя при их перемещении шнеком. В настоящее время применяется шнековый протравливатель ПНШ-3 (рис. 6).

Рисунок 6 – Протравливатель семян ПНШ – 3

Основными недостатками шнековых протравливателей является небольшая производительность, низкое качество протравливания, травмирование семян, при этом шнек является основным травмирующим рабочим органом в протравливателях данного типа [10].

К устройствам камерного типа относится протравливатель ПС-10АМ, который получил широкое распространение как на территории Российской Федерации, так и в странах ближнего зарубежья [4].

К основным минусам протравливателей камерного типа принадлежат неравномерность обработки семян по причине, что максимальная часть потока протравителя оседает на внутренней стороне потока зерна, что ведет к некачественному их покрытию препаратом, время обработки малосущественно, плохое перемешивание семян с протравителями и травмирование зерна при выгрузке выгрузным шнеком [10].

Библиографический список

1.Анализ применения различных видов гуматов и способов их использования при возделывании картофеля [Текст]/М.Ю. Костенко, И.А. Горячкина, В.С. Тетерин, Н.Н. Гапеева и др.// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 3(39). – С. 88-93.

2.Богданчиков, И.Ю. Результаты исследований по вопросам дифференцированного внесения рабочего раствора в устройстве для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 4 (32). – С. 73-78.

3.Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 1. – С. 39-42.

4.Кленин, Н. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Электронный ресурс] / Н. Кленин В. Егоров, // Колос С, – 2005. Режим доступа http://k-a-t.ru/sxt/3-zashita2_PS-10/index.shtml.

5.Пат. РФ №2554770. Способ обработки рабочих поверхностей дезинфицирующим раствором с помощью водяного пара и установка для его осуществления / Горячкина И.Н., Костенко М.Ю., Мельников В.С., Тетерин В.С. – Опубл. 27.06.2015, Бюл. №18.

6.Пат. РФ №158282. Установка для обработки корнеклубнеплодов растений перед посадкой или закладной на хранение/ Костенко М.Ю., Тетерин В.С., Мельников В.С., Костенко Н.А., Горячкина И.Н., Соколов Д.О. – Опубл. 02.12.2015, Бюл. № 36.

7.Пат. РФ № 142474. Установка для обработки рабочих поверхностей дезинфицирующим раствором с помощью водяного пара / Мельников В.С., Костенко М.Ю., Горячкина И.Н. – Опубл. 27.06.2014, Бюл. №18.

8.Тетерина О.А. Установка для нанесения аэрозоля гуматов в потоке сельскохозяйственной продукции [Текст] / О.А. Тетерина, И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, И.А. Юхин // Вестник ВИЭСХ. – 2017. – № 4 (29). – С. 124-128.

9.Тетерина О.А. Установка для обработки корнеклубнеплодов аэрозолем гуматов в потоке [Текст] / О.А. Тетерина, И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, И.А. Юхин // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. – № 4 (25). – С. 269 – 273.

10.Шамаев Г.П. Механизация защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней [Текст] / Г.П. Шамаев, С.Д Шеруда // М., Колос, 1978. – 256 с.

УДК 550.388.2

Гусейнов Р.Т.,
Егоркина О.С.,
Клопова О.О.,
Никитова Е.В.,
Никитин А.Е.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

МЕХАНИЗМЫ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОМ МАШИН НА ОСНОВЕ ГЛОНАСС/GPS ТЕХНОЛОГИЙ

В настоящее время ряд отечественных компаний обладают разработками и успешно внедряют в производство многоотраслевые решения на базе спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС для нужд: пассажирского транспорта (например, перевозка обучающихся и муниципальный транспорт); служб экстренного реагирования (полиция, скорая помощь, росгвардия, службы министерства чрезвычайных ситуаций); строительная отрасль; грузовые перевозки; жилищно-коммунального хозяйства (уборочная техника и вывоз твердых бытовых отходов); топливно-энергетического комплекса (перевозка горюче-смазочных материалов).

Однако, существующая бортовое навигационно-связное оборудование не в полной мере приспособлено для использования в сельском хозяйстве.

Готовые технические решения в том виде, в котором они представлены на рынке навигационных и мониторинговых услуг, использовать для решения задач мониторинга и управления парком машин и земельными ресурсами агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности зачастую затруднительно [4, 9].

Для разработки отраслевого ГЛОНАСС решения в интересах агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности необходимо провести научно-исследовательские работы и выполнить опытно-конструкторские работы, имеющие следующие цели.

Цель научно-исследовательской работы – разработка предложений по задачам, решаемым региональной системой мониторинга и управления парком машин и земельными ресурсами на основе ГЛОНАСС/GPS технологий для агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности.

Цель опытно-конструкторских работ – разработка научно-обоснованной методики функционирования и взаимодействия в единой системе средств ГЛОНАСС для решения задач агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности, а также уточнение технического облика и состава платформы бортовой навигационно-связной и информационно-управляющей системы (для реализации разработанной методики функционирования).

Таким образом, исходя из задач, решаемых системой в интересах агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности,

необходимо создать опытный образец, навигационно-связного оборудования, адаптация которого к условиям использования будет выполнена на стадии проектирования, а полученный в результате промышленный образец станет шаблоном для массового производства и внедрения.

Начиная с 2010 года группой ученых РГАТУ, на базе малого инновационного предприятия «Агронасс», ведутся научные исследования по вопросам применения спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС в агропромышленном комплексе. На транспортной, военной и сельскохозяйственной технике прошло тестирование нескольких видов навигационно-связного оборудования [1, 2, 3, 5]. Наиболее близким к проектируемому комплексу явилось оборудование на платформе Cyber Fleet, Cyber Monitor, Fort Monitor.

Таблица 1 – Мероприятия разрабатываемой программы, источники ресурсного обеспечения, в том числе бюджетных ассигнований федерального бюджета [4].

№ п/п	**Мероприятия**	**Источники ресурсного обеспечения**	**Взаимосвязь мероприятия и ожидаемых результатов с целевыми индикаторами**
1	2	3	4
1	Назначение ответственных лиц программы. Разработка, рассмотрение, согласование и утверждение документации о программе: руководящих положений, номенклатуры дел, должностных инструкций.	Средства лица инициировавшего программу, государственные программы развития финансирования на федеральном и региональном уровнях	Документальное обеспечение деятельности, конкретизация этапов реализации программы в условиях намеченного хозяйствующего субъекта.
2	Приобретение, монтаж и настройка аппаратно-программного обеспечения, абонентских терминалов системы спутникового контроля и мониторинга	Государственные программы развития финансирования, субсидии сельхозпроизводителям, средства заинтересованных инвесторов	Установленное и отлаженное программное обеспечение, успешное пробное тестирование системы в единичном масштабе
3	Разработка предложений по эксплуатации элементов региональной системы, расширенное информационное обеспечение	Государственные программы развития, информационные ресурсы региональных органов власти	Комплект документации по процессной модели реализуемой программы, фиксированные показатели точек входа заинтересованных сельхозпроизводителей
4	Приобретение и монтаж приборов	Субсидии сельхозпроизводителям, средства заинтересованных инвесторов	Возможность проведения полноценного тестирования системы
5	Пробное использование в расширенном формате	Субсидии сельхозпроизводителям, средства заинтересованных инвесторов	Оценка результатов испытаний системы

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
6	Тонкая настройка системы	Средства заинтересованных инвесторов	Сбор информации об ошибках, документарное, техническое и информационное исправление ошибок
7	Тонкая настройка системы, с учетом интересов присоединившихся к реализации программы агропроизводителей (40-60% от региона).	Субсидии сельхозпроизводителям, средства заинтересованных инвесторов	Сбор информации об ошибках, документарное, техническое и информационное исправление ошибок
8	Тонкая настройка системы, с учетом интересов присоединившихся к реализации программы агропроизводителей (80-90% от региона)	Субсидии сельхозпроизводителям, средства заинтересованных инвесторов	Сбор информации об ошибках, документарное, техническое и информационное исправление ошибок
9	Передача эмпирического опыта на соседние регионы, исследование возможностей разрабатываемой программы в качестве федеральной, межгосударственной в рамках СНГ, в качестве межгосударственной программы	Средства инициатора, государственное бюджетное финансирование	Интеграция регионов в рамках концепции продовольственной безопасности государства
10	Обобщение опыта реализации программы, адаптация наработанного материала в качестве учебных программ различных уровней в кластере «рабочая профессия-среднее образование – высшее образование (первая ступень) - высшее образование (вторая ступень - магистратура)	Средства инициатора, государственные программы развития	Повышение квалификации и развитие профессиональных компетенций у основных исполнителей и руководителей подразделениями агропромышленного комплекса, подготовка кадров высшей квалификации для региона
11	Анализ итогов работы за прошедшие годы, определение граничных условий для возможного досрочного прекращения реализации программы	Средства инициатора	Результаты анализа
12	Составление, рассмотрение и утверждение приоритетных направлений развития программы на следующие годы (2019-2022 гг.)	Государственные программы развития финансирования на федеральном и региональном уровнях	Планы дальнейшего развития программы
ИТОГО:	Полное выполнение запланированных научно-исследовательских мероприятий, решение поставленных задач, достижение вышеуказанных целей		

В ходе исследований разработано несколько технических решений для бортовой информационно-управляющей системы, которые прошли стадию теоретического обоснования и экспериментальной оценки эффективности, в частности:

- система адаптации сельскохозяйственной техники к работе в сложных погодных условиях с использованием приборов ближней радиолокации, получившая медаль на 12-й специализированной выставке «Изделия и технологии двойного назначения»;

- система обеспечения безопасности, управления движением и мониторинга сельскохозяйственной техники с использованием ГЛОНАСС, получившая бронзовую медаль Международного Салона изобретений и инновационных технологий «Архимед-2012».В разработке проекта регионального мониторинга и управления парком машин и земельными ресурсами на основе ГЛОНАСС/GPS технологий для агропромышленного комплекса будет учтен положительный опыт смежных отраслевых решений.

Так уже сейчас ясно, что каждое отдельно взятое хозяйство области по экономическим соображениям не в состоянии позволить себе закупку подобной системы, т.к. помимо затрат на абонентское оборудование и его сервисное обслуживание необходимо предусматривать в штатах ставки диспетчера или диспетчеров, которые отслеживали бы вышеуказанные параметры и предоставляли бы руководству необходимые документы отчетности.

Таким образом предлагаемая программа может быть реализована по Первому варианту (умеренному) развития Федеральной космической программы до 2025, может считаться приоритетной для агропромышленного и перерабатывающего комплекса Российской Федерации, в частности для Рязанской области, может способствовать развитию науки, технологий и техники, её реализация повлияет на продовольственную безопасность государства [6].

Данная программа органично вписываются в концепцию инновационного развития Рязанского региона. Механизмы реализации программы могут быть проработаны более детально в соответствии с этапами реализации программы при заинтересованности Правительства региона, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области, федеральных органов власти.

Перед реализацией основных этапов программы необходимо выполнить предварительный этап – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке научно-обоснованной методики функционирования и взаимодействия в единой системе средств ГЛОНАСС для решения задач агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности, а также уточнению технического облика и состава платформы бортовой навигационно-связной и информационно-управляющей системы (для реализации разработанной методики функционирования). Определение функционального и технического облика системы, а также требований к оборудованию позволит выбрать элементную и производственную базу, на которой будет организован выпуск навигационно-связного оборудования для агропромышленного комплекса.

Библиографический список

1. Олейник, Д.О. Концепция развития региональной системы мониторинга и управления эксплуатацией объектами транспорта и механизации сельского хозяйства, в интересах агропромышленного комплекса, перерабатывающей промышленности и лесного хозяйства с использованием платформы ГЛОНАСС и автоматической идентификации (на примере Рязанской области) [Текст]/ В.В.Елистратов, Д.О. Олейник // Сб.: «Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве» Материалы Международной научно-практической конференции «Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве» – Оренбург : Изд-во ОГАУ.

2. Елистратов, В.В., Олейник, Д.О., Якунин, Ю.В., Климаков, В.С., Стенин, П.Г., Мишина, Т.О. Разработка опытного образца бортового навигационно-связного устройства на платформе ГЛОНАСС/В.В. Елистратов, Д.О. Олейник, Ю.В. Якунин, В.С. Климаков, П.Г. Стенин, Т.О. Мишина//Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 335

3. Экспериментальная оценка эффективности функционирования разработанного бортового навигационно-связного устройства на платформе ГЛОНАСС»/В.В. Елистратов, Д.О. Олейник, С.И. Безруков//Фундаментальные исследования. -2014. -№ 12-12. -С. 2541-2548.

4. Бышов Н.В., Бышов Д.Н., Бачурин А.Н., Олейник Д.О., Якунин Ю.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013 – 169 с.

5. Олейник Д.О. Навигационно-связное устройство для спутникового контроля и мониторинга машинно-тракторного парка, работающее на базе глобальной навигационной системы ГЛОНАСС./А.В.Логинов, Д.О. Олейник, О.Н. Пылаева//В сборнике: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона. Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции.ФГБОУ ВО РГАТУ.-2016-С. 146-151.

6. Федеральная космическая программа России на 2016-2025 годы [Электронный ресурс] – Режим доступа:http://fcp.economy.gov.ru/cgi-in/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2018/443 (дата обращения: 25.11.2017).

7. Дрожжин, К.Н. Разработка системы управления транспортными и другими техническими средствами, применяемыми в сельском хозяйстве с использованием системы ГЛОНАСС/К.Н. Дрожжин, Д.О. Олейник, Ю.В. Якунин, О.Н. Пылаева, Н.А. Етко//Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. -2016. -№. 2(3). -С.94-100.

8. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "SAMTEC" /Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др.//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) . -Краснодар: КубГАУ, 2012. -№04(078). -С. 487-497. -IDA : 0781204042. -Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/42.pdf

9. Безносюк, Р.В. Пути расширения использования спутниковых навигационных систем в сельском хозяйстве / Р.В. Безносюк, А.Г. Корнеев // сборник научных трудов совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. – Вып. 1. С. 74-77

УДК 62-776

Забара К.А.,
Андреев К.П., к.т.н.,
Терентьев В.В., к.т.н.,
Шемякин А.В., д.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Повышение надёжности и увеличение срока эксплуатации машин и оборудования сельскохозяйственного назначения является главной задачей инженерно-технической службы предприятий АПК [1]. В процессе длительной эксплуатации транспортно-технологических машин узлы и детали двигателей внутреннего сгорания подвергаются различным видам загрязнений. Накопление загрязнений способствует снижению надежности и эффективности работы техники, ускорению процессов старения, повышению экологической опасности, повышению трудоемкости при ремонте, снижению долговечности [2,3, 14, 15, 16]. Повышение эффективности технологического процесса очистки загрязненных поверхностей двигателей, положительно отразиться на качестве проведения ремонта и позволит обеспечить высокую эксплуатационную надежность машин.

Все загрязнения делятся на загрязнения внутренних и наружных поверхностей. К наружным загрязнениям относятся:

– маслянисто-грязевые отложения образуются при попадании дорожной пыли и грязи на замасленные поверхности машин. Возможно и обратное явление – на покрытые дорожной грязью поверхности попадает масло и, пропитывая грязь, как бы склеивает ее частицы.

– продукты коррозии образуются в результате химического или электрохимического разрушения металлов. Они скапливаются на поверхности двигателей в щелях, отверстиях, швах, стыках – местах, откуда их трудно удалить.

– технологические загрязнения появляются на деталях двигателей во время ремонта. К ним можно отнести металлическую стружку, остатки притирочных паст, продукты износа и другие. Технологические загрязнения могут содержать в своем составе твердые абразивные зерна, накапливающиеся в глухих ответвлениях внутренних поверхностей и других труднодоступных местах, откуда их трудно удалить. При работе двигателей технологические

загрязнения со временем вымываются, попадают на детали и узлы, ускоряя износ трущихся поверхностей.

Загрязнения внутренних поверхностей – это отложения, скапливающиеся в труднодоступных местах агрегатов, картерах, трубопроводах. К ним относятся следующие виды загрязнений:

Осадки (асфальто-смолистые отложения) представляют собой мазеобразные сгустки на стенках картера двигателя, в поддоне картера, на деталях кривошипно-шатунного механизма, в насосах, фильтрах, маслопроводах. Эти загрязнения состоят из продуктов физико-химического изменения смазочных материалов, механических примесей от износа трущихся деталей и т.д.

Лаковые отложения – это твердые продукты термического разложения топливо-смазочных материалов при относительно низкой температуре (358…423 К). Они образуют тонкие пленки на поршнях в зоне маслосъемных колец, на шатунах, коромыслах, клапанных пружинах и других деталях, способствуют пригоранию поршневых колец, перегреву двигателя.

Нагар представляет собой твердое углеродистое вещество. Он образуется в результате разложения масла и топлива при температуре свыше 423 К, имеет высокие теплоизоляционные свойства за счет низкой теплопроводности. Излишнее накопление нагара приводит к нарушению оптимального теплового режима двигателей внутреннего сгорания, снижению их мощности и надежности, перерасходу топлива.

Накипь появляется при работе двигателей внутреннего сгорания в системе жидкостного охлаждения (при использовании воды в качестве теплоносителя). При повышении температуры в системе охлаждения происходит термический распад бикарбонатов кальция и магния с образованием труднорастворимых карбонатов кальция и магния.

Отложение карбонатов кальция и магния может происходить непосредственно на горячие (нагреваемые) или на холодные (охлаждаемые снаружи) поверхности. Возможно выделение карбонатов кальция и магния в массе охлаждающей жидкости в виде шлама. Если не удалить шлам из системы охлаждения, то он оседает на шероховатые поверхности деталей, прикипает к ним и образует так называемую «вторичную» накипь.

Различают накипь карбонатную, сульфатную, силикатную и смешанную. Кроме того, отложение накипи почти всегда сопровождается коррозией поверхности, на которую она откладывается. В связи с этим накипь представляет собой сложную структуру солей – накипеобразователей и продуктов коррозии. Физические свойства загрязнений приведены в таблице.

Большинство из вышеперечисленных загрязнений – это сложные составы, состоящие из жидких и твердых фаз, которые имеют различную дисперсность, что влияет на адгезионную силу сцепления частиц загрязнения с отмываемой поверхностью.

Загрязнения наружных поверхностей имеют меньшую адгезию к очищаемой поверхности. Их устраняют при наружной очистке двигателей.

Загрязнения внутренних поверхностей обладают более высокой адгезией к очищаемой поверхности. Для их устранения необходимо разобрать на составляющие агрегаты и сборочные единицы, кроме того они, как правило, скапливаются в труднодоступных местах (масляные каналы, каналы для охлаждающей жидкости и т.д.). Для удаления данных загрязнений не достаточно какой-либо одной моечной машины и моющей жидкости, для каждого вида загрязнений предусматривается свой состав моющей жидкости и своя технология очистки [4-6]. В настоящее время выпускается широкий спектр различного оборудования для мойки и очистки техники, но в большинстве случаев в них используются либо струи воды высокого давления, либо детали и узлы погружаются в моечную ванну с раствором поверхностно-активных веществ. При этом применяемые способы очистки имеют высокую трудоемкость и экологически опасны за счет использования синтетических моющих средств, и высокие материальные затраты. Следовательно, существует необходимость разработки универсальной установки для удаления всех видов загрязнений с применением одного состава моющей жидкости, что снизит трудоемкость, материальные затраты и экологическую опасность.

Таблица – Характеристика видов загрязнений деталей ДВС

Наименование	Толщина, мм	Предел прочности на сжатие, МПа	Условный коэффициент адгезионной прочности
Дорожно-почвенные	30	3-20	0,5
Остатки топливо-смазочных материалов и застаревшей смазки	5-10	1-5	0,15-0,3
Лаковые отложения	3	15	1
Смолистые отложения	5	3-8	0,9
Асфальто-смолистые отложения	12	10	1
Нагар	10	30	3
Накипь	5	30	3
Продукты коррозии	-	40	4
Старые лакокрасочные покрытия	1	30	3
Остатки герметиков	4	-	3,5

Анализ загрязнений двигателей внутреннего сгорания указывает на наличие стойких загрязнений внутренних поверхностей, вследствие чего необходима разработка специальных устройств и технологий, повышающих качество удаления всех видов загрязнений с минимальными затратами и высокой эффективностью.

Все моечные машины для очистки двигателей внутреннего сгорания имеют существенные недостатки, такие как: отсутствие возможности полной очистки всех видов загрязнений одной моечной машиной, высокие энергетические затраты, высокая трудоемкость и экологическая опасность.

В настоящее время для удаления загрязнений двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственных машин перед ремонтом перспективным

является использование струйных методов очистки с подводом дополнительной энергии [7]. В качестве дополнительной энергии применима энергия абразивного материала (песок, косточковая крошка).

Использование гидро-абразивной очистки с использованием песка или косточковой крошки весьма перспективно для очистки двигателей перед ремонтом. Применение данного способа позволяет удалять все виды загрязнений, что значительно повышает качество ремонтных работ. Однако гидро-абразивный способ очистки имеет следующие недостатки, высокое давление струи, как результат повышенный расход моечной жидкости и электроэнергии, а также засоряемость узлов и деталей двигателя абразивом и трудоемкость его последующего удаления. В связи с этим необходимо уделять внимание поиску новых технологий для очистки двигателей перед ремонтом, которые бы устраняли вышеуказанные недостатки.

В качестве такой технологии предлагается технология очистки двигателей внутреннего сгорания с использованием энергии лёдно-кавитационной струи [8,9], где в качестве материала могут быть применены гранулы сухого льда в потоке моющей жидкости, кинетическая энергия которых не уступает энергии песка или косточковой крошки, а при ударе о поверхность сухой лёд сублимирует (переходит из твёрдого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу) не оставляя следов. Эффективность данной технологии обеспечивается за счет повышения скорости подачи гидро-абразивной струи, но не путём увеличения давления, а за счет использования энергии кавитационного взрыва.

Внедрение новых перспективных решений в технологический процесс очистки двигателей от загрязнений позволит обеспечить снижение энергетических затрат при качественном улучшении условий труда работников и снижении экологической нагрузки на окружающую среду. Качество очистки загрязненных поверхностей в значительной степени влияет на проведение ремонта деталей, узлов и агрегатов сельскохозяйственной техники и его повышение положительно отразиться на эксплуатационных характеристиках машин и повлечет за собой снижение простоев из-за технических неисправностей.

Библиографический список

1. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники [Текст] / А.В. Шемякин,М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – № 1. – С. 50 -56.

2. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев [и др.] // – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 102 с.

3. Шемякин, А. В. Способ и устройство для очистки деталей двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом [Текст] / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.В. Подъяблонский // Перспективные технические решения в сфере

эксплуатации автотранспортных и сельскохозяйственных машин: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Тверь, 2013. – С. 44-47.

4. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин [Текст] / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Е.Г. Кузин // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.

5. Морозова, Н.М. Теоретические аспекты кавитационной очистки сельскохозяйственных машин [Текст] / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 144-147.

6. Шемякин, А.В. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом (экспериментальные исследования) [Текст] / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Е.Г. Кузин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 171-175.

7. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1. – С. 11-14.

8. Пат. РФ № 73293. Сопло для моечных установок [Текст] / Макеева, Е.Ю., Шемякин А.В., Терентьев В.В. – Опубл. 20.05.2008; Бюл. № 14

9. Experimental researches of agricultural machinery engines cleaning by icy and cavitation jet / A.V. Shemyakin, V.V. Terentyev, N.M. Morozova, A.V. Kirilin // Modern Science. – 2016. – № 10. – С. 34-37.

10. Афанасьев М.Ю., Нефедова С.А., Арчаков П.В., Лобанов И.Н. Физические основы современных систем климат контроля автомобиля. Сб.: научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А Костычева. Материалы научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А Костычева». 2011. С. 143-145.

11. Пат. РФ на полезную модель № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / Максименко О.О., Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Крыгин С.Е., Ерохин А.В. - Опубл.: 24.04.2002.

12. Утолин, В.В. Технология и устройство для механической очистки деталей животноводческих машин от консервационного материала [Текст] / В.В. Утолин, А.В. Подъяблонский, Е.В. Старшинова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. № 1. – С. 194-198.

13. Щур, А.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько, Н.Н. Казачёнок, П.А. Козырицкий, О.В. Валько, А.В.

Шемякин, А.Г. Поляков, Е.В. Жаравович, Е.И. Лупова. - Могилев – Рязань, 2018. – 328 с.

14. Акимов, В.В. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве / В.В. Акимов, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. - М: Издательство: Учебно-методический центр "Триада", 2017. - №2. - С. 106-111

15. Акимов, В.В. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве / В.В. Акимов, В.В. Фокин, Р.В. Безносюк [и др.] // Международный научный журнал. - М: Издательство: Учебно-методический центр "Триада", 2017. - №2. - С. 100-105

16. Старунский, А.В. Диагностирование фильтрующих элементов по диэлектрической проницаемости / А.В. Старунский, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.] // Сельский механизатор. – 2018. №2. - С.40-41

УДК 631.372

Захаров К.К.,
Филькин Н.М., д.т.н., профессор
ИжГТУ, г. Ижевск, РФ

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ БАЗОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСИЛОВОЙ УСТАНОВКИ МАШИНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Для транспортировки грузов россыпью, навалом и т.п., для применения машины в качестве тягача прицепов и в качестве унифицированного шасси для выполнения различных видов работ (использование стандартных навесных устройств для различных видов передне- и задненавесного оборудования) наиболее перспективным типом является унифицированная машина технологического электротранспорта (УМТЭТ) [1, 2, 3, 4], созданная ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» и АО «Сарапульский электрогенераторный завод», выпуск которой начинается в текущем году (Рисунок 1).

УМТЭТ обладают повышенной маневренностью, низкими эксплуатационными расходами и предназначены для выполнения различных видов работ (в зависимости от вида навесного оборудования) в цехах на предприятиях машиностроения, легкой и пищевой промышленности, в жилищно-коммунальной и строительной отраслях, на аэродромах гражданского и военного назначений и в других областях народного хозяйства. Преимуществом электрических машин является отсутствие выбросов токсичных веществ при их работе, что очень важно для закрытых сооружений.

УМТЭТ создано как новое поколение выпускаемого в России в настоящее время технологического электротранспорта, обеспечивающего экологичность, экономичность и расширение функциональных возможностей и областей его применения, импортозамещение покупаемых в России импортных машин.

В состав разрабатываемой УМТЭТ входят:

- грузовая платформа с бортами, предназначенная для размещения и перевозки грузов;

- рамная несущая система, предназначенная для крепления на ней узлов и агрегатов;

- кабина закрытого/открытого типа, предназначенная для размещения органов управления и водителя;

- пневматический колесный движитель, предназначенный для взаимодействия УМТЭТ с опорной поверхностью;

- рессорная подвеска, предназначенная для взаимодействия подрессоренной и неподрессоренной масс УМТЭТ;

- электродвигатель тяговый, предназначенный для перемещения УМТЭТ;

- электродвигатель, предназначенный для привода навесного технологического оборудования;

- системы управления электродвигателями;

- накопитель электрической энергии, предназначенный для обеспечения электрической энергией УМТЭТ;

- рабочая и стояночная тормозные системы, предназначенные для обеспечения тормозных свойств УМТЭТ во время движения и стоянки;

- рулевое управление, предназначенное для управления УМТЭТ во время движения;

- обвес УМТЭТ, предназначенный для обеспечения безопасности и эргономических свойств УМТЭТ;

- электромеханическая трансмиссия для передачи вращающего момента электродвигателя к ведущим колесам;

- система электрооборудования, предназначенная для обеспечения работы светотехники и других агрегатов УМТЭТ;

- органы управления, предназначенные для управления работой различных агрегатов и систем УМТЭТ;

- прицепное устройство, предназначенное для использования УМТЭТ в качестве тягача;

- передняя навесная плита, предназначенная для навешивания дополнительного технологического оборудования;

- задняя навесная плита, предназначенная для навешивания дополнительного технологического оборудования.

Основные технические характеристики УМТЭТ: номинальная грузоподъемность, кг – не менее 3000; скорость передвижения с номинальным грузом/без груза, км/ч – 20/25; преодолеваемый подъем с номинальным грузом, % – не менее 12; тяговое усилие, Н – не менее 5000; габаритные размеры с учетом поставленной грузовой платформы и бортов, мм – не более 3400х1300; высота без кабины/с кабиной, мм – не более 1550/2000**;** длина, ширина, высота грузовой платформы, мм – не менее 2100×1300×800; масса (электротележка) без накопителя энергии, кг – не более 900; внешний радиус поворота, мм – не более 2900; клиренс, мм – не менее 140 мм; колесная база– не менее 1150 мм.

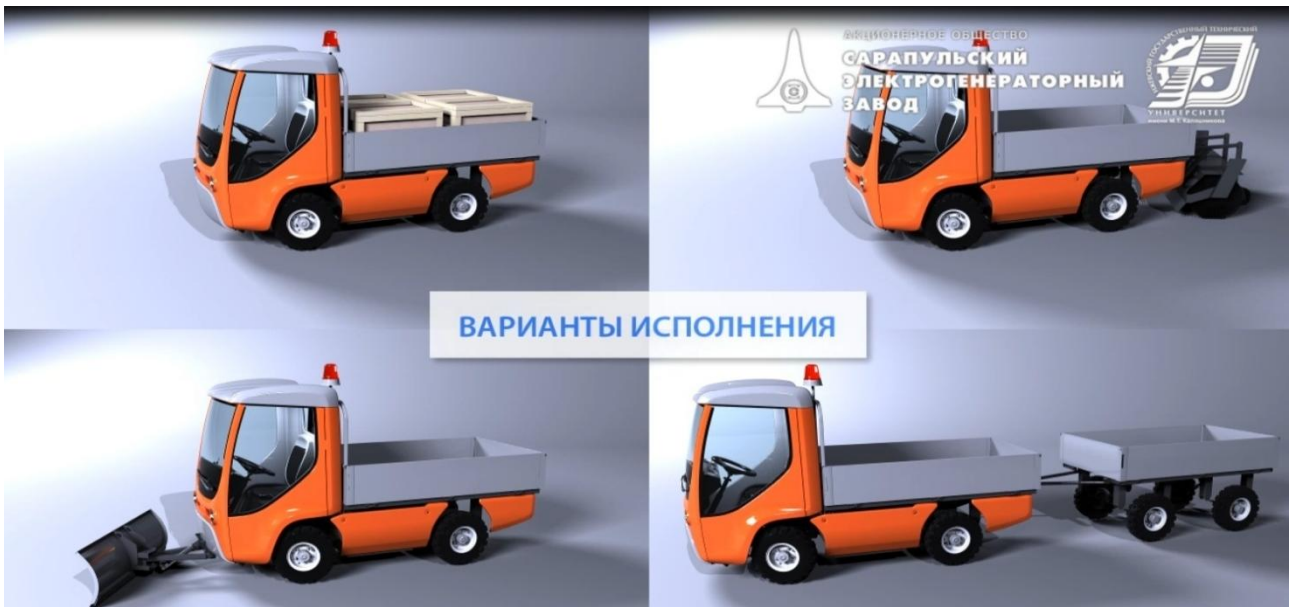


Рисунок 1 – Варианты исполнения УМТЭТ

При разработке концепции новой УМТЭТ выбор и обоснование базовых параметров энергосиловой установки машины является основополагающим решением.

Оценим возможности тягово-скоростных свойств УМТЭТ в различных заданных техническими требованиями условиях, построив графики необходимой для движения мощности порожней (Рисунок 2) и груженой (Рисунок 3) УМТЭТ.

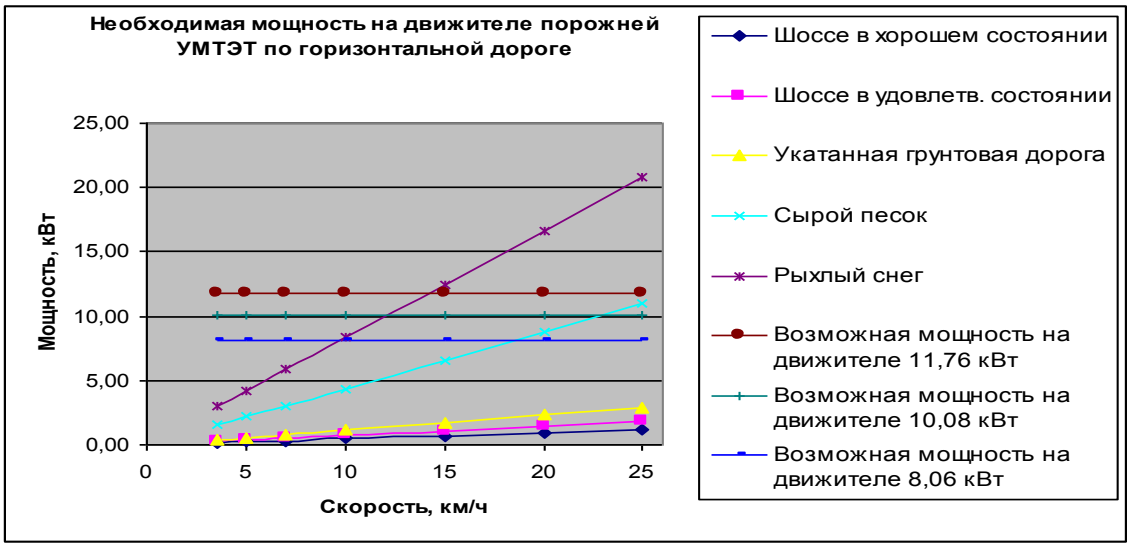


Рисунок 2 – Зависимости мощности на ведущих колесах от скорости движения порожней УМТЭТ для различных опорных поверхностей

Как видно из графика, на всех, наиболее часто встречающихся покрытиях дорог (шоссе в хорошем состоянии, шоссе в удовлетворительном состоянии, укатанная грунтовая дорога), порожнее УМТЭТ легко достигает скорости движения 25 км/ч, выполняя предъявляемые требования и потребляя для передвижения мощность менее 5 кВт. При движении по мокрому песку или по

близкой к нему по коэффициенту сопротивления качению дороге, покрытой укатанным снегом, мощность на передвижение близка к 5 кВт. Такой режим предусмотрен техническими требованиями при использовании УМТЭТ в аэропортах. Поэтому целесообразно выбрать в качестве тягового двигателя двигатель номинальной мощностью, превышающей 5 кВт. В соответствии с расчетными исследованиями и учетом КПД электромеханической трансмиссии, изменяющейся в процессе эксплуатации машины, требуемая мощность тягового электродвигателя выбрана 6 кВт.

Скорость же движения по рыхлому снегу и сухому песку ограничивается возможностями накопителей и может достигать (10…15) км/ч. Такой режим может встретиться, в соответствии с техническими требованиями, при работе УМТЭТ с навесными орудиями (например, уборка снега), но тогда скорость движения будет определяться требованиями технологического процесса, являющимися более низкими, чем при перегоне или транспортировании грузов УМТЭТ.

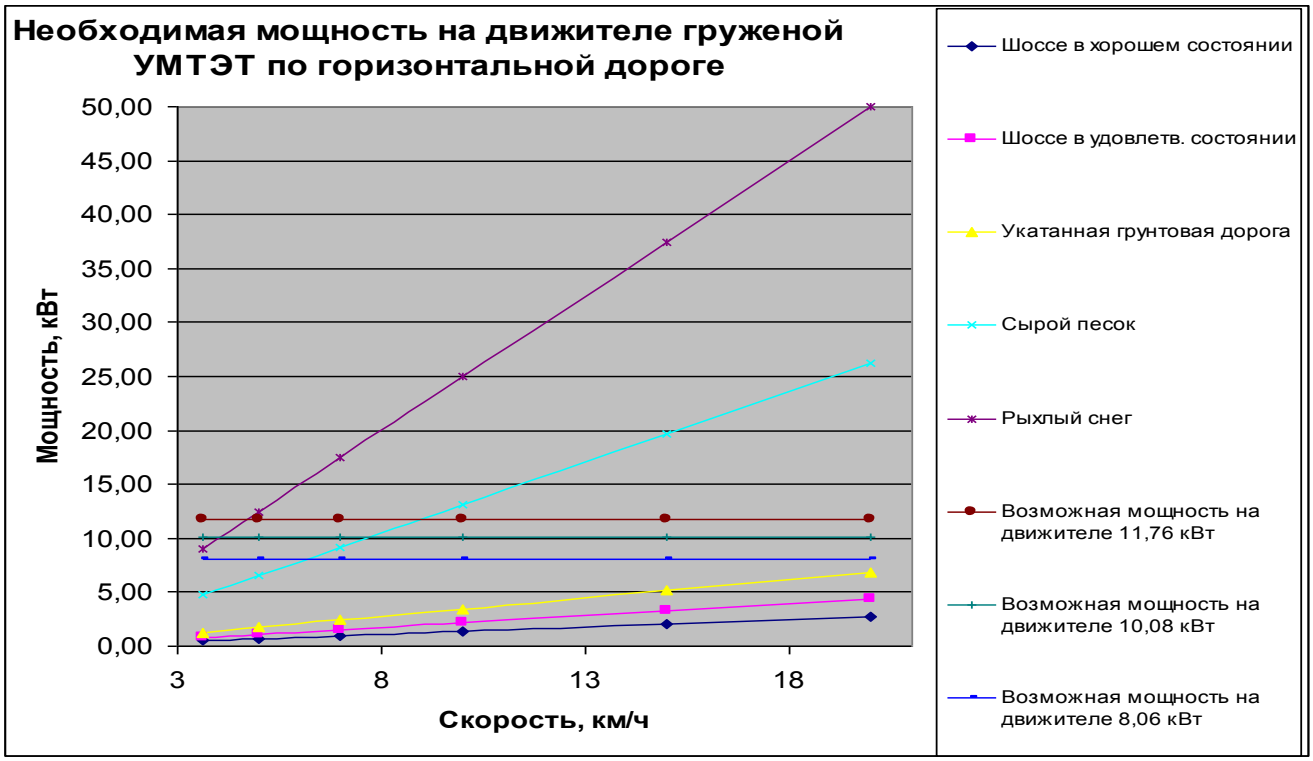


Рисунок 3 – Зависимости мощности на ведущих колесах от скорости движения груженой УМТЭТ для различных опорных поверхностей

Груженое УМТЭТ по шоссе в хорошем и удовлетворительном состояниях может двигаться со скоростью 20 км/ч, что задано техническими требованиями на разрабатываемую УМТЭТ, требуя для движения 4,38 кВт мощности или 6,25 кВт, потребляемой от накопителя.

Полученные в результате расчета данные свидетельствуют о достижимости заданных техническими требованиями параметров и позволяют на их основании определить основные требования к тяговому электродвигателю при КПД редуктора заднего моста 95 % и к передаточным

отношениям предпочтительных редукторов 12,7 и 9,3.

Расчетные исследования энергетического баланса УМТЭТ показал, что:

- эксплуатационные параметры, определенные техническими требованиями (скорость движения и преодолеваемый подъем) на проектирование УМТЭТ достижимы;
- накопитель электрической энергии при рекомендованных условиях эксплуатации должен иметь энергоемкость не менее 16 кВт*ч;
- мощность электрического двигателя должна быть не менее 6 кВт.

Публикация подготовлена в рамках работ по проекту 23.04.02/18ФНМ «Наземные транспортно-технологические комплексы», реализуемому на основании Приказа ректора ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова от 29 декабря 2018 г. № 1493 «О грантовой поддержке приоритетных исследований ученых ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

Библиографический список

1. Коршунов, А.И. Системные подходы в конструировании и дизайн-проектировании унифицированной машины технологического электротранспорта (УМТЭТ) [Текст] / А.И. Коршунов, Р.С. Музафаров, М.А. Плетнев и др. // Интеллектуальные системы в производстве: Период. науч.-практ. журнал Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова. – Вып. 2 (23). – Ижевск: ИжГТУ, 2016. – С. 40-47.

2. Филькин, Н.М. Разработка унифицированной платформы напольного электротранспорта [Текст] / Н.М. Филькин, Р.С. Музафаров, А.Ф. Мкртчян и др. // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова: Науч.-теорет. журнал. – Том 20, № 3. – Ижевск: ИжГТУ, 2017. – С. 41-42.

3. Филькин, Н.М. Новая унифицированная машина технологического электротранспорта / Н.М. Филькин, Р.Ф. Шаихов // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе». – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. – С. 139-143.

4. Филькин, Н.М. Унифицированная платформа наземного электротранспорта / Н.М. Филькин [и др.] // Патент на промышленный образец 102998. Приоритет промышленного образца 13.04.2017 г.

5. Бышов, Н. В., Лопатин, А. М., Дрожжин, К. Н., Бачурин, А. Н. Современная с.-х. техника и энергосберегающие технологии в хозяйствах Рязанской области/Сборник научных трудов посвященный 55-летию инженерного факультета.-Рязань: РГСХА, -2005. -с.43-47

УДК 631.62:626.844

Имамназаров О.Б., к.т.н.,
Касимов Т.О.
Хайдаров Ш.Э.
НамИСИ, г. Наманган, РУз

ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМЫ ОСУШЕНИЯ НА ФОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

Классификация гидрогеологов по условиям применения дренажа, построенная только на гидрогеологических принципах (литологический разрез и качество откачиваемой воды), не может быть положена в основу выбора типа дренажа в условиях пойм и надпойменных террас реки Сырдарьи. Необходим комплексный подход к оценке условий с мелиоративных позиций.

В зоне исследований в 40-х годах были построены с целью осушения орошаемых земель коллекторно-дренажные сети открытого типа. Которые и в настоящее время работают. Наши исследования по изучению эффективности работы существующих КДС показали, что они работают неэффективно. Это выявляется в снижении урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшении условий механизации сельскохозяйственных работ (близкое расположение УГВ к поверхности земли). В каждом году 25...30 % урожайности за счет снижения, 10...15 % за счет ухудшения условий механизации сельскохозяйственных работ теряются.

Субнапорные воды являются одной из основных причин неудовлетворительной работы сушествующих КДС. Даже после механизированной очистки дрен и коллекторов УГВ опускается незначительно.

Расчеты элементов водного баланса показали, что средневегетационный дренажный модуль в зоне исследований составляет 0,86 л/с/га .

В зоне исследований основной статьей водного баланса определяющей

режим грунтовых вод является подземный приток: горизонтальный и вертикальный.

Водоносность подстилающих отложений составляет 6900...7800 м^2/сут. Мощность покровных отложений колеблется в пределах от 0,5 до 3,0 м (по механическому составу супеси и суглинки).

По анализу гидрогеологических, почвенно-мелиоративных и хозяйственных условий объекта исследований можно сделать вывод, что регулирование режима грунтовых вод и создание оптимального мелиоративного режима может быть осуществлено с помощью вертикального дренажа.

Расчетной схемой для вертикального дренажа является двухслойная толща однопластовой системы. Коэффициент фильтрации водоносного пласта 26 м/сут. Глубина и дебит вертикальной скважины составляют, соответственно, 25 м и 50 л/с.

На корреляционной кривой урожайности хлопчатника можно выделить три характерные точки: первая, где урожайность достигает максимальных величин; вторая, где урожайность начинает стабилизироваться; третья - это точка симметричная точке начала стабилизации. И оптимальность нормы осушения определили относительно этих точек, т.е. характерных глубин залегания ГВ [2, с. 105].

Величины оросительных норм, подпитывания грунтовыми водами, эвопотранспирации определили на основании прогноза водного режима почв.

В условиях объекта исследований основным способом полива является поверхностный полив по бороздам. Элементы техники полива хлопчатника при обосновании оптимальных мелиоративных режимов назначены в зависимости от уклона поверхности земли и водопроницаемости почвогрунтов по рекомендациям Н.Т.Лактаева [4, с. 53]. На объекте исследований средний уклон поверхности земли составляет 0,0005. И соответственно ему назначены, при ширине междурядий 0,6 м, длины борозд на легкосуглинистых почвах 250 м, а на среднесуглинистых 350 м. Потери воды на инфильтрацию при бороздковом поливе зависит от механического состава почв (см .табл.1).

Таблица 1 - Значения потерь воды при бороздковом поливе в условиях объекта исследований, %

№№ п/п	Почвы	КПД	Потери			
			Всего	Испарение	Инфиль-трация	Сброс
1	Легкий суглинок	64,9	35,1	1,1	34	-
2	Средний суглинок	67,5	32,5	2,3	30,2	-

На основе экспериментальных исследований в полевых условиях получили слудующие формулы для определения средней урожайности хлопчатника на фоне вертикального дренажа:
для легкосуглинистых почв

$$Y_{cp}^{л} = \left\{ \frac{Y_{л}^{\max} \int_{x_1}^{x_2} \left[\alpha \frac{h_{гв}^{A}(x)}{H_k} - \beta \right] \left[\lambda - \frac{h_{гв}^{\partial}(x)}{H_k} \right] dx}{x_2 - x_1}, \frac{h_{гв}(x)}{H_k} \prec 0{,}56 \right\} \qquad (1)$$

$$Y_{cp}^{л} = Y_{л}^{\max}, \frac{h_{гв}^{\partial}(x)}{H_k} \geq 0{,}56$$

Для среднесуглинистых почв

$$Y_{cp}^{c} = \left\{ \frac{Y_c^{\max} \int_{x_1}^{x_2} \left[\beta + \alpha \frac{h_{гв}^{\partial}(x)}{H_к} \right] \left[\gamma - \frac{h_{гв}^{\partial}(x)}{H_к} \right] dx}{x_2 - x_1}, \frac{h_{гв}^{\partial}(x)}{H_к} \prec 0{,}68 \right\}$$

$$Y_{cp}^{c} = Y_c^{\max}, \frac{h_{гв}^{\partial}(x)}{H_к} \geq 0{,}68 \qquad (2)$$

где, $h_{ГВ}$- глубина динамического уровня грунтовых вод на фоне вертикального дренажа, которая определяется по следующей зависимости:

$$h_{гв}^{\partial}(x) \ \ (H_{ск} - h_0) - 43{,}2 \cdot 10^{-4} \frac{q_\partial R^2}{Ka\alpha_0} (\ln \frac{x}{r_{ск}} - \frac{x^2}{2R^2}) \qquad (3)$$

где, $H_{ск}$ - глубина вертикальной скважины;

$h_о$ - высота водного столба в вертикальной скважине при откачке воды;

q_∂ - дренажный модуль;

R- радиус влияния вертикальной скважины;

K - коэффициент фильтрации подстилающих отложений;

α - глубина погружения вертикальной скважины в водоносный пласт;

$\alpha_о$- коэффициент, учитывающий несовершенность вертикальной скважины:

$$\alpha_0 = 1 + 5(r_{ck})^{1/2} \cos(\pi\alpha / m) \qquad (4)$$

r_{CK}-радиус вертикальной скважины;

m- мощность водоносного пласта;

x, x^2- расстояния от вертикальной скважины до границ участка на фоне вертикального дренажа, где определяется средняя расчетная урожайность хлопчатника.

В качестве критерия сравнения вариантов гидромелиоративной системы совместно с комплексом приемов "сухих” мелиораций по обеспечению оптимальной нормы осушения для создания оптимального мелиоративного режима почв могут быть использованы различные показатели. Один из наиболее универсальных критериев, учитывающий капитальные издержки, продуктивность посевов и позволяющий учесть затраты на охрану природы является предложенный критерий Н.П. Айдаровым, А.Н. Голованов и Ю.Н.Никольским [1, с. 52].Используя формулу для определения критерия сравнения, предложенного ими, построим график зависимости нормы осушения от нагрузки на дренаж (Рисунок 1).

В результате сравнения различных вариантов строительства гидромелиоративной системы (лотковая оросительная сеть и вертикальный дренаж) выбираем лучший - оптимальный вариант, которому соответствует минимум показателя 3, оцениваемого критерием, предложенным выше сказанными авторами.

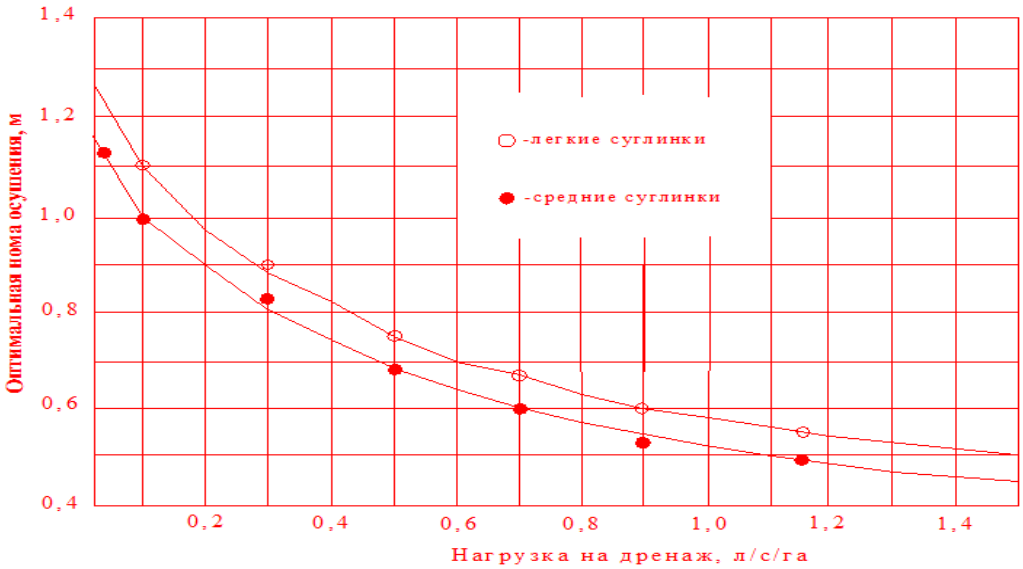


Рисунок 1 – Зависимость оптимальной нормы осушения от величины нагрузки на дренаж

В зоне исследований при проектировании гидромелиоративной системы рекомендуется строительство лотковой оросительной сети и вертикального дренажа с забором воды на орошение. Орошение самотечное - по бороздам. Почвы-луговые сероземы легко- и среднесуглинистые, незасоленные. Оросительные воды пресные. Минерализация грунтовых вод до 2 г/л.

Сравнение вариантов строительства гидромелиоративной системы по минимуму показателя 3 показали, что значение оптимальной нормы осушения зависит от величины нагрузки на дренаж[3, с. 44].

Чем больше величины нагрузки на дренаж, тем меньше значения оптимальной нормы осушения. В свою очередь величина эффективного радиуса влияния зависит от значения оптимальной нормы осушения. Чем больше значения оптимальной нормы осушения, тем больше величины эффективного радиуса влияния.

По данным расчетов сравнения вариантов гидромелиоративной системы с целью определения оптимальной нормы осушения при заданных нагрузках на дренаж вывели уравнения регрессии для расчета значения оптимальной нормы осушения в зависимости от величины нагрузки на дренаж по методу наименьших квадратов и наибольшего правдоподобия.

В условиях объекта исследований при нагрузке на дренаж 0,86 л/с/га оптимальная норма осушения составила для легкосуглинистых почв 0,55 м, а для среднесуглинистых 0,61 м. Этим нормам осушения соответствуют следующие эффективные радиусы влияния: на легкосуглинистых почвах 166 м, а на среднесуглинистых 156 м [2, с. 116].

Библиографический список

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. - М.: Агропромиздат, 1990. - С. 50-53.

2.Имамназаров, О.Б. Регулирование мелиоративного режима при близком залегании слабоминерализованных грунтовых вод : дис. …канд. техн. наук. – Ташкент, 1993. – С. 108-116.

3.Имамназаров О.Б. Мелиоратив режимни созлаш//Фарғона политехника институти илмий-техника журнали.-2015. №3. - С. 39-44.

4.Лактаев, Н.Т.Полив хлопчатника. - М.: Колос, 1978. - С. 138-142.

5. Богданчиков И.Ю., Богданчикова А.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности//В кн.: Материалы 68-й Международной научно-практической конференции «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» 26-27 апреля 2017 года: Сборник научных трудов Часть 2. -Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. -С. 38-42.

6. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве./Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин и др. -Рязань: ФГБОУ ВПО «РГАТУ», 2013. -169 с.

УДК 631.31.16

Имомкулов К.Б., д.т.н.,
Кучкоров С.К.,
НИИМСХ, г. Янгиюль, Республика Узбекистан

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБОСНОВАНИЮ ВЫСОТЫ ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ЧИЗЕЛЬНОГО РЫХЛИТЕЛЯ

В настоящее время в нашей стране подготовка полей к севу зерновых и повторных культур (после уборки озимых зерновых) осуществляется в основном по традиционным технологиям, применяемым в хлопководстве, т.е. поля сначала вспахиваются, затем выравниваются неровности, образованные при вспашке, а потом поверхность полей подготавливается к севу путем боронования и малования. Такая многоэтапная обработка приводит к увеличению затрат труда, топлива, удлинению сроков сева. Все это в конечном итоге приводит к снижению урожайности зерна и повторных культур.

Исходя из вышеизложенного, в НИИМСХ разработан комбинированный чизельный рыхлитель, обеспечивающий безотвальную обработку почвы при подготовке полей к севу пшеницы и повторных культур и проведены исследования по обоснованию его параметров [1, с. 90]. Разработанная машина состоит из разрыхляющих разравнивающих и размельчающе-уплотняющих рабочих органов, которые за один проход разрыхляют почву, разравниваю поверхность и размельчая и уплотняя подготовливают ее к севу. Проведенные исследования и испытания показали, что применение чизельного рыхлителя при подготовке полей к севу зерновых и повторных культур позволяет снизить на 35-45 процентов трудовые и материальные затраты, съэкономить на каждый гектар обработанной площади горюче-смазочные материалы до 8,8 кг.

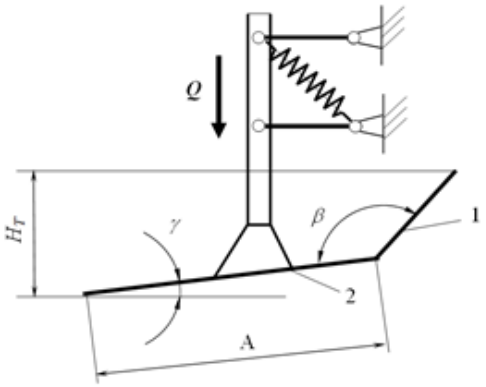


Рисунок 1 – Основные параметры разравнивателя чизельного рыхлителя

В этой статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по изучению влияния высоты разравнивателя комбинированного чизельного рыхлителя на показатели его работы.

Разравниватель состоит из разравнивающей 1 и уплотняющей 2 частей (рис.1), одним из основных его параметров является высота H_T.

Для определения высоты разравнивателя получено следующее выражение из условия, чтобы почва, сгруживаемая перед ним не пересыпалась через его верхний обрез т.е.

$$H_T \geq \sqrt{\frac{4Z_н l_н}{\pi[ctg\mu - ctg(\beta - \gamma)]}} + h(1 - \frac{\rho_o}{\rho}), \qquad (1)$$

где $Z_н$,$l_н$- высота и длина неровностей поверхности поля, м;

μ - угол откоса почвы, сгруживаемой перед разравнивателем, град.;

γ - угол установки уплотняющей части разравнителя относительно горизонта, град.;

β – угол установки выравнивающей части разравнивателя относительно уплотнящей части, град.;

h – глубина обработки почвы рыхлителями комбинированного агрегата, м;

ρ_o, ρ – соответственно плотность почвы до и после прохода разравнивателя, г/см^3.

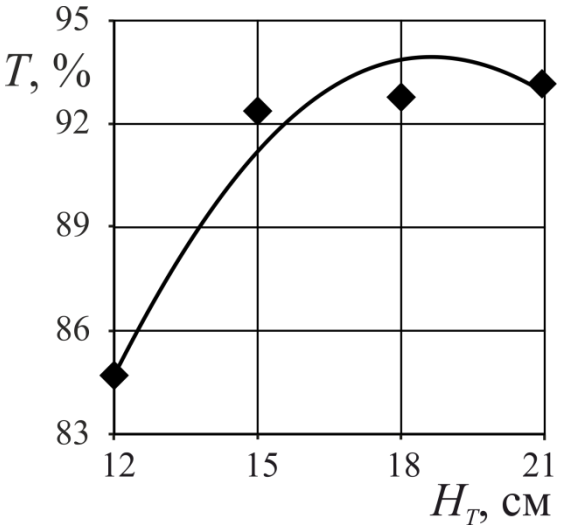
Расчеты по данному выражению при $Z_н$=5 см; h=30 см; ρ_o =1,0 г/см^3; ρ =1,2 г/см^3; $l_н$=45 см; γ =25º; β=150º и μ =30º показали, что высота разравнивателя должна быть не менее 16,2 см.

Экспериментальные исследования проведены в период подготовки полей, освобожденных от озимой пшеницы к севу повторных культур. Почва полей, где были проведены экспериментальные исследования, средне-тяжело суглинистый серозем давнего орошения, средняя влажность и твердость почвы в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см перед проведением экспериментов составили, соответственно 15,4; 16,8; 17,6 % и 0,96; 1,32 и 2,52 МПа.

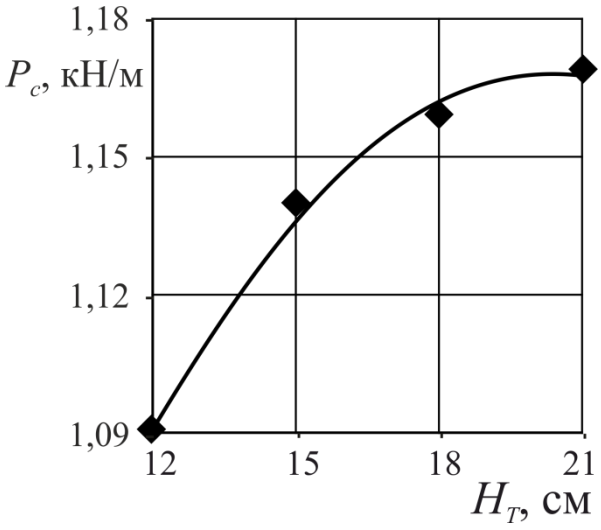
Для проведения экспериментальных исследований было разработано устройство, состоящее из рамы, установленного на ней навесного устройства, опорных колес, рыхлителей и разравнивателей с различной высотой.

При проведении эксперимента устройство агрегатировалось с трактором CLAAS AXOS 340 при скорости 6,2 км/ч. Исходя из результатов теоретических исследований, высоту разравнивателя изменяли с интервалом 3 см в пределах 12-21 см.

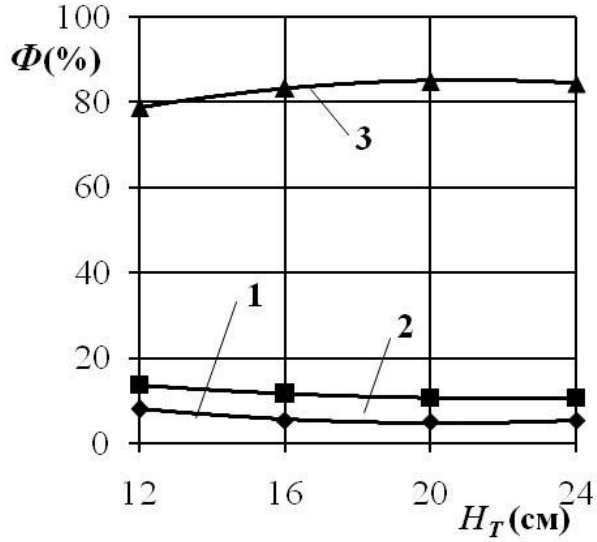
Другие параметры не изменялись, т.е. угол установки уплотняющей части разравнивателя к горизонту составлял 25º, угол изгиба уплотняющей части относительно выравнивающей части 135º, длина опорной поверхности 10 см.



а)



б)



в)

1,2,3-соответственно фракции размерами более 50 мм, 50-25 мм и менее 25 мм.

Рисунок 2 – Изменение степени выровненности поверхности поля (*а*), удельного тягового сопротивления разравнивателя (*б*) и качества крошения почвы (*в*) в зависимости от его высоты

В исследованиях было изучено влияние высоты разравнивателя на его тяговое сопротивление, степень выровненности поверхности поля и качество крошения почвы. При этом качественные показатели работы разравнивателя определяли по Tst 63.04:2001 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний», а его тяговое сопротивление по Tst 63.03.2001 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки» [2, с. 54.; 3, с. 59, 6].

Результаты экспериментов приведены на рис 2. Их анализ показал, что при увеличении высоты разравнивателя от 12 см до 15 см степень выровненности поверхности поля и тяговое сопротивление разравнивателя увеличивались, а качество крошения почвы улучшалось. Увеличение высоты разравнивателя от 15 до 21 см на эти показатели влияния не оказывало.

Основная причина такого характера изменения показателей работы разравнивателя в зависимости от его высоты в том, что при высоте разравнивателя 12 см наблюдалось пересыпание сгруживаемой перед ним почвы и комков через его верхний обрез. В результате этого не обеспечивается достаточное выравнивание поверхности поля и измельчение комков. При высоте разравнивателя 15 см и более пересыпания почвы и комков не наблюдалось.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать вывод, о том что для обеспечения требуемых показателей работы разравнивателя при минимальных затратах энергии высота его должна быть не менее 15 см

Библиографический список

1. Хушвактов Б.В. Чизельный рыхлитель для безотвальной обработки почвы [Текст]/ К.Б.Имомкулов, С.К.Кучкоров // Сб.: Перспективы развития техники и технологий сервиса в сельском хозяйстве: Материалы Республиканской науч.-техн. конф. конференции. – Карши, 2010. – С. 90-91.

2. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний. Tst 63.04:2001 // Издание официальное. – Ташкент, 2001.–54 с.

3. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки машин. Tst 63.03.2001// Издание официальное. –Ташкент, 2001.–59 с.

4. Бышов, Н. В., Лопатин, А. М., Дрожжин, К. Н., Бачурин, А. Н. Современная с.-х. техника и энергосберегающие технологии в хозяйствах Рязанской области/Сборник научных трудов посвященный 55-летию инженерного факультета.-Рязань: РГСХА, -2005. -с.43-47

5. Орешкина, М.В. Обоснование параметров лапового сошника для подпочвенного разбросного способа посева зерновых культур [Текст] / М.В. Орешкина, А.Е. Рябов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2018. – № 1 (6). – С. 71-75.

6. Костенко, М.Ю. Применение композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Н.С. Жбанов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 223-227

УДК 631.171:631.3.06

Качармин А.А.,
Бычкова С.А.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Абдувахобов Д.А., PhD,
Мадрахимова М.Б,
НамИСИ, г. Наманган, Узбекистан

ПЕРЕРАБОТКА ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

Человеку уже давно известно, что незерновая часть урожая (НЧУ) или пожнивные остатки (побочная продукция растениеводства) используемые в качестве удобрения – это эффективное средство для восстановления почвенного плодородия, так как в их состав входят элементы, участвующие в формировании гумуса [1, 2, 3, 4]. Однако на практике применение данного удобрения ограничено. В первую очередь это связано с длительным периодом её разложения, который сопровождается гнилостными процессами с выделением фенольных соединений негативно сказывающихся на развитие последующих растений.

Анализ литературных источников [1, 2, 3, 4, 5, 6] позволил выявить наиболее значимые факторы, влияющих на скорость разложения НЧУ, на которые можно влиять изменением технических параметров и регулировок. (Рисунок 1).

Анализ технологий утилизации НЧУ зерноуборочными комбайнами позволил выявить их существенные недостатки:

1. Измельчитель зерноуборочного комбайна затрачивает до 25% мощности двигателя, а значит и сокращает его ресурс.
2. Не удаётся равномерно распределить измельчённую растительную массу на всю ширину прокоса жатки зерноуборочного комбайна.
3. Большой вес зерноуборочного комбайна накладывает определённые трудности на возможность совмещения операций по измельчению и обработки измельчённой растительной массы рабочими растворами препаратов ускоряющих процесс разложения.

Учитывая, что в ФГБОУ ВО РГАТУ ведутся работы по созданию прицепных машин, работающих по валку соломы, нами было принято решение продолжить работу в этом направлении [7, 8].

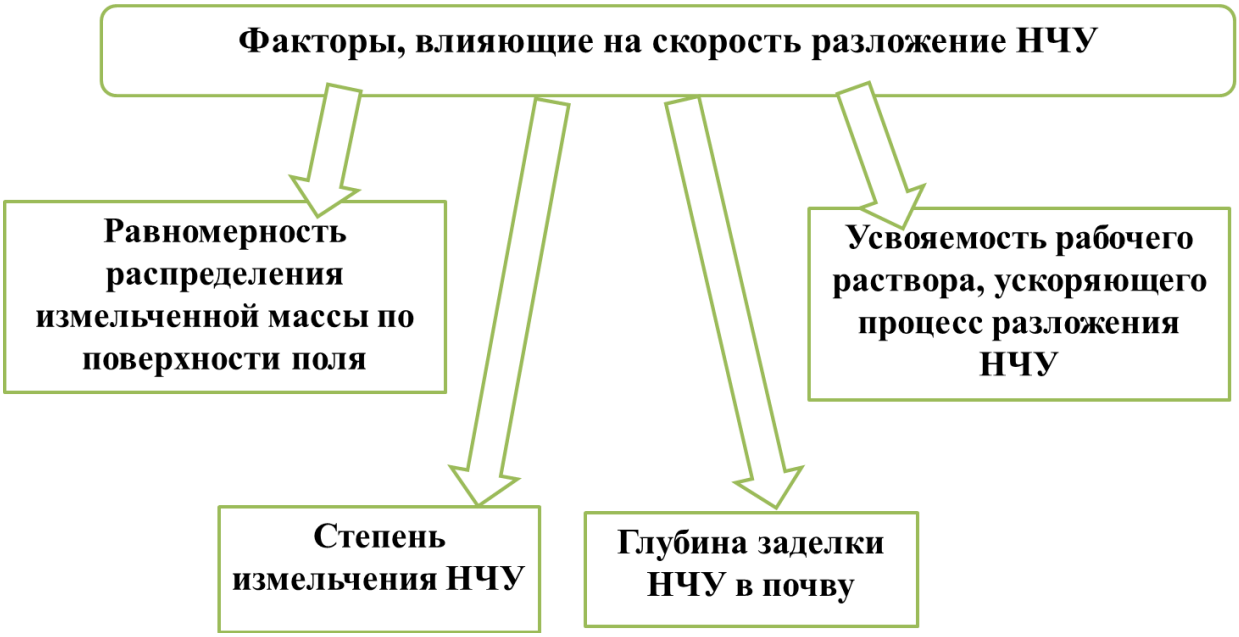


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на скорость разложения незерновой части урожая

Наиболее перспективным является утилизация пожнивных остатков в валках при помощи специальных подборщиков-измельчителей с одновременной обработкой рабочим раствором биопрепаратов для ускорения процесса разложения. Технические усовершенствования позволяют качественно обработать растительный материал препаратами, что обеспечивает эффективную их работу. Следует отметить, что проводимые полевые испытания опытных машин в 2017-2018 гг. показывают хорошее качество измельчение, соответствующее всем агротехническим требованиям, а так же и качество разбрасывания уже готового удобрения (из валка шириной 0,8 м на ширину до 2 метров и валка шириной 1,6 м на ширину до 2,5 метров). Однако решаемые, таким образом, проблемы комбайновой утилизации пожнивных остатков, так же не выполняет п. 2 «равномерное распределение готового удобрение на всю ширину прокоса жатки зерноуборочного комбайна».

Исследования, проводимые в 2018 году, для решения этой проблемы показали, что ротор измельчителя загружается растительной массой неравномерно и зачастую сохраняет общий вид исходного валка слегка «разъехавшегося» в стороны под действием центробежных сил ротора измельчителя. Была построена модель движения растительного материала из валка через измельчитель на почву (Рисунок 2) [9].

Анализ работа по вопросу равномерного распределения растительного материала по ротору измельчителя показал, что, например в ФГБОУ ВО КубГАУ перед подборщиком-измельчителем устанавливают некоторый приёмный шнек, который уплотняет поступающую массу и распределяет по всей ширине ротора. Такое техническое решение увеличивает кинематическую длину сельскохозяйственной машины и сложно реализуемо на навесных машинах.

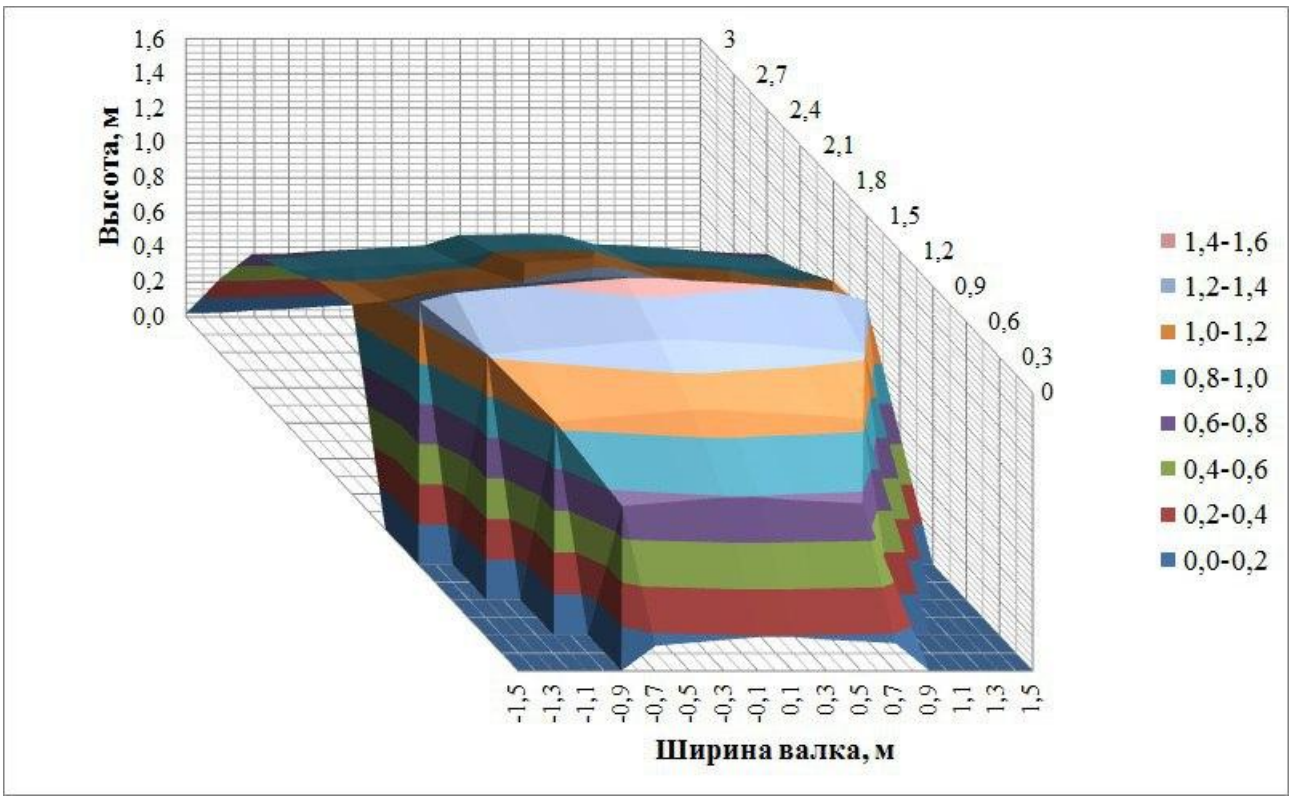


Рисунок 2 – Модель движения растительного материала из валка через измельчитель

Таким образом, проведённые исследования и анализ литературных источников позволяет сделать следующие выводы:

1. Утилизация пожнивных остатков прицепными машинами рациональней и имеет перспективы развития, как в техническом плане, так и с экономической точки зрения.

2. Разработанные в ФГБОУ ВО РГАТУ машины для эффективной утилизации пожнивных остатков отвечают всем предъявляемым к ним требованиям.

3. Для обеспечения равномерного распределения уже готового к использованию удобрения по поверхности поля по всей ширине прокоса жатки зерноуборочного комбайна возможно достичь за счёт равномерной загрузки ротора измельчителя.

Решению вопросов качественного распределения измельчённых и обработанных биопрепаратами НЧУ будет посвящена наша дальнейшая научная работа.

Библиографический список

1. Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Богданчиков И.Ю. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы//Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. -2016. -№10. -С. 105-111.

2. К вопросу об эффективном использовании соломы для сохранения

почвенного плодородия/Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов//Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК: материалы науч.-практич. конф. 2012 г. -Рязань: РГАТУ, 2012. -С.59-63.

3. Бышов, Н.В. К вопросу об измельчении и заделке растительных остатков при внедрении ресурсосберегающих технологий /Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин, П.Н. Дьяков//Сельский консультант. -2008. -№ 1. -С. 24-27.

4. Трубилин, В.И. Об использовании незерновой части урожая /В.И. Трубилин//Техника в сельском хозяйстве. -1996. -№ 1. -С. 22-23.

5. Есенин, М.А. Технологии уборки незерновой части урожая, применяемые в рязанской области/М.А. Есенин, А.И. Мартышов//Материалы 66-й междунар. научн. практ. конф. «Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона» 14 мая 2015 года: Сб. научн. тр. Часть I. -Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. -С. 68-71.

6. Таран В.В., Аварский Н.Д., Соколова Ж.Е. Роль органического сельскохозяйственного производства в решении проблем глобальных климатических изменений//Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. -2018.-№1. -С.62-78 http://elibrary.ru/item.asp?id=35235283

7. Пат. 191 231 Российская Федерация, МПК A01D 34/43 (2006.01). Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / Богданчиков И.Ю., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Дрожжин К.Н., Костенко М.Ю., Безносюк Р.В., Качармин А.А., Михеев А.Н., Есенин М.А., Мартышов А.И. заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ - № 2019100379; заявл. 09.01.2019 ; опубл. 30.07.19, Бюл. №22. – 1 с.

8. Пат. 179 685 Российская Федерация, СПК A01F 29/00 (2006.01); A01D 34/43 (2006.01). Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / Богданчиков И.Ю., Иванов Д.В., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Качармин А.А. заявитель и патентообладатель Богданчиков И.Ю. - № 2017140290/13 (070001) ; заявл. 20.11.17 ; опубл. 22.05.18, Бюл. №15. – 2 с.

9. Богданчиков, И.Ю. Анализ распределения измельчённой растительной массы устройством для утилизации незерновой части урожая / И.Ю. Богданчиков, А.Н. Михеев, М.А. Есенин // Вестник совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. - №2(7) – С. 100-105.

10. Фадькин, Г.Н. Влияние длительного применения форм азотных удобрений на фосфатный режим серой лесной тяжелосуглинистой почвы [Текст] // Г.Н. Фадькин, Я.В. Костин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2013. - № 1 (17). - С. 31-35.

11. Агроэкологическая эффективность разных форм минеральных удобрений на серых лесных почвах [Текст] / Я.В. Костин, Г.Н. Фадькин, В.И. Гусев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2009. - № 1. - С. 38-41.

12. Борычев, С.Н. Исследование размерных характеристик растительных остатков после механической уборки картофельной ботвы [Текст] / С.Н. Борычев, С.Е. Крыгин, В.М. Передвенцев, И.А. Успенский // В сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сб. научн. трудов. - Рязань, 1999.- С. 38-40.

13. Крыгин, С.Е. Исследование размерных характеристик остатков картофельной ботвы и сорняков после механической уборки [Текст] / С.Е. Крыгин С.Е. // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 182-184.

УДК 638.171.2

Каширин Д. Е., д.т.н.,
Бышов Д.Н. , к.т.н.,
Нагаев Н.Б., к.т.н.,
Гобелев К.Е.,
Казаков Д.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ВИБРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЕРГИ ИЗ СОТОВ И ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Перга является уникальным по набору и сбалансированности ценных питательных компонентов продуктом пчеловодства, спрос на который с каждым годом растет [1, 2, 3]. Подкормки, приготавливаемые из перги, необходимы для эффективного развития пчеловодства. Перга находит широкое применение в медицинской, пищевой и парфюмерной промышленности. Ограниченное использование этого ценного продукта в настоящее время связано с трудностями его извлечения из пчелиных сотов. В настоящее время процесс извлечения перги из перговых сотов имеет высокую трудоемкость, связанную с большим количеством технологических операций. Значительно упростить существующую технологию позволяет разработанная нами вибрационная установка [4, 12].

Предложенный нами способ извлечения перги из перговых сотов позволяет получать целые перговые гранулы и высококачественное, очищенное от оболочек коконов и остатков перги, восковое сырье [2, 5, 6]. Кроме того, предложенная установка дает возможность одновременно проводить очистку воскового сырья сота, что способствует увеличению выхода воска при последующей вытопке. Так же такой способ позволяет сохранить сохранность сота для последующей эксплуатации, что при других способах извлечения невозможно.

Вибрационная установка состоит из несущей рамы [7] 1, внутри которой посредством роликовых опор 2 расположен рабочий корпус 3, снабженный вибровозбудителем 4, приводимым в действие от электродвигателя 5 [7]. Роликовая опора 2 состоит из корпуса 6, внутри которого закреплен направляющий ролик 7. С внешней стороны корпус 6 роликовой опоры 2 снабжен регулировочным винтом 8. На боковых сторонах рабочего корпуса 3 закреплены направляющие стержни 9. Внутри рабочего корпуса 3 поярусно расположены четыре ряда пазов 10, в которых размещены пчелиные соты 11 и накопительные ящики 12 и 13. Накопительные ящики 12 и 13 представляют собой прямоугольные емкости, внизу которых расположено дно, в верхней части ящиков вдоль вогнутой линии 14 закреплены опорные стержни 15 и 16. Нижний накопительный ящик 12 снабжен опорными стержнями 15, расположенными параллельно длинной стороне, а верхний накопительный ящик 13 снабжен опорными стержнями 16 параллельно короткой стороне. Рабочий корпус 3 вибрационной установки снабжен фиксирующим стержнем 17 и несущей плитой 18. На несущей раме 1 под рабочим корпусом 3 закреплены ударные пластины 19.

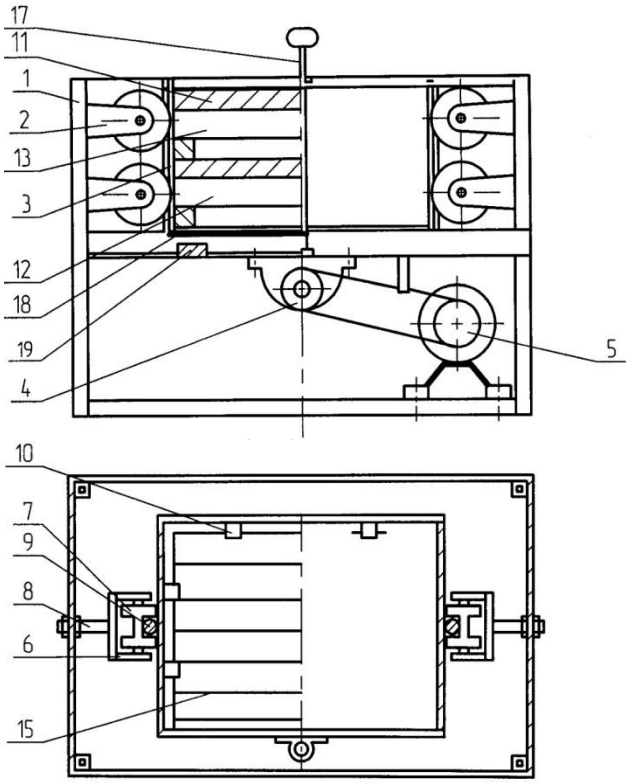


Рисунок 1 – Вибрационная установка для извлечения перги из ячеек сот

Вибрационная установка для очистки пчелиных сотов от загрязнений работает следующим образом. Подготовленные пчелиные соты 11 (высушенные до влажности 12-13%) располагают в пазах 10 рабочего корпуса 3. При этом восковая основа сотов приходит в соприкосновение с опорными стержнями 15 и 16. Установленные пчелиные соты фиксируют в пазах 10 рабочего корпуса 3 с помощью фиксирующего стержня 17. Для работы

включают электродвигатель 5, приводящий в действие вибровозбудитель 4. Под действием вибровозбудителя 4 рабочий корпус 3 начинает совершать колебательные движения к плоскости, перпендикулярной к плоскости основания вибрационной установки. Посредством роликовых опор 2 и направляющих стержней 9 поддерживается требуемое направление колебаний рабочего корпуса 3. При достижении заданной величины амплитуды колебания рабочий корпус 3 начинает взаимодействовать с ударными пластинами 18. В момент удара пчелиные соты выгибаются, принимая положение по касательной вдоль опорных стержней 15 и 16. При этом происходит выход механических и органических загрязнений из ячеек сот. Извлеченные механические и органические загрязнения скапливаются на дне накопительных ящиков 12 и 13. Через 2-3 минуты электропривод установки отключают, а частично очищенные пчелиные соты 11 переворачивают на 180° и продолжают очистку. После проведенной очистки соты меняют местами и повторяют технологический процесс.

Данная вибрационная установка позволяет получать высококачественную пергу (Качество получаемого продукта характеризуется комплексом физико-химических и биологических показателей, приведенных в ТУ 10 РФ 505-92 «Перга сушеная») и очищенное восковое сырье непосредственно из перговых сот, что позволит пчеловодам и переработчикам продукции нарастить темпы производства и снабдить население качественными и полезными продуктами.

Библиографический список

1 .Каширин Д. Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации: автореферат диссертации на соискание степени доктора технических наук: [Текст]/Д.Е. Каширин. – Саранск, 2013.

2. Нагаев, Н.Б. Испытания агрегата для вытопки воска из рамок [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин, К.В. Буренин // Сельский механизатор № 7 2015. – М.– С. 26-27.

3. Бышов, Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья [Текст] / Д. Н. Бышов, И.А. Успенский, Д. Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. – № 7 – 2015. – С. 28–29.

4. Бышов, Н.В. Исследование рабочего процесса вибрационного решета при просеивании воскоперговой массы [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ – №1 – 2013. – С.160-162.

5. Нагаев, Н.Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата : диссертация на соис. уч. степ. кандидата техн. наук [Текст] / Нагаев Н.Б.– Рязань, 2016.

6. Нагаев, Н.Б. Испытания агрегата для вытопки воска из рамок [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин, К.В. Буренин // Сельский механизатор № 7 2015. – М.– С. 26-27.

7. Нагаев, Н.Б. Исследование процесса вытопки воска [Текст] / Н.Б. Нагаев, В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин Т.В. Торженова, Н. А. Грунин // Пчеловодство №3 2014 г, Москва, 2014 . – С.50-51

8. Пат. № 2483811 РФ. МПК B07B 1/40, A01K 59/00. Вибрационная установка для очистки пчелиных сотов от загрязнений [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов.– Заявл. 23.11.2011; опубл. 10.06.2013 Бюл. № 16–6с.

9. Исследование теплофизических и реологических свойств воскового сырья и воска [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, Н.Б. Нагаев и др. // Сб.: Исследования молодых ученых – аграрному производству: Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки. Ассоциация аграрных вузов ЦФО. – Белгород, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. – С. 102-110.

10. Исследование динамической вязкости расплавленного пчелиного воска [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, В.В. Коченов, С.В. Чекайкин // Инновационная техника и технология. – 2018. – № 2 (15). – С. 33-37.

11. Щур, А.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько, Н.Н. Казачёнок, П.А. Козырицкий, О.В. Валько, А.В. Шемякин, А.Г. Поляков, Е.В. Жаравович, Е.И. Лупова. - Могилев – Рязань, 2018. – 328 с.

12. Костенко, М.Ю. Применение композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Н.С. Жбанов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 223-227

УДК 631.369.258/638

Бышов Д.Н., к.т.н,
Каширин Д.Е., д.т.н.,
Петухов А.А.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА

Воск имеет исключительно важное значение для народного хозяйства. Более 40 отраслей промышленности используют его в качестве сырья. Источник поступления воска в народное хозяйство – крупные и мелкие пасеки, пчелокомбинаты, которые сдают на заготовительные пункты лишь часть производимого ими товарного воска и воскосырья. Основная же часть уходит на производство вощины для обновления и увеличения сотового хозяйства пасек. Исходя из этого, важной задачей для пчеловодов представляется увеличение объемов получения и использования качественного воска I и II сорта.

Традиционно для получения воска в условиях пасеки пчеловоды перетапливают в паровых или солнечных воскотопках выбракованные пчелиные соты, которые, как правило, сильно загрязнены испорченной пергой. Перга существенно загрязняет получаемый воск, при этом снижает его сортность, а также впитывает большое количество воска, образуя при этом так называемую мерву – отход, получаемый при перетопке сотов. В большинстве случаев мерва не подлежит дальнейшей переработке в качестве воскового сырья. Очистка суши сотов от перги перед перетопкой позволяет увеличить выход товарного воска [1, 2, 3, 4]. Для обоснования рациональных условий переработки воскового сырья необходимо иметь точные данные о влиянии количества перги в суши сотов на выход товарного воска в процессе перетопки.

В связи с вышесказанным, цель исследований заключалась в установлении влияния количества содержащейся в суши сотов перги на выход товарного воска в процессе переработки посредством паровой воскотопки.

Для опытов был получен очищенный воск I и II сорта и гранулы перги, извлеченные из суши сотов. Воск измельчали до среднего размера частиц 2÷5 мм, после чего смешивали в заданной для эксперимента пропорции с пергой.

Поскольку из литературных источников известно, что количество воска в пчелиных сотах варьирует в диапазоне от 0,16 до 0,48 кг, а количество перги в выбракованных перговых сотах может составлять от 0,1 до 0,86 кг [5,6,7], для проведения эксперимента были выбраны следующие процентные соотношения перга/воск: 25/75; 33/67; 42/58; 50/50; 66/34.

Массу добавляемых к воску загрязнений определяли по следующей формуле [8, 9, 10]:

$$\Delta m_B = M_{\text{ВП}} \cdot \frac{(W_K - W_H)}{(100 - W_K)}, \quad (1)$$

где Δm_B – масса добавляемых загрязнений, г; M_{BH} – масса навески воска, в которую добавляли загрязнения, г; W_K – процент загрязнений, требуемый для опыта, %; W_H – исходный процент содержания загрязнений, принимаем равным 0%.

Образовавшуюся воскоперговую массу перемешивали до однородной консистенции. Из массы формировались навески массой 3000±10 г, которые загружались в паровую воскотопку марки ВТП. В процессе перетопки получался (очищенный) воск, внутри воскотопки оставалась масса перговых гранул, пропитанная воском, дальнейшее извлечение из которой воска посредством воскотопки не представляется возможным. Количество полученного воска взвешивали на весах марки ВЛТК-500М с точностью до 0,01 г. Выход воска из перетопленной «искусственно загрязненной» суши сотов определяли по следующей формуле:

$$W_B = \frac{M_{\text{ВП}}}{M_{\text{ВН}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где W_B - выход воска, %; $M_{BП}$ - масса воска, полученная в результате перетопки искусственно загрязненной суши, г; M_{BH} - масса навески воска, в которую добавляли загрязнения, г.

Опыты проводились с 3-х кратной повторностью в каждой точке.

В результате статистической обработки экспериментальных данных установлена следующая эмпирическая зависимость выхода воска (в % от первоначального количества) от процента добавляемых загрязнений:

$$y = 56,06 + 0,74 \cdot x - 0,021 \cdot x^2 \qquad (3)$$

где y – выход воска, %; x – содержание загрязнений, %.

Коэффициент детерминации составляет $R^2 = 0,958$.

Анализ полученной зависимости показывает, что с увеличением количества перги в «искусственной» суши сотов существенно снижается количество получаемого товарного воска, а также ухудшается его качество. Особенно интенсивно процесс протекает при содержании перги в количестве 40% и больше от общей массы суши.

Необходимо отметить, что в процессе опыта наблюдался процесс частичного растворения перги в воске, что в условиях пасеки приводит к снижению сортности воска. Представляется целесообразным проводить очистку суши сотов от загрязнений перед перетопкой, соблюдение этого требования позволит увеличить выход воска и повысить его качество.

Библиографический список

1. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

2. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

3. Пат. № 2275800 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 28.12.2004; опубл. 10.05.2006, бюл. № 13. – 6с.

4.Каширин Д.Е. Исследование некоторых прочностных характеристик восковой основы пчелиных сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета.- 2011.- № 8. - С. 199-202.

5.Бышов Д.Н. Результаты многофакторного экспериментального исследования дисперсионных свойств перги / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. - №2 (125). – С. 115-121.

6.Каширин Д.Е. Вакуумная сушка перги / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2006. - № 4. - С. 50.

7. Пат. № 93302 РФ. Измельчитель перговых сотов /Д.Е. Каширин. – Заявл. 26.01.2010; опубл. 27.04.2010, бюл. № 12. – 2с.

8.Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

9. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. –5с.

10. Каширин Д.Е. Конвективная сушка перги / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2009.- № 8 - С. 46-47.

11. Мурашова Е.А., Сазонова О.В. Влияние способа обработки меда на его качество и экологическую чистоту. Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой международной научно-практической конференции 26-27 апреля 2017 года. 2017. Часть 1. С. 138-143.

12. Процесс приготовления сахаро-медового теста для пчел [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.В. Горшков, Е.С. Лузгина, М.В. Зинган // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. – Рязань, 2017. – С. 146-149.

13. Исследование процесса вытопки воска [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Т.В. Торженова, Н.Е. Лузгин и др. // Пчеловодство. – 2014. – № 3. – С. 50-51.

УДК 631. 314. 4

Кодиров А.М.,
Икромов О.И.,
Киргизов Х. Т., к.т.н.,
НамИСИ, г. Наманган, Узбекистан

АГРЕГАТ ДЛЯ ПОЛОСНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

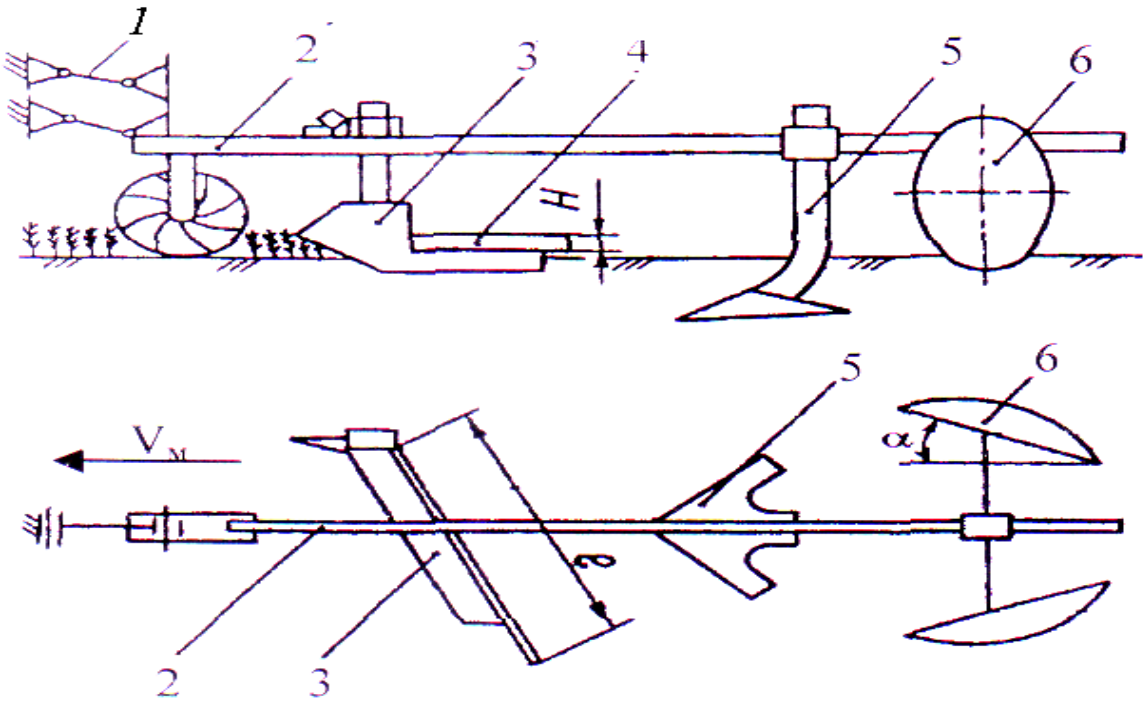
Исследования, проведенные в УзМЭИ, УзПИТИ, а также других научных учреждений показали [1], что для выращивания кормовых культур после зерновых наиболее перспективной является полосная обработка почвы с одновременным севом. При этом за один проход агрегата осуществляется рыхление почвы в зоне прохода заделывающих рабочих органов сеялки и высев семян возделываемой культуры. Это обеспечивает резкое снижение (по сравнению со сплошной обработкой плугом, чизелем- культиватором или дисковой бороной) затрат труда, средств и расхода ГСМ, а самое главное посевы повторных культур удается осуществлять в самые кратчайшие сроки [2].

На основании проведенных обзора и исследований для осуществления полосной обработки почвы с одновременным севом нами выбран агрегат, состоящий из пропашного трактора, передних секций хлопкового культиватора и сеялки, навешиваемой на навесную систему трактора[3].

При движении агрегата по полю рабочие органы, установленные на грядилях передних секций культиватора, очищают обрабатываемые полосы (в основном вершины сохранившихся от предыдущего года гребней междурядий хлопчатника и других культур) от после уборочных остатков и рыхлят их верхний слой, а сеялка осуществляет высев и заделку семян в эти обработанные полосы.

Результаты испытаний показали, что наиболее приемлемым для полосной обработки почвы является сочетание рабочих органов,

состоящее из односторонней плоскорежущей лапы с почвосдвигающей пластинкой (Рисунок 1), стрельчатой лапы и пары дисковых рабочих органов, обеспечивающих высокие показатели по качеству крошения почвы и выравненности поверхности обрабатываемых полос, а также очищению их от стерни и корней.



1-механизм навески; 2-грядил; 3- плоскорежущая лапа; 4-почвосдвигающая пластинка; 5-стрельчатая лапа; 6-дисковый рыхлитель

Рисунок 1 – Секция рабочих органов для полосной обработки почвы:

Технологический процесс работы рабочих органов протекает следующим образом: при движении агрегата односторонняя плоскорежущая лапа подрезает корни стерни обрабатываемой полосы. Подрезанная стерня с почвой перемещается в сторону от полосы обработки почвосдвигающей пластинкой, затем очищенная полоса рыхлится стрельчатой лапой. Образованные стрельчатой лапой неровности выравниваются дисками.

Основными параметрами рабочих органов, оказывающими влияние на их качественные и энергетические показатели работы являются: высота *(H)* и длина (l), почвосдвигающей пластинку, угол *(a)* атаки дисков. С целью определения их рациональных значений были проведены специальные опыты.

Опыты проводились на полях экспериментального хозяйства УзМЭИ в период подготовки полей, освободившихся от озимых зерновых под повторные посевы.

По механическому составу почва полей, где проводились опыты, относится к средне-тяжелосуглинистым сероземам давнего орошения с глубоким (5…10 м) залеганием грунтовых вод.

В опытах изучали агротехнические качество крошения почвы, степень очищения обработанной полосы от стерни, степень выровненности ее поверхности и энергетические (тяговое сопротивление) показатели работы рабочих органов для полосной обработки почвы в зависимости от высоты и длины почвосдвигающей пластинки, угла установки дисковых рыхлителей к направлению движения, поперечного расстояния между ними и скорости движения агрегата [4, 8, 9, 10, 11, 12].

Перед проведением опытов определили влажность и твердость почвы, количество стерни и засоренность поля сорняками.

Количество стерни и засоренность полей в период опыта определяли методом наложения рамки длиной 1 м и шириной, равной ширине зоны обработки. В каждой обработанной полосе учитывалось количество сорняков и стерни. Повторность опыта 5-кратная.

Качество крошения почвы определяли путём просеивания разрыхленной почвы через сита с диаметрами отверстий 50 и 25 мм, а тяговое сопротивление рабочих органов-тензометрированием.

Степень очищения обрабатываемой полосы от стерни и корней определяли количественным подсчетом их до и после прохода рабочих органов в 5-ти кратной повторности.

Выровненность поверхности обработанной полосы определялся с использованием координатной рейки. Горизонтальность рейки проверяли по уровню. Расстояние от поверхности поля до нижней стороны рейки замеряли с точностью до 0,5 см по всей ширине обрабатываемой полосы с интервалом в 1 см. Повторность измерений 5-кратная.

Данные опытов обработаны методом математической статистики на ЭВМ с определением среднего значения, средне квадратического отклонения и коэффициента вариации.

Влияние длины и высоты почвосдвигающей пластинки на показатели работы секции рабочих органов. В опытах было изучено влияние этих параметров на качество крошения почвы, степень очищения обработанной полосы от стерни и тяговое сопротивление плоскорежущей лапы.
Результаты опытов представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Изменение качества крошения почвы и степени очищения обработанной полосы от стерни в зависимости от длины и высоты почвосдвигающей пластинки

Длина/высота пластинки, мм	Содержание фракций почвы (%) размерами, мм			Степень очищения обработанной полосы от стерни, %
	>50	50…25	<25	
250/30	12,42/13,62	13,93/12,43	73,65/73,95	83,10/77,45
280/40	10,04/9,36	10,33/11,40	79,63/79,24	88,24/88,24
310/50	10,03/3,44	8,28/10,25	81,70/86,31	88,64/88,00
340/60	7,32/4,82	9,27/5,13	83,11/90,05	87,98/88,31

Таблица 2 – Изменение тягового сопротивления плоскорежущей лапы в зависимости от длины и высоты почвосдвигающей пластинки

Длина пластинки, мм	Тяговое сопротивление, Н		Высота пластинки, мм	Тяговое сопротивление, Н	
	$M_{ср}$	±<Ь		$M_{ср}$	± а
250	178,2	4,37	30	159,6	4,10
280	190,4	2,15	40	175,2	4,01
310	198,5	3,12	50	186,4	2,11
340	211,6	4,13	60	195,2	1,49

Из данных таблиц 1 следует, что с увеличением длины (с 250 до 340 мм) и высоты (с 30 до 60 мм) почвосдвигающей пластинки качество крошения почвы улучшается. Это можно объяснить увеличением пути протаскивания частиц почвы вперед пластинкой и в результате происходит дополнительное их крошение от вия комков почвы между собой и с поверхностью почвы.

Степень очищения обработанной полосы от стерни с увеличением длины пластинки до 280 мм и ее высоты до 40 мм возрастает, а в дальнейшем остается постоянной, т.е. увеличение длины пластинки более 280 мм и ее высоты более 40 мм на степень очищения почвы от стерни существенного влияния не оказывает.

Из данных таблицы 2 следует, что с увеличением как длины, так и высоты пластинки тяговое сопротивление плоскорежущей лапы возрастает, что объясняется увеличением объема почвы и растительных остатков, перемещаемых впереди рабочего органа. Увеличение длины почвосдвигающей пластинки на 30 и ее высоты на 10 мм приводило к возрастанию тягового сопротивления плоскорежущей лапы соответственно на 4,25…6,84 и 4.72…9,77 % .

Таким образом, на основании проведенных исследований можно утверждать, что длина почвосдвигающей пластинки должна быть не менее 280 мм, а высота не менее 40 мм.

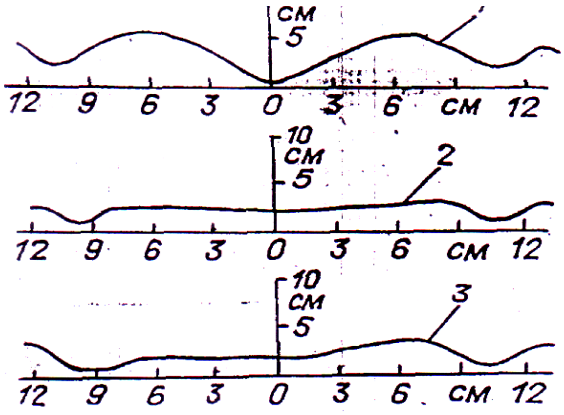


Рисунок 2 – Профили поверхности почвы обработанной полосы при углах установки дисков: 10° (1), 15° (2), 20° (3)

Влияние угла установки дисковых рыхлителей к направлению движения на показатели работы секций рабочих органов. В экспериментальных исследованиях было изучено влияние угла установки дисковых рыхлителей к направлению движения на их тяговое сопротивление, качество крошения почвы, а также степень выровненности поверхности обрабатываемой полосы. Результаты опытов представлены в таблице 3.

С увеличением угла установки дисков с 10° до 20° тяговое сопротивление диска возрастало с 138,4 до 180,8 Н, содержание агрономических ценных фракций (фракции, размерами менее 25 мм) с 68,84 до 78,66 %. Это объясняется тем, что с увеличением угла установки диска интенсивность его воздействия на почву возрастает.

Основным показателем работы дисковых рыхлителей является степень выровненности поверхности почвы обрабатываемой полосы. Из данных таблицы 3 следует, что с увеличением угла установки дисков **с** 10 до 20° степень выровненности поверхности почвы повышается с 44,6 до 83,2 %.

На рисунке 2 представлены профили поверхности почвы после прохода дисковых рыхлителей с углами установки 10°, 15° и 20° . Из данных следует, что полное закрытие борозды, образованной стрельчатой лапой, обеспечивается при углах установки дисков 15° и 20°, при угле установки дисков 10° она закрывается частично.

Таблица 3 – Изменение показателей работы секции рабочих органов в зависимости от угла установки дисковых рыхлителей к направлению движения

Угол установки град.	Содержание фракций (%) размерами, мм			Степень выровненности, %	Тяговое сопротивление, Н	
	>50	50…25	<25		$M_{ср}$	$\pm a$
10^0	16,2	14,96	68,84	44,6	138,4	3,07
15^0	12,0	13,97	73,98	66,7	168,9	3,38
20^0	9,96	11,39	78,66	83,2	180,8	2,43

Таким образом, на основании выше изложенного, угол установки дисковых рыхлителей можно рекомендовать в пределах 15° …20°.

Библиографический список

1. Кузги бошокли экинлардан бушаган далаларни такрорий экинлар экиш учун тайёрлаш буйича тавсиялар/ А. Корахонов, А. Тухтакузиев// Вестник ТашГАУ.- 2005.-№3. –С. 26-29.

2. Энергосбрегающий комбинированный агрегат для обработки почвы / Н. Г.Байбобоев, А.Х.Насриддинов, А.Н. Нормирзаев // Вестник РГАТУ. – 2014. -№3. – С. 42-44.

3. Насритдинова А. Агрегат для полосной обработки почвы с одновременным севом / А. Насритдинова, Х. Киргизов // Сб.: Халкаро илмий-

амалий анжуманнинг материаллар туплами: Материалы науч.-практ. конф. - Ташкент, 2000. –С. 165-172.

4. Расчет кинетической энергии пруткового элеватора с центробежной сепарацией / Н. Г.Байбобоев, Х.Т. Рахмонов, А.А. Хамзаев // Вестник РГАТУ. – 2014. -№3. – С. 19-21.

5. Бышов, Н.В. О перспективах развития технологии полосовой обработки почвы «Strip-till» в Рязанской области /Н.В. Бышов, Д.О. Олейник, М.С. Борисова//Young Science. -2014. -№4. -С. 40-44.

6. Орешкина, М.В. Обоснование параметров лапового сошника для подпочвенного разбросного способа посева зерновых культур [Текст] / М.В. Орешкина, А.Е. Рябов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2018. – № 1 (6). – С. 71-75.

7. Переведенцев, В.М. Анализ функционирования ротационных рабочих органов [Текст] / В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 181-182.

8. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

9. Рембалович, Г.К. Результаты исследований эксплуатационной надёжности органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / Г.К. Рембалович, Р.В. Безносюк, И.А. Успенский // Вестн. Моск. Гос. Агроинженерного университета им. В.П. Горячкина. – 2009. - № 3(34). – С. 40-42.

10. Лабораторные исследования сепарирующей горки с лопастным отбойным валиком картофелеуборочной машины / Р.В. Безносюк // Вестник РГАТУ. – 2012. - № (13) – С. 54-56.

11. Рембалович, Г.К. Результаты испытаний картофелеуборочного комбайна с лопастным отбойным валиком сепарирующей горки / Рембалович Г.К., Безносюк Р.В., Успенский И.А. // Вестн. Моск. Гос. Агроинженерного университета им. В.П. Горячкина. – 2013. - № 2(58). – С. 28-30.

12. Безносюк, Р.В. Полевые исследования эффективности функционирования картофелеуборочных машин с усовершенствованным органом выносной сепарации / Р.В. Безносюк, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский // Сборник научных трудов по материалам международной конференции «Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения» – ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. – С. 281 - 283.

УДК 504.06

Кокорев Г.Д., д.т.н.,
Аксенов А.З.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЬННОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ БЕЗ ДЕМОНТАЖА С ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Оснащение предприятий агропромышленного комплекса (АПК) техническими средствами значительно расширило их возможности на всех этапах работ сельскохозяйственного производства и, в то же время, создало определенные трудности в сохранении их высоких эксплуатационных качеств и постоянной готовности к использованию по назначению. Это обстоятельство предъявляет повышенные требования к способности машин противостоять внешним воздействующим факторам.

Надежность и постоянная готовность к использованию техники, достигается качеством работ по систематическому контролю их технического состояния (техническому диагностированию), своевременным проведением технического обслуживания и ремонта (ТО и Р).

Своевременное обнаружение и устранение отказов и повреждений обеспечивает готовность техники к использованию по назначению, а также значительную экономию средств на содержание машин.

При рассмотрении и исследовании системы оценки технического состояния техники воспользуемся методами исследования операций, учитывая наличие предлагаемой стратегии ТО и Р находящейся во взаимосвязи с программами ТО и Р [2,3,6,8,9,10,11,12,13,14].

Основной затратной статьей эксплуатационных расходов машинно-тракторного парка предприятий агропромышленного комплекса являются расходы на топливо, экономия которого является важнейшим критерием повышения эффективности сельскохозяйственнного производства и снижению себестоимости сельхозпродуктов.

Со временем ужесточаются нормативные требования к защите окружающей среды от загрязнения токсичными компонентами продуктов сгорания двигателей внутреннего сгорания (ДВС), в том числе дизельных. Становится очевидным и запрос эксплуатирующих организаций к повышению экономических и мощностных показателей работы дизельной сельхозтехники .

В процессе эксплуатации мобильных энергосредств в сельском хозяйстве важную роль также играет оптимизация технического обслуживания и ремонтных работ, а также предупредительного диагностирования технического состояния, что напрямую влияет на время простоя техники по причине ремонта [1,4,5,7,12,14,15,16,17].

На современной сельскохозяйственной технике, как отечественного производства, так и зарубежной, в большинстве своем применяются дизельные

двигатели. Одним из основных компонентов системы питания дизельного двигателя является топливный насос высокого давления (ТНВД). Одним из основных условий экономии топлива, равномерной работы двигателя, увеличения ресурса его бесперебойной работы является качественная регулировка ТНВД [5,16,17].

Для поддержания ТНВД в рабочем состоянии необходимо своевременное и качественное техническое обслуживание. Своевременность обслуживания имеет важное значение и позволяет не только продлить эксплуатационный период, но экономить средства на демонтаж и монтаж ТНВД. Поэтому представляется очевидной актуальность диагностирования состояния топливной системы без демонтажа насоса высокого давления.

Специфика работы дизельной топливной аппаратуры во многом заключается в повышенных режимах давления, необходимого для нормального впрыска топлива в дизель. Для достижения параметров нормального впрыска дизельного топлива в камеру сгорания двигателя повышенное значение имеют гидроплотность трибосопрягаемых пар топливоподающей аппаратуры (ТПА) на линии высокого давления и регулировочные характеристики топливного насоса высокого давления (ТНВД).

Наибольшее число отказов дизельных двигателей связано с неисправностями топливоподающей аппаратурой. При этом отсутствуют признаки, позволяющие однозначно отнести неисправность дизеля к неисправности его топливной аппаратуры [1,4,16,17].

В условиях неочевидности причин неисправности дизельного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) демонтаж и последующий монтаж дизельной топливной аппаратуры, включая ТНВД, для проведения стендового диагностирования в большинстве случаев является неизбежным.

Плотная компоновка моторного отсека и значительно более сложная по сравнению с бензиновыми двигателями конструкция топливоподающей аппаратуры определяют повышенную трудоемкость комплекса операций по снятию и установке компонентов дизельной топливной аппаратуры.

Трудозатраты и, как следствие, стоимость демонтажных и монтажных работ в отдельных случаях могут быть до 10-ти раз выше стендового диагностирования ТНВД. Отсюда стендовое диагностирование компонентов ТА становится оправданным при наличии явных признаков неисправностей. По данной причине текущий контроль параметров работоспособности дизельной топливной аппаратуры является экономически нецелесообразным. Между тем, даже некоторое ухудшение параметров работы того или иного компонента ТПА в режиме высокого нагружения машинно-тракторного агрегата зачастую приводит к существенному перерасходу топлива в условиях неочевидности причин такого перерасхода.

Именно поэтому вопросы диагностирования приборов дизельной топливной аппаратуры без их демонтажа с ДВС, в том числе в полевых условиях, приобретают особое значение, которое обусловлено, в первую

очередь, их влиянием на работоспособность, мощностные, экономические и экологические показатели работы дизелей.

Отсюда становится очевидной актуальность применения технологий диагностирования дизельной топливной аппаратуры без демонтажа с двигателя внутреннего сгорания.

В большинстве случаев операции снятия и установки составляют основную долю в объеме ремонтных работ с топливным насосом высокого давления.

Поэтому решение о необходимости снятия топливного насоса высокого давления и форсунок с ДВС для регулировочных и ремонтных работ должно быть обоснованным. При этом важно располагать объективными и достаточными данными, подтверждающими неисправность или существенное отклонение рабочих параметров именно топливного насоса. Представляется, что такие данные могут быть получены только по результатам диагностирования топливной системы непосредственно на ДВС.

При разработке эффективных способов диагностирования ТПА без демонтажа с ДВС представляет интерес анализ влияния эксплуатационных неисправностей отдельных компонентов дизельной топливной аппаратуры на результирующие показатели ее работы в целом.

Для оценки качества работы дизельной топливной аппаратуры в целом в качестве результирующих показателей целесообразно принять угол опережения впрыскивания топлива, а также величину и равномерность цикловой подачи топлива форсунками в цилиндры ДВС.

При этом каждый из приборов дизельной топливной аппаратуры оказывает прямое или косвенное влияние на величину этих показателей. Важно отметить усиление степени влияния при возникновении каких-либо неисправностей.

После регулировки на стенде ТНВД был установлен на двигатель внутреннего сгорания и испытан предлагаемым методом на работающем двигателе.

На рисунке изображена схема устройства для испытания ТНВД без демонтажа с ДВС на работающем двигателе. Оно содержит средства измерения температуры топлива (на рисунке не показаны), производительности и неравномерности подачи топлива секциями 6 топливного насоса высокого давления 7, выполненные в виде форсунки 14, установленной герметично в нагнетательную камеру 12 переносного корпуса 13 устройства, соединительных топливопроводов 10, 11, 15, 18 и расходомера 17, расположенного после форсунки 14 по ходу потока топлива, и средства измерения фазовых параметров работы секций топливного насоса высокого давления, выполненные в виде датчика давления 4, установленного между измеряемой секцией 6 насоса 7 и форсункой 14, и датчика угловых перемещений (на рисунке не показан), связанного с валом привода насоса 7, при этом датчик давления 4, форсунка 14, соединительные топливопроводы 10, 11, 15, 18 и расходомер 17 объединены в

один измерительный канал, выполненный с возможностью поочередного подсоединения к каждой секции топливного насоса высокого давления.

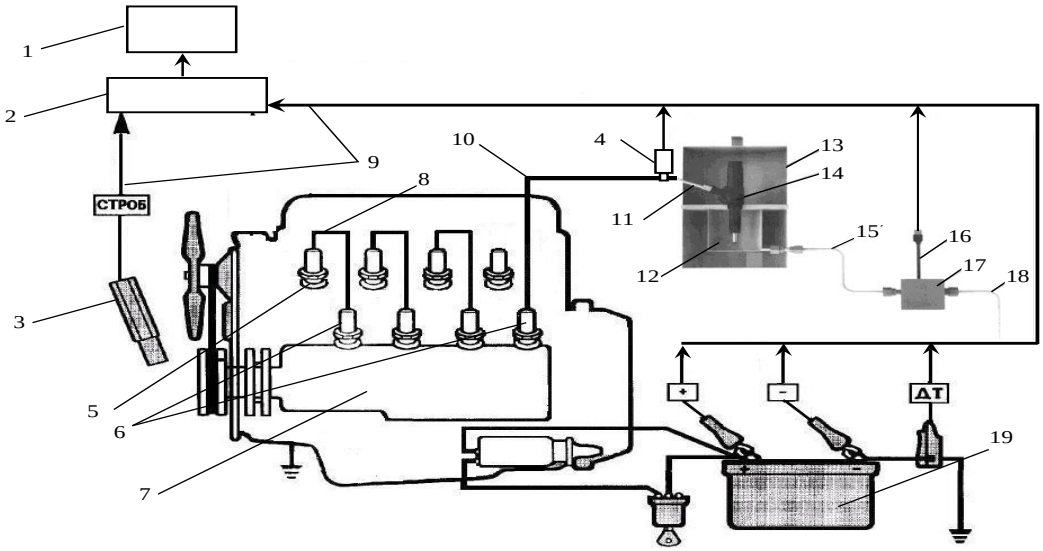


Рисунок – Схема устройства для испытания ТНВД без демонтажа с ДВС

Измерение температуры топлива осуществляется датчиком температуры, установленным в корпусе расходомера 17 топлива. Работа устройства протекает под контролем блока управления 2, к которому подключены посредством соединительных устройств 9 управляющие и сигнальные цепи расходомера 17 с датчиком температуры, датчика давления 4, стробоскопа 3, источника питания 19, датчика угловых перемещений (на рисунке не показан) и компьютера 1.

Методика испытаний предлагаемым способом заключается в следующем.

На неработающем двигателе следует отсоединить топливопровод высокого давления, соединяющий испытываемую секцию ТНВД с форсункой. Из элементов комплекта устройства необходимо собрать измерительный канал в составе датчика давления 4, подключенного к соединительному топливопроводу 11 форсунки 14, которая установлена герметично в нагнетательную камеру 12 переносного корпуса 13 устройства. Герметичная установка форсунки 4 сможет обеспечить избыточное давление в нагнетательной камере 12, что повышает надежность поступления топлива к расходомеру 17 в составе измерительного канала топлива. Камеру 12 соединительным топливопроводом 15 следует подключить к расходомеру 17 таким образом, чтобы он располагался не менее чем на 0,7м ниже камеры 12. Затем к сливному штуцеру расходомера 17 подсоединяется сливной топливопровод 18, свободный конец которого необходимо поместить в емкость для сбора топлива или топливный бак транспортного средства (на рисунке не показаны). После этого гибким топливопроводом высокого давления 10 следует соединить испытываемую секцию 6 ТНВД с датчиком давления 4.

На вал привода насоса 7 устанавливается датчик угловых перемещений (на рисунке не показан), после чего к блоку управления 2 следует подключить

посредством соединительных устройств 9 управляющие и сигнальные цепи расходомера 17 с датчиком температуры, датчика давления 4, стробоскопа 3, источника питания 19, датчика угловых перемещений (на рисунке не показан) и компьютера 1.

Затем производится запуск двигателя мобильного энергетического средства, устанавливается частота вращения коленчатого вала, равная частоте вращения при номинальном значении крутящего момента дизеля. С помощью компьютера 1 необходимо выбрать режим испытаний, после чего задается необходимое число циклов подачи топлива. После этого при помощи расходомера 17 измеряется средняя цикловая подача топлива по величине общего расхода проходящего через расходомер топлива.

Определение фазовых параметров работы секции - угла начала нагнетания или впрыскивания топлива, продолжительности впрыскивания топлива - производится с помощью датчика угловых перемещений (на рисунке не показан), измеряющего угол поворота выходного вала привода 3, и датчика давления 4, измеряющего фактическое давление топлива перед форсункой. При этом каждому значению угла поворота выходного вала привода ТНВД ставится в соответствие значение давления, измеренное датчиком 4 при данном угле.

Заданные значения углов начала нагнетания, опережения впрыскивания топлива, цикловой подачи топлива, соответствующие характеристике испытываемого ТНВД, заранее вводятся в память компьютера 1.

Выходные сигналы с датчика угловых перемещений, датчика давления 4, расходомера 17 поступают в блок 2, который служит для обработки сигналов датчиков и связи с компьютером 1.

С помощью стробоскопа 3 измеряется угол опережения впрыскивания топлива в камеру сгорания при работе ДВС на минимальной частоте холостого хода.

Полученные результаты испытаний заносится в электронный протокол соответствующих испытаний и сохраняется в устройстве хранения данных компьютера 1.

После завершения измерения параметров одной секции ТНВД гибкий топливопровод высокого давления 10 подсоединяют последовательно ко второй секции ТНВД, повторяют процесс измерения параметров и т.д. для каждой последующей секции.

По завершении испытаний всех секций ТНВД на основе обработки полученных результатов измерений на компьютере отображается диаграмма величины цикловой подачи топлива секциями ТНВД в сравнении с заданным ее значением, рассчитывается неравномерность подачи топлива секциями ТНВД, фазовые параметры работы секций, что позволяет сделать объективное заключение о его техническом состоянии и необходимости выполнения регулировочных работ.

Таким образом, предложенный подход для испытания ТНВД без демонтажа с ДВС на работающем двигателе позволит определить техническое

состояние ТНВД, сделать вывод о целесообразности его дальнейшего снятия с ДВС и необходимых действий по техническому обслуживанию и ремонту.

Библиографический список

1. Бышов Н.В. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы “Samte” / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев // В электронном журн. «Научный журнал КубГАУ». – 2012 г., № 04 (078), режим доступа: http://ej.kubagro.ru/ 2012/4/pdf/42.pdf, С. 487 – 497.
2. Кокорев Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 423–425.
3. Кокорев Г.Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем. (Статья)// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 60–70.
4. Кокорев Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта / Г.Д. Кокорев, И.Н.Николотов, И.А.Успенский // Нива Поволжья. Февраль 2010 №1 (14) – С. 39–43.
5. Кокорев Г. Д. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е. А. Панкова, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукцией: материалы междунар. науч.-практ. – Минск, 2013. – С. 197–200.
6. Кокорев Г.Д. Математическая модель изменения технического состояния мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012 – №4 (16). – С. 90–93.
7. Кокорев Г.Д. Способ отбора рациональной совокупности объектов подлежащих диагностированию / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2013 – №1 (17). – С. 61–64.
8. Кокорев Г.Д. Подход к формированию основ теории создания сложных технических систем на современном этапе /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 54–60.
9. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 425–427.
10. Кокорев Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев// Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.
11. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции,

посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 133–136.

12. Кокорев Г.Д. Основные принципы управления эффективностью процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 128–131

13. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 136–139.

14. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы международной юбилейной научно-практической конференции посвященной 60-летию РГАТУ.- Рязань: РГАТУ, 2009.С. 166-177.

15. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки / Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., Бышов Н.В. и др. – Заявл. 15.10.2010;опубл. 10.06.2012 Бюл. №16.– 6 с.

16. Кокорев Г.Д. Диагностирование дизельных двигателей методом цилиндрового баланса / Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009.– №8. – С. 45–46.

17. Успенский И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / И.А. Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы научно-практической конференции. – Рязань. 2011, 1 том. – С. 263–269.

УДК 519.245.53.08

Кокорев Г.Д., д.т.н.,
Афиногенов И.А.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОУСИЛИТЕЛЯ РУЛЯ АВТОМОБИЛЯ УРАЛ 4320-0010-31

Автомобильная техника, неотъемлемый компонент агропромышленного комплекса РФ, используется во всех его структурах и предназначена для перевозки грузов, людей и выполнения различных видов транспортных задач.

От технического уровня автомобильной техники во многом зависит успех решения сельскохозяйственных задач, способность в полной мере реализовать

экономические планы.

Агропромышленному комплексу РФ необходима автомобильная техника всех существующих типоразмеров и классов грузоподъёмности.

При проектировании новых образцов автомобильной техники необходимо учитывать значимость проблемы обеспечения таких эксплуатационных свойств автомобиля, как управляемость, устойчивость, маневренность и безопасность, то есть учитывать вопросы эксплуатационной технологичности техники [4,5,8,10,11,12].

Одним из направлений повышения активной безопасности является установка усилителя в рулевом управлении, позволившего уменьшить физическую нагрузку на водителя при поворотах рулевого колеса и снизить удары и толчки, передающиеся от управляемых колес.

Также необходимо учитывать, что передвижение автомобильной техники может проводиться в разнообразных дорожных условиях: по шоссейным и грунтовым дорогам различного типа и класса, а в ряде случаев будет двигаться по бездорожью.

При движении автомобилей в плохих дорожных условиях и вне дорог, все узлы и агрегаты подвержены высоким нагрузкам, а при частом маневрировании - особенно узлы рулевого управления. Эксплуатация автомобильной техники в таких тяжёлых условиях (когда действуют большие силы препятствующие повороту колёс или водитель вынужден длительное время удерживать рулевое колесо в крайнем положении) приводит к перегреву рабочей жидкости и элементов гидравлического рулевого усилителя и как следствие нарушение работы гидравлического рулевого усилителя [1].

Кроме того, необходим контроль технического состояния техники с рациональной периодичностью, который позволит знать фактическое техническое состояние автомобиля в целом и составляющих его элементов, в том числе и гидравлического рулевого усилителя, причем указанные мероприятия определяются принятой стратегией ТО и Р во взаимосвязи с программами ТО и Р.

Указанный подход позволит повысить эффективность технической эксплуатации техники повысить ее готовность к использованию по назначению [1,2,3,6,7,9,13,14,15,16,17,18,19].

При исследовании параметров гидроусилителя рассматриваем автомобиль как сложную систему с применением к нему методов исследования операций, планирования эксперимента [2, 5,8,10].

Для определения параметров гидроусилителя рулевого управления необходимо проведение экспериментальных исследований.

Определение коэффициента сопротивления качению.

Испытание проводилось на ровном участке с длинной 100 м, продольный уклон которой не превышал 0.5%. Трасса была разбита на 3 контрольных участка: разгона, равномерного движения и выбега (рисунок 1).

Испытуемый автомобиль разгонялся до скорости V_0 = 10 ± 0.5 км/ч с целью исключить влияние сопротивления воздуха и двигался с постоянной

скоростью по участку «К» - «О» длинной S_K (Рисунок 1). Время прохождения контрольного участка «К» - «О» использовалось для определения начальной скорости автомобиля V_0.

После прохождения отметки «О» сцепление выключалось и автомобиль двигался до полной остановки, проходя путь S_f.

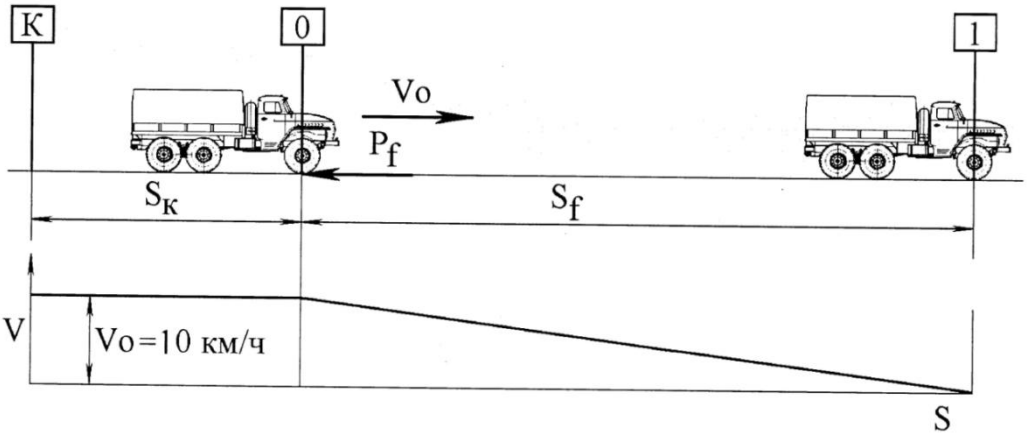


Рисунок 1 – Схема экспериментального нахождения коэффициентов сопротивления качению

При этом кинетическая энергия автомобиля затрачивается на работу по преодолению силы сопротивления качению P_f на пути выбега S_f, т.е.

$$\delta' \frac{G_a V_0^2}{2g} = f_c G_a S_f \quad (1)$$

Откуда

$$f_c = \delta' \frac{V_0^2}{2gS_f} \quad (2)$$

где δ' - коэффициент вращающихся масс колес (так как сцепление выключено, то принимается $\delta' = 1.1$).

Полученные результаты зависимости коэффициента сопротивления качению от дорожных условий приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость коэффициента сопротивления качению от дорожных условий

	Асфальтобетон	Грунтовая сухая	Песок
Коэффициент сопротивления качению	0,017-0,018	0,025-0,035	0,075 - 0,08

Определение коэффициента сцепления

Испытание проводилось на ровном участке с длинной 200 м, продольный уклон которой не превышал 0.5%. Трасса была разбита на 3

контрольных участка: разгона, равномерного движения и торможения (Рисунок 2).

Испытуемый автомобиль разгонялся до скорости V_0 = 10 ± 0.5 км/ч с целью исключить влияние сопротивления воздуха и двигался с постоянной скоростью по участку «К» - «О» длинной S_K(рисунок 2). Время прохождения контрольного участка «К» - «О» использовалось для определения начальной скорости автомобиля V_0.

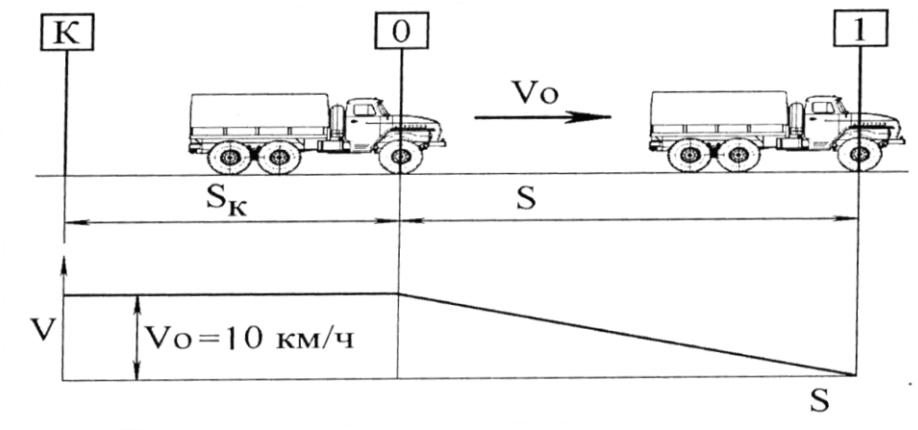


Рисунок 2 – Схема экспериментального нахождения коэффициентов сцепления

После прохождения отметки «О» колеса тормозились и автомобиль двигался до полной остановки, проходя путь S.

Коэффициент сцепления определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{V_0^2 k_э}{254 * S} \quad (3)$$

где $k_э$ - коэффициент эффективности действия тормозов (для грузовых автомобилей $k_э$ ~1,3).

Полученные результаты зависимости коэффициента сцепления от дорожных условий приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Зависимость коэффициента сцепления от дорожных условий

	Асфальтобетон	Грунтовая сухая	Песок
Коэффициент сопротивления качению	0,7 - 0,8	0,5 - 0,6	0,12-0,15

Сравнение данных эксперимента с результатами расчета позволяет отметить, что характеры протекания процессов, описанных теоретическими зависимостями и экспериментально полученными функциями, не имеют качественных отличий, кроме того, сравнительная характеристика расчетных и экспериментальных данных свидетельствует о достаточно высокой сходимости результатов. Минимизация погрешностей измерений обеспечивалась высокой

точностью используемой стандартной измерительно-регистрирующей аппаратурой и применением апробированных методов статической обработки экспериментальных данных на базе ПЭВМ в программе Excel.

Таким образом, экспериментальные исследования определения теплового потока в гидравлическом рулевом усилителе, подтвердили справедливость полученных аналитическим путем зависимостей. Погрешности вычислений не превышают 5 %.

При увеличении частоты вращения коленчатого вала, времени работы ГРУ, коэффициента сцепления, коэффициента сопротивления качению увеличивается тепловой поток в ГУР.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52453 - 2005 Автомобильные транспортные средства. Механизмы рулевые с гидравлическим усилителем и рулевые гидроусилители. Технические требования и методы испытаний [Текст]. Введ. 06-06-01. - М.: Изд-во стандартов, 2007. - 49 с.
2. Адлер, Ю. Н. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. И. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. - М. : Наука, 1976. - 176 с. - Библиогр.: с. 173-175.
3. Бышов Н.В. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы “Samte” / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев // В электронном журн. «Научный журнал КубГАУ». – 2012 г., № 04 (078), режим доступа: http://ej.kubagro.ru/ 2012/4/pdf/42.pdf, С. 487 – 497.
4. Кокорев Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 423–425.
5. Кокорев Г.Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем. (Статья)// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 60–70.
6. Кокорев Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта / Г.Д. Кокорев, И.Н.Николотов, И.А.Успенский // Нива Поволжья. Февраль 2010 №1 (14) – С. 39–43.
7. Кокорев Г. Д. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е. А. Панкова, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукцией: материалы междунар. науч.-практ. – Минск, 2013. – С. 197–200.
8. Кокорев Г.Д. Математическая модель изменения технического состояния мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012 – №4 (16). – С. 90–93.

9.Кокорев Г.Д. Способ отбора рациональной совокупности объектов подлежащих диагностированию / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2013 – №1 (17). – С. 61–64.

10. Кокорев Г.Д. Подход к формированию основ теории создания сложных технических систем на современном этапе /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 54–60.

11. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 425–427.

12. Кокорев Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев// Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.

13. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 133–136.

14. Кокорев Г.Д. Основные принципы управления эффективностью процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 128–131

15. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 136–139.

16. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы международной юбилейной научно-практической конференции посвященной 60-летию РГАТУ.- Рязань: РГАТУ, 2009.С. 166-177.

17. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки / Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., Бышов Н.В. и др. – Заявл. 15.10.2010; опубл. 10.06.2012 Бюл. №16.– 6 с.

18. Кокорев Г.Д. Диагностирование дизельных двигателей методом цилиндрового баланса / Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009.– №8. – С. 45–46.

19. Успенский И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / И.А. Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов

РГАТУ. Материалы научно-практической конференции. – Рязань. 2011, 1 том. – С. 263–269.

20. Планирование эксперимента в инженерно-технической сфере АПК с использованием компьютерной программы "Mathematica" [Текст] / В.В. Утолин., Н.Е. Лузгин, В.М. Ульянов и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 479-484.

УДК 504.06

Кокорев Г.Д., д.т.н.,
Журавлева Е.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

АНАЛИЗ ОБЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Массовое оснащение предприятий агропромышленного комплекса техническими средствами значительно расширило их возможности в плане производства сельскохозяйственной продукции, и, в то же время, создало определенные трудности в сохранении их высоких эксплуатационных качеств и постоянной готовности к использованию по назначению. Это обстоятельство предъявляет повышенные требования к способности машин противостоять внешним воздействующим факторам.

При рассмотрении и исследовании системы оценки технического состояния АТ воспользуемся методами исследования операций [2, 3,6, 8, 9, 10, 12, 14].

Надежность и постоянная готовность к использованию автомобильной техники (АТ), содержащейся на хранении, определяется свойством машин сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после хранения;

достигается качеством работ по подготовке машин к хранению, систематическим контролем их технического состояния (техническим диагностированием), своевременным проведением технического обслуживания и опробования в процессе хранения.

Своевременное обнаружение и устранение отказов и повреждений с помощью средств диагностирования [1 ,4 ,5, 7, 11, 13, 15, 16, 17] обеспечивает готовность АТ к использованию по назначению, а также значительную экономию средств на содержание машин на хранении.

Анализ ранее проведенных исследований [1, 4, 7, 15, 16, 17] показывает, что техническое диагностирование изделий должно проводиться в процессе:

производства (при необходимости);

эксплуатации (хранения) и ремонта.

Целью технического диагностирования изделий является поддержание установленного уровня надежности, обеспечение требований безопасности и эффективности использования изделий.

Техническое диагностирование изделий должно быть направлено на решение следующих взаимосвязанных задач:

определение вида технического состояния;

поиск места отказа или повреждения;

прогнозирование технического состояния.

Для осуществления технического диагностирования изделия необходимо:

установить показатели и характеристики диагностирования;

обеспечить приспособленность изделий к техническому диагностированию;

разработать диагностическое обеспечение изделия.

Устанавливаются следующие показатели диагностирования:

показатели достоверности и точности диагностирования;

показатели технико-экономические.

Технико-экономические показатели включают:

удельные затраты на диагностирование;

среднюю оперативную трудоемкость диагностирования;

среднюю оперативную продолжительность диагностирования;

периодичность диагностирования.

Устанавливаются следующие характеристики диагностирования [1, 5, 6, 7, 16, 17]:

при определении вида технического состояния изделия — номенклатура параметров изделия, позволяющих определить его техническое состояние;

при поиске места отказа или неисправностей — глубина поиска места отказа или неисправности, задаваемая уровнем конструктивной сложности составных частей изделия или перечнем элементов, с точностью до которых должно быть определено место отказа или неисправности;

при прогнозировании технического состояния — номенклатура параметров изделия, позволяющих прогнозировать его техническое состояние.

Диагностическое обеспечение изделия должно включать [1, 5, 6, 7, 16, 17]:

номенклатуру диагностических параметров и их характеристик (номинальные, допускаемые значения, точки ввода, точки контроля и т.д.);

методы диагностирования;

средства технического диагностирования;

правила диагностирования.

Номенклатура диагностических параметров должна удовлетворять требованиям полноты, информативности и доступности измерения при наименьших затратах времени и стоимости реализации.

Методы диагностирования должны определяться, исходя из установленных задач, и должны включать [1, 5, 6, 7, 16, 17]:

диагностическую модель изделия;

алгоритм диагностирования и программное обеспечение;

правила измерения диагностических параметров;

правила определения структурных параметров;

правила анализа и обработки диагностической информации и принятия решения.

Средства технического диагностирования должны обеспечивать определение (измерение) или контроль диагностических параметров в режимах работы изделия, установленных в эксплуатационной документации.

Правила диагностирования должны включать [1, 5, 6, 7, 16, 17]:

последовательность выполнения операций диагностирования;

технические требования по выполнению операций диагностирования;

указания по применяемым средствам технического диагностирования и требования к их метрологическому обеспечению;

указания по режиму работы изделия при диагностировании;

указания по регистрации и обработке результатов диагностирования и выдачи заключения (диагноза) в соответствии с решаемыми задачами;

требования безопасности процессов диагностирования и другие требования в соответствии со спецификой эксплуатации изделия.

Формы регистрации и хранения диагностической информации устанавливаются в отраслевых нормативно-технических документах.

Ответственным за обеспечение объекта техническим диагностированием является разработчик (головной разработчик) изделия.

Для обеспечения взаимодействия объекта и средств диагностирования в составе системы диагностирования должны быть решены следующие вопросы [1, 5, 6, 7, 16, 17]:

технико-экономическое обоснование выбора вида и назначения системы диагностирования;

анализ физических процессов, происходящих в объекте диагностирования с целью выявления механизмов возникновения и признаков проявления повреждений и дефектов;

сбор и изучение априорных данных о характерных повреждениях и дефектах аналогичных изделий или их составных частей;

выбор метода диагностирования, разработка модели объекта диагностирования;

разработка алгоритма диагностирования;

разработка конструктивных требований к объекту диагностирования с целью обеспечения его диагностирования и разработка соответствующей технической документации;

выбор или разработка средств диагностирования;

разработка устройств сопряжения объекта и средств диагностирования;

разработка эксплуатационной и ремонтной документации по диагностированию;

испытания систем диагностирования.

Обеспечение взаимодействия объектов и средств диагностирования должно проводиться с максимальным использованием формализованных моделей объектов диагностирования и методов построения алгоритмов диагностирования [1,4,5,6,7,15,16,17].

Описание формализованных моделей объектов диагностирования и разработанных алгоритмов диагностирования представляют в пояснительной записке. В пояснительную записку должны быть включены также технико-экономические расчеты и обоснования системы диагностирования.

Каждая разработанная или модернизированная машина должна быть приспособлена к техническому диагностированию.

Приспособленность машины к диагностированию должна быть регламентирована:

перечнем показателей приспособленности к диагностированию;

нормативными значениями показателей приспособленности;

перечнем и конструктивным оформлением контрольных точек на машине (схема размещения, технологические люки, открывающие доступ к контрольным точкам, конструкция машины и присоединительные размеры поверхностей для установки измерительных преобразователей, тип встроенных измерительных преобразователей и т.п.);

перечнем и степенью унификации типовых устройств сопряжения со средствами диагностирования.

Конструкцией машины должна быть обеспечена возможность диагностирования составных частей при эксплуатации машины без разборки, за исключением вскрытия технологических люков, крышек, открывающих доступ к контрольным точкам, а также для установки измерительных преобразователей, присоединения средств диагностирования.

Конструкцией машины должна быть исключена возможность ее повреждения при подсоединении средств диагностирования в результате нарушения герметичности, попадания посторонних предметов во внутренние полости или их загрязнения, нарушения электропроводки.

Для составных частей машины должен быть определен перечень прямых (структурных) параметров $П_п$, характеризующих их работоспособность (зазоры, натяги, износы, люфты, технические и рабочие характеристики машины и ее составных частей). Структурные параметры для тракторов устанавливают по ГОСТ 20760, для других машин (до разработки соответствующих стандартов) — на основе исследования объекта диагностирования.

Для каждого структурного параметра должно быть установлено допускаемое отклонение.

Перечень диагностических параметров $П_д$ следует составлять в зависимости от применяемого метода диагностирования.

Приспособленность машины к диагностированию - следует подвергать испытанию совместно со средствами диагностирования в составе системы диагностирования.

Экономическую эффективность диагностирования следует оценивать в результате установления годовых издержек на обслуживание и ремонт машин.

Годовой экономический эффект от диагностирования по *i*-му структурному параметру состояния вычисляют по формуле

$$Э_i = П_i - П_{Д_i}, \qquad (1)$$

где $П_i$, $П_{дi}$, — годовые издержки организации, эксплуатирующей машины, наблюдаемые соответственно при отсутствии и проведении технического диагностирования по *i*-му структурному параметру, руб./год.

Годовые издержки при проведении технического диагностирования по *i*-му структурному параметру состояния следует устанавливать статистическим путем по результатам внедрения. При расчете годовые издержки подсчитывают по формуле

$$П_{Д_i} = \frac{Q_{Д_i} A_i + \left(1 - Q_{Д_i}\right) C_i + K_i + K_i B_i}{t_{ф_i}} \cdot t_Г, \qquad (2)$$

где $Q_{дi}$ — вероятность отказа по i-му структурному параметру составной части машины за срок ее службы;

A_i — издержки, связанные с устранением последствий отказа по *i*-му структурному параметру, руб.;

C_i — издержки, связанные с ремонтом или техническим обслуживанием, предупреждающим отказ составной части по *i*-му структурному параметру, руб.;

K_i — число измерений *i*-го структурного параметра до его восстановления;

B_i — приведенные затраты на измерение *i*-го структурного параметра, состоящие из основной и дополнительной зарплаты и начислений на нее, общепроизводственных и общехозяйственных расходов, затрат на материалы, доли амортизационных отчислений на текущий ремонт средств диагностирования и помещений, а также произведения доли капитальных вложений на нормативный коэффициент экономической эффективности, руб.;

$t_{Фi}$ — средний фактически используемый технический ресурс диагностируемой составной части по i-му структурному параметру с учетом ее отказа и предупредительной замены (регулирования) после диагностирования с определенной периодичностью, единица наработки;

$t_г$ — средняя годовая наработка машины, единица наработки в год.

Значения вероятности отказа $Q_{дi}$, среднего фактически используемого ресурса $t_{Фi}$, а также числа измерений K_i устанавливают по формулам.

Годовые издержки при отсутствии технического диагностирования также следует устанавливать статистическим путем. При расчете годовые издержки необходимо вычислять по формуле (2). При этом вероятность отказа и средний фактически используемый технический ресурс составной части по *i*-му структурному параметру устанавливают, если техническое диагностирование отсутствует, а K_i=0.

Годовой экономический эффект от диагностирования машины следует вычислять как сумму разности годовых издержек при отсутствии и проведении технического диагностирования по всем структурным параметрам по формуле

$$Э_м = \sum_{i=1}^{n} П_i - П_{Д_i}, \qquad (3)$$

где n — число контролируемых структурных параметров машины.

Анализ ранее проведенных исследований систем технического диагностирования автомобильной техники, изучение государственных стандартов в данной области указывает, что общие технические требования к системам оценки технического состояния нефункционирующих объектов АТ должны включать:

общие положения;

классификацию и требования к средствам диагностирования ВАТ;

документацию на диагностирование;

требования к машинам, подлежащим диагностированию;

оценку экономической эффективности диагностирования.

Указанные вопросы дают возможность обеспечить полноту и высокий уровень требований к системам диагностирования АТ, содержащейся на хранении.

Библиографический список

1. Бышов Н.В. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы “Samte” / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев // В электронном журн. «Научный журнал КубГАУ». – 2012 г., № 04 (078), режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/4/pdf/42.pdf, С. 487 – 497.

2. Кокорев Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 423–425.

3. Кокорев Г.Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем. (Статья)// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 60–70.

4. Кокорев Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта / Г.Д. Кокорев, И.Н.Николотов, И.А.Успенский // Нива Поволжья. Февраль 2010 №1 (14) – С. 39–43.

5. Кокорев Г. Д. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е. А. Панкова, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукцией: материалы междунар. науч.-практ. – Минск, 2013. – С. 197–200.

6. Кокорев Г.Д. Математическая модель изменения технического состояния мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г.Д. Кокорев //

Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012 – №4 (16). – С. 90–93.

7. Кокорев Г.Д. Способ отбора рациональной совокупности объектов подлежащих диагностированию / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2013 – №1 (17). – С. 61–64.

8. Кокорев Г.Д. Подход к формированию основ теории создания сложных технических систем на современном этапе /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 54–60.

9. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 425–427.

10. Кокорев Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев// Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.

11. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 133–136.

12. Кокорев Г.Д. Основные принципы управления эффективностью процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 128–131

13. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 136–139.

14. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы международной юбилейной научно-практической конференции посвященной 60-летию РГАТУ.- Рязань: РГАТУ, 2009.С. 166-177.

15. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки / Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., Бышов Н.В. и др. – Заявл. 15.10.2010;опубл. 10.06.2012 Бюл. №16.– 6 с.

16. Кокорев Г.Д. Диагностирование дизельных двигателей методом цилиндрового баланса / Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009.– №8. – С. 45–46.

17. Успенский И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / И.А.

Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы научно-практической конференции. – Рязань. 2011, 1 том. – С. 263–269.

18. Анализ методов разработки технических систем [Текст] / Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, В.В. Коченов и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях: Материалы III Международной научной конференции. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГТУ, 2016. – С. 74-78.

19. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки/Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., Бышов Н.В. и др. -Заявл. 15.10.2010;опубл. 10.06.2012 Бюл. №16.-6 с.

УДК 504.06

Кокорев Г.Д., д.т.н.,
Воронов В.П.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Для определения работоспособности машин, поиска дефектов и прогнозирования состояния агрегатов, узлов и автомобильной техники (АТ) в целом необходимо измерять диагностические параметры.

Измеряемые диагностические параметры выбирают из множества принципиально возможных параметров некоторого ограниченного количества для исследования информативности признаков, сформированных на этих параметрах [5,6,7,16,17]. На основании информативности признаков определяется окончательный состав измеряемых физических параметров, которые используются в дальнейшем для диагностирования неисправных состояний машин.

Номенклатура диагностических параметров регламентируется государственными стандартами.

С усложнением современной АТ, повышением требований к ее надежности увеличивается число контролируемых прямых и косвенных диагностических параметров, и следовательно, методов и средств технического диагностирования, необходимых для качественной технической эксплуатации техники на основе разработанных программ технического обслуживания и ремонта [11,13]. Методы диагностирования определяют исходя из установленных задач и показателей диагностирования. Они должны включать диагностическую модель объекта, а также правила измерения диагностических параметров, их анализа и обработки.

Метод диагностирования есть не что иное, как метод измерения диагностического параметра. Таким образом, измерение физических параметров положено в основу различных методов и средств технического

диагностирования, с помощью которых анализируют и оценивают сложное техническое состояние объектов [1,4,15,16,17].

Для выбора элементов АТ подлежащих диагностированию необходима разработка структурной схемы машины, которая основывается на представлении машины как системы с применением для ее анализа методов системного подхода [2,3,6,8,9,10].

Под структурной схемой машины подразумевается взаимное расположение деталей, их размер и форма, величины зазоров в сопряжениях, характер связи и взаимодействия. Числовые значения величин x_1, x_2, x_3 ,..., x_n достаточно полно характеризующих структуру любого механизма и способ ее функционирования в данный момент времени t, называются параметрами состояния.

Контроля требуют такие структурные элементы, значение параметров технического состояния которых являются функцией времени эксплуатации

$$Xi = f(t_x), \tag{1}$$

Указанные элементы, впоследствии именуются деталями, имеющими ограниченный срок службы (ДОСС).

Выбор объектов испытаний рассматривался как задача разделения исходного множества R_o на два непересекающихся подмножества

$$R_o = R_к \cup R_н,$$

где R_o – общее число элементов автомобиля;

$R_к$ – число элементов, срок службы которых зависит от климатических факторов;

$R_н$ – число элементов, параметры которых не изменяются в процессе хранения.

Анализ отказов и повреждений для определения ДОСС проводился по статистическим данным подконтрольной эксплуатации АТ.

Для анализа последствий отказов и повреждений элементов автомобиля предлагается использовать критерий B_o [12,14,17] относительной весомости изменений технического состояния – "энтропии" ($B_{ок}$ – по причине коррозии; $B_{ос}$ – по причине старения)

$$B_o = Q_o \cdot K_o + Q_n \cdot K_o, \tag{2}$$

где Q_o – распределение отказов по структурным элементам автомобилей опытного хранения, %;

Q_n – распределение повреждений по структурным элементам автомобилей опытного хранения, %;

K_o – коэффициент влияния отказа (повреждения) на работоспособность автомобиля приведен в таблице [17].

Результаты расчетов средней энтропии по формуле 2 для автомобилей, приведены в таблице.

Анализ таблицы показал, что должны быть подвержены контролю элементы автомобилей, имеющие критерий B_o больше 3,3 (5% суммарной энтропии) или наиболее подвержены коррозионному поражению система

питания двигателей, тормозные системы, электрооборудование; старению – система питания двигателей, тормозные системы, приводные ремни, рукава системы охлаждения и предпускового подогрева, трубопроводы рулевого управления, детали электрооборудования.

Перечень характерных отказов (повреждений) – «слабых звеньев" (СЗ) автомобилей многоцелевого назначения, приведен в таблице.

Оценка охвата вероятных отказов при диагностировании ограниченного перечня элементов проведена путем определения выборочных средних значений для различных марок автомобилей по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{100 n_a} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_{oi} \,, \qquad (3)$$

где x_{oi} -суммарное число отказов рассматриваемых систем i-го автомобиля, %;

n_a -число рассматриваемых марок машин, ед.

Выборочное среднее отклонение для случайных ошибок определяется по формуле

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{oi}^{\,2} - \left[\left(\sum_{i=1}^{n} x_{oi}\right)^2\right] \Big/ n}}{n(n-1)} \,, \qquad (4)$$

Подставив в формулы 3 и 4 данные, определено, что при испытаниях перечисленных элементов АТ вероятность учета отказов вызванных коррозией составит 0,9504 (выборочное среднее отклонение – 0,0135) и вызванных старением – 0,844 (выборочное среднее отклонение – 0,022).

Требования к машинам, подлежащим диагностированию

Каждая разработанная или модернизированная машина должна быть приспособлена к техническому диагностированию.

Приспособленность машины к диагностированию должна быть регламентирована:

перечнем показателей приспособленности к диагностированию;

нормативными значениями показателей приспособленности;

перечнем и конструктивным оформлением контрольных точек на машине (схема размещения, технологические люки, открывающие доступ к контрольным точкам, конструкция машины и присоединительные размеры поверхностей для установки измерительных преобразователей, тип встроенных измерительных преобразователей и т.п.);

перечнем и степенью унификации типовых устройств сопряжения со средствами диагностирования.

Таблица - Перечень контролируемых систем и агрегатов АТ при подконтрольной эксплуатации

Структурные элементы автомобиля	Воздействие коррозии		Влияние старения		Общая сумма рангов	Место	Контролируемые сборочные единицы	Используемое оборудование
	$B_{ок}$	$P_{анг}$	$B_{ос}$	$P_{анг}$				
КШМ и ГРМ	0,55	8	1,6	9	17	7	Затяжка болтов (гаек) головок блока	УЗК
Система смазки	-	19	2,6	7	26	13	Герметичность системы смазки	АЭ
Система питания	26,1	1	14,6	1	2	1	Герметичность системы питания коррозия топливных баков коррозия топливных фильтров	АЭ УЗК УЗК
Система охлаждения	7,5	4	7,6	5	9	4	Герметичность системы охлаждения Коррозия радиаторов Коррозия предпусковых подогревателей	АЭ УЗК УЗК
Сцепление	1,33	6	1,42	10	16	6	Герметичность привода сцепления	АЭ
Коробка передач	0,1	18	0,22	15	33	18	Герметичность агрегатов трансмиссии	АЭ
Раздаточная коробка	0,12	17	1,0	11	28	16		
Ведущие мосты	0,28	14	0,5	12	26	14		
Карданная передача	0,5	9	0,02	19	28	15	Коррозия карданных шарниров	УЗК
Подвеска	0,25	15	0,2	16	31	17	Коррозия деталей	УЗК
Колеса и ступицы	0,3	13	2,7	6	19	9		
Рулевое управление	0,5	10	8,0	4	14	5	Герметичность гидроусилителя руля	АЭ
Тормозная система	18,1	2	13,2	2	4	2	Герметичность системы тормозов	АЭ
Система зажигания	8,2	3	9,0	3	6	3	Коррозия контактов и разъемов	Прибор П-4352
Система пуска	1,8	5	0,3	13	18	8		
Система электроснабжения	0,3	12	0,3	14	26	12		
Система освещения и сигнализации	0,8	7	0,2	17	24	11		
Детали кабины и платформы	0,2	16	0,1	18	34	19	Коррозия деталей	УЗК
Система регулирования давления воздуха в шинах	0,45	11	2,6	8	19	10	Герметичность системы	АЭ
Лебедка	-	20	-	20	40	20	Коррозия деталей	УЗК

УЗК – ультразвуковой контроль;

АЭ – акустическая эмиссия.

Конструкцией машины должна быть обеспечена возможность диагностирования составных частей при эксплуатации машины без разборки, за исключением вскрытия технологических люков, крышек, открывающих доступ к контрольным точкам, а также для установки измерительных преобразователей, присоединения средств диагностирования.

Конструкцией машины должна быть исключена возможность ее повреждения при подсоединении средств диагностирования в результате нарушения герметичности, попадания посторонних предметов во внутренние полости или их загрязнения, нарушения электропроводки.

Для составных частей машины должен быть определен перечень прямых (структурных) параметров $П_п$, характеризующих их работоспособность (зазоры, натяги, износы, люфты, технические и рабочие характеристики машины и ее составных частей). Структурные параметры для машин устанавливают на основе исследования объекта диагностирования.

Для каждого структурного параметра должно быть установлено допускаемое отклонение.

Перечень диагностических параметров $П_д$ следует составлять в зависимости от применяемого метода диагностирования.

Приспособленность машины к диагностированию следует подвергать испытанию совместно со средствами диагностирования в составе системы диагностирования.

Представленный подход позволит посредством диагностирования своевременно выявлять и устранять отказы и неисправности, повысить готовность АТ к использованию по назначению, за счет повышения эффективности процесса технической эксплуатации [12,14].

Библиографический список

1. Бышов Н.В. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы “Samte” / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев // В электронном журн. «Научный журнал КубГАУ». – 2012 г., № 04 (078), режим доступа: http://ej.kubagro.ru/ 2012/4/pdf/42.pdf, С. 487 – 497.

2. Кокорев Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 423–425.

3. Кокорев Г.Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем. (Статья)// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 60–70.

4. Кокорев Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта / Г.Д. Кокорев, И.Н.Николотов, И.А.Успенский // Нива Поволжья. Февраль 2010 №1 (14) – С. 39–43.

5. Кокорев Г. Д. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е. А. Панкова, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров

// Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукцией: материалы междунар. науч.-практ. – Минск, 2013. – С. 197–200.

6. Кокорев Г.Д. Математическая модель изменения технического состояния мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012 – №4 (16). – С. 90–93.

7. Кокорев Г.Д. Способ отбора рациональной совокупности объектов подлежащих диагностированию / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2013 – №1 (17). – С. 61–64.

8. Кокорев Г.Д. Подход к формированию основ теории создания сложных технических систем на современном этапе /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 54–60.

9. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 425–427.

10. Кокорев Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев// Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.

11. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 133–136.

12. Кокорев Г.Д. Основные принципы управления эффективностью процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 128–131

13. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 136–139.

14. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы международной юбилейной научно-практической конференции посвященной 60-летию РГАТУ.- Рязань: РГАТУ, 2009.С. 166-177.

15. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки / Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., Бышов Н.В. и др. – Заявл. 15.10.2010; опубл. 10.06.2012 Бюл. №16.– 6 с.

16. Кокорев Г.Д. Диагностирование дизельных двигателей методом цилиндрового баланса / Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009.– №8. – С. 45–46.

17. Успенский И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / И.А. Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы научно-практической конференции. – Рязань. 2011, 1 том. – С. 263–269.

18. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки/Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., Бышов Н.В. и др. -Заявл. 15.10.2010;опубл. 10.06.2012 Бюл. №16.-6 с.

УДК 621.01

Косимов А.А.,
НамИСИ, г. Наманган, Узбекистан

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗУБЧАТО-РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

В области машиностроения известно большое количество видов передач, включая зубчатую, цепную, ременную передачи и т.п. Зубчатые передачи отличаются точным передаточным числом, а также может обеспечивать большое передаточное число и выдерживать высокие нагрузки. Однако, указанная передача может быть использована только при малых расстояниях между двумя валами передачи. Если расстояние между двумя валами передачи является большим, то обычно выбирают цепную или ременную передачу [1]. При этом цепная передача в основном осуществляется зацеплением между цепью и звездочкой, тем не менее, цепная передача по своему характеру имеет недостатки, такие как приложение нагрузки с мгновенным ударом, который возникает при использовании цепной передачи с низким передаточным числом [2]. Указанная передача подходит только при условии низкой скорости передачи и при отсутствии приложения нагрузки с мгновенным ударом. Зацепление и контакт между цепью и цепным колесом представляет собой зацепление между двумя жесткими компонентами, в то время как зацепление между ремнем и шкивом представляет собой зацепление между жестким компонентом и одним гибким (мягким) компонентом, причем указанные два зацепления значительно отличаются друг от друга. Если в зацеплении находятся два жестких компонента, то характер зацепления указанных двух компонентов должен быть в полном соответствии, поскольку самое малое несоответствие может вызвать зацепление с зазором и зацепление с натягом. Однако если в зацеплении находятся один жесткий компонент и один гибкий компонент, то благодаря гибкости гибкого компонента зацепление с натягом между жестким компонентом и гибким компонентом также может удовлетворять требованиям зацепления, т.к. жесткий компонент сжимает гибкий компонент до необходимого зацепляющего размера и таким образом осуществляет зацепление [3].

Однако, зубчатая ременная передача сконструирована на основе теории передач зацеплением и имеет точное передаточное число, а также, благодаря взаимоотношению зацеплением между ремнем и ременным шкивом, проскальзывание и холостое вращение не происходит вовремя процесса передачи. Однако, это применимо только для передачи малой нагрузки.

Надежность зубчато-ременной передачи определяется надежностью приводного зубчатого ремня. Мировой опыт промышленной эксплуатации зубчато-ременных передач свидетельствует, что преобладающим видом повреждения зубчатых ремней, оснащенных износостойким покрытием рабочей поверхности, является усталостное разрушение зубьев (75...80 %) [2].

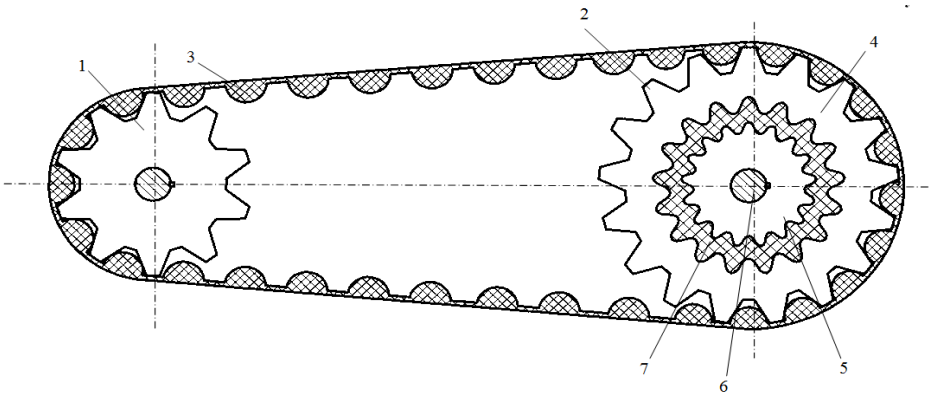
Приводной зубчатый ремень при передаче мощности подвергается комплексу динамических ударных нагрузок, вызывающих постоянное изменение его напряженно-деформированного состояния. Это предопределяет интенсивность протекания деструктивных явлений, определяющих несущую способность и долговечность передачи и ведущих к потере ее работоспособности. При мало переменных нагрузках, применение обычных зубчато-ременных передач не предлагается.

Нами разработана новая конструкция зубчато-ременной передачи с составным ведомым шкивом (Рисунок 1).

В обычных зубчато-ременных передачах скорость движения V_1 зуба ремня, входящего в зацепление с зубом ведущего шкива по мере её поворота остаётся по величине постоянной, а по направлению меняется, что приводит к изменению проекций скорости V_1 на оси X и У (Рисунок 2а)

Положение I:

$$V_{x\min} = V_1 \cos\varphi_1; \qquad V_{y\max} = V_1 \sin\varphi_1 \tag{1}$$



1-ведуший шкив; 2-ведомый шкив; 3- зубчатый ремень; 4-внешный зубчатый обода; 5-ступица шкива; 6-вал; 7-резиновая втулка

Рисунок 1 – Зубчато-ременная передача с составным ведомым шкивом

Положение II:

$$V_{x\max} = V_1 \frac{\omega_1 t}{2 \cdot 10^3 \sin\varphi_1}; \qquad V_{y\min} = 0 \tag{2}$$

Тогда средняя скорость ремня

$$V_{x\min} = \frac{1}{2}\left(V_{x\min} + V_{x\max}\right) = \frac{\omega_1 t}{4\cdot 10^3}\left(ctg\,\varphi_1 + \frac{1}{\sin\varphi_1}\right) \qquad (3)$$

Скорость движения V_2 зуба, выходящего из зацепления с ведомым шкивом, и ее угловая скорость ω_2 зависят от вида движения шкивов (см. рис. 2б)

Положение I:

$$V_{2\min} = V_1\frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2}; \qquad \omega_{2\min} = \omega_1\frac{r_1\cos\varphi_1}{r_2\cos\varphi_2} \qquad (4)$$

Положение II:

$$V_{2\max} = V_1; \qquad \omega_{2\max} = \omega_1\frac{r_1}{r_2} \qquad (5)$$

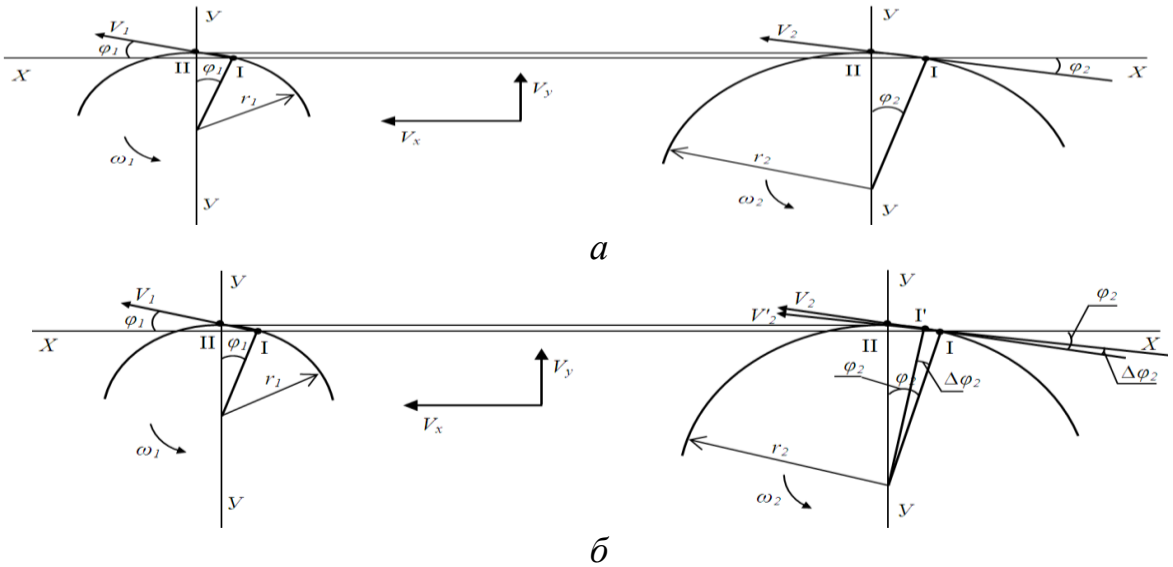


Рисунок 2 – Кинематическая расчетная схема зубчато-ременной передачи, (а) – без резиновой втулки, (б) – с резиновой втулкой

Неравномерность угловой скорости ведомого шкива характеризуется коэффициентом кинематической неравномерности вращения

$$\delta_k = 2\frac{\omega_{2\max} - \omega_{2\min}}{\omega_{2\max} + \omega_{2\min}} = 2\frac{1 - \dfrac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2}}{1 + \dfrac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2}} \qquad (6)$$

Рассмотрим на следующем этапе движения зубчато-ременной передачи с составным ведомым шкивом. При этом средняя скорость остаётся постоянном, а скорость движения и угловая скорость ведомого шкива изменеется в зависимоети допольнительного угла поворота $\Delta\varphi_2$

Положение I:

$$V'_{2\min} = V_1\frac{\cos\varphi_1}{\cos(\varphi_2 + \Delta\varphi_2)}; \qquad \omega_{2\min} = \omega_1\frac{r_1\cos\varphi_1}{r_2\cos(\varphi_2 + \Delta\varphi_2)} \qquad (7)$$

Положение II:

$$V'_{2\max} = V_1; \qquad \omega_{2\max} = \omega_1\frac{r_1}{r_2} \qquad (8)$$

При этом коэффицент кинематической неравномерности вращения будет

$$\delta_k == 2\frac{1-\dfrac{\cos\varphi_1}{\cos(\varphi_2-\Delta\varphi_2)}}{1+\dfrac{\cos\varphi_1}{\cos(\varphi_2-\Delta\varphi_2)}} \qquad (9)$$

Составной шкив в теоретических исследованиях рассмотрена как резинометаллический шарнир. Резинометалические шарниры используются в узлах конструкций как упругий элементы, которые работают главноым образом на коаксиальное кручение и осевой сдвиг. Как известно из теории упругости, энергия деформации касательного напряжения в теле, имеющем объем V, может быть определено по формулам [4]

$$\Pi = \frac{\tau^2 V}{2G}; \qquad \tau = \frac{M}{2\pi r_2^2 l} \qquad (10)$$

где τ- касательное напряжение в материале, соответствующее произведенной деформации, *Па; G*-модуль упругости материала, Па; *M*-внешний момент, Нм.

Принимая в качестве деформируемого тела объем элементарного цилиндра и приравнивая энергию деформации резиновой втулки к работе внешнего момента *M* можно записать

$$dV = 2\pi r l dr; \qquad \frac{1}{2}M\Delta\varphi_2 = \int_V \frac{\tau^2 dV}{2G} \qquad (11)$$

Подставляя значения τ из формулы (10) и интегрируя в пределах от r_2 до $r_{вт}$ получим

$$\frac{1}{2}M\Delta\varphi_2 = \frac{M^2}{4\pi Gl}\int_{r_2}^{r_{вт}}\frac{dr}{r^3} = \frac{M^2}{4\pi Gl}\cdot\frac{r_{вт}^2 - r_2^2}{2r_{вт}^2 r_2^2} \qquad (12)$$

или

$$\Delta\varphi_2 = \frac{M}{4\pi Gl}\cdot\frac{r_{вт}^2 - r_2^2}{r_{вт}^2 r_2^2} \qquad (13)$$

Поставляя значение $\Delta\varphi_2$ из формулы (13) на выражению (9), получим

$$\delta_k == 2\frac{1-\dfrac{\cos\varphi_1}{\cos(\varphi_2-\dfrac{M}{4\pi Gl}\cdot\dfrac{r_{вт}^2-r_2^2}{r_{вт}^2 r_2^2})}}{1+\dfrac{\cos\varphi_1}{\cos(\varphi_2-\dfrac{M}{4\pi Gl}\cdot\dfrac{r_{вт}^2-r_2^2}{r_{вт}^2 r_2^2})}} \qquad (14)$$

Решением задачи (14) можно определить пределы изменения угловой скорости шкива и выбором необходимых законов его движения можно обосновать его параметры.

Численное решение задачи кинематики зубчато-ременной передачи производили при следующих значениях параметров: *M*=(80-120) Нм; *G*=(10-30)$\cdot 10^5$ Н/м^2; φ_1=30^0; φ_2=30^0; *l*=3$\cdot 10^{-2}$ м; $r_{вт}$=10^{-1} м; r_2=8$\cdot 10^{-1}$ м.

По результатам численных решений можно отметить, что коэффициент кинематической неравномерности δ_k вращения ведомого шкива увеличивается по линейной закономерности от увеличения внешнего момента. При этом увеличение модуля упругости *G* резиновой втулки ведомого шкива приводит к

уменьшению коэффициента кинематической неравномерности δ_k вращения ведомого шкива. Следует отметить, что возрастание внешнего момента M от 20 Нм до 120 Нм приводит к увеличению коэффициента кинематической неравномерности δ_k вращения ведомого шкива от 0,00125 до 0,007442 при значениях модуля упругости $20 \cdot 10^5$ Н/м^2.

Проведен кинематический анализ зубчато-ременной передачи с ведомым шкивом без и с резиновым втулками. Получены выражения для определения максимальных и минимальных значений линейных и угловых скоростей шкивов, коэффициента кинематической неравномерности вращения ведомого шкива зубчато-ременной передачи. На основе численного решения задачи обоснованы параметры ременной передачи.

Библиографический список

1. Иванов М.Н. Детали машин [Текс] / М.Н.Иванов. - Москва: Издательство Высшая школа, 1976. – 399 с.
2. Беляев А.К. Динамическая устойчивость зубчато-ременной передачи [Текс] / А.К.Беляев // Изв. Вузов. Приборостроение. – 2010. – № 2. – С. 20-24.
3. Кенжабоев Ш. Инновационная конструкция ременной передачи для приводов технологических машин [Текс] / Ш.Кенжабоев, В.Турдалиев, А.Абдуллажонов. // Перспективы интенсивного подхода к инновационному развитию: сборник материалов Международной конференции. – Наманган: Издательство «НамИТИ», 2018. – С. 351-352.
4. Потураев В.Н. Резиновые и резино-металлические детали машин [Текс] / В.Н.Потураев - Москва: Издательство Машиностроение, 1966. – 300 с.
5. Лузгин, Н.Е. Теоретическое обоснование производительности скребкового транспортера-дозатора сыпучих минеральных удобрений [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.Н. Туркин // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – С. 66-70.
6. Лузгин, Н.Е. Определение основных мощностных параметров скребкового транспортера-дозатора сыпучих грузов [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.Н. Туркин // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – С. 73-77.
7. Хайдаров, А.К. Экономическое обоснование развития малых предприятий производящих продукцию на основе базальта / А.К. Хайдаров, М.Э. Кабулов, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 214-216.

8. Мухиддинов, Д.Х. Внедрение технологии производства композитных материалов (на при / А.К. Хайдаров, З.А. Хайдарова, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 217-219.

9. Костенко, М.Ю. Применение композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Н.С. Жбанов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 223-227

10. Хайдаров, А.К. Пути снижения расхода теплоносителя для плавки базальта / А.К. Хайдаров, З.А. Хайдарова, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 217-219.

11. Горохова, М.Н. Моделирование теплового процесса нанесения покрытий / М.Н. Горохова, Ю.А. Юдаев, М.Л. Санникова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №90. С. 397-407.

12. Санникова, М.Л. Материалы с эффектом памяти формы / М.Л. Санникова, Т.В. Вырикова // Материалы 65-й Международной научно-практической конференции «Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы» – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ. 2014. С. 133-137.

УДК 338.43

Костенко М.Ю. д.т.н. ,
Губанова А.Д.,
Липин В.Д., к.т.н.,
Наумов К.С.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ЛИСТЬЕВ

В осенний период многие предприятия сталкиваются с проблемой сезонного характера - сбором опавших листьев. На уборку опавшей листвы уходит немало времени, а использование рабочей силы, как правило, обусловлено большими материальными затратами. Наиболее оптимальным

вариантом для решения данной проблемы является использование специальной установки для сбора листьев[2].

Для исследования аэродинамических свойств листьев были использованы березовые листья. Береза обыкновенная вырастает в высоту до 35 м и имеет широкую коническую крону. Кора молодых деревьев светло-коричневого цвета, когда возраст деревьев достигает больше 10 лет, кора приобретает белый цвет с характерными черными полосками.

Длина стандартного березового листа варьируется в пределах 3 – 7 см. Для листьев березы характерна треугольно-яйцевидная форма, на конце они заметно заужены. В осенний период перед опаданием листья приобретают характерный желтый или красный цвет. Цветки березы обыкновенной раздельнополые. Для женских соцветий характерны сережки зеленовато-бурого цвета, которые распускаются одновременно с листьями. Мужские соцветия развиваются в летнее время, а их цветение происходит исключительно осенью.

Для исследования аэродинамических свойств листьев применяли специальную аспирационную установку. Через бункер в аспирационную установку засыпаются отобранные для исследования листья, с нижней части происходит подача воздуха. Таким образом, мы исследовали силу воздействия воздушного потока на листья разной степени измельчения, при их попадании в аэродинамическую трубу [3].

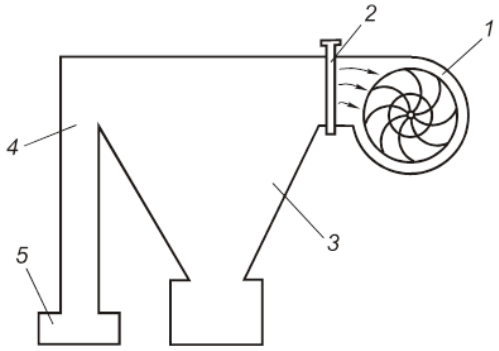
Аэродинамические свойства листьев определяются их поведением в воздушном потоке. При вертикальном способе подачи воздуха листья могут упасть, или перейти в состояние витания, или с потоком воздуха подняться вверх. Скорость витания (м/с) — это скорость потока воздуха, при которой происходит уравновешивание силы тяжести листка и силы сопротивления воздуха. Величина скорости витания варьируется для листьев разной влажности. Воздействие воздушного потока на листья определяется положением листка в аэродинамической трубе. При испытаниях листьев с влажностью до 60% выявилась следующая закономерность: когда большая ось листа параллельна потоку воздуха, то оно вознесется с вверх, если же ось листа перпендикулярна направлению воздушного потока, то листок падает вниз. Определение скорости витания листьев и изучение их аэродинамических свойств имеет большое значение для разработки установки для сбора опавшей листвы [4].

Программа исследования основных физико-механических свойств опавших листьев включала экспериментальное определение нижеследующих показателей: форма и размер листьев; влажность листьев; масса листьев. В природе встречается большой спектр размеров листьев, поэтому для дальнейшего создания установки по сбору листвы крайне необходимо в исследовании учитывать данное свойство. Для данного исследования использовались листья березы, т.к. именно этот вид листвы крайне часто встречается на садовых и лесопарковых хозяйствах. Длина данного листа достигает от 3-7 см., ширина варьируется от 2-4см.

Размеры листьев: 10мм, 20мм, 30мм, 40мм, 50мм. для данного исследования были получены путем механического измельчения. Степень измельчения измерялась с помощью рамок с ячейками 10х10мм, 20х20мм, 30х30мм, 40х40мм, 50х50мм. После измельчения листву пропускают через набор рамок (рассев), полученные фракции листвы использовались для дальнейшего определения скорости витания.

В осенний период встречается листва разной влажности [11, 12]. Для определения данного показателя использовался прибор влагометр Wile 26. В емкость с объемом 10 литров помещали листья нужного размера, далее путем надавливания зонда в листву измеряли влажность. Влажность листьев варьировали от 20%-100%. Необходимая влажность достигается искусственно, путем орошения листвы. В данном эксперименте использовали следующую влажность листьев: 20%, 40%, 60%, 80%, 100%[1].

В дальнейшем листву порциями подавали в аспирационную установку. Испытуемые листья помещается в полость аэродинамической трубы непосредственно в восходящий воздушный поток (Рисунок 1).



1 – вентилятор; 2 – задвижка; 3 – отстойник (циклон); 4 – сепарационный канал; 5 – кассета.

Рисунок 1 – Схема аспирационной установки

Скорость воздушного потока, при которой листва находятся во взвешенном состоянии, называется критической. Испытуемые листья помещаются в вертикально расположенную аэродинамическую трубу в восходящий воздушный поток. Витание заключается не в зависании листьев в воздухе, а в колебании их на определенном участке вверх-вниз (рисунок 2). Изменяя угол заслонки, добиваются взвешенного состояния листьев. Листок, вследствие действия на него силы давления воздушного потока и силы тяжести, начинает витать при условии F=G, где F – сила от действия воздушного потока; G – сила тяжести.

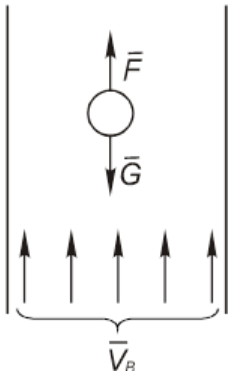


Рисунок 2 – Воздействие на листок силы воздушного потока и силы тяжести.

В этот момент на листья действует две силы: сила давления воздушного потока F и сила тяжести G. Если F>G, листья движутся вверх. При F<G листья движутся вниз. Когда F=G, листья находится во взвешенном состоянии, а скорость воздушного потока в данный момент будет являться критической скоростью для испытуемых листьев. Изменяя угол открытия заслонки, необходимо добиться условия F=G, а затем по показателям термоанемометра определить критическую скорость листвы[3].

Силу F_n можно определить по формуле Ньютона

$$F_n = K \cdot \gamma \cdot S(V_л - V_B)^2 \quad (1)$$

$$V_л - V_B = V_{кр} \quad (2)$$

где γ – удельный вес воздуха, кг/м^3;

K – коэффициент сопротивления воздуха, зависящий от формы листа и свойств его поверхности;

S – миделево сечение тела, т. е. площадь проекции его на плоскость, перпендикулярную относительной скорости $V_л - V_B$, м^2;

V_B – скорость воздушного потока, м/с;

$V_л$ – скорость листьев, м/с;

Если $G > F_n$, то семя будет двигаться вниз, если $G < F_n$, то семя будет двигаться вверх; если $G = F_n$, то зерно будет находиться в потоке во взвешенном состоянии, т. е. $V_л = 0$.

Скорость воздушного потока, при которой листья находится во взвешенном состоянии ($V_л$=0) называется скоростью витания или критической скоростью

$V_{Кр}=V_в$. Из уравнения (1):

$$F_n = G = k \cdot \gamma \cdot S \cdot V_{Кр}^2$$

$$V_{Кр} = \sqrt{\frac{G}{k \cdot \gamma \cdot S}}, м/с. \quad (3) \quad (4)$$

Разделим обе части уравнения (1) на m. Тогда:

$$\frac{F_n}{m} = \frac{k \cdot \gamma \cdot S}{m} \cdot \left(V_л - V_в\right)^2 . \quad (5)$$

Так как невозможно определить одно конкретное миделево сечение S листьям и также происходят сложности в определении методов определения коэффициента *K*, то наиболее рационально пользоваться одним общим коэффициентом – Коэффициентом парусности $K_П$:

$$K_П = \frac{k \cdot \gamma \cdot S}{m} . \quad (6)$$

Коэффициент парусности определяется показателем способности листвы сопротивляться воздушному потоку.

Следовательно, для определения подъёмной силы воздушного потока можно облегчить, применяя более простую формулу.

С учётом уравнения (3) и (4) получим

$$F_n = K_П m \left(V_л - V_B\right)^2 . \quad (7)$$

$$V_л - V_B = V_{кр} \quad (8)$$

Если $F_n = G$; $V_З = 0$, и $V_B = V_{Кр}$ (листья находится во взвешенном состоянии), то получим

$$G = m \cdot K_П \cdot V_{кр}^2 . \quad (9)$$

Разделим обе части на *m*:

$$\frac{G}{m} = K_П \cdot V_{кр}^2 . \quad (10)$$

Тогда

$$K_П = \frac{g}{V_{кр}^2} \cdot . \quad (11)$$

где *g* – ускорение свободного падения, м/с.

Следовательно, коэффициент парусности $K_П$ можно определить по скорости витания $V_{кр}$ опытным путем [4].

Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 1.

Исходя из полученных данных, получили уравнение регрессии:

$$Var3 = 2.5851 + 0.8027 \cdot x + 0.4993 \cdot y + 0.0466 \cdot x \cdot x + 0.0977 \cdot x \cdot y - 0.0605 \cdot y \cdot y$$

где, *Var3*- критическая скорость, м/с;

x - значение влажности листьев,%;

y – размер листьев, мм.

По данному уравнению была построена поверхность отклика (Рисунок3).

С увеличением влажности и размеров листьев критическая скорость возрастает, однако при увеличении влажности критическая скорость интенсивно возрастает, а при изменении размера критическая скорость

возрастает незначительно, то есть степень измельчения листьев в меньшей степени оказывает влияние на критическую скорость.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента по исследованию влияния влажности и размеров измельченных листьев на критическую скорость воздуха

Факторы варьирования				Функция оптимизации
Влажность листьев		Размер листьев		
Кодированное значение	Натуральное значение	Кодированное значение	Натуральное значение	Критическая скорость, м/с
+2	100%	+2	50 мм	V
+1	80%	+1	40 мм	V
0	60%	0	30 мм	V
-1	40%	-1	20мм	V
-2	20%	-2	10 мм	V

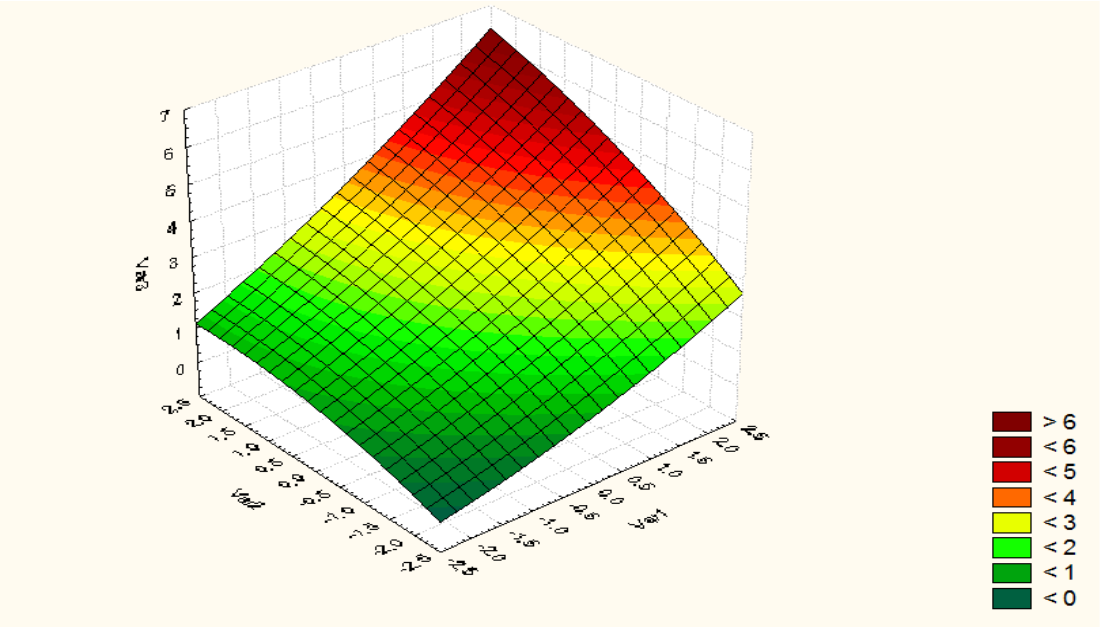


Рисунок 3 – Зависимость критической скорости от влажности и размеров листьев

Для качественной уборки листьев критическая скорость должна превышать значение 5 м/с. Данный показатель применяется в независимости от размера и степени влажности листьев. Таким образом, исследование аэродинамических свойств листьев позволило установить, что скорость транспортировки листьев должна быть не менее 5 м/с.

Библиографический список

1. Пат. 179 685 Российская Федерация, СПК A01F 29/00 (2006.01); A01D 34/43 (2006.01). Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / Богданчиков И.Ю., Иванов Д.В., Бышов Н.В., Бачурин

А.Н., Качармин А.А. заявитель и патентообладатель Богданчиков И.Ю. - № 2017140290/13 (070001) ; заявл. 20.11.17 ; опубл. 22.05.18, Бюл. №15. – 2 с.

2. Модернизация измельчителя-мульчировщика [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков // Сельский механизатор. – 2013. – №5. – С. 8-9.

3. Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин [и др.] / Сельский механизатор. – 2018 – №2 – С. 2-3.

4. Качество измельчения и разбрасывания соломы комбайнами [Текст] / Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Сельский механизатор. – 2014. – №5. – С. 10-11.

5. Богданчиков, И.Ю. Влияние температуры ножей измельчающего аппарата зерноуборочного комбайна на качество измельчения незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков, А.Н. Бачурин, Н.В. Бышов // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – №1. – С. 60-61.

6. Богданчиков, И.Ю. Исследование усвояемости рабочего раствора растительной массой при использовании агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин // Сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции, 27 февраля – 1 марта 2019 г., г. Ростов-на-Дону. В рамках XXII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш». - Ростов-на-Дону: ДГТУ-Принт, 2019. – С.477-479 DOI: 10.23947/interagro.2019.6.477-479

7. Занилов, А.Х. К органическому сельскому хозяйству через биологизацию [Текст] / А.Х. Занилов, Ж.М. Яхтанигова // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. – 2016. – №1. – С. 47-52.

8. Уливанова Г.В., Федосова О.А. Биоиндикационная оценка экологического состояния городских зеленых насаждений. Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. 2019. С. 378-383.

9. Борычев, С.Н. Исследование размерных характеристик растительных остатков после механической уборки картофельной ботвы [Текст] / С.Н. Борычев, С.Е. Крыгин, В.М. Передвенцев, И.А. Успенский // В сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сб. научн. трудов. - Рязань, 1999.- С. 38-40.

10. Крыгин, С.Е. Исследование размерных характеристик остатков картофельной ботвы и сорняков после механической уборки [Текст] / С.Е. Крыгин С.Е. // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии

имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 182-184.

11. Костенко, М.Ю. Анализ способов обеззараживания отходов / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Д.Г. Чурилов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 228-232

12. Костенко, М.Ю. Анализ способов утилизации листвы / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, А.Д. Губанова [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 232-236

УДК 631.356.4

Костенко М.Ю., д.т.н.,
Безносюк Р.В., к.т.н.,
Жбанов Н.С.,
Костенко Н.А.,
Мещеряков К.С.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРУТКОВ СЕПАРИРУЮЩИХ ЭЛЕВАТОРОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Сепарирующие органы картофелеуборочных машин делятся на два класса: – первичные сепараторы; – органы кондиционной доочистки клубней от примесей. В настоящее время среди просеивающих сепараторов наибольшее развитие получили прутковые элеваторы. В основе работы данного рабочего органа лежит процесс просеивания почвенно-картофельного вороха в просветы между прутками элеватора.

К положительным особенностям данного рабочего органа стоит отнести невысокий уровень вибрации, благодаря этому прутковые элеваторы не требуют высокопрочных рам, кроме того они имеют наибольшую склонность к самоочистке, данные функции делают работоспособными эти рабочие органы практически во всем диапазоне влажности почвы. Кроме того стоит отметить, что прутковые элеваторы среди первичных сепараторов наносят самые незначительные повреждения [1].

Прутковый элеватор состоит из прутков, соединенных между собой крючками, цепями или резиновыми ремнями и образующих бесконечное решетчатое полотно [2]. Наиболее просты по конструкции полотна с цепными тяговыми элементами (Рисунок 1).

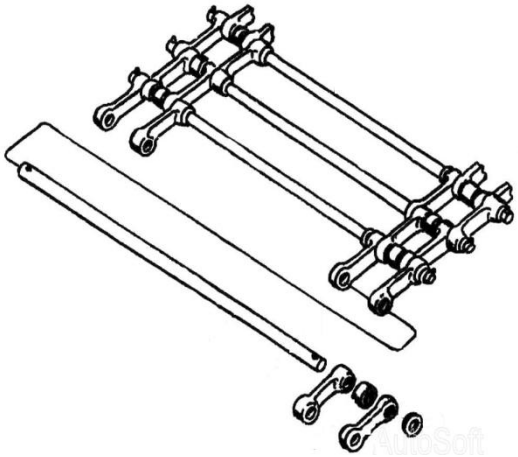


Рисунок 1- цепными тяговыми элементами

Для повышения технического уровня картофелеуборочных машин металлические прутки меняют на ремни (Рисунок 2)

Рисунок 2-Полотно с гибкими тяговыми элементами

Для повышения сепарирующей способности прутковых элеваторов в их конструкции предусматривают различные интенсификаторы сепарации. Остановимся на некоторые из них.

Известна конструкция сепарирующего элеватора, состоящего из полотна с асимметрично изогнутыми прутками и размещенного под полотном встряхивателя в виде кулачков с профилем прямоугольного треугольника, закрепленных на опорной пластине (Рисунок 3).

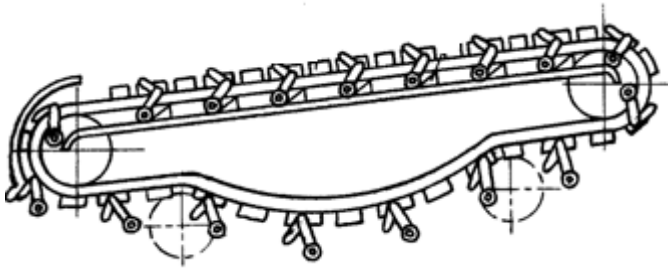


Рисунок 3– Прутковый элеватор с асимметрично изогнутыми прутками

Известен прутковый элеватор с тремя гибкими тяговыми элементами с расположенными на них асимметрично изогнутыми прутками со смещением на среднем тяговом элементе на шаг прутков (Рисунок 4).

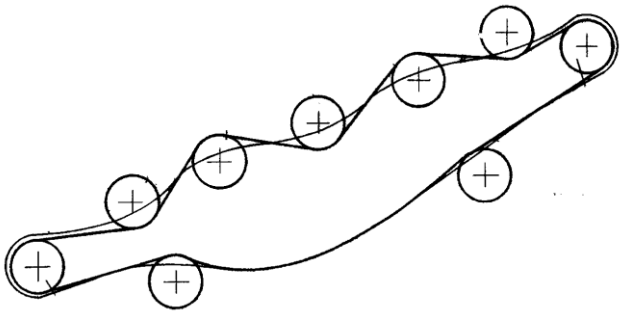


Рисунок 4– Прутковый элеватор из трех гибких тяговых элементов

Эллиптические встряхиватели (Рисунок 5) размещаются по краям полотна элеватора в количестве двух, четырех и т.д.

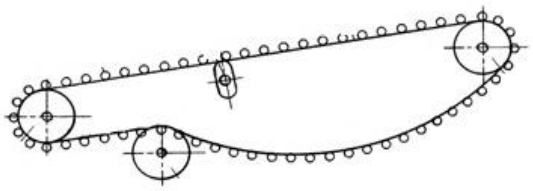


Рисунок 5 – Эллиптический встряхиватель

Преимуществами элеваторов с интенсификаторами данного типа является простота конструкции и сравнительно плавное взаимодействие звездочек с полотном.

К недостаткам этих элеваторов следует отнести отсутствие возможности изменения линейной скорости полотна.

Конструкция элеваторов с активными регулируемыми встряхивателями (Рисунок 6) состоит из пары роликов, закрепленных на концах двуплечего рычага, который приводится в действие шатуном.

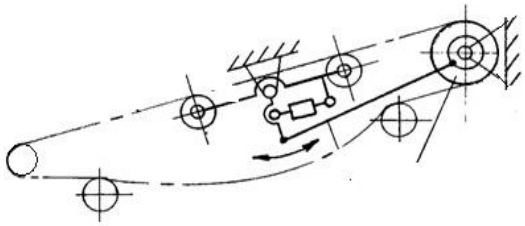


Рисунок 6- Элеватор с активными регулируемыми встряхивателями

В качестве положительных сторон элеваторов с регулируемым встряхивателем следует выделить высокую интенсивность сепарации

Следующим типом интенсификаторов сепарации прутковых элеваторов являются шнеки, устанавливаемые над полотном параллельно пруткам, либо под углом к ним в горизонтальной плоскости (Рисунок 7).

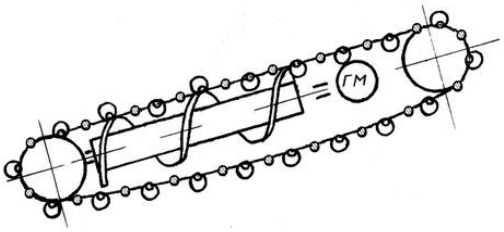


Рисунок 7 - Прутковый элеватор со шнеком

К преимуществам элеваторов со шнековыми активаторами необходимо отнести высокую интенсивность сепарации почвенно-картофельного вороха в зоне шнеков и возможность изменения скорости вращения активаторов без остановки уборочной машины. [3]

Одним из наиболее перспективных устройств, обеспечивающих высокую интенсивность сепарации, является «волновой» элеватор (Рисунок 8).

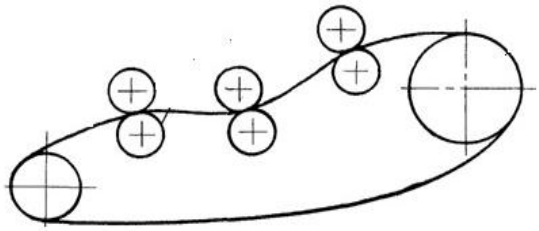


Рисунок 8 -«Волновой» элеватор

Он представляет собой обычное полотно элеватора, расположенное между парными поддерживающими роликами. Ролики имеют гидравлической привод, с помощью которого они перемещаются, образуя волновую поверхность, что наилучшим образом сказывается на разрушении и транспортировке клубненосного пласта. [4]

Основным материалом, применяемым в данных рабочих органах, является металл, на смену которому приходят новые инновационные технологии, рассмотрим некоторые из них. Основным материалом, используемым в рабочих органах картофелеуборочных машин, является металл, но для улучшения качества сепарации в настоящее время практикуется комбинирование его с другими материалами. К примеру, на прутках основного (первого) элеватора допустима установка резиновых или полимерных трубок толщиной 3…5 мм [5].

Стоит заметить, что изменения вносятся и в основные конструкционные материалы, примером, может служить замена металлических элементов на аналогичные из углепластика или композита. Прутки из композитного материала является перспективным материалом, неоспоримым достоинством

которой считается высокий предел разрушающего воздействия, который превышает в два раза показатели стали [6].

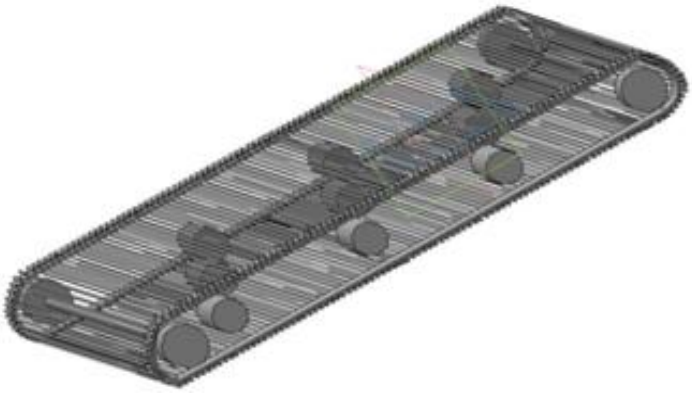


Рисунок 8 - Сепарирующего элеватора с прутками из композиционного материала

Предлагаемая модель рабочего органа представляет прутковый элеватор картофелеуборочной машины, включающий раму с прутковым полотном, под верхней ветвью которого установлены ведущие, ведомые, поддерживающие ролики и встряхиватели, расположенные с чередованием по длине и ширине и несовпадением фаз их подъема и опускания, причем, прутки выполнены гибкими из композиционного материала, а встряхиватели представляют собой обрезиненные вращающиеся ролики, расположенные с образованием волнообразной поверхности.

Композитные прутки имеют превосходство по прочности на изгиб [16]. Имея высокую прочность и коррозийную стойкость, является альтернативой пруткам из металла. Преимуществом его применения является и то, что композиционный пруток способен сохранять свои характеристики на протяжении длительного периода времени, чего нельзя сказать о его металлическом аналоге. Износоустойчивость конструкций с использованием композитной прутков находится на достаточно высоком уровне.

Эффективность рабочих органов картофелеуборочных машин определяет отношение сепарирующей способности рабочего органа к его энергозатратам [13, 14, 15]. Снижение энергозатрат рабочих органов возможно на основе замены металлических прутков полотна элеватора на аналогичные прутки из композиционного материала. Благодаря небольшой массе, прочности, отсутствию коррозии композитные материалы активно применяется в промышленности. Высокая эластичность и упругость деталей из стеклопластика дает дополнительные возможности их применения в рабочих органах картофелеуборочных машин.

Библиографический список

1. Волокнистые композиционные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа :https://astgift.ru/voloknistye-kompozicionnye-materialy/.

2. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г.К Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии.– 2013. - No1. – С. 23-25.

3. Костенко, М.Ю. Механизированная уборка картофеля.// Сборник научных трудов./ Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. /М.Ю. Костенко– Рязань: Информационные технологии, 1999. – 138 с.

4. Костенко, М.Ю. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин. [Текст] / М.Ю. Костенко.// Дис… д-ра техн. наук. – Рязань, 2011. – 345 с.

5. Технологическое и теоретическое обоснование конструктивных параметров органов вторичной сепарации картофелеуборочных комбайнов для работы в тяжелых условиях / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2012. No4. – С. 87-90.

6. Полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа :https://www.chemistry-expo.ru/ru/ui/17150/

7. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А. патент на изобретение RUS 2245011 12.05.2003

8. Пат. на полезную модель № 95960, RU, М.кл.2 A 01 D 33/08 Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей / Безносюк Р.В., Бышов Д.Н. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Опубл. 20.07.2010, бюл. №20. : ил.

9. Пат. РФ №2204234. Устройство для сепарации корнеклубнеплодов / Крыгин С.Е. – Опубл.: 14.05.2001.

10. Бышов, Н.В. Классификация сепарирующих рабочих органов механического принципа действия [Текст] / Н.В. Бышов, С.В. Галушкин, С.Е. Крыгин, Ю.В. Якунин // В сб.: Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА 50-летию академии посвящается. Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. - Рязань, 1999. - С. 277-279.

11. Виноградов Д.В. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства [Текст] / Д.В. Виноградов, В.А. Рылко, Г.А. Жолик, Н.Н. Седова, Н.В. Винникова, Н.А. Дуктова // Рязань: РГАТУ, 2016. - Часть 1. Технология переработки продукции растениеводства. 210 с.

12. Виноградов, Д.В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования [Текст] / Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. - Москва, 2017. – 128 с.

13. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

14. Рембалович, Г.К. Теоретические основы исследования рабочих органов на основе моделирования процесса вторичной сепарации в картофелеуборочных машинах / Рембалович Г.К., Безносюк Р.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №89. - С.700-720

15. Успенский, И.А. Сепарирующая горка с лопастным отбойным валиком. / И.А. Успенский, Р.В. Безносюк, Г.К. Рембалович // Вестник РГАТУ. – 2010. - № 2 - С. 57-59.

16. Костенко, М.Ю. Применение композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Н.С. Жбанов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 223-227

УДК 631.362.36

Кравчук А.И.,
Арефьев В.В.,
Слепнев Э.С.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Задача о перемещении влаги в коллоидных капиллярно-пористых материалах растительного происхождения при их высушивании может рассматриваться как одна из задач о движении сплошной среды, когда перемещение влаги в порах и капиллярах осуществляется под действием массовых и гидродинамических сил. Характер движения будет зависеть не только от размеров и пространственной конфигурации пор и капилляров, но и от наличия в материале пустот и плотных включений, которые будут оказывать влияние на перемещение влаги.

Рассмотрим условия движения влаги в капиллярно-пористом продукте при воздействии на него теплового потока от внешнего источника тепла [1, 2, 3].

Пусть объем пор и капилляров в выделенном элементарно малом объеме V капиллярно-пористого продукта равен V_n. Тогда отношение $V_n / V = \psi$ будет характеризовать объемную пористость этого продукта. Данная величина в процессе теплового воздействия на продукт будет изменяться в зависимости от

температуры продукта, времени теплового воздействия и других факторов. В общем виде можно записать $\psi = f(x, y, z, t, p, \tau)$.

Движение влаги в пористых каналах и капиллярах продукта происходит по сложным траекториям с изменением направлений и скоростей ее движения. Поэтому можно определенно говорить лишь о средних скоростях частиц влаги как в самих порах и капиллярах, так и в целом по объему продукта, и в соответствии с этим рассматривать две скорости: $\bar{v}_n$ – среднюю скорость по объему пор и $\bar{v}$ – среднюю скорость по объему всего продукта.

Если выделить в продукте элементарную площадку ΔS, то скорость жидкости ΔQ_{MAX} через нее в направлении нормали к этой площадке n_0 будет максимальной, т.е. можно записать, что $\bar{v} = (\Delta Q_{MAX} / \Delta S) n_0$. Соответственно средняя скорость по элементарной площадке в окрестности точки, расположенной в i-ом капилляре продукта, будет равна $\bar{v}_n = (\Delta Q_{MAX} / \Delta S_n) / n_0$. Приравняв эти выражения, получим $\bar{v} \Delta S = \bar{v}_n \Delta S_n$.

Выделенный j-й объем в окрестности той же точки можно представить в виде набора элементарных площадок, нормали которых будут касательными к кривой, проведенной через центры этих площадок, т.е. $dV = \Delta S(s) ds$, где s – длина кривой, откуда $V = \int_0^s \Delta S(s) ds$. Аналогично для объема пор $V_n = \int_0^s \Delta S_n ds$. Из этого следует, что $\int_0^s \bar{v} \Delta s ds = \int_0^s \bar{v}_n \Delta s_n ds$ или $\int_V \bar{v} dV = \int_{V_n} \bar{v}_n dV_n$, откуда $\bar{v} V = \bar{v}_n V_n$ и $v_n = \psi v$.

Зависимость, описывающая движение влаги, при допущении, что средние скорости потока влаги в порах и движения влаги в продукте в целом удовлетворяют уравнению Эйлера с учетом действующих сил [4, 5, 6, 7]:

– сила гидродинамического давления, возникающая из-за перепада температур и равная $P_{г.д.} = -(1/\rho) grad\ p$;

– массовая сила (сила тяжести), вектор которой направлен по оси z, равная $G = -(1/\rho) grad\ gz$;

– сила сопротивления движению влаги (сила трения), направленная в сторону противоположную направлению вектора скорости и являющаяся ее функцией, т.е. $F_c = -f(v)\frac{v}{v}$, где $f(v)$ – функция вектора скорости движения влаги в продукте; $v = -(k/\mu) grad\ \breve{p}$ – коэффициент динамической вязкости жидкости; $\breve{p}$ – приведенное давление, $\breve{p} = p + \rho g z$; k – коэффициент проницаемости продукта, $\partial v / \partial t = -(1/\rho) grad\ p + G - f(v)\frac{v}{v}$.

Для стационарного режима считают

$$f(v)\frac{v}{v} = gI, \qquad (1)$$

где $I = -grad\left(\frac{p}{\rho g} + z\right)$ – градиент напора.

Если принять форму высушиваемого продукта в виде брусочка правильной формы, то граничные условия будут следующими [8, 9, 10]:

– нормальная составляющая скорости вдоль опорной поверхности L высушиваемого продукта равна нулю $(v_n)_L = 0$;

– тангенциальные составляющие скорости вдоль боковых поверхностей продукта L_i равны нулю (влага испаряется с боковых поверхностей тела по нормали к этим поверхностям), $(v_t)_{L_i} = 0$, где i – количество поверхностей тела, кроме опорной поверхности);

– давление над опорной поверхностью продукта равно атмосферному, $\breve{p} = p_a$.

Если считать вязкость жидкости постоянной и высушиваемый продукт однородным, то можно ввести функцию $\varphi_1 = -\frac{\rho k}{\mu}(p + \rho g z)$, называемую потенциалом скорости, с помощью которой можно выразить массовую скорость перемещения влаги как $\rho v = grad\, \varphi_1$.

Приведенный подход, возможно, использовать для расчета конструктивно-технологических параметров установок для сушки продукции сельского хозяйства то есть продуктов с выраженной капиллярно-пористой структурой.

Библиографический список

1. Каширин Д.Е. Обоснование параметров установки для извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2009. - № 11. - С. 26-27.

2. Каширин Д.Е. Способ и устройство для извлечения перги / Д.Е. Каширин // Аграрный научный журнал. - 2010. - № 5. - С. 34-36.

3. Каширин Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации / Д.Е. Каширин // автореферат дис. доктора технических наук : 05.20.01 / У ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева". Рязань. – 2013.

4. Бышов Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2012. - № 1. - С. 29-30.

5.Каширин Д.Е. К вопросу отделения перги из измельчённой воскоперговой массы / Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 1. - С. 138-140.

6.Каширин Д.Е. Исследование массы и геометрических параметров перги и перговых сотов / Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 5. - С. 152-154.

7. Каширин Д.Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д.Е. Каширин //Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

8. Бышов Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. №6. - С. 134-138.

9. Бышов Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д.Н. Бышов, И.А. Успенский, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

10. Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4с.

11. Использование теплового излучения для обезвоживания и термообработки продуктов растениеводства [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, И.Ю. Тюрин и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 448-452.

12. Орешкина, М.В. Влияние временно-температурных режимов кондиционирования на пригораемость и микологический состав комбикормов для кроликов [Текст] / М.В. Орешкина, В.Н. Кажуков // Сб.: Совершенствование сельскохозяйственной техники, применяемой в животноводстве. – Горьковский сельскохозяйственный институт. Горький, 1990. – С. 27-28.

13. Пат. 2673657. Российская Федерация, МПК A01F 25/08, F26B 3/28. Способ сушки и активного вентелирования зерна / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Костенко М.Ю. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). - № 2018107145; заявл. 26.02.2018; опубл. 28.11.2018, Бюл. №34 : ил.

14. Булахов, Е.Ю. Перспективное направление совершенствования способа сушки зерна / Булахов Е.Ю., Канатьева А.В., Безносюк Р.В. // Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции 26-27 апреля 2017 г «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве». – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 42-46

15. Канатьева, А.В. Анализ современного оборудования для сушки зерна / А.В. Канатьева, Р.В. Безносюк // Материалы Национальной научно-практической конференции «Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса» - Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 82-86

16. Безносюк, Р.В. Способ повышения эффективности сушки зерна в зернохранилищах / Безносюк Р.В., Канатьева А.В. // Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции 26-27 апреля 2017 г «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве». – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 23-26.

УДК 631.3:621.382.2

Красников А.С., д.т.н.,
Каширин Д.Е., д.т.н.,
Нагаев Н.Б., к.т.н.,
Гобелев С.Н., к.т.н.,
Максименко Л.Я.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ T_C В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КЕРАМИКЕ

В 1911 году Камерлинг-Оннес обнаружил явление, которое заключалось в обращении в нуль сопротивления образца при очень низких температурах. Оно получило название сверхпроводимости. В эксперименте Камерлинг-Оннеса с ртутью (Hg) сопротивление R падало, обращаясь практически в нуль, не постепенно, а скачком в интервале температур, составляющем несколько сотых долей градуса (Рисунок 1). Температура, при которой образец переходил в сверхпроводящее состояние, – критическая температура T_c, для ртути составила около 4,2 К. В 1914 году Камерлинг-Оннес установил, что ток, возбужденный однажды в замкнутом сверхпроводящем контуре, практически не ослабевает со временем. Несколько позже он наглядно продемонстрировал это перевезя сверхпроводящее кольцо с текущим по нему током из голландского города Лейдена в английский Кембридж [1,2].

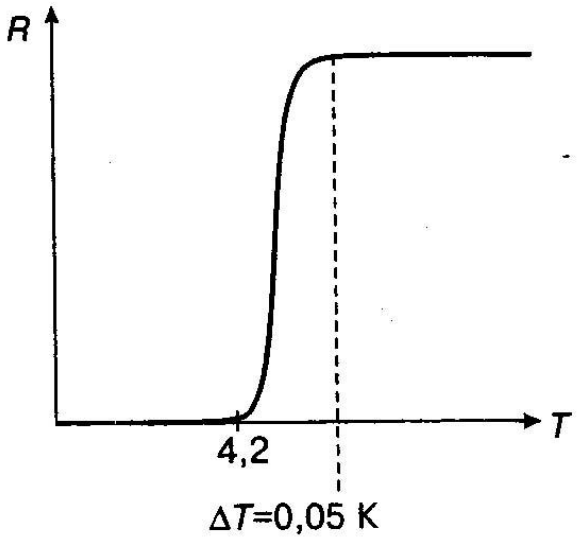


Рисунок 1 – Вид зависимости сопротивления ртути от температуры в опыте Камерлинг-Оннеса

В дальнейшем способность переходить в состояние с нулевым сопротивлением была обнаружена как в чистых металлах, так и в металлических соединениях полупроводниках и оксидах. Самой высокой критической температурой среди чистых веществ обладает ниобий (T_c=95К), а наиболее низкой – иридий (T_c=0,14К).

До 1986 года наиболее высокотемпературным сверхпроводником считался Nb_3Ge с температурой перехода в сверхпроводящее состояние (T_c=23,4К). В настоящее время установлено, что самые высокие температуры, при которых имеет место эффект сверхпроводимости, наблюдается именно в сплавах и соединениях, например, в системе Te–Ba–Ca–Cu–O при определенном составе оксида такой переход наблюдается при 125К.

В работе [2,3] приводятся экспериментальные результаты по созданию новых керамических высокотемпературных сверхпроводников, начиная с 1985 г. Работы, связанные с поиском и разработкой новых керамических сверхпроводников, проводились столь бурными темпами, что появилась перспектива ближайшего создания принципиально новых технических устройств, которые считались экзотическими. Наиболее хорошо были изучены: технология, структура и свойства сверхпроводящих материалов в системе Y–Ba–Cu–O, в том числе явления анизотропии (эффект текстуры) сверхпроводящих свойств керамики состава $YBa_2Cu_3O_7$. Исследования в более сложных системах, например, Te–Ca–Ba–Cu–O, позволили получить материал с температурой перехода 120К. Имеются сообщения о достижении T_c=240К, однако пока еще эти результаты воспроизвести не удается. Интерес к сверхпроводящей керамике с каждым годом возрастает.

Важен сам факт существования материалов, сверхпроводящих при достаточно высокой температуре. Однако направленное и осмысленное движение вперед, в том числе в технологической и учебной сфере; Невозможно без всестороннего исследования уже известных ВТСП, без понимания всех тонкостей высокотемпературной сверхпроводимости как интереснейшего физического явления [3,4].

Вопросы различных применений сверхпроводящих материалов стали обсуждаться практически сразу после открытия явления сверхпроводимости. Еще Камерлинг-Оннес считал, что с помощью сверхпроводников можно создавать экономичные установки для получения сильных магнитных полей. Однако реальное использование сверхпроводников началось в 50-х – начале 60-х годов XX века. В настоящее время работают сверхпроводящие магниты различных размеров и форм. Их применение вышло за рамки чисто научных исследований, и сегодня они широко используются в лабораторной практике, в ускорительной технике, томографах, установках для управляемой термоядерной реакции. С помощью сверхпроводимости стало возможным многократно повысить чувствительность многих измерительных приборов. Такие приборы названы СКВИДами (от англ. Superconducting Quantum

Interference Devices). Особо следует подчеркнуть внедрение СКВИДов в технику, в том числе и в современную медицину.

Наибольшее применение сверхпроводники нашли в настоящее время в области создания сильных магнитных полей. Современная промышленность производит из сверхпроводников второго рода разнообразные провода и кабели, используемые для изготовления обмоток сверхпроводящих магнитов, с помощью которых получают значительно более сильные поля (более 20 Тл), чем при использовании железных магнитов. Сверхпроводящие магниты являются и более экономичными. Так, например, для поддержания в медном соленоиде с внутренним диаметром 4 см и длиной 10 см поля 100 кГ·с необходима электрическая мощность не менее 5100 кВт, которую нужно полностью отвести водой, охлаждающей магнит. Это означает, что через магнит надо прокачивать не менее 1 $м^3$ воды в минуту, а затем ее еще охлаждать. В сверхпроводящем варианте такой объем магнитного поля создается достаточно просто, необходимо лишь сооружение гелиевого криостата для охлаждения обмоток, что является несложной технической задачей.

Наиболее перспективными направлениями широкого использования высокотемпературных сверхпроводников считаются криоэнеергетика и криоэлектроника.

В криоэнергетике уже разработана методика изготовления достаточно длинных (до нескольких километров) проводов и кабелей на основе висмутовых ВТСП-материалов. Этого уже достаточно для изготовления небольших двигателей со сверхпроводящей обмоткой, сверхпроводящих трансформаторов, катушек индуктивности. На основе этих материалов созданы сверхпроводящие соленоиды, обеспечивающие при температуре жидкого азота (77К) магнитные поля порядка 1 Тл[5,6].

В криоэлектронике разработана методика изготовления пленочных сквидов, из ВТСП получают антенны, передающие линии, резонаторы, фильтры, смесители частоты.

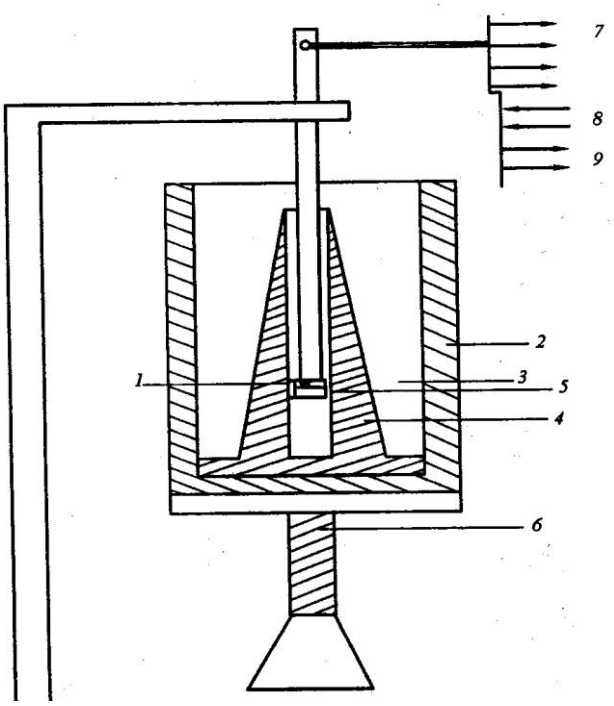
Как уже отмечалось выше, положение изменилось после 1986 года, когда была открыта сверхпроводимость в системах металлооксидов LaO-SrO-CuO, YO-BaO-CuO и другие соединения. Критическая температура T_c у этих материалов существенно выше, чем у исследовавшихся ранее металлов и сплавов, в связи с чем они получили название высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). К настоящему времени синтезированы материалы, T_c которых существенно превышают температуру жидкого азота, а поэтому появилась возможность использования их в лабораторном практикуме по физике [4,7].

До последнего времени постановка работ по сверхпроводимости в лаборатории физического практикума была практически невозможна. Все известные металлы переходят в сверхпроводящее состояние при температурах жидкого гелия (4,2К), последний дорог. По современным ценам 1 литр жидкого гелия стоит 10 000 рублей и требует при работе с ним применения специальной

аппаратуры, а также высокой квалификации обслуживающего персонала. В настоящее время синтезированы материалы, T_c которых существенно превышает температуру жидкого азота. Стоимость литра жидкого азота 1000 рублей, что на порядок меньше стоимости литра жидкого гелия. В связи с этим появилась возможность их использования в лабораторном студенческом практикуме по физике [5,8].

Целью настоящей работы является изучение температурного перехода в высокотемпературной сверхпроводящей иттриевой керамике в студенческом практикуме, а также изучение конструкций простейших криогенных устройств и автоматизации физических измерений с помощью ПК.

Для отработки методики определения критической температуры выбрано наиболее изученное сверхпроводящее металлокерамическое соединение $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) с T_c=93К. В работе [5,9] применялась пленка YBCO. Нами разработана методика, в которой исследуемым образцом служит таблетка иттриевой керамики диаметром 8 мм и толщиной 1 мм. Схема лабораторной установки показана на рис. 2. В качестве источника низкой температуры использован жидкий азот, температура кипения которого(77К) вполне достаточна для фазового перехода в сверхпроводящее состояние исследуемой керамики. Во время эксперимента жидкий азот и образец помещались в криостат, изготовленный из пенопласта с низким значением коэффициента теплопроводности *k* – 0,04 Вт/(мК).



1 – держатель; *2* – криостат с пенопластовыми стенками; *3* – жидкий азот; *4* – алюминиевый корпус; *5* – макет, содержащий образец и устройство для измерения температуры; *6* – регулировочный винт; *7* – измерение температуры (В7-21А); *8* – ток образца от 3Г; *9* – измерение $U_{обр.}$ (В7-21А).

Рисунок 2 – Схема криогенной установки

С помощью криостата возможна плавная регулировка температуры керамики, достигаемая путем ее подъема над поверхностью жидкого азота. С целью линеаризации зависимости температуры от высоты подъема образца $T=T(h)$ и уменьшения градиента температуры dT/dh нами внутрь криостата помещался конический сосуд из алюминия.

Пространство между коническим сосудом и стенками криостата заполнялось жидким азотом; внутрь сосуда помещался макет с исследуемым образцом (Рисунок 2) . Градиент температуры dT/dh уменьшался вследствие высокой теплопроводности металлических стенок k – 200 Вт/(мК), а коническая форма их наружной поверхности приближала график зависимости $T=T(h)$ к линейному. Плавное регулирование температуры образца на данной установке осуществлялась с помощью прецизионного винта в диапазоне от 77 до 120К.

Измерение температуры образца производилось термометром сопротивления, изготовленным из тонкой медной проволоки, намотанной на покрытую для изоляции клеем металлическую катушку.

Действие термометра основано на зависимости удельного сопротивления медной проволоки от температуры $\rho=\rho_0(l+\alpha t)$ при $\rho_0=1{,}55\cdot10^{-8}$ Ом·м и $\alpha=4{,}33\cdot10^{-3}$ $К^{-1}$. Зная сопротивление катушки при комнатной температуре, можно построить график зависимости $R=R(T)$, приведенный на рис.4, который позволяет по значению сопротивления R определять температуру T. Измерения R выполнялись универсальным вольтметром В7-21А, работающим в режиме омметра (Рис. 3). Предложенный нами метод измерения температуры оказался удобным на практике, простым и компактным.

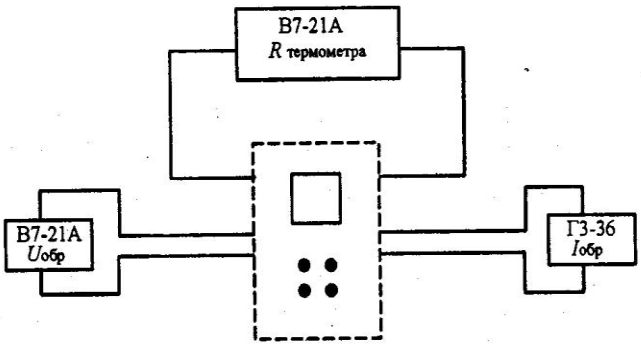


Рисунок 3 – Блок-схема измерений малого сопротивления катушки термометра и падения напряжения на образце керамики ВТСП

На рисунке 4, по результатам эксперимента (таблица) приведен график зависимости $U=U(T)$, снятой на установке. Ширина фазового перехода определялась по значениям напряжения, равным 0,9 и 0,1 напряжения в точке, предшествующей началу его резкого спада. Экспериментальные данные, полученные нами (T_c = 97,3К при ΔT=3,3К), достаточно хорошо согласуются с паспортными данными YBCO (T_c = 95,4К).

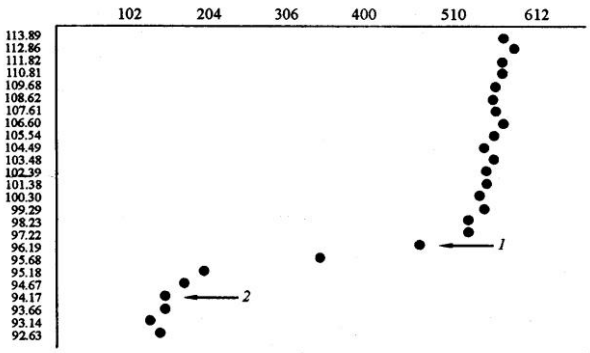


Рисунок 4 – Результаты определения критической температуры сверхпроводящего перехода в иттриевой керамике
T – критическая температура: 95,18 К; ширина перехода: 2,02 К; *1* – начало перехода: 96,18 К; *2* – конец перехода: 94,17 К.

Для определения T_c керамики YBCO снималась зависимость падения напряжения на керамике $U=U(T)$ от температуры. Измерения U осуществлялись 4-зондовым методом с изменением направления тока через образец, что позволило исключить эффекты, связанные с нелинейными свойствами электрических контактов YBCO, и тем самым повысить точность измерений. Для этого на таблетку керамики втирались четыре индиевых контакта с подведенными проводами. Источником переменного тока, пропускаемого через образец, служил звуковой генератор ГР-1. Падение напряжения измерялось универсальным вольтметром В7-21А (рис.). С целью уменьшения погрешности, обусловленной разными ЛКТР индия, керамики и медной проволоки, индиевые контакты весьма сильно прижимались к контактным площадкам. Чтобы керамика YBCO не потеряла свои уникальные свойства из-за нарушения химического состава, образец плотно закрывался и надежно защищался от попадания влаги при его размораживании[10,11].

Таблица 1- Результаты эксперимента по определению критической температуры сверхпроводящего перехода

T	Напр.,мВ	*T*	Напр.,мВ	*T*	Напр., мВ
113,89	0,55	104,49	0,53	95,68 95,18	0,30
112,86	0,56	103,48	0,54	94,67 94,17	0,18
111,82	0,55	102,39	0,53	93,66 93,14	0,16
110,81	0,55	101,38	0,53	92,63	0,13
109,68	0,54	100,30	0,52		0,13
108,62	0,54	99,29	0,53		0,11
107,61	0,54	98,23	0,51		0,12
106,60	0,55	97,22	0,51		
105,54	0,54	96,19	0,45		

Сигналы с цифровых вольтметров через специальный контроллер подавались на вход ПК. Измерения проводились в автоматическом режиме с высокой скоростью, что позволило получить значительно большее число экспериментальных точек, чем при снятии исследуемой зависимости вручную.

Следовательно, использование ПК позволяет существенно повысить точность эксперимента. Другое существенное преимущество компьютерного эксперимента заключается в том, что его результаты можно легко представить в наглядной форме (как на экране дисплея, так и на принтере), быстро провести расчеты и сопоставить их результаты с литературными данными. Программа для ПК написана на языке Pascal [12,13].

Явление сверхпроводимости является одним из уникальных явлений современной физики. Экспериментальное изучение его дает основу для глубокого осмысления закономерностей поведения квантово-механических систем и позволяет наблюдать квантовые эффекты на микроскопическом уровне. Дидактическая ценность изучения сверхпроводимости состоит в том, что при этом оказывается завершенным изучение раздела физики твердого тела, посвященного электрическим свойствам металлов, диэлектриков и полупроводников. При подготовке инженеров немаловажным является рассмотрение вопросов практического использования сверхпроводимости, которые вызывают живой интерес у студентов.

По мнению директора Института сверхпроводимости и физики твердого тела РНЦ «Курчатовский институт» Николая Алексеевича Черноплекова, сверхпроводниковые технологии в настоящее время в мире вышли на тот уровень, на котором с их использованием возможно создание нового поколения электроэнергетического оборудования, существенно превосходящего оборудование традиционного исполнения. За счет более высокой эффективности, уменьшения в два-три раза массогабаритных показателей и соответственно материалоемкости и энергозатрат на изготовление, повышения надежности и срока службы оно будет удовлетворять требованиям электроэнергетики XXI столетия. Широкое применение сверхпроводникового электротехнического оборудования, как при генерации электроэнергии, так и при ее транспортировке и потреблении позволит увеличить эффективность использования электроэнергии на 5-7%. Но это – вопрос будущего.

Многие разработчики ВТСП-проводов и трансформаторов надеются, что к 2020 году, когда во многих странах мира начнет производиться активная замена электрооборудования, отработавшего свой срок службы, резко возрастет спрос именно на ВТСП-трансформаторы [6,12].

Библиографический список

1. Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров.: М.: Техносфера. 2007. –с. 359

2. Washe R., Keramishe. Superleiter-Kristall Struktur. Gefuge und Eiger sihaften // Atms und Mittllangsbl. Bungest-anst. Materialforh und pruf. Berlin. 1988. Vol.18. N2. P. 128-133.

3. I.C Phillips. – Boston: Academic Press. 1989. 393 p.

4. Wu. M.K., Asburn I.R., Torng C.T. etal. Superconductivity at 93 K in a new mixed-phase V–Ba–Cu–O compound system at ambient pressure // Phys. Rev. Lett. 1987. V. 58

5. Ильин, В.А.Изучение сверхпроводимости в практикуме по физике/ Ильин В.А., Красников А.С., Петрова Е.Б., Семин И.А.// Вестник Рязанского педагогического института.– 1993. –№ 1. –с. 28.

6. Н.А. Черноплехов Сверхпроводниковые технологии: современное состояние и перспективы практического применения // Вестник РАН.– 2001.– № 9.

7. Бышов, Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья [Текст] / Д. Н. Бышов, И.А. Успенский, Д. Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. – № 7 – 2015. – С. 28–29.

8. Бышов, Н.В. Исследование рабочего процесса вибрационного решета при просеивании воскоперговой массы [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ – №1 – 2013. – С.160-162.

9. Нагаев, Н.Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата : диссертация на соис. уч. степ. кандидата техн. наук [Текст] / Нагаев Н.Б.– Рязань, 2016.

10. Нагаев, Н.Б. Испытания агрегата для вытопки воска из рамок [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин, К.В. Буренин // Сельский механизатор.– № 7 –2015. – С. 26-27.

11. Нагаев, Н.Б. Исследование процесса вытопки воска [Текст] / Н.Б. Нагаев, В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин Т.В. Торженова, Н. А. Грунин // Пчеловодство –№3– 2014 г. – С.50-51

12. Каширин, Д.Е. Стенд для испытаний системы частотный регулятор – асинхронный электродвигатель [Текст] / Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Сельский механизатор № 2 2018. – М. – С. 34-35.

13. Каширин, Д.Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных двигателей/ Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева № 4(36) 2017.– С. 91-95

14. Коченов, В.В. Стеклопластиковая и базальтопластиковая композитная арматура [Текст] / В.В. Коченов, В.М. Корнюшин, И.Е. Кущев // Сб.: Новые технологии в науке, образовании, производстве: Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции – Рязань, 2014. – С. 440-447.

15. Орешкина, М.В. Датчик измерения электропроводности материалов [Текст] / М.В. Орешкина, Ю.Я. Прокопенко // Сб.: Новые разработки в механизации кормоприготовления: Материалы научно-практической конференции. – Рязань, 1991. – С. 97-100.

УДК 631.356.4

Крыгин С.Е.,
Крыгина Е.Е.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ БОТВОЗАТЯГИВАЮЩЕГО ВАЛИКА КОМБИНИРОВАННОГО БОТВОУДАЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ККС-1

Качественные показатели выполнения рабочего процесса механизированной уборки картофеля являются полнота уборки клубней, повреждения и их засоренность в таре. Эти показатели зависят в первую очередь от параметров рабочих органов картофелеуборочных машин, их регулировок и сложившихся погодных условий [2,3,4]. Значительное влияние оказывает конструкция и режимы работы ботвоудалителя комбайна [15, 16].

В селекционном экспериментальном однорядном картофелеуборочном комбайне ККС-1 применен комбинированное ботвоудаляющее устройство (рисунок 1), включающее расположенные за сепарирующим элеватором *1* ботвоподводящие пальцы *2*, ботвозатягивающий валик *3* и продольную противоточную пальчатую горку *4* [8,10]. Ботвоудаляющее устройство предназначено для выделения из поступающего вороха картофельной ботвы и стеблей сорняков, мочковатых корней, отрыва клубней от столонов. Работа ботвоудаляющего устройства основана на разности размеров и фрикционных свойств компонентов картофельного вороха.

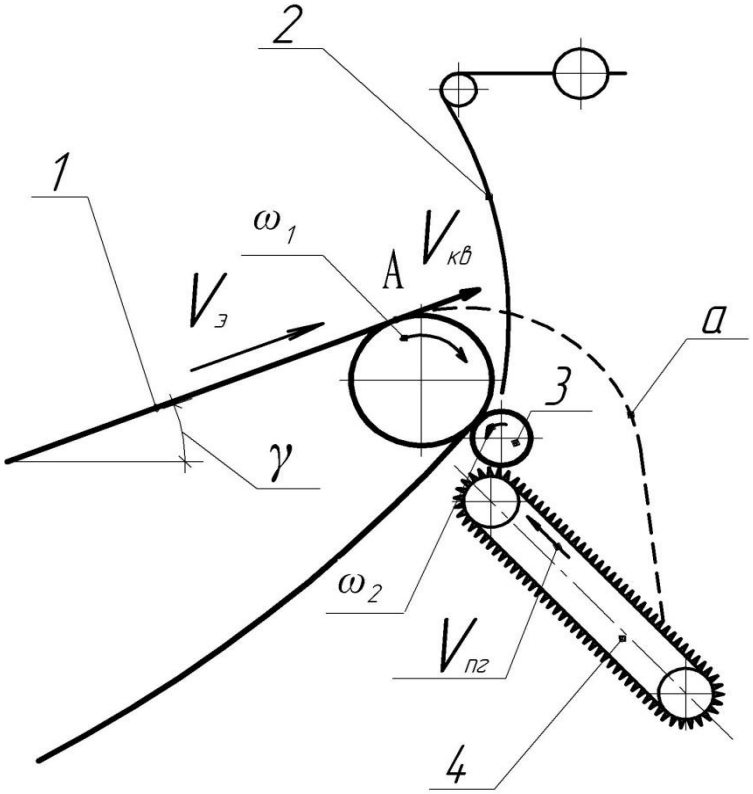


Рисунок 1 – Комбинированное ботвоудаляющее устройство картофелеуборочного комбайна ККС-1(быстроходный режим сбрасывания)

В комбайне ККС-1 ворох, состоящий из клубней, почвенных комков и растительных примесей, включающих корни и стебли ботвы и сорняков, подается сепарирующим элеватором *1* к ботвоподводящим пальцам *2* комбинированного ботвоудаляющего устройства. Крупные растительные примеси зависают на пальцах и скользят по их поверхности к ботвозатягивающему валику *3*, который, вращаясь навстречу элеватору *1*, протаскивает их в рабочий зазор. Картофельные клубни, прикрепленные к столонам, подводятся к рабочему зазору, где происходит их отрыв, и они поступают на следующий рабочий орган картофелеуборочной машины – продольную противоточную пальчатую горку *4*, а растительные примеси удаляются из машины. При попадании в комбинированный ботвоудалитель посторонних предметов и крупных комьев ботвоподводящие пальцы *2* отклоняются и возвращаются в первоначальное положение под действием противовесов.

На противоточной пальчатой горке *4* происходит дополнительное разделение прошедших между ботвоподводящими пальцами *2* клубней, почвенных комков и части растительных остатков. Мелкие растительные остатки, в основном мочковатые корни, листья и кусочки стеблей задерживаются на пальчиковой поверхности горки *4* и выносятся в зазор под ботвозатягивающим валиком *3* на поле. Скатившиеся с пальчатой поверхности горки *4* клубни и почвенные комки поступают на последующие рабочие органы.

Особенностью селекционного картофелеуборочного комбайна ККС-1, является изменяемая скорость сепарирующего элеватора, при уборке клоновых посадок она составляет 0,3 м/с, при частоте вращения ведущего вала элеватора 0,57 $с^{-1}$, при сплошной уборке семенного картофеля соответственно 1,43 м/с при 2,77 $с^{-1}$. Полотно сепарирующего элеватора наклонено к горизонту на 12° и приводится во вращение барабаном звездочками диаметром 180 мм. Скорость полотна элеватора изменяется перестановкой цепи по звездочкам в приводе[8].

Для определения оптимального положения ботвозатягивающего валика *3* рассмотрим согласно методике [5,9] процесс перехода элементов вороха с полотна сепарирующего элеватора на пальчиковую продольную горку.

Дойдя до барабана элеватора компоненты вороха клубни, ботва начинают вращаться вместе с барабаном. В общем случае возможны два режима сброса компонентов с барабана: быстроходный и тихоходный. Режим сбрасывания «не зависит непосредственно от скорости полотна элеватора и радиуса ведущего барабана, а зависит только от частоты его вращения»[6].

При быстроходном режиме на частицу вороха находящуюся в точке А в момент поступления полотна на барабан кроме силы тяжести $G = mg$ начинает действовать и центробежная сила $J = m\omega^2 r$. Их равнодействующая направлена от барабана и движение частицы можно рассматривать как полет тела, брошенного под углом γ к горизонту со скоростью $V_{кв}$.[9]

При тихоходном режиме равнодействующая направлена внутрь ведущего барабана элеватора и частицы вороха вначале скользят по полотну

сепарирующего элеватора и отделяются от него только в момент, когда нормальная составляющая равнодействующей станет равной нулю.

Для определения режима сбрасывания можно определить полюсное расстояние и сравнить его с радиусом ведущего барабана[6,9] или воспользоваться формулой, определяющей условие отрыва компонентов вороха от полотна сепарирующего элеватора в точке А [7]:

$$\frac{V_э^2}{R} > \frac{g}{Cos\gamma}, \qquad (1)$$

где $V_э$ – скорость сепарирующего элеватора;

R – радиус ведущего барабана сепарирующего элеватора;

g – ускорение свободного падения;

γ – угол наклона полотна сепарирующего элеватора.

Подстановка значений величин формулу (1) показывает, что отрыв компонентов вороха и их движение наблюдается при работе комбайна на сплошной уборке (21,53>10,03). Клубни и мелкие компоненты вороха движутся по траектории *а* (пунктирная линия) проходя в зазоры между ботвоподводящими пальцами *2* поступают на пальчатую горку *4* и не создают дополнительной нагрузки на ботвозатягивающий валик *3*.

При уборке клоновых посадок имеет место тихоходный режим (0,95<10,03) и в рабочий зазор помимо растительных остатков могут поступать и другие компоненты вороха, затрудняя работу ботвоудаляющего устройства. Рассмотрим силы, действующие на частицы вороха в ботвоудаляющем устройстве при тихоходном режиме (рисунок 2).

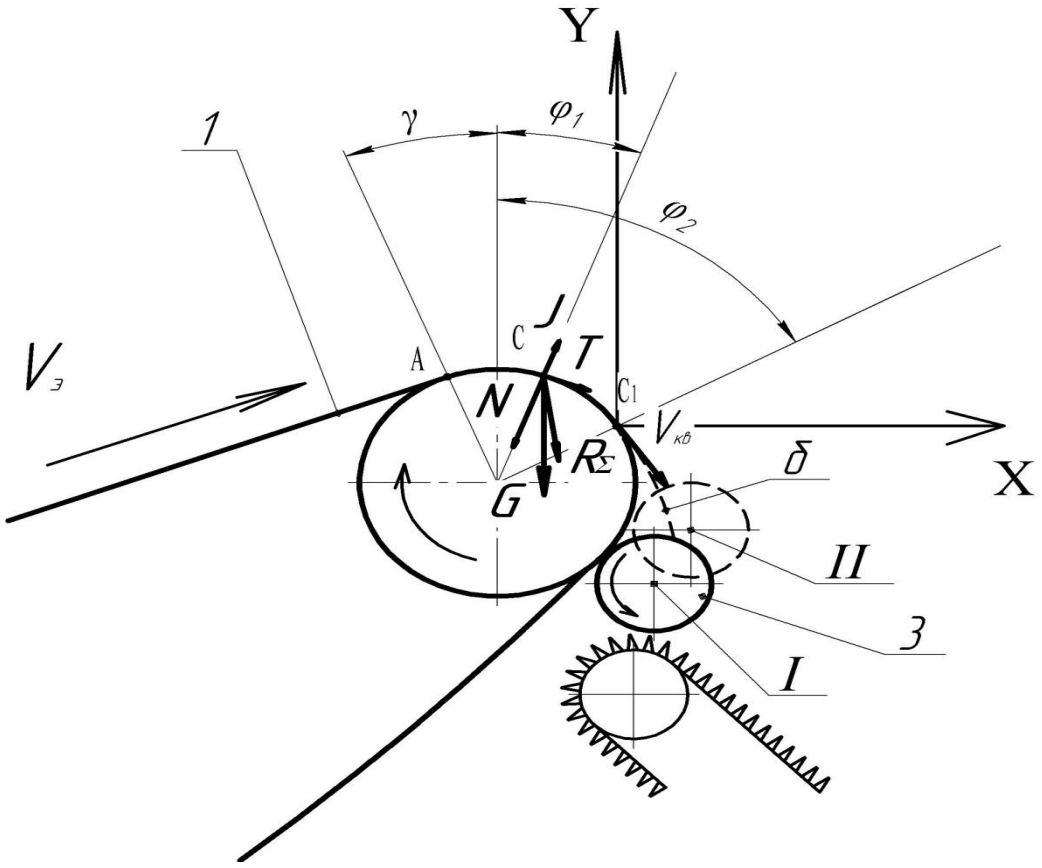


Рисунок 2 – Сбрасывание компонентов вороха при тихоходном режиме

При поступление частиц вороха на ведущий барабан сепарирующего элеватора *1* в точке А по прежнему действует сила тяжести $G = mg$, начинает действовать центробежная сила $J = m\omega^2 r$, однако из-за малой величины центробежной силы отрыва не наблюдается.

Рассмотрим силы, действующие на частицу вороха в точке С. Разложим равнодействующую R_Σ от силы тяжести G и центробежной силы J, на две составляющие - касательную T и нормальную N. Скольжение частицы по полотну сепарирующего элеватора начнется при условии

$$T \geq fN . \qquad (2)$$

В процессе скольжения частицы по полотну элеватора начинает увеличиваться угловая скорость частицы, то есть начинает увеличиваться центробежная сила J, что ведет к изменению величины и направления равнодействующей R_Σ.

В общем виде уравнение движения частицы вороха, находящейся в точке С будет иметь вид

$$mR\frac{d^2\varphi}{dt^2} = mg\,Sin\varphi - f\left[mg\,Cos\varphi - m\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 R\right]. \qquad (3)$$

Угол φ_1, начало скольжения отдельных компонентов вороха, можно определить из начальных условий: угловое ускорение частицы $\frac{d^2\varphi}{dt^2} = 0$, угловая скорость частицы $\frac{d\varphi}{dt} = \frac{V_э}{R}$ и коэффициенте трения покоя компонентов вороха о полотно сепарирующего элеватора $f = f_0 = tg\,\varphi_0$. По результатам исследований ряда авторов в среднем угол трения покоя для клубней составляет 14…22°, для почвенных комков 28…36°, для картофельной ботвы 38…43°[1,6,9].

Частица отделится от полотна сепарирующего элеватора в точке C_1, где нормальная нагрузка N=0, тогда угол φ_2, можно определить из условия

$$m\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 R = mg\,Cos\varphi_2 . \qquad (4)$$

Для указанных условий решение уравнения (3) связывающее углы φ_1 и φ_2 имеет вид

$$1{,}5Cos\varphi_2 + 3fSin\varphi_2 = \left[\frac{\left(1+4f^2\right)V^2}{2gR} + \left(1-2f^2\right)Cos\varphi_1 + 3fSin\varphi_1\right]e^{2(\varphi_2-\varphi_1)} . \qquad (5)$$

В работе [6] указывается на сложность точного решения уравнения (5) и рекомендуется его решать методом последовательных приближений.

Отделившаяся частица компонента вороха с начальной скоростью $V_{кв}$ начинает двигаться по траектории *б* (рисунок 2). Крайним оптимальным расположением ботвозатягивающего валика *3* является положение I, когда прошедшие в зазоры между ботвоподводящими пальцами *2* (на рисунке 2 условно не показаны) клубни и почвенные комки соприкасаются с поверхностью валика правее его вертикальной оси. Если ботвозатягивающий валик *3* находится в положение II, то почвенные комки и клубни контактируют

с поверхностью ботвозатягивающего валика *3* левее его вертикальной оси и в результате отскока попадают в рабочий зазор, затрудняя его работу.

Для определения оптимального положения центра ботвозатягивающего валика 3 необходимо знать траекторию полета частиц б при тихоходном режиме сбрасывания, для этого введем прямоугольную систему координат XC_1Y с началом в точке C_1. После отделения частицы в точке C_1 от полотна элеватора частица будет двигаться по касательной с полотну со скоростью $V_{кв}$, а под действием силы тяжести будет отклонятся вниз со скоростью *gt/2*.

Уравнение полета компонентов по траектории *б* (рисунок 2) имеет вид

$$y = x tg\varphi_2 + \frac{gx^2}{2V_э Cos^2\varphi_2}. \qquad (6)$$

Задавшись минимальными размерами компонентов вороха (клубней и почвенных комков) сходящих с полотна сепарирующего элеватора и диаметром ботвозатягивающего валика 90…100 мм можно определить оптимальное положение валика относительно ведущего барабана сепарирующего элеватора. Результаты расчетов и производственных испытаний показали, что центр ботвозатягивающего валика должен лежать ниже центра барабана сепарирующего элеватора на 125 мм и смещен в сторону на 70 мм, а в зависимости от условий уборки для настройки иметь возможность горизонтального и вертикального перемещения в пределах 50 мм[8].

Библиографический список

1. Борычев, С.Н. Исследование размерных характеристик растительных остатков после механической уборки картофельной ботвы/ С.Н. Борычев, С.Е. Крыгин, В.М. Передвенцев, И.А. Успенский // В сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сб. научн. трудов.- Рязань, 1999.- С. 38-40.

2. Бышов, Н.В. Математическая модель технологического процесса картофелеуборочного комбайна при работе в условиях тяжелых суглинистых почв [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович и др.// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014, № 4 (24). С. 59-64.

3. Галлямов, Ф.Н. Моделирование внешних условий, влияющих на показатели качества работы картофелеуборочных машин [Текст] / Ф.Н. Галлямов// Сб.: Достижения молодых ученых - аграрному производству Материалы республиканской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов.- Уфа, 2004. - С. 98-100.

4. Галлямов, Ф.Н. Влияние соблюдения технологии возделывания на возможность комбайновой уборки картофеля [Текст]/Ф.Н.Галлямов // Проблемы агропромышленного комплекса на Южном Урале и Поволжье: в

сб.: Материалы Региональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Уфа, БГАУ, 1998. - С. 317-321.

5. Переведенцев, В.М. Теоретические и экспериментальные исследования машин для уборки картофеля [Текст] / В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, И.А. Успенский// Сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А.Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. – С. 163-164.

6. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины [Текст] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.; Машиностроение, 1984. – 320 с.

7. Портянко, Г. Н. Повышение эффективности работы картофелеуборочных машин путем отделения крупногабаритных примесей : автореферат дис. ... кандидата технических наук [Текст] /Г.Н. Портянко - Минск, 1995. - 19 с.

8. Протокол №01-94 предварительных испытаний комбайна однорядного для уборки селекционных посадок картофеля ККС-1[Текст] /Отдел Россельхозакадемии по Неченоземной зоне РФ. Научно-исследовательский и проектно-технологический институт агропромышленного комплекса; Руководитель работы С.Я.Полянский. Исполнитель Спесивцев Н.С. - Рязань, 1994. – 44 с.

9. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теория, расчет) [Текст]: монография/ С.Н. Борычев; М-во с/х Рос. Федерации, Рязанс. гос. с/х академия (РГСХА). – Рязань: РГСХА, 2006. – 220 с.

10. Устройство для отделения ботвы от клубней. [Текст] Патент на полезную модель RUS 10978, МПК A01 D 33/02. / Крыгин С.Е., Кочетков В.А., Лутхов Н.Н., Угланов М.Б.- опубл. 16.09.1999. Бюл. № 9.

11. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А. патент на изобретение RUS 2245011 12.05.2003

12. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей Безносюк Р.В., Бышов Д.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А., Борычев С.Н. патент на полезную модель RUS 95960 24.02.2010

13. Коченов, В.В. Исследование комбинированного ботвоудаляющего рабочего органа картофелекопателя-погрузчика [Текст] / С.Е. Крыгин, В.В. Коченов // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 218-223.

14. Терёхина, О.Н. Биопрепараты как фактор повышения урожайности картофеля [Текст] / О.Н. Терехина, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе, П.Н. Балабко // АгроЭкоИнфо, 2017. - № 4 (30). - С. 3.

15. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

16. Успенский, И.А. Сепарирующая горка с лопастным отбойным валиком. / И.А. Успенский, Р.В. Безносюк, Г.К. Рембалович // Вестник РГАТУ. – 2010. - № 2 - С. 57-59.

УДК 632.08:631.2

Латышенок М.Б., д.т.н.
Макаров В.А., д.т.н
Латышенок Н.М., к.т.н
Ивашкин А.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ОСОБЕННОСТЬ ХРАНЕНИЯ СЕМЕННОГО ЗЕРНА В ГЕРМЕТИЧНЫХ КОНТЕЙНЕРАХ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДОЙ

Анализ существующих способов хранения зерна позволил установить, что наиболее приемлемым является способ хранения в металлических силосах (контейнерах) малой емкости. Однако наряду с положительными сторонами этот способ имеет и ряд существенных недостатков из-за которых он не находит широкого применения [11, 12, 13, 16]. К таким недостаткам следует отнести изменение состава воздуха в межзерновом пространстве связанным с накоплением продукта дыхания зерна (углекислого газа) в глубинных слоях зерновой насыпи.

В результате дыхания зерна внутри герметичного контейнера уменьшается концентрации кислорода и увеличивается содержание углекислого газа. Углекислый газ тяжелее других газов и может их вытеснять из нижней части контейнера. Увеличение доли углекислого газа может привести к переходу зерна, находящегося на дне контейнера, к анаэробному дыханию [14, 15]. Поэтому для повышения сохранности зерна в регулируемой воздушной среде необходимо периодически контролировать содержание кислорода, особенно, в нижней части контейнер, а так же контейнер должен иметь емкость для сбора углекислого газа.

Для расчёта объема этой емкости было принято допущение, так как условная воздушная смесь, находясь внутри герметичного контейнера с температурой близкую к температуре окружающей среды, и имеет малый объем, её можно считать идеальным газом. Тогда, используя уравнение Менделеева-Клапейрона для идеального газа, было получено выражение

$$p_{хр} \cdot V_г = \frac{m_{газ.см.} \cdot R \cdot T_{хр}}{M_{ср}}, \qquad (1)$$

где $p_{хр}$ - давление воздушной смеси внутри герметичного контейнера, МПа;

$V_г$ — общий объем межзернового пространства, м^3;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль^{o}К);

$T_{хр}$ - температура хранения зерна, ^{o}К;

M_{cp} – молярная масса воздушной смеси , кг/моль.

Тогда масса воздушной смеси внутри контейнера $m_{.см}$ будет равна

$$m_{газ.см.} = \frac{p_{хр} \cdot V_k \cdot S \cdot M_{cp}}{R \cdot T \cdot 100\%}, \qquad (2)$$

где

$m_{.см}$ – масса воздушной смеси в контейнере, кг;

S – скважистость зерновой массы, %;

V_k — общий объем контейнера для хранения семян, м^3;

T - температура воздушной смеси, ^{o}К.

Скважность зерновой массы характеризует процесс активного вентилирования межзернового пространства и зависит от многих факторов: формы и размеров зерна, количества и состава примесей, массы и влажности зерновой партии, формы и вместимости хранилища. Скважность зерновой массы может быть определена из выражения

$$S = \frac{V_n - V}{V_n} \cdot 100, \qquad (3)$$

где S – скважистость зерновой массы, %;

V_n — общий объем зерновой массы, м^3;

V — истинный объем зерен, м^3.

Тогда массовое содержание углекислого газа в воздушной смеси может быть определено как

$$m(CO_2) = \omega(CO_2) \cdot \frac{p_{хр} \cdot V_k \cdot S \cdot M_{cp}}{R \cdot T \cdot 100\%} \qquad (4)$$

Известно, что скважность зерновой массы пшеницы составляет 35…45%, при насыпной плотности 750…850 кг/м^3 .

Использую полученные зависимости 4, с помощью программы Mathcad, был построен график, зависимости массы газовой смеси от скважистости и давления внутри герметичного контейнера для хранения семян в регулируемой воздушной среде при следующих условиях $T_{хр} = 293^o$К , в межзерновом пространстве контейнера объёмом $V_г = 1{,}0$ м^3.

Представленные на рисунке 1 графики позволяют определять массу газовой смеси, находящейся в контейнере в зависимости от скважистости зерна и условий хранения.

В ходе, ранее проведенных лабораторных исследований, было установлено, что для повышения сохранности семян яровой пшеницы оптимальное давление воздушной среды внутри контейнера должно составлять 66 кПа, а максимально допустимое содержание углекислого газа в воздушной смеси не должно превышать 7%.

На основе полученных графических зависимостей, было определено, что для зерен пшеницы со скважностью 40% максимально допустимая масса углекислого газа в общей воздушной смеси составит 0,0137 кг.

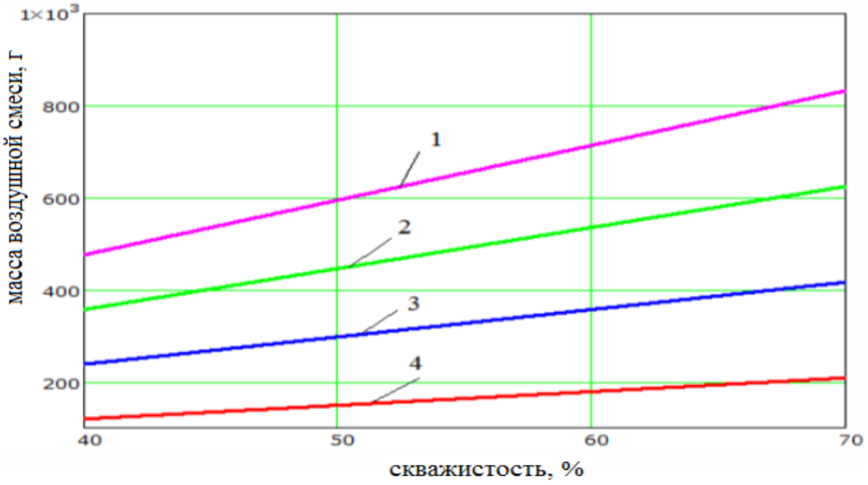
Из выражения 4 может быть определен объем емкость для накопления углекислого газа, имеющейся в конструкции герметичного контейнера с регулируемой воздушной средой, и позволяющей избежать накопления углекислого газа в нижних слоях контейнера, что вызывает сокращение лишних циклов аэрации межзернового пространства для обеспечения достаточного количества кислорода для аэробного дыхания зерна.

$$V_{CO_2} = \frac{m(CO_2) \cdot R \cdot T_{xp}}{M_{cp} \cdot p_{xp} \cdot} \quad , \qquad (5)$$

где Vco_2 – объём емкости для накопления углекислого газа, м^3;

m(CO_2) –масса углекислого газа, образовавшегося в контейнере в результате дыхания семян, кг;

M_{cp} – молярная масса воздушной смеси внутри герметичного контейнера, кг/моль;



1- давление 100 кПа, 2 - давление 75 кПа,
3 - давление 50 кПа, 4 - давление 25 кПа

Рисунок 1 – График зависимости массы воздушной смеси от скважистости и давления внутри герметичного контейнера для хранения семян в регулируемой воздушной среде

Подставив в уравнение 5 полученные в ходе лабораторных исследований и расчетов результаты было установлено, что объем ёмкости для накопления углекислого газа должен быть не менее 11,5 литров.

Следовательно, для поддержания аэробного дыхания семенного зерна во всех слоях зерновой насыпи, герметичный контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде должен иметь емкость для накопления углекислого газа. Объемом этой емкости зависит от скважности зерна, и для хранения семян яровой пшеницы в контейнере объемом 1 м^3 он должен составлять 12 литров.

Библиографический список

1. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна [Текст] / Пер. с англ. – М.: Агропромиздат, 1991. – 607 с.

2. Латышенок М.Б. Контейнерный способ хранения семенного зерна в малых фермерских хозяйствах[Текст]/ Иванкин А.В., Латышенок М.Б., Латышенок Н.М., Биленко В.А.// Материалы 69-ой международной научно-практической конференции РГАТУ. 2018. –С. 58-62.

3. Латышенок М.Б. Лабораторные исследования сохранности семенного зерна в контейнерах с разряженной атмосферой [Текст]/Латышенок М.Б., Костенко М.Ю., Латышенок Н.М., Ивашкин А.В.//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. - №3 (39). – С. 98 – 102.

4. Контейнерный способ хранения семенного зерна в малых фермерских хозяйствах[Текст]/ Иванкин А.В., Латышенок М.Б., Латышенок Н.М., Биленко В.А.// Материалы 69-ой международной научно-практической конференции РГАТУ. Рязань: Издательство РГАТУ - 2018. – С. 58-62.

5. Хранение семенного зерна в малых фермерских хозяйствах [Текст] /Латышенок М.Б., Латышенок Н.М., Ивашкин А.В., Костенко Н.А. // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции 22 ноября 2018 года. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2019. – Часть 1. – С 242-246.

6. Пат.2679053 Способ хранения зерна в емкости с регулируемой газовой средой и устройство для его осуществления / Ивашкин А.В., Латышенок М.Б., Биленко В.А., Голубенко М.И.; заявители и патентообладатели Ивашкин А.В., Латышенок М.Б., Биленко В.А., Рудомин Е.Н., Голубенко М.И. - Опубл.05.02.2019; Бюл. №4.

7. Пат. 108029 Бункерное устройство / Гайдуков К. В., Латышенок М. Б., Костенко М. Ю. - Опубл. 10.09.2011 Бюл. № 25.

8. Фитопрепарат для инактивации микотоксинов, возникающих в зерновой массе [Текст] / И.А. Кондакова, В.И. Левин, И.П. Льгова, Ю.В. Ломова // Вестник рязанского агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань, 2018. – № 4 (40). – С. 18-23.

9. Пат. РФ на полезную модель №30485. Устройство для предпосадочной обработки семенного материала магнитным полем / Ефимов Д.В., Гришин И.И., Пащенко В.М., Клейменов Э.В., Крыгин С.Е. – Опубл. 26.12.2002.

10. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Текст] / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. - Рязань, 2019. – 308 с.

11. Побединская, Г.В. Экологические аспекты радиационной обстановки территорий в зоне влияния Рязанской ГРЭС [Текст] / Г.В. Побединская, А.В. Ильинский, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. -№ 1 (37). - С. 117-121.

11. Рембалович, Г.К. Проблемы сохранности силоса в мягкой вакуумированной таре / Г.К. Рембалович, И.Ю. Багданчиков, Р.В. Безносюк [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. №11 С.26-27

12. Безносюк, Р.В. Влияние параметров зеленой массы на приготовление силоса в мягких вакуумированных контейнерах / Р.В. Безносюк, И.Ю. Богданчиков, М.Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского ГАТУ имени П.А. Костычева. - №4 (32). – 2016. – С. 69-72.

13. Ревич, Я.Л. Обоснование прочности пленки контейнера для приготовления и хранения силоса / Я.Л. Ревич, Г.К. Рембалович, Р.В. Безносюк [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. №11 С.24-25

14. Безносюк, Р.В. Контроль плотности зеленой массы при силосовании в мягких вакуумированных контейнерах / Р.В. Безносюк, И.Ю. Богданчиков, Л.Н. Лазуткина [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции 12 декабря 2016 г. «Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России». - Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2016. С. 18-22

15. Безносюк, Р.В. Приготовление силоса в мягких вакуумированных контейнерах / Р.В. Безносюк, И.Ю. Богданчиков, М.Ю. Костенко [и др.] // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Инновационная деятельность в модернизации АПК» - Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 6-9

16. Пат. 2672026. Российская Федерация, МПК B65D 81/20, B65B 3/18. Способ упаковки сельскохозяйственных продуктов и кормов, в частности, чувствительных к воздействию кислорода / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Безносюк Р.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). - № 2018106756; заявл. 22.02.2018; опубл. 08.11.2018, Бюл. №31 : ил.

УДК 631.331.85

Тришкин И.Б., д.т.н., доцент
Подлеснова Т.В. магистр,
Топилин В.П.,
Безруков А.В.,
Шабанов А.А.,
Назаркин В.Ю.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ЗАДАЧИ ПУНКТИРНО-ГНЕЗДОВОГО СПОСОБА ПОСЕВА СОИ

Создание надёжной и сбалансированной системы обеспечения Российской Федерации сельскохозяйственными продуктами невозможно без широкого возделывания зернобобовых культур, в том числе сои – ценной высокобелковой и масличной культуры. Увеличения производства и сокращения дефицита растительного белка можно достичь путём увеличения площади возделывания и урожайности сои, которая во многом зависит от

посева.

Учёными ФГБНУ Рязанский НИИ сельского хозяйства выведены сорта сои северного экотипа: магева, Светлая, Ксатка, окская, которые при сумме активных температур 1750 градусов позволяют дать урожай до 30 ц/га с содержанием белка до 45 %. [1]

В настоящее время применяют способы посева сои, которые зависят от конструктивных особенностей посевных машин. [2]

На почвах чистых от сорняков, когда под сою отводят большую площадь, а обеспечить механизированный уход не представляется возможным, применяют сплошной рядовой посев. На плодородных почвах применяют широкорядные ленточные одно – двух и даже трёхстрочные способы посева.

Полосный способ посева находит большее применение, главное преимущество которого – возможность обработки посевов без защитных зон, «под полосу»

Рядовой, широкорядные и полосные посевы сои осуществляют переоборудованными зерновыми сеялками, катушечный высевающий аппарат которых значительно повреждает семена. При этих способах растения угнетают рост и развитие более слабых, затеняют их и отнимают питательные вещества.

Пунктирный способ посева сои, выполненный по схеме 45х5, позволяет обеспечить более равномерное размещение семян и всходов растений. Равномерное размещение растений способствует лучшему их питанию и освещённости, причём в одинаковой мере для всех растений. Благоприятные условия развития, увеличение площади ассимиляционного аппарата при одновременном повышении его продуктивности при пунктирных посевах способствует образованию на растениях сои дополнительных (вторичных) репродуктивных органов. Это в свою очередь обуславливает увеличение ветвления и бобообразования, что в конечном итоге приводит к увеличению урожайности, что подтверждается и нашими исследованиями. [3] Повышение урожайности при пунктирном и частично полосном способах обусловлено увеличением массы 1000 зерен и дополнительных бобов с ветвей. Поэтому пунктирный способ посева сои по схеме 45х5 рекомендуется применять при возделывании сои на семенные цели.

Полевые исследования пунктирных способов посева сои, которые осуществлялись переоборудованной свекловичной сеялкой снабжённой приспособлением СТЯ 31.000, а также с измененной конструкцией высевающего аппарата показали, что на отдельных растениях низко размещаются бобы. [3, 4, 5] При уборке сои зерноуборочным комбайном, даже в том случае, если жатку установить на низкий срез, часть нижних бобов остаётся на стерне.

Цель планируемых научно-исследовательских работ – уменьшение потерь при уборке пунктирных посевов сои. Поставленная цель выполняется путём высева семян пунктирно-гнездовым способом, позволяюшим увеличить высоту размещения нижних бобы на растении сои.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие

задачи исследования:

1. Обосновать способ посева сои.

2. Провести патентный поиск высевающих аппаратов точного высева семян пропашных сельскохозяйственных культур.

3. Разработать высевающий аппарат для пунктирно-гнездового способа посева сои.

4. Обосновать параметры высевающего аппарата для осуществления пунктирно-гнездового способа посева сои.

5. Установить влияние количества семян в гнезде на размещение бобов на растении сои.

Библиографический список

1. Гуреева Е.В. Сравнительная характеристика сортов сои северного экотипа//Наука и инновации АПК: материалы VI Междунар. науч. – практ. конф. Кемерово, 2007. С. 76-77.

2. Гершевич М.Г., Калинич Г.Ф., Довбенко Н.С., Слободян А.К. способы посева сои и пути совершенствования посевных машин //Труды/ Приморский СХИ. – Уссурийск, 1974. – Вып. 29. – С. 102-106.

3. Липин В.Д. Обоснование параметров и совершенствование вертикально-дискового аппарата для высева семян сои: автореф. дис. … к-та техн. наук [Текст] / В.Д. Липин; МИИСП. – Москва, 1993.

4. Пат. РФ № 2178247. Способ посева семян пропашщных культур / Липин В.Д. – Опубл. 20.01.2002; Бюл. № 2.

5. Пат. РФ № 2042303. Способ посева сои / Липин В.Д. – Опубл. 27.08.1995; Бюл. № 24.

6. Пат. РФ № 2127032. Способ высева семян и устройство для его осуществления / Липин В.Д., Шишлов С.А. – Опубл. 10.03.1999.

7. Пат. РФ № 2041591. Высевающий аппарат / Липин В.Д.– Опубл. 20.08.1995.

8. Пат. РФ № 2050764. Высевающий аппарат / Лобачевский Я.П., Липин В.Д. – Опубл. 27.12.1995.

9. Пат. РФ № 2164061. Сеялка-трость / Гуков Г.В., Липин В.Д., Морозов С.А. – Опубл. 27.12.1995. 10.03.2001 Бюл. № 7.

10. Пат. РФ № 2171561. Высевающий аппарат / Гуков Г.В., Липин В.Д., Морозов С.А. – Опубл. 20.05.2001 Бюл. № 14.

11. Возможности возделывания сои в Рязанской области [Текст] / В.Д. Липин, В.П.Топилин, Т.В.Липина, Н.Г.Птах, Р.С.Подорожный // Вестник Совета молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева. – 2018. - № 1(6). С. 32-35.

12. Пат. РФ № 2157608. Высевающий аппарат / Липин В.Д., Ерофеев Р.Ф., Липина Т.В. – Опубл. 20.10.2000 Бюл. № 29.

13. Полищук, С.Д. Производство сои в условиях центрального региона Российской Федерации с использованием биологически активных

наноматериалов [Текст] / Полищук С.Д., Назарова А.А., Чурилов Г.И. // Сб.: «Инновационные технологии продуктов здорового питания»: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения И.В. Мичурина. – Мичуринск: Изд-во ФГБОУ ВО Мичуринский НАУ, 2015. – С. 38-44.

14. Нанобиопрепараты в технологии возделывания сои сорта «Светлая» [Текст] / А.А. Назарова, С.Д. Полищук, Д.Г. Чурилов и др. // Зерновое хозяйство России. – 2017. - №4 (52). – С. 16-24.

15. Виноградов, Д.В. Перспективы и основные направления развития производства масличных культур в Рязанской области [Текст] / Виноградов Д.В., Ванюшин П.Н. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2012. - № 1 (13). - С. 62-65.

УДК 621.314

Лящук Ю.О.,
Исаев А.Г.,
ЧОУ ВО «Московский университет им. С.Ю. Витте», г. Рязань, РФ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ПИТАНИЯ ПОСТОЯННЫМ И ИМПУЛЬСНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ГАЗАХ

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из важнейших проблем современности. Загрязнение атмосферного воздуха является фактором, влияющим на ухудшение показателей здоровья населения, увеличение показателей смертности, ухудшение состояния флоры и фауны. И с каждым годом эта ситуация усугубляется [1, с.111].

Динамика выбросов и улавливания, загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников в Рязанской области, представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Динамика выбросов и улавливания загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников в Рязанской области

Годы	Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. тонн	Уловлено и обезврежено загрязняющих атмосферу веществ	
		тыс. тонн	В процентах от общего количества загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников
1995	247,7	994,3	80,1
2000	135,8	408,7	75,1
2005	140,8	454,1	76,3
2010	131,8	305,2	69,8
2015	133,9	538,5	80,1
2018	121,5	506,0	80,6

Как видно из таблицы 1, в 2018 году количество загрязняющих веществ, отходящих от всех стационарных источников выделения, по области составило 627,5 тыс. тонн, что на 126,2 тыс. тонн меньше, чем в 1995 г. и на что на 44,8 тыс. тонн меньше, чем в 2010 г. Более 17 % этого количества выбрасывается без очистки [5, с.1702].

Из поступивших в 2018 г. на очистные сооружения загрязняющих веществ уловлено и обезврежено 506 тыс. тонн или 97,7%, что почти в 2 раза (на 488,3 тыс. тонн) меньше аналогичного показателя 1995 г. и на 32,5 тыс. тонн меньше показателя 2015 г. Из уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ утилизировано 73,2% [6, с. 69].

В воздушное пространство Рязанской области в 2018 г. было выброшено 121,5 тыс. тонн загрязняющих веществ [4, с. 147].

Уровень антропогенной нагрузки на 1 км^2 земельной площади составил соответственно 3,069 тонн загрязняющих атмосферу веществ. Уровень антропогенной нагрузки на одного жителя области составил 0,106 тонн загрязняющих атмосферу веществ [3, с. 97].

Как показывает анализ, предприятия области нуждаются в совершенствовании очистных сооружений [7, с. 12].

Рассматриваемая нами конструкция относится к устройствам по очистке потока, отходящих от теплоэлектроцентралей, металлургических и иных производств, газов от пыли и вредных органических и неорганических примесей, таких как оксиды азота, серы углерода, углеводородов и летучих органических соединений (фенол, бензохинон и др.), а именно к конструкции систем питания электрофильтров совместно постоянным и импульсным напряжением.

Использование: в устройствах для очистки экологически вредных примесей в газах, отходящих от ТЭЦ и металлургических заводов.

Сущность: устройство состоит из последовательно включенных источников постоянного напряжения и импульсного генератора и позволяет варьировать амплитудой импульсного напряжения при неизменном значении постоянного напряжения в случае наличия только одного источника первичного напряжения.

Наиболее актуальным является устройство для питания электрофильтров, состоящие из высоковольтного трансформатора, выпрямителя, накопительного конденсатора, тиристорного ключа, разделительной катушки индуктивности и электрофильтра. Кроме этого, устройство имеет на низкой стороне напряжения преобразователь частоты. Такая система способна генерировать напряжение, в котором импульсы накладываются на постоянное напряжение.

Недостатком такого устройства является то, что амплитуда импульсов напряжения не может превысить значения зарядного напряжения. Кроме того, подключение электрофильтра через индуктивность значительно затягивает фронт импульса напряжения. Однако наличие катушки индуктивности является необходимым для осуществления закрытия тиристорного ключа.

Предлагаемое устройство для питания электрофильтров напряжением, образованным наложением на постоянное напряжение наносекундных импульсов напряжения, позволяет генерировать импульсы напряжения, амплитуда которых превосходит постоянное напряжение на электрофильтре в 2n+1 раз (n любое натуральное число) при использовании одного источника высокого напряжения.

На рисунке 1 представлен генератор импульсных напряжений, имеющий 3 конденсатора, позволяющий накладывать на постоянное напряжение импульсы с практически любой амплитудой.

Устройство для одновременного питания электрофильтров постоянным и импульсным напряжением, представленное на рисунке 1, состоит из: последовательно включенных высоковольтного трансформатора (1), выпрямителя (2), подключенного параллельно выпрямителю накопительного конденсатора (3), разделительной катушки индуктивности (4), включенной между конденсатором и коронирующим электродом электрофильтра (5), противоположный электрод (6) которого заземлен.

Параллельно электрофильтру подключается генератор импульсных напряжений, состоящий из нечетного количества последовательно соединенных конденсаторов (7), двух ветвей зарядных резисторов или индуктивностей (8), подключенных параллельно конденсаторам через один, управляемых разрядников (9), подключенных через катушку индуктивности (10) параллельно каждому второму конденсатору (7), блока запуска разрядников (11), подключенного к управляющим электродам (12) через импульсный трансформатор (13).

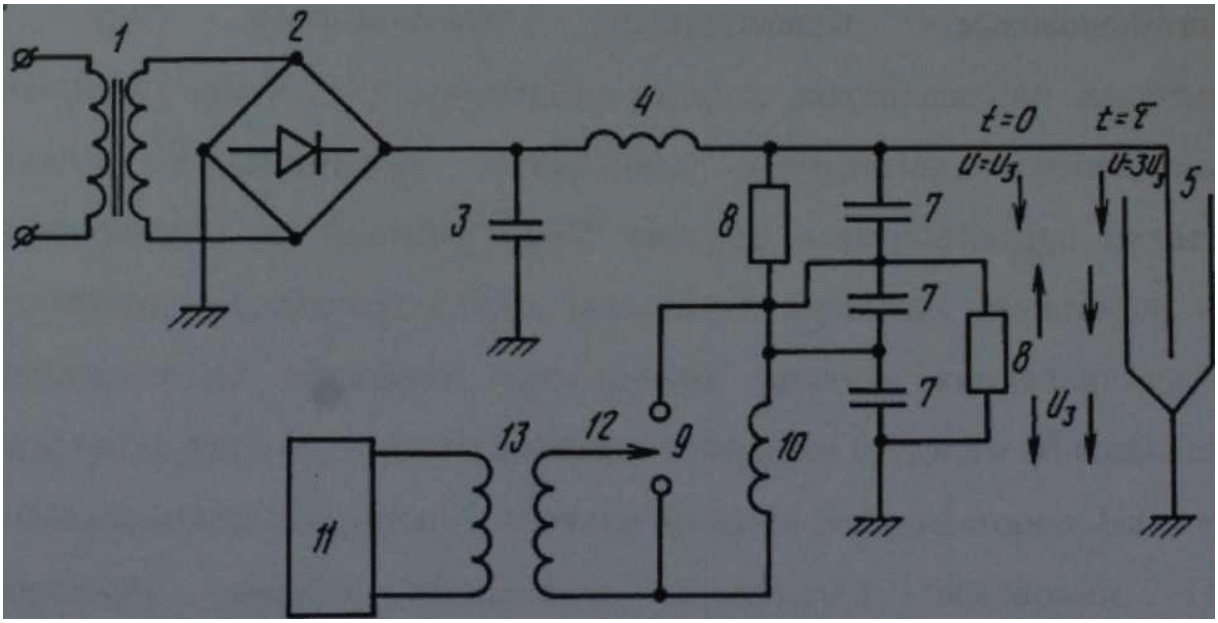


Рисунок 1 - Устройство для одновременного питания электрофильтров постоянным и импульсным напряжением

Устройство работает следующим образом. При подключении повышающего высоковольтного трансформатора к сети происходит зарядка

накопительной емкости и емкости конденсаторов генератора импульсных напряжений. Одновременно на коронирующий электрод электрофильтра подается постоянное напряжение. Схема включения зарядных резисторов или индуктивностей позволяет параллельно зарядить конденсаторы до напряжения питания, причем полярность зарядки среднего конденсатора противоположна напряжению зарядки крайних конденсаторов. На схеме полярность зарядки обозначена сплошными векторами. При срабатывании разрядника, происходящем после подачи на управляющий электрод поджигающего импульса (12) от блока запуска (11) через импульсный трансформатор (13), в цепи, состоящей из конденсатора (7), управляемого разрядника (9) и катушки индуктивности (10), начинается колебательный процесс, во время которого вектор напряжения на конденсаторе меняет свое направление. В результате напряжение на выходе складывается и на коронирующем электроде электрофильтра генерируется импульс напряжения с амплитудой, втрое большей, чем напряжение постоянного тока. При этом в электрофильтре возникает импульсная корона, которая разряжает конденсаторы (7). После этого происходит зарядка генератора с постоянной времени, определяемой соотношением между величиной индуктивности катушки (4) и суммарной емкостью всех конденсаторов (7). В паузе между импульсами на коронирующий электрод воздействует постоянное напряжение. Накопительный конденсатор (3) позволяет обеспечить работу устройства с частотой, превышающей частоту питающей сети и стабильность питающего электрофильтр напряжения между импульсами. Параметры импульса меняются за счет изменения значения индуктивности катушки (10). Установка позволяет использовать любое количество конденсаторов.

Для примера схема генератора с 5 конденсаторами приведена на рисунке 2.

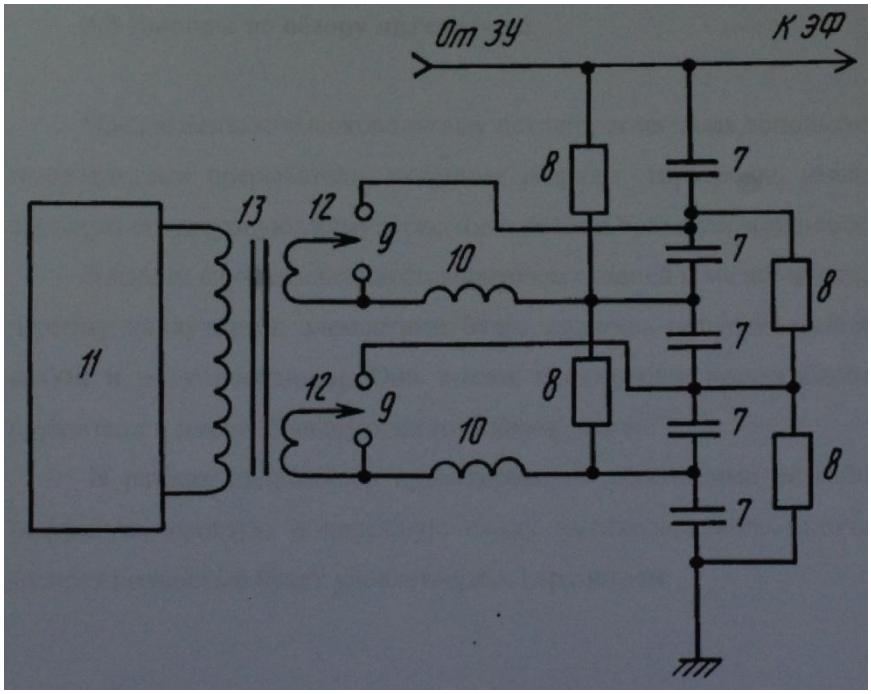


Рисунок 2 - Схема генератора

В предлагаемом устройстве нечетного количества конденсаторов позволяет существенно расширить его возможности за счет его использования и как источника постоянного напряжения, и как генератора импульсных напряжений. При этом затраты энергии на очистку отходящих газов от окислов азота снижаются на 30% ниже.

Таким образом, предлагаемое устройство для питания электрофильтра позволяет генерировать наносекундные импульсы напряжения, накладываемые на постоянное напряжение на электрофильтре, при использовании только одного источника высокого напряжения. Причем амплитуда импульсов в 2n+1 раз больше величины постоянного напряжения. Тем самым повышается надежность работы устройства питания, увеличивается эффективность и расширяются ее функциональные возможности.

Библиографический список

1. Кострова, Ю. Б., Туарменский В.В., Шибаршина О.Ю., Лящук, Ю.О. Место и роль технопарков в решении проблем экологии [Текст] / Ю. Б. Кострова, В.В. Туарменский, О.Ю. Шибаршина, Ю.О. Лящук // Материалы XIV международной научной конференции: «Актуальные проблемы современного общества и пути их решения в условиях перехода к цифровой экономике» (5 апреля 2018 года) - Издательство: Московский университет им. С.Ю. Витте (Москва) – 2018. – Т.1 – Ч.1 – С. 111-118.

2. Ланцов, В.Л., Эраносян, Г.П. Электромагнитная совместимость импульсных источников питания: проблемы и пути их решения / В.Л. Ланцов, Г.П. Эраносян // Силовая электроника - № 4. – Ч. 1 – 2006. – С. 29-36.

3. Лящук, Ю.О. Внедрение систем экологического менеджмента как основа конкурентоспособности Российских предприятий АПК [Текст] / Ю.О. Лящук // Материалы международной научно-практической конференции «Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития», 15 мая 2013 г. – Рязань: РГАТУ, 2013. – С. 96-101.

4. Лящук, Ю.О. Управление экологическими рисками на основе стандартов ISO 14 000 [Текст] / Ю.О. Лящук // Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки, 4 февраля 2015 г. - изд. Белгородского ГАУ, 2015 – С. 146-150.

5. Лящук, Ю.О., Новак, А.И. Оценка экологического риска загрязнения атмосферного воздуха в Рязанской области в результате деятельности предприятий агропромышленного комплекса [Текст] / Ю.О. Лящук, А.И. Новак // Вестник ТГУ. – Тамбов: ТГУ, 2014. – вып. 5, Т. 19. – С.1700 - 1703.

6. Лящук, Ю.О., Новак, А.И. Системы экологического менеджмента на основе стандартов ISO 14 000 как основа снижения экологических рисков деятельности предприятий АПК [Текст] / Ю.О. Лящук, А.И. Новак // Вестник РГАТУ. – Рязань: РГАТУ, 2014. – № 2 (22). – С. 68-73.

7. Новак, А.И., Лящук, Ю.О. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в Рязанской области [Текст] / А.И. Новак, Ю.О. Лящук // Материалы X

международной научно-практической конференции «Дни науки - 2014», 27 марта - 5 апреля 2014 года – Т. 28. – изд. «Education and Science», Прага, 2014. – С. 8-13.

8. Экологическая обстановка в городских округах и муниципальных районах Рязанской области [Текст]: стат. сб. – Рязань, 2019. - 118 с.

9. Экологическая обстановка Рязанской области в 2018 году [Текст]: аналит. зап. / Отдел природопользования и охраны окружающей среды. – Рязань, 2019. - 25 с.

10. Пат. 86665Российская Федерация, МПК F01N 3/02. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания /-17 -Тришкин И.Б., Олейник Д.О.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева (RU). -№2009113715/22; заявл. 14.04.2009; опубл. 10.09.2009,Бюл. № 25. -2 с.

11. Пат. РФ на полезную модель № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / Максименко О.О., Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Крыгин С.Е., Ерохин А.В. - Опубл.: 24.04.2002.

12. Виноградов, Д.В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования [Текст] / Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. - Москва, 2017. – 128 с.

УДК 338.43

Майоров В.С.,
РВВДКУ, г. Рязань, РФ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Жизнь в 21 веке неразрывно связанна с развитием автотранспорта, потому что именно это помогает быстрее добраться из точки «А» в точку «Б», перевести с собой товары, оказывать гражданам различные услуги, связанные с перевозками. Важность транспорта определяется теми усилиями, которые государство затрачивает на его развитие [10]. Автомобильный транспорт является лидером Московской области, Москвы, России, Мира по количеству перевозимых пассажиров и грузов. Несмотря на все достижения, при движении на автомобильном транспорте присутствуют определенные угрозы. Несомненно, самой главной угрозой, которую в себе таит автотранспорт – это ДТП (дорожно-транспортные происшествия) и последствия, которые они наносят.

Актуальность работы связана, в первую очередь, с динамичностью общественных отношений в сфере обеспечения транспортной безопасности в целом и обеспечением безопасности дорожного движения в частности.

Цель работы: рассмотреть некоторые негативные факторы, способствующие возникновению ДТП, а также возможные пути их устранения.

Задачи:

1. Ознакомиться со статистикой Всемирной организации здравоохранения за 2010-2019 года
2. Рассмотреть программу повышения безопасности дорожного движения действующую в РФ на данный момент
3. Выявить аспекты нормативного регулирования, влияющие на эффективность обеспечения безопасности дорожного движения
4. Сделать соответствующие выводы

Гипотеза: Моё мнение, что несоблюдение правил дорожного движения приводит к огромному количеству аварий на дороге.

Начнем исследование с данных Всемирной статистики организации здравоохранения: около 1, 25 млн. человек в мире погибает в результате ДТП. Данная обстановка не меняется с 2007 года [4]. В 2018 году, число граждан Российской Федерации пострадавшим в результате дорожно-транспортных происшествий равно 29917 человек. Если же произвести перерасчет на 10000 населения, то будет видно, что погибло 193 человека, данный показатель значительно выше, чем в других развитых странах Европы за тот же отчетный период.

В крайние годы наблюдается положительный результат:

- снижение смертности в результате ДТП;
- снижение дорожного травматизма [3].

Реализация специализированных программ, которые направлены на снижение количества дорожно-транспортных происшествий и последствий ДТП, за минувшие 14 лет снизилось на 23%.

Вторым этапом данного исследования следует: рассмотрение программы повышения БДД, действующей в РФ в настоящее время.

В данный момент времени в РФ реализуется федеральная целевая программа: «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах» [11].

Она стала логическим продолжением ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 - 2012 годах» [12].

Целью Программы является сокращение случаев смерти в результате дорожно-транспортных происшествий, в том числе детей, к 2020 году на 8 тыс. человек (28,82 процента) по сравнению с 2012 годом.

Достижение заявленной цели предполагает использование системного подхода к установлению следующих взаимодополняющих друг друга приоритетных задач по обеспечению безопасности дорожного движения:

- создание системы пропагандистского воздействия на население с целью формирования негативного отношения к правонарушениям в сфере дорожного движения;
- формирование у детей навыков безопасного поведения на дорогах;
- повышение культуры вождения;

- развитие современной системы оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях;
- повышение требований к подготовке водителей на получение права на управление транспортными средствами и требований к автошколам, осуществляющим такую подготовку.

Переходим к третьему этапу исследования: выявлению аспектов нормативного регулирования, влияющих на эффективность обеспечения БДД.

Аспект 1. Превышение указанного скоростного лимита.

У водителей создается иллюзия, якобы им разрешено управлять автомобилем с допустимым превышением скоростного режима до 20 км/ч.

Опасность данных легкомысленных действий отрицательно влияет на безопасность участников дорожного движения в населенных пунктах, где в большинстве своем, в России установлено ограничение скорости в 60 км/ч, даже незначительное превышение скорости может повлечь за собой гибель пешеходов, велосипедистов, мотоциклистов, водителей автомобилей, ставших участниками дорожно-транспортных происшествий, а также крупного рогатого скота. Это стало возможным, благодаря, отмене ответственности за превышение установленной скорости движения транспортного средства на величину не менее 10 километров в час, но не более 20 километров в час, предусматривавшуюся ч. 1 ст. 20.9 Кодекса об административных правонарушениях Российской Федерации.

Аспект 2. Проблема реализации программ подготовки водителей и утверждённого порядка допуска к управлению транспортными средствами.

С 2011 года по 2019 год включительно в Российской Федерации приняты серьёзные шаги по совершенствованию нормативно- правовой базы, регламентирующей порядок подготовки водителей на территории нашего государства и получения ими водительского удостоверения.

Так, принятие перечня программ подготовки [15] и переподготовки водителей транспортных средств [16] и утверждение нового порядка допуска к управлению транспортными средствами [9] свидетельствуют о повышенном внимании к выпускникам автошкол и получаемым по итогам их обучения навыкам.

Хороший пример в получении опыта по обучению водителей, можно взять у страны, под названием – Финляндия, там водители проходят обучение вождению в разные сезоны года (зима, весна, лето, осень) [6].

Аспект 3. Агрессивное вождение и использование служебного положения для отступления от правил дорожного движения.

Характер у данных проблем – комплексный, и требует принятие соответствующих мер. Тут лучше подойдет активная и совместная работа общества и государства.

Регламентируется указом Президента РФ №636 от 2012 года [14].

04.08.2015 года Министерство Внутренних Дел Российской Федерации выступило с инициативой [17], внесения изменений в правила дорожного

движения [8], включением опасного (агрессивного) вождения и действий характеризующих его:

- невыполнение при перестроении требования уступить дорогу транспортному средству, пользующемуся преимущественным правом движения;
- перестроение при интенсивном движении, когда все полосы движения заняты;
- несоблюдение безопасной дистанции до движущегося впереди транспортного средства;
- несоблюдение бокового интервала;
- необоснованное резкое торможение;
- препятствование обгону.

Аспект 4. Выявление лиц, грубо нарушающих правила дорожного движения.

В настоящее время МВД России разрабатывает новую для деятельности Госавтоинспекции форму несения службы [1] - патрулирование автомобилями без цветографической схемы, оборудованными средствами видеофиксации инспектором дорожно-патрульной службы, осуществляющим свои должностные полномочия в гражданской форме одежды (скрытое патрулирование). Тем самым МВД планирует оказать серьезное влияние на формирование законопослушного поведения у участников дорожного движения.

Вывод:

Изучив наиболее важные проблемы обеспечения безопасности дорожного движения в Российской Федерации, делаем вывод, что несмотря на меры, предпринимаемыми Правительством Российской Федерации по уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий, есть еще некоторые аспекты, которые требуют законодательного регулирования.

- Установление новых скоростных лимитов;
- Модернизация программ подготовки водителей;
- Установление на государственном уровне понятия «агрессивного вождения».

Предпринимаемые действия по обеспечению безопасности дорожного движения должны соответствовать наиболее серьёзным видам нарушений правил дорожного движения, создающих угрозу жизни и здоровья водителей и пешеходов. При этом необходимо учитывать то факт, что внедрение новых форм работы правоохранительных органов, введение дополнительной ответственности не могут дать одномоментного улучшения ситуации со смертностью и травматизмом на дорогах России. Оценка станет возможна только лишь по прошествии определённого времени, позволяющего с помощью реальных показателей оценить эффективность предпринятых мер.

Библиографический список

1. Баршев В. Под прикрытием. // Российская газета. 2015. 12 ноября.

2.[Электронный ресурс]: URL: http://archive.government.ru/media/2013/3

3.[Электронный ресурс]: URL: http://www.who.int/violence_ injury_prevention / road_safety_status/2013/ru

4.[Электронный ресурс]: http://www.who.int/violence_injury_ prevention/road_safety_status/2015/GSRRS2015_Summary_ RU.pdf

5. Количество ДТП. Сведения за 12 месяцев 2018 года. [Электронный ресурс]: Государственная инспекция БДД Министерства Внутренних Дел Российской Федерации. // URL: http://www.gibdd.ru/stat/files/tab14_12_73.xls (дата обращения: 10.03.2016).

6. Моржаретто И. Как готовят водителей в Германии и Финляндии. [Электронный ресурс] Журнал за рулем. // URL: :http://www.zr.ru/content/articles/707636-avtoshkoly-mozhnopo-russki (дата обращения: 10.03.2016).

7.[Электронный ресурс]: проект федерального закона. // URL :http://regulation.gov.ru/projects#npa=42423 (дата обращения: 10.03.2016).

8.[Электронный ресурс]: проект постановления Правительства Российской Федерации. // URL: http://regulation.gov.ru/projects#npa=40764 (дата обращения: 10.03.2016).

9. О допуске к управлению ТС: постановление Правительства РФ от 24 октября 2014 №1097 // Собрание законодательства РФ. 2014, №44, ст. 6063.

10. О Транспортной стратегии РФ: распоряжение Правительства РФ от 22 ноября 2008 №1734-р // Собрание законодательства РФ. 2008, №50, ст. 5977.

11. О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах»: постановление Правительства РФ от 03 октября 2013 №864 // Собрание законодательства РФ. 2013, № 41, ст. 5183.

12. О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 - 2012 годах»: постановление Правительства РФ от 20 февраля 2006 №100 // Собрание законодательства РФ. 2006, № 9, ст. 1020.

13. Об утверждении Административного регламента МВД РФ исполнения государственной функции по контролю и надзору за соблюдением участниками ДД требований в области обеспечения БДД: приказ Министерства Внутренних Дел Российской Федерации от 02 марта 2009 №185 // Российская газета. 2009. 7 июля.

14. Об упорядочении использования устройств для подачи специальных световых и звуковых сигналов, устанавливаемых на транспортные средства: указ Президента Российской Федерации от 19 мая 2012 №635 // Собрание законодательства РФ. 2012, №21, ст. 263.

15. Об утверждении примерных программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий: приказ Минобрнауки России от 26 декабря 2013 №1408 // Российская газета. 2014. 1 августа.

16. Об утверждении примерных программ переподготовки водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки России от 12 мая 2015 №486 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: http://www.pravo.gov.ru (дата обращения: 10.03.2016).

17.[Электронный ресурс]: утв. Правительством РФ 4 августа 2015. // Документ опубликован не был. Доступ из СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.03.2016).

18. Бышов Н.В. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, И.А.Успенский и др.//В электронном журнале «Научный журнал КубГАУ». - 2013 г., № 02 (086), режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf, С. 585-596.

19. Пат. РФ на полезную модель № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / Максименко О.О., Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Крыгин С.Е., Ерохин А.В. - Опубл.: 24.04.2002.

20. Щур, А.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько, Н.Н. Казачёнок, П.А. Козырицкий, О.В. Валько, А.В. Шемякин, А.Г. Поляков, Е.В. Жаравович, Е.И. Лупова. - Могилев – Рязань, 2018. – 328 с.

УДК 631.22.27

Мелибаев М., к.т.н.,
Абдукадиров А.,
Ортиков Х.
НамИСИ, г. Наманган,РУз

ДИНАМИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА «CASE»

Динамический паспорт зерноуборочного комбайна «CASE» представляет собой совокупность динамической характеристики. Динамические характеристики автомобиля описаны в работах как отечественных, так и зарубежных учёных [2,4]. Динамика автомобильного колеса с явлением динамической характеристики изложена в трудах Е.А.Чудакова, А.М.Венглинского, М.М.Морина, Т.Худайбердиева. Влияния динамической характеристики было описано В.А. Иларионовым. В результате проведённого им исследования была получена эмпирическая зависимость, определяющая динамический паспорт автомобиля. Эта методика имеет ограниченный исследовательский диапазон в технике. Необходимо установить дополнительные теоретические, формальные связи номограммой нагрузки и динамического паспорта зерноуборочного комбайна «CASE». В процессе

исследования появилась необходимость определения величины средней нагрузки в пятне контакта шины с опорной поверхностью, динамической характеристики при зерновой уборке, номограммы нагрузок и график контроля буксования. Динамический паспорт зерноуборочного комбайна «CASE» позволяет решать уравнение движения с учётом конструктивных параметров комбайна (M_e–значение эффективного момента и др.), основных характеристик поля (коэффициентов сопротивления почвы ψ и коэффициента сцепления φ_x) и нагрузки на трактор [8-14].

Динамическая характеристика и монограмма нагрузок. Динамическую характеристику строят для комбайна с полной нагрузкой. С изменением веса трактора от G_a до G динамический фактор изменяется, и его можно определить по формуле:

$$D = (P_т - P_в)/G = D_а G_а / G$$

где: $P_т$, $P_в$ – действующие силы на тягу; G – вес комбайна.

Чтобы не пересчитывать при каждом изменении нагрузки величину D, динамическую характеристику дополняют номограммой нагрузок, которую строят следующим образом. Ось абсцисс динамической характеристики продолжают влево (Рисунок 1,а) и на ней откладывают отрезок произвольной длины. На этом отрезке наносят шкалу нагрузки H в процентах (для транспортных положений комбайна) или указывают нагрузку на ходовую часть. Через нулевую точку шкалы нагрузок проводят прямую, параллельную оси $D_а$ и на ней наносят шкалу динамического фактора $D_о$ для комбайна без нагрузки. Масштаб для шкалы $D_о$ определяют по формуле $a_о = a_а G_0 / G_a$ где $a_а$ - масштаб шкалы динамического фактора для зерноуборочного комбайна «CASE» с полной нагрузкой; G_0 - собственный вес комбайна в нагруженном состоянии, в который включают вес оператора, Н.

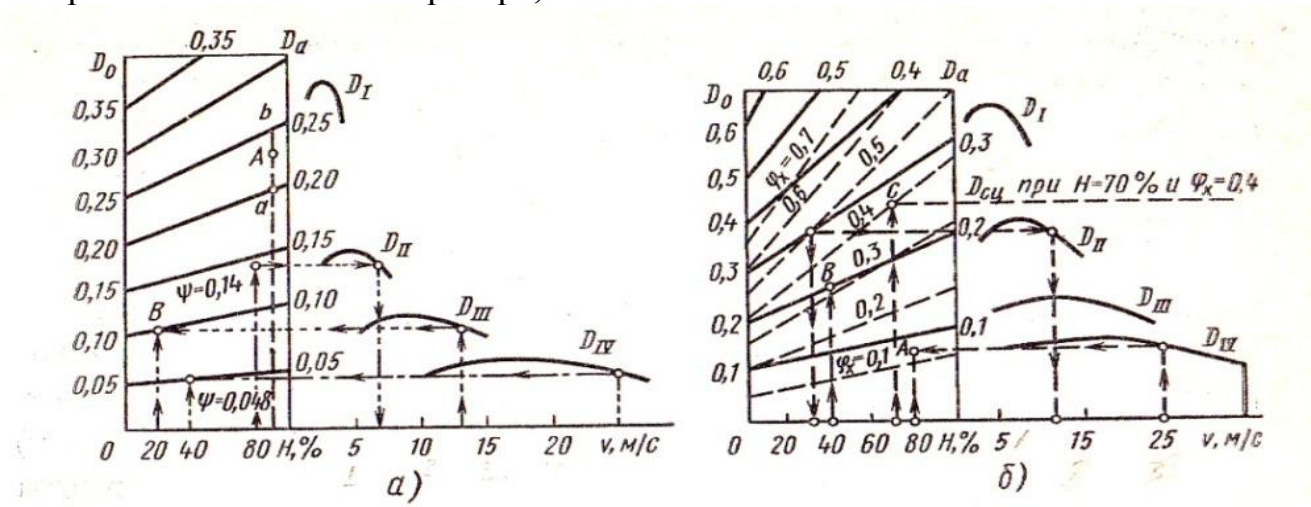


Рисунок 1 – Использование динамической характеристики зерноуборочного комбайна «CASE»:*а* -динамическая характеристика комбайна с номограммой нагрузок; *б*-динамический паспорт зерноуборочного комбайна «CASE»

Равнозначные деления шкал $D_о$ и$D_а$ (например, 0,05; 0,01 и т.д.) соединяют прямыми линиями.

Наклонные линии на номограмме нагрузок обычно проводят через «круглые» значения динамического фактора, поэтому при расчётах его промежуточные значения определяют интерполированием.

График контроля буксования. График представляет собой зависимость динамического фактора по сцеплению от нагрузки и позволяет определить предельную возможность движения по условиям сцепления. Этот график строят следующим образом.

Сначала по формулам, приведенным ниже, определяют динамический фактор по сцеплению для комбайна с полной нагрузкой $D_{a,сц}$ и без нее $D_{0,сц}$ для различных коэффициентов сцепления φ_x, начиная с φ_x=0,1:

$$D_{a,сц} = (G_2/G_a)\varphi_x \;\; ; \;\; D_{a,сц} = (G_{02}/G_0)\varphi_x$$

где: G_{02} -вес, воспринимаемый ведущими колесами комбайна без нагрузки, *Н*.

Затем значение $D_{a,сц}$ откладывают по оси D_a номограммы нагрузок (рис. 1. б), а значение $D_{0,сц}$ по оси D_0 , и полученные точки соединяют прямой штриховой линией, на которой указывают величину коэффициента φ_x=0,1. Также определяют положение точек и наносят штриховые линии $D_{сц}$ для других значений φ_x = 0,2; 0,3; …; 0,8.

Пользуясь графиком контроля буксования, можно учесть ограничения, накладываемые на движение трактора сцеплением шин ведущих колес с дорогой. Например, можно определить минимальный коэффициент φ_x, необходимый для движения с заданными нагрузкой и скоростью или с заданными нагрузкой и коэффициентом ψ. В первом случае поступают также, как при определении динамического фактора по известным значениям нагрузки *Н* и скорости *v* только вместо величины *D* по сплошным наклонным линиям определяют значение $D_{сц}$ по штриховым линиям. Так, при скорости *v=25* м/с и нагрузке *Н*=80 % коэффициент φ_x =0,12 (точка А). Во втором случае проводят вертикальную линию через точку, соответствующую известному значению нагрузки *Н*, и на ней откладывают значение коэффициента ψ, после чего по наклонным штриховым линиям определяют коэффициент φ_x. Так, при нагрузке *Н*=40% и коэффициенте ψ = 0,2 коэффициент φ_x = 0,32 (точка В).

Так же можно определить максимальные коэффициент ψ и скорость *v*, при известных нагрузке *Н* и коэффициента φ_x или нагрузку *Н* и скорость *v* при известных величинах ψ и φ_x . Если нагрузка *Н*=70 % и коэффициент φ_x=0,4 (точка С), то коэффициент ψ = *0,27*. При таком коэффициенте сопротивления почвы трактора может двигаться лишь на первой передаче, причём для равномерного движения подаче топливо должна быть прикрыто. Если сопротивление почвы не ограничивает движение комбайна, то он может двигаться с любой скоростью, вплоть до максимальной (35 м/с). При

коэффициентах ψ=0,3 и φ_x =0,5 нагрузка H=30 %, а скорость комбайна v = 11,5 м/с.

Определим, какому динамическому фактору соответствует точка А при 90%-ной нагрузке (наклонные линии проведены через каждые 0,05D) зерноуборочного комбайна «CASE». Точка А находится между линиями, которые соответствуют значениям динамического фактора 0,20 и 0,25. Чтобы определить динамический фактор при данной нагрузке с точностью около одной сотой, разделим отрезок *ab* на пять равных частей (по числу делений на шкалах D_o и D_a). Точка А находится приблизительно на третьем делении выше линии 0,20, следовательно, динамический фактор равен 0,23.

Номограмма нагрузок позволяет решить все указанные выше задачи не только для случая полной нагрузки зерноуборочного комбайна «CASE», но и для любого её значения. Так, на рис.1 а штрихпунктирной линией показано, что при нагрузке H=40 % и скорости трактора v = 25 м/с коэффициент ψ=0,05. При H = 80 % и ψ=0,14 максимальная скорость комбайна равна 7 м/с (штриховая линия с двумя точками), а при v=13 м/с и $\psi=0,10$ нагрузка (точка *B)* не должна превышать 20 % (пунктирная линия).

Горизонтальная линия, проведенная через точку пересечения вертикальной линии с кривой динамического фактора, может пройти или выше правого (верхнего) конца, или ниже левого (нижнего) конца наклонной прямой, соответствующей заданному значению ψ. В первом случае даже при полной нагрузке зерноуборочного комбайна «CASE» для движения с постоянной скорость необходимо прикрыть подачу топлива, так как при полностью открытой подаче топлива - $D \geq \psi$. Во втором случае равномерное движение невозможно, так как $D \leq \psi$. Даже при полностью открытой подаче топливо и нагрузке, равной нулю.

Таким образом, предлагаемая номограмма дает возможность определения динамической характеристики ходовых систем зерноуборочного комбайна «CASE»

Выводы:

1. Динамический паспорт зерноуборочного комбайна «CASE», позволяющий определить нагрузку на ходовую часть и контроль буксования шин.

2. Разработана номограмма для определения нагрузок зерноуборочного комбайна «CASE» технологических процессов в условиях уборки зерна.

Библиографический список

1. Бойков, В.П. Тяговые характеристики шин универсально – пропашных тракторов классов 1,4 и 2,0. //Тракторы и сельхозмашины, 1986, - №1. –С. 237-238.

2. Венглинский А. М. Повышение эффективности колёсных универсально-пропашных тракторов путём снижения буксования при выполнении технологических операций. Диссертация кандидата технических

наук. 05.20.01. чуваш. Гос. С.-х. акад. – Киров, 2012. -206 с. ил. РГБ ОД, 61 12-5/4030.

3. Мелибаев М., Абдуманнопов Н.(9-ТМЖ-16 гуруҳ талабаси). Ходовая часть тракторов – плодородие почвы-урожай. // «Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса». Материалы 69-ой международной научно-практической конференции. 25 апреля 2018 г.–Рязань, Издательство. Рязанского государственного агротехнологического университета. 2018. Часть II. -С. 232-233.

4. Meliboev M, Dadakhodjaev A, Mamadjonov M. Features of the natural-industral conditions of tne zone and operation of machine-tractor units // ACADEMICIA An International Multidisciplinary Research Jonrnal. ISSN 2249-7137. Vol 9 Issue 3, March 2019. Impact Factor SJIF 2018=6.152. India. 2019. –p. 37-41. (10.5958/2249-7137.2019.00033.8)

5. Лопатин, А.М. Какой комбайн выбрать хозяйству/А.М. Лопатин, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин//Сельский механизатор. -2006. -№8. -С. 20-21.

6. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов [Текст] / В.В. Коченов, Н.Е. Лузгин, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 98-102.

7. Коченов, В.В. Направления повышения производительности зерноуборочных комбайнов [Текст] / В.В. Коченов // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона. Материалы 66-й международной научно-практической конференции. – Рязань, Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. – С. 153-157.

8. Безносюк, Р.В. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования / Р.В. Безносюк, В.В. Фокин, Н.В. Бышов [и др.] // Международный научный журнал. - М: Издательство: Учебно-методический центр "Триада", 2017. - №2. - С. 112-116

9. Бышов, Н.В. Теоретическое обоснование необходимости использования системы контроля загрузки зерноуборочного комбайна / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.В. Фокин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - №1 (32). – 2017. – С. 59-63.

10. Безносюк, Р.В. Система контроля зерноуборочного комбайна / Р.В. Безносюк, А.С. Гусев, В.В. Фокин // Студенческая наука: современные технологии и инновации в АПК: Материалы студенческой научно-практической конференции 30 апреля 2015 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета. – 2015 – С.10-12

11. Акимов, В.В. Инновационная система контроля технологического процесса подачи зернового ворох / В.В. Акимов, Р.В. Безносюк, В.В. Фокин //

Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: Материалы 66-й международной научно-практической конференции 14 мая 2015 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015 – Часть 2. - С.15-18

12. Бышов, Н.В. Перспективная система контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна / Н.В. Бышов, Р.В. Безносюк, В.В. Фокин [и др.] // сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства». – М: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015 - С. 182-185.

13. Безносюк, Р.В. Теоретические исследования эффективности функционирования контроля технологического процесса зерноуборочного комбайна / Безносюк Р.В., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К. [и др.] // В сборнике: инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона. Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". 2016. С. 13-17.

14. Костенко, М.Ю. Экспериментальное обоснование необходимости применения системы контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочных комбайнов / Костенко М.Ю., Безносюк Р.В., Фокин В.В // Материалы национальной научно-практической конференции 12 декабря 2016 г. «Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России». - Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2016. С. 90-94

УДК 629.33

Максименко О.О. к.т.н.,
Киреев В.К. к.т.н.,
Суворова Н.А. к.п.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ТЕПЛООБМЕНЕ

Измерения теплового состояния цилиндропоршневой группы (ЦПГ) показали, что уровни нагрева отдельных участков тепловоспринимающих поверхностей дизеля ЯМЗ-530 отличается большой неравномерностью и высокими экстремальными значениями, приближающимися при номинальной мощности к предельно допустимым. Максимальную температуру имеет центральная зона головки цилиндров (370-380°С) и периферийный пояс камеры в поршне (340-360°С). Основной причиной неравномерности температурного

состояния поршня и головки цилиндров является различие локальных плотностей тепловых потоков рабочего тела. Термические сопротивление деталей и теплоотдача в охлаждающую жидкость на параметры поля оказывают меньшее влияние [1].

Характер распределения температур и тепловых потоков по тепловоспринимающим поверхностям практически не зависит от исследованных факторов и может приниматься геометрически подобным на всех режимах работы дизеля, что даёт возможность описать это распределение математически и использовать при различных расчётах [2].

Анализируя характер распределения локальных плотностей тепловых потоков по поверхности днища поршня, можно отметить, что в целом он соответствует эпюре тангенциальных составляющих скоростей заряда в цилиндровой полости, уменьшающихся от периферии к центру камеры сгорания. В то же время распределение локальных плотностей тепловых потоков по поверхности головки цилиндров не коррелирует с эпюрой тангенциальных скоростей заряда и, по всей вероятности, связано с интенсификацией массопереноса за счёт "фонтанирования" рабочего тела в центральной части камеры сгорания.

Неравномерность температуры гильзы цилиндра по окружности обусловлена неодинаковой гидродинамической обстановкой на стороне, соприкасающейся с охлаждающей жидкостью и в меньшей степени определяется различием локальной теплоотдачи от газов.

На основании полученных экспериментальных данных характер распределения плотностей тепловых потоков по поверхности поршня, головки и цилиндра можно аппроксимировать выражениями:

$$q_n = 0{,}8 q_{nmax} \left(1 + R^{-2} - K_1 R^{-3}\right) \quad (1)$$

$$q_г = q_{гmax} \left(1 - K_2 R^{-2}\right) \quad (2)$$

$$q_ц = q_{цmax} \left(1 - K_3 X_n\right) \quad (3)$$

Где $\bar{R} = \frac{R}{R_ц}$ – относительный текущий радиус.

При этом, в описываемых опытах $K_1 = 1$; $K_2 = 0{,}2$; $K_3 = 0{,}1$.

В работе была исследована зависимость характеристик теплообмена от ряда режимных факторов и условий работы двигателя. Полученные материалы свидетельствуют о том, что наибольшее влияние на интенсивность теплоотдачи и тепловое состояние деталей ЦПГ оказывают давление наддува, частота вращения коленчатого вала, нагрузка и угол опережения впрыска, что подтверждает превалирующее влияние плотности рабочего тела и его газодинамического состояния на процесс теплоотдачи [3]. В связи с этим целесообразно предусматривать некоторое снижение угла опережения впрыска топлива на опасных, с точки зрения теплонапряжённости, режимах, что может повысить вероятность безотказной работы дизеля при незначительном ухудшении экономичности, не превышающем 1-2%.

Раздельное исследование влияния давления наддува и коэффициента избытка воздуха α показало, что P_k более заметно влияет на тепловое состояние деталей.

При одинаковом (10%) повышении мощности путём изменения этих факторов, увеличение давления наддува вызывает рост интенсивности теплоотдачи в 1,3 раза, а уменьшение коэффициента избытка воздуха – в 1,15 раза.

На этом основании можно заключить, что при форсировании дизеля наддувом, необходимо более тщательно доводить рабочий процесс, с тем, чтобы, осуществляя полное сгорание при минимальном α, добиваться требуемого повышения мощности при наименьшем давлении наддува.

Исследования теплового состояния деталей ЦПГ при различной температуре охлаждающей жидкости показали, что $t_{охл}$ относительно слабо влияет на тепловое состояние поршня. Так при росте $t_{охл}$ с 50 до 100°С температура в центральной части поршня увеличилась всего на 12°С.

Последнее позволяет считать, что установленная дизель ЯМЗ-530 имеет резервы повышения $t_{охл}$, которые можно реализовать при высокотемпературном охлаждении, что будет способствовать уменьшению тепловых потерь, а также более равномерному распределению температур гильз по окружности.

Характеристики нестационарного теплообмена были получены путём математической обработки в программе «Статистика» экспериментальных кривых температурных колебаний, записанных с помощью поверхностных ХК термопар.

Анализ изменения плотности теплового потока по времени показывает, что распределение интенсивности теплоотдачи по этому аргументу неравномерно. 75-80% теплоты воспринимается стенками рабочей полости в течение 100-120° п.к.в. процесса расширения, начиная с ВМТ. Теплоотдача в остальные фазы цикла не является определяющей. При этом максимальное значение суммарного коэффициента теплоотдачи составляет 980-2200 ккал/$м^2$.ч-град., имеет место в процессе расширения при φ = 10-20° п.к.в. после ВМТ и превышает среднее значение в 5-6 раз.

Характер изменения интенсивности теплоотдачи в поршень и головку цилиндров во времени цикла имеет примерно одинаковый характер на всех исследованных режимах, однако увеличение угла опережения впрыска несколько смещает максимум интенсивности теплоотдачи к ВМТ.

Величины максимальной интенсивности теплоотдачи в отдельные детали составляют 0,8-0,9 в днище поршня и 0,17-0,20 в гильзу от максимальной интенсивности теплоотдачи в головку цилиндров. Суммарные количества теплоты, воспринимаемые указанными деталями за цикл, находятся в тех же соотношениях.

Оценка распределения тепловых потоков по времени цикла производилась по интегральным кривым

$$Q_\varepsilon = \int_0^\tau q d\varepsilon \,, \tag{4}$$

Полученные материалы показывают, что суммарная величина теплоотдачи за цикл составляет 14-17% от количества тепла, выделяющегося при сгорании дизеля. При увеличении частоты вращения и росте нагрузки относительная теплоотдача в стенки уменьшается.

Обработка экспериментальных данных по приведённой методике [4] позволила выделить лучистую составляющую теплового потока, максимальная интенсивность которой находится в пределах 20-29% от суммарной интенсивности теплоотдачи в стенки и наблюдается в фазе интенсивного горения при φ ≈ 15-20° п.к.в. после ВМТ. Средние за цикл плотности лучистого теплового потока составляют соответственно 17-18%. Относительная величина лучистого теплообмена изменяется в зависимости от скоростного режима и особенно от нагрузки дизеля.

Для косвенной оценки влияния составляющих многоатомных газов и пламени на тепловое излучение было проведено экспериментальное исследование работы дизеля на стандартном топливе и топливе, содержащем противодымную присадку.

Эти опыты показали, что применение противодымной присадки снижает интенсивность лучистого теплообмена и позволяет уменьшить суммарную теплоотдачу в стенки на 8-10%, а температуру головки цилиндра и поршня на 4-5%. Кроме того, использование присадки несколько выравнивает температурные поля деталей.

Для интегральной оценки теплоотдачи по уравнению Ньютона, учитывающего суммарную площадь тепловоспринимающей поверхности F, в работе рекомендуется использовать не локальный, а приведённый коэффициент теплоотдачи, который на основе аппроксимации (1), (2), (3) подсчитывается по формуле

$$\alpha_{пр} = \frac{K_F q_{гmax}}{(1+\psi x_n)(T_г - T_{cm})} \,, \tag{5}$$

Отыскание величины А и показателя К в уравнении было произведено путём статистической обработки большого числа кривых тепловых потоков $q = f(\varphi)$. Для этой цели уравнение теплоотдачи было преобразовано

$$\alpha_i = CC_i(1 + \frac{\Delta\bar{q}}{\Delta\varphi})_i^k; \tag{6}$$

Где $C = A_n^{0,75+k} \cdot K_k^{0,75} \cdot D^{0,5}$

$C_i = K_{wi} \cdot K_{Ri}^{0,75} \cdot P_{ri}^{0,75} \cdot T_{ri}^{-0,32}$,

Аппроксимация прологарифмированного и приведённого к линейному виду выражения (6) дала

$y = a + kq$,

$$\text{Где } y = 2q\frac{d_i}{C_i};\ q = lq(1+\frac{\Delta\bar{q}}{\Delta\varphi});\ a = lgC\ , \qquad (7)$$

Неизвестные А и К определялись по данным серии опытов методом наименьших квадратов по выведенным в работе выражениям

$$K = \frac{n\sum_{i=1}^{n} y_i q_i - \sum_{i=0}^{n} y_i \sum_{i=0}^{n} q_i}{\left(\sum_{i=0}^{n} q_i\right)^2 - n\sum_{i=0}^{n} q_i^2}\ , \qquad (8)$$

$$\alpha = \frac{\sum_{i=0}^{n} y_i}{n} - K\sum_{i=0}^{n} q_i\ , \qquad (9)$$

Обработка всех полученных материалов показала, что значения А и К с погрешностью, не превышающей 4-6% на основных участках процесса сжатия и расширения, могут быть приняты А = 0,036; К = 0,18. Тогда теплоотдачи принимает вид

$$\alpha = 0{,}036 K_{WF} K^{0{,}75} D^{0{,}5} K_R^{0{,}75} n^{0{,}93} Pr^{0{,}75} T^{-0{,}32} (1+\frac{\Delta\bar{q}}{\Delta\varphi})^{0{,}18}\ , \qquad (10)$$

Во избежание чрезмерного роста теплового состояния деталей ЦПГ форсирования дизелей наддувом следует осуществлять при минимально возможном повышении $P_к$ за счет лучшего использования воздушного заряда при сгорании, а так же применения охлаждения надувного воздуха.

В дизеле ЯМЗ-530 возможно повышение рабочей температуры охлаждающей жидкости (до 100°С), которое не вызывает перегрева деталей ЦПГ, может обеспечивать некоторое снижение тепловых потерь цикла и увеличение равномерности температурных полей деталей.

Для расчета суммарной теплоотдачи в стенках внутрицилиндровой полости при моделировании рабочего процесса дизеля с камерой ЯМЗ можно рекомендовать уравнение (10), которое получено в результате статистической обработки экспериментального материала и обеспечивает вероятность точности 4-6% во всем диапазоне основного периода теплоотдачи.

Библиографический список

1. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 442 с.

2. Поливаев, О. И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура).

3. Максименко, О.О. Оценка теплообмена в стенки внутрицилиндровой полости быстроходного дизеля двигателя внутреннего сгорания / О.О. Максименко, В.К. Киреев, Т.С. Ткач, А.А. Максименко // В сборнике:

Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. С. 260-263.

4. Максименко, О.О. Нестационарный теплообмен в быстроходных двигателях внутреннего сгорания / О.О. Максименко, Е.С. Семина, А.А. Максименко // В сборнике: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена- корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., 6-9 декабря 2018 года. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. С. 139-141.

5. Королев А.Е. Мамчистова Е.И., Бачурин А.Н. Оценка качества обкатки двигателей//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. -2015. -№ 2. -С. 56-60.

6. Использование теплового излучения для обезвоживания и термообработки продуктов растениеводства [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, И.Ю. Тюрин и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 448-452.

УДК 621.01

Мамахонов А.А. к.т.н.,
НамИТИ, г. Наманган, РУз
Джураев А.Дж. д.т.н.,
ТИТЛП, г. Ташкент, РУз
Юлдашев К.К.,
АндМИ, г. Андижан, РУз

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО НАГРУЖЕННОСТИ ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Применяемые в машиностроении цепи по характеру выполняемой ими работы делятся на три основные группы: приводные, тяговые и грузовые. Приводные цепи имеют наибольшее распространение. Они передают движение от источника энергии к приемному органу машины; работают как при малых, так и при больших скоростях (до *30-35м/сек*) и при различных расстояниях между осями (центрами) звездочек. Одной цепью можно приводить в движение одновременно нескольких валов [1,317-325с, 2,278-295с]. Практически во всех видах конструкции цепей в передачах возникает шум за счет ударных взаимодействий зубьев звездочек с поверхностями роликов цепи, а также увеличивается трение, тем самым и износ, как роликов цепи, так и зубьев звездочек.

В данной конструкции цепная передача содержит ведущую и ведомую звездочку, цепь, натяжной ролик, выполненный составным, состоящим из основания и надетой на него упругой втулки, рабочая поверхность которой выполнена синусоидальной формой, при этом радиусы впадин выступов синусоиды совпадают с размерами звеньев цепи [3]. Недостатком данной конструкции является отсутствие автоматического поддержания натяжения цепи натяжным роликом при переменной загруженности цепной передачи. Кроме того и в данной конструкции возникает шум и за счет ударных взаимодействий зубьев звездочек с поверхностями роликов цепи также увеличивается трение, тем самым и износ, как роликов цепи, так и зубьев звездочек.

Для увеличения надёжности работы и ресурса цепной передачи совершенствована конструкция цепи передачи с использованием упругих элементов (Рисунок1).

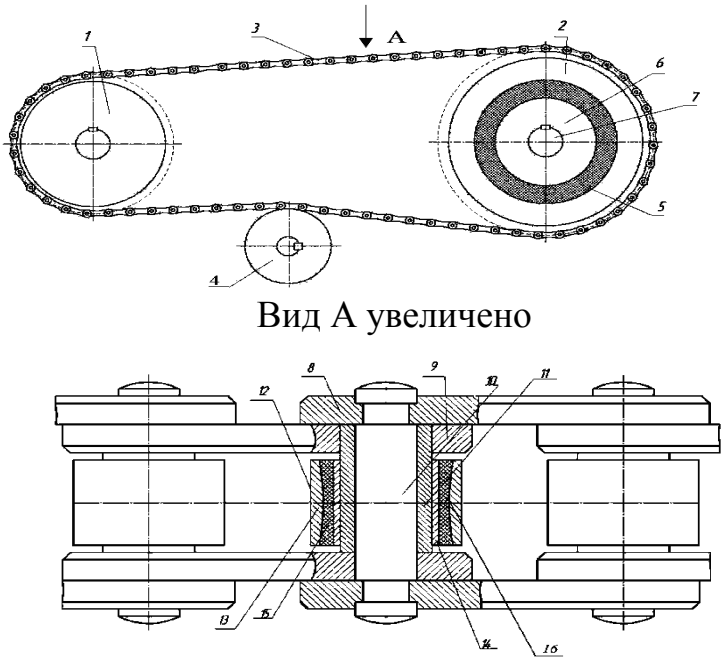


Рисунок 1 – Цепная передача

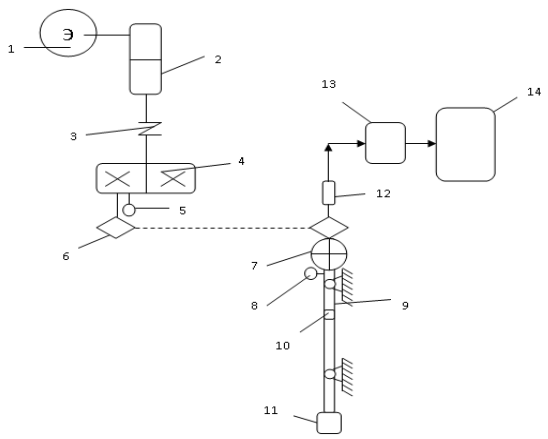
.Конструкция цепной передачи включает ведущую 1 и ведомую 2 звездочку, охватывающую их цепь 3, натяжной ролик 4. Ведомая звездочка 2 выполнена составной состоящей из наружной части 2 с зубьями, основания 6 с выходным валом 7, упругой кольцевой втулкой 5. Цепь 3 включает наружный 8 и внутренний 9 звенья, валик 10, втулку 11 и составной ролик 12, состоящий из наружной 13 и внутренней 14 втулок, между которыми установлена резиновая (упругая) втулка 15. Наружная поверхность 16 резиновой втулки 15 выполнена вогнутой криволинейной формы, соответственно внутренняя поверхность наружной втулки 8 выполнена криволинейной выпуклой формы.

Цепная передача работает следующим образом. Вращательное движение от ведущей звездочки 1 передается ведомой звездочке 2 через цепь 3. Далее движение от звездочки 2 передается основанию 6 с выходным валом 7 через

упругую кольцевую втулку 5. при этом изменение угловых перемещений ведомой звездочки 2, возникающих из-за зазоров между цепью 3 и зубьями звездочки 2, а также за счет изменения трения и износа, зацеплении и др., в некоторой степени выравниваются (амортизируются, поглощаются) упругой кольцевой втулкой 5. При этом вращение основания 6 с выходным валом 7 звездочки 2 становится более равномерным и плавным. При взаимодействии зубьев звездочек 1 и 2 с роликом 12 за счет деформации резиновой втулка 15 значительно уменьшается износ втулки 13 и зубьев звездочек 1 и 2. При этом также уменьшается трение между втулкой 11 и валиком 10. это приводит к увеличению долговечности и надежной работы цепной передачи. В процессе работы за счет выполнения наружной поверхности 16 резиновой втулки 15 при взаимодействии с зубьями звездочек 1 и 2 происходит необходимые деформации втулки 15, особенно по ее краям обеспечивается своеобразное центрирование давления на ролик 12 со стороны зубьев звездочек 1 и 2. Это приводит к равномерному распределению нагрузки по всей длине ролика 12, позволяющей повышению надежности, тем самым увеличению ресурса цепи 3 передачи.

С целью изучения влияния упругих элементов действующих в цепной передаче составных роликов был изготовлен стенд с рекомендуемой цепной передачей.

Электротензометрическая схема экспериментального стенда представлена на рисунке 2.



1–электродвигатель, 2–вариатор, 3–муфта, 4–редуктор, 5–высокочувстительный звуковой модуль KY-037, 6–цепь, 7–диск, 8–микроконтролер марки YL-63, 9–вал, 10-тензорезисторы, 11–тормозное устройство, 12–токосъёмник, 13–преобразователь Arduino, 14–компьютер.

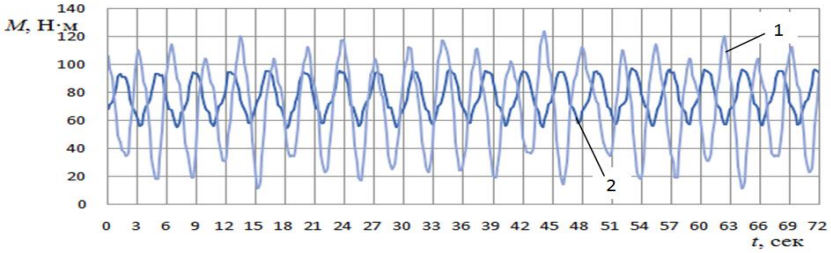
Рисунок 2 – Электротензометрическая схема экспериментального стенда

В процессе проведения экспереиментов использован двигатель с мощностью 3,0 кВт и частатой вращения 3000 об/мин. При этом частота вращения ведомой звездочки изменяется в пределах 40, 60, 80 и 100 об/мин при использовании редуктора и вариатора. Эксперименты проводились трехкратно. При тарировке загруженности валов использованы грузы(0÷80)Н.

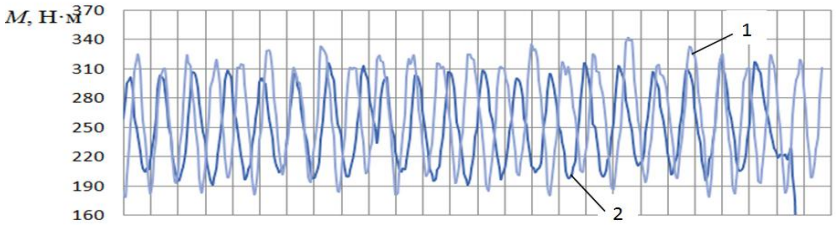
При экспериментах в цепной передаче выбраны; Z_1=11и Z_2=19, а также использованы резиновые втулки трех разновидностей (3825 МБС, 7–МДМБС, 3826 MBCS).

В результате тензометрирования [4,89с. 5,65с. 6,231с.] были измерены крутящие моменты на выходных валах звездочек существующей и рекомендуемой передачи. Полученные осциллограммы представлены на рисунках 3 и 4.

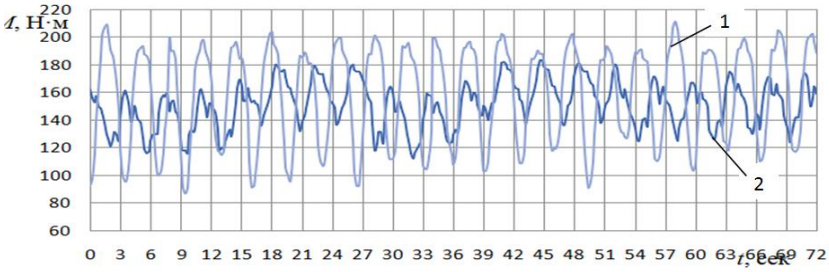
Анализ полученных законемерностей изменения крутящих моментов на валах ведомых звездочек показывает, что средние значения и частота колебаний крутящих моментов в сравниваемых вариантов цепных передач при различной частоте вращения и вариации нагруженности приблизительно одинаковы. Но, амплитуда колебаний в рекомендуемом варианте значительно уменьшается. Это объясняется тем, что в рекомендуемом варианте использованы упругие амортизаторы в звездочках и в роликах цепи.



а)



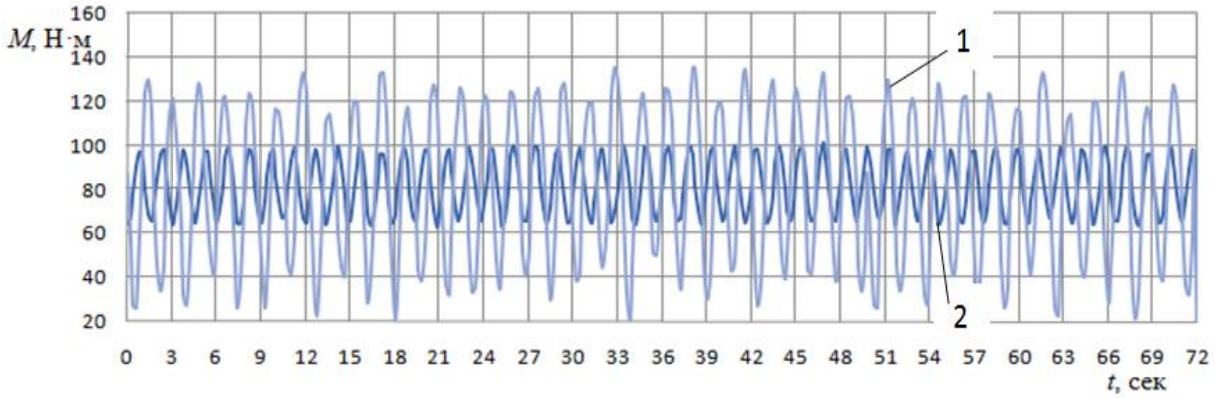
б)



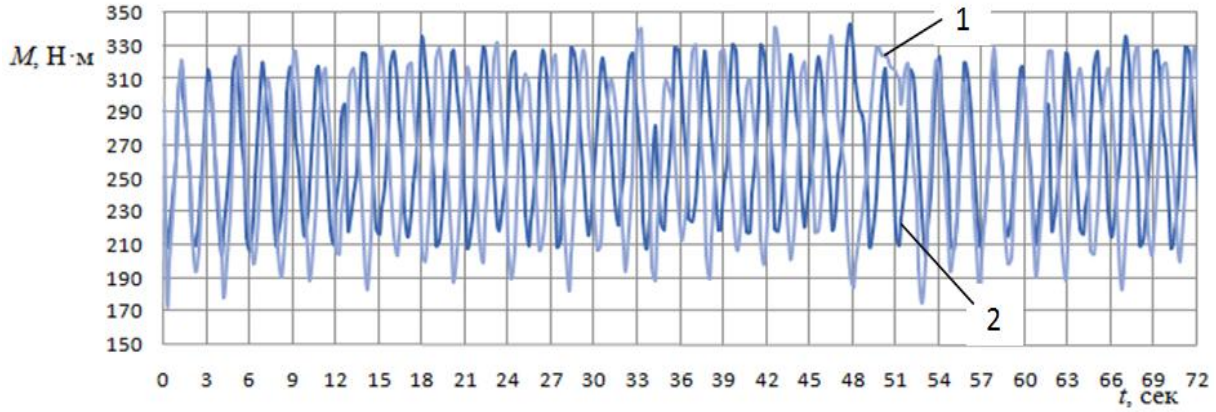
в)

1–для существующей цепной передачи; 2–для рекомендуемой цепной передачи. а – при сопротивлении 70 Нм; б – при сопротивлении 250Нм; в –при сопротивлении145 Нм.

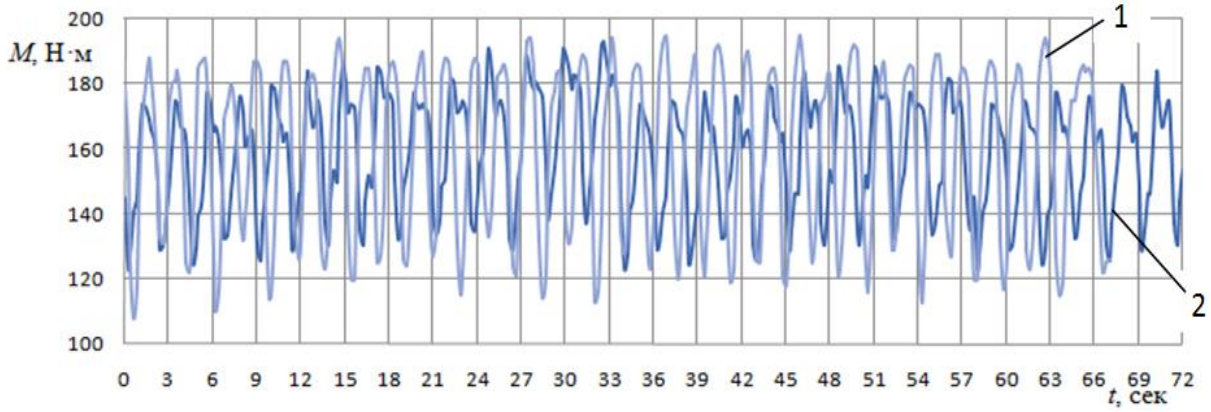
Рисунок 3 – Крутящие моменты на валах ведомых звездочек передач при n=40 об/мин



а)



б)

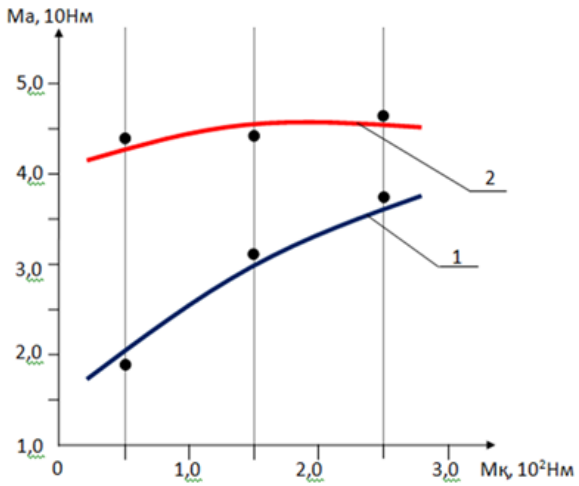


в)

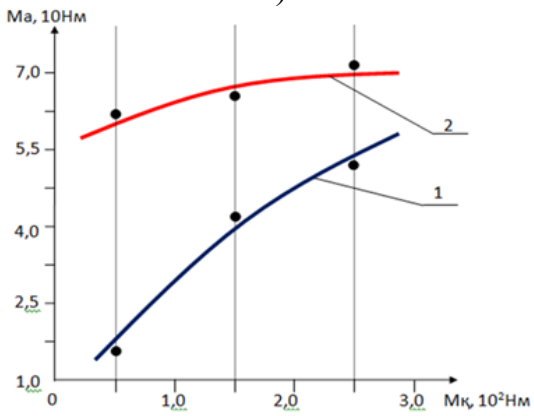
1–для существующей цепной передачи; 2–для рекомендуемой цепной передачи. а – при сопротивлении 70 Нм; б – при сопротивлении 250 Нм; в – при сопротивлении 145 Нм.

Рисунок 4 – Крутящие моменты на валах ведомых звездочек передач при n=80 об/мин

На основе обработки полученных осциллограмм построены графические зависимости. На рисунке 5 представлены графические зависимости изменения амплитуды колебаний крутящего момента на валу ведомой звездочки сравниваемых цепных передач при различных значениях частоты их вращения.



а)



б)

1–для рекомендуемой цепной передачи. 2–для существующей цепной передачи. а – при 40 об/мин; б – при 80 об/мин.

Рисунок 5 – Графические зависимости изменения амплитуды колебаний крутящего момента на валу ведомой звездочки сравниваемых цепных передач при различных значениях частоты их вращен ı

Анализ построенных графиков Ма=f(Мс) показывает, что амплитуда колебаний крутящих моментов на валу ведомой звездочки увеличивается по нелинейной закономерности с возрастанием момента внешнего технологического сопротивления для обоих сравниваемых вариантов цепных передач. При этом следует отметить, что амплитуда колебаний крутящего момента на валу ведомой звездочки рекомендуемой цепной передачи за счет использования резиновых втулок получены (1,8÷2,2) раза меньше, чем в существующей передаче.

Библиографический список

1. Детали машин. Под редакцией – Н.С. Ачеркана, МашГИЗ, М., 1953 г, С.317-325.

2. Детали машин.Изд. “Машиностроение” М., 1969 г, С. 278-295.

3. Джураев А., Ортиков Р., Турдалиев В. Цепная передача, Патент UZFAP№00413, 31.10.2008. Бюл №10.

4. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. М.: Колос. -1973. С.–89.

5. Немец И. Практическое применение тензорезисторов. Пер. счешского. М.: Энергия. -1970. С.-65.

6. Менли Р. Анализ и обработка записей колебаний. М.: Машиностроение. -1972. С.-231

6. Планирование эксперимента в инженерно-технической сфере АПК с использованием компьютерной программы "Mathematica" [Текст] / В.В. Утолин., Н.Е. Лузгин, В.М. Ульянов и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 479-484.

УДК 338.43

Маркова Е.В., к.э.н., доцент,
Аль Дарабсе А.М.Ф., студент 4 курса,
Денисова Т.В., к.э.н., доцент.
ИАТУ УлГТУ, г. Ульяновск, РФ

ИНЖИНИРИНГ КОМПЛЕКСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Статья посвящена некоторым аспектам проектирования сложных технологических систем, проектируемых в АПК. Основное внимание уделяется решению проблемы продовольственной безопасности России путем создания промышленных агрокомплексов, реализующих технологии сельскохозяйственного производства и технологии его хранения и переработки. В круг обсуждаемых вопросов входит структурное усложнение технологий агропромышленного комплекса с одновременным их упрощением за счет стабилизации ведущих процессов превращения сельскохозяйственных ресурсов в продукты питания. Особое внимание уделено колебаниям процессов «больших» технологических систем, составляющих системный комплекс, под воздействием внутренних и внешних возмущающих факторов. Эти колебания рассматриваются как необходимое условие развития сложных технологических систем. Обобщены сведения об условиях самоорганизации системных технологических комплексов и их основных характеристиках: функциональной совместимости, нелинейности и нестабильности. Изложены принципы проектирования таких комплексов в АПК и диалектика взаимного усиления технологий, объединенных в комплекс. Обоснована необходимость индустриализации агротехнологий как диалектической неизбежности создания промышленных агрокомплексов, реализующих новый этап инновационной революции в агропромышленном комплексе. Сформулированы основные положения парадигмы развития технологий агропромышленного комплекса.

Сделан вывод о первых шагах по внедрению разработки сложных технологических систем в исследовательских организациях и университетах.

Россия - великая держава, которая стремится проводить свою независимую внешнюю политику, поэтому вопросы безопасности пищевых продуктов и сокращения зависимости от импортных поставок также относятся к стратегическим интересам страны [2, с. 470-472].

Решение проблемы обеспечения безопасности пищевых продуктов возможно только за счет значительного увеличения сельскохозяйственного производства пищевых продуктов при одновременном обеспечении его более эффективного использования, то есть сокращения потерь и увеличения производства продуктов питания из единицы сырья. До сих пор производство продовольствия (пищевая промышленность) и производство сырья для него (сельское хозяйство) функционировали независимо друг от друга в отечественном агропромышленном комплексе [3, с. 504-508].

В то же время многие технологические проблемы производства пищевых продуктов всегда решались, как правило, благодаря «адаптации» сельскохозяйственных продуктов к машинам и приборам пищевого производства путем выбора части сырья, подходящего по условиям из Общее количество сырья. Пришло время означать не отбор части произведенной сельскохозяйственной продукции путем «адаптации» сельскохозяйственного производства к пищевым технологиям, а их производство с заранее определенными параметрами и допусками для них. Более узкие допуски параметров для входов и выходов технологических процессов производства пищевых продуктов с высокой технологической дисциплиной обеспечат не только необходимое качество продукта, но также стабильность как отдельных процессов, так и потока процесса в целом, и, следовательно, эффективность и рентабельность как пищевых, так и сельскохозяйственных производств.

Современные методы стабилизации производственных процессов производства пищевых продуктов посредством быстрого реагирования на внешние возмущения в значительной степени себя исчерпали, а машинные технологии непрерывного производства в виде механизированных и автоматизированных производственных линий, созданных в 30–80-х годах двадцатого века, являются, по сути, первое и пока единственное поколение таких технологий [1, с. 535-538].

Создание линий второго и последующих поколений связано с развитием систем саморегуляции, что само по себе чрезвычайно сложно. В связи с тем, что отклонение параметра процесса от номинального значения может зависеть от мощности внешнего воздействия при различных скоростях, возникает задача учесть динамический фактор процесса, чтобы даже при незначительном количестве возникшего отклонения, разработать контрольное действие с необходимым ожиданием, избегая любого чрезмерного увеличения отклонения даже с мощным возмущающим эффектом. Другими словами, требуется очень сложная система автоматизации, которая значительно снижает надежность потока процесса [4, с. 13-16].

Создание аграрных и пищевых технологий является очередным этапом естественного развития технологической базы аграрной и пищевой промышленности, перехода от старой технологической базы «индустриальной эпохи» к качественно новой основе технологий в форме унифицированные компьютерно-интегрированные производства продуктов питания.

Системный комплекс - аграрно-пищевая технология - это совокупность технологических систем. Его обобщенный вид, отражающий наиболее важные особенности его сложной структуры, может быть представлен в виде блок-схемы (рисунок 1) [5, с. 12-16]:

− технологическая система (ТС) сборки (синтеза) сельскохозяйственной продукции;

− технологическая система (ТС) разборки (анализа) сельскохозяйственной продукции на анатомические части;

− технологическая система (ТС) сборки (синтеза) пищевых продуктов из этих частей.

Эти три типа «больших» технологических систем чередуются с технологическими системами хранения. Такая сложная технологическая система (системный комплекс) является результатом сближения, соединения и сжатия аграрных, перерабатывающих и пищевых технологий во времени и пространстве. В то же время различные биологические, биохимические, химические, физико-химические и физические процессы, ранее столь отдаленные друг от друга во времени и пространстве и, следовательно, слабо взаимодействующие друг с другом, иногда вовсе не зависящие друг от друга, теперь сходятся и «сжаты» с учетом довольно близких допусков для значений входных и выходных параметров всех ведущих процессов, которые они начинают непосредственно влиять друг на друга. На рисунке также подразумевается понятие «фильтра» [4, с. 13-16].

Системный комплекс в целом, а также каждой отдельной технологической системы, под которой понимается контроль и ограничение колебаний входных параметров ведущих процессов по качеству и количеству. И процесс эффективного функционирования сложной технологической системы определяется возможностями этого фильтра, в том числе защитой системы и составляющих ее процессов от мешающих внешних воздействий.

Что отличает технологические комплексы, эти сложные технологические системы от «больших» технологических систем? Прежде всего, характер внутренних связей, уровень взаимодействия, взаимное влияние элементов системы (процессов операций), их взаимосвязь, взаимозависимость и конечная цель. В технологических комплексах агропромышленного комплекса эти свойства приобретают решающее значение. Именно комплексы являются новым шагом в развитии систем процессов [1, с. 535-538].

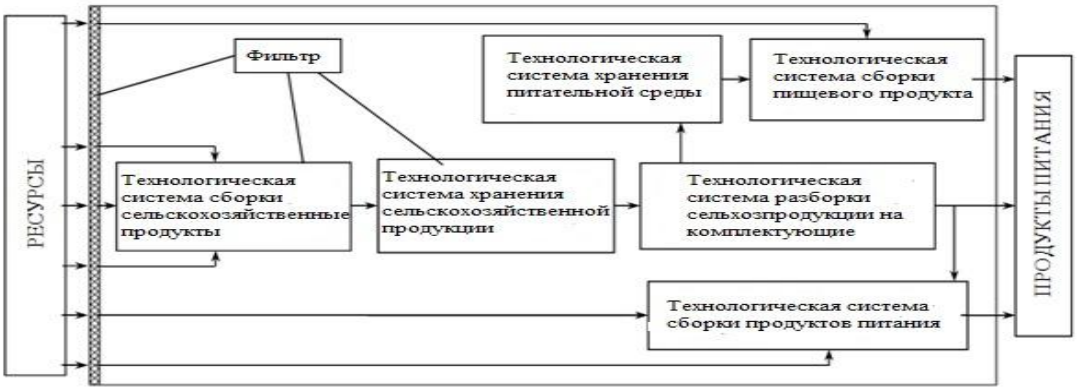


Рисунок 1 – Вариант системного комплекса «Аграрно-пищевая технология».

Комплекс технологических систем объединяет большое количество разнородных «больших» систем - технологий автономного сельскохозяйственного производства, хранения и переработки - в одну. Такие комплексы обладают совершенно новыми свойствами, которые характерны ни для технологий растениеводства и животноводства, ни для многочисленных технологий его переработки [3, с. 504-508].

Система агрокомплекс создана для получения значительного увеличения эффективности производства продуктов питания. Но не каждый холдинг, который связывает сельскохозяйственную технологию (например, производство пшеницы) и технологии переработки (например, производство муки, хлеба и макаронных изделий), может составить системно-технологический комплекс. Только набор тех технологий, которые сами состоят из большого количества разнородных и сложных частей - подсистем, которые тесно взаимосвязаны, насыщены машинами, аппаратурой, биореакторами, автоматизацией, информационными и вычислительными системами и хорошо управляются - обладают свойствами системы агрокомплексов. Эти агрокомплексы являются естественным, но качественно новым этапом развития технологических систем, этапом, который напрямую связан с инновационной революцией в агропромышленном комплексе. В таком сложном и ответственном бизнесе, как создание комплексов такого масштаба, как «Аграрно-пищевая технология», необходима строгая инженерная база.

Создание системного комплекса «Аграрно-пищевые технологии» позволит полностью или частично решить основное техническое противоречие любого технологического потока: «эффективность - качество». Условием организации такого комплекса является создание крупных агропромышленных предприятий на новой технологической и технической основе, эффект от которых можно представить в виде [2, с. 470-472]:

1. повышение производительности труда;
2. расширение адресности сельскохозяйственного производства;
3. укрепление технологических свойств сельскохозяйственного сырья;
4. обеспечение в течение всей жизни качества продуктов питания;
5. внедрение прослеживаемости безопасности пищевых продуктов;

6. приближение перерабатывающих и пищевых предприятий к объектам производства сельскохозяйственного сырья;

7. развитие кооперативных форм организации труда;

8. повышение технологической дисциплины в сельскохозяйственном производстве, перерабатывающей и пищевой промышленности;

9. создание высокоавтоматизированных и роботизированных пищевых производств на перерабатывающих и пищевых предприятиях;

10. разработка ресурсосберегающих и экологически чистых процессов для всей цепочки процессов.

Мы должны научиться смотреть в будущее на 40–50 лет. Если мы оглянемся назад и посмотрим на 50-летнюю технологию и оборудование сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий (это 60-е годы 20-го века) и сравним их с современными технологиями и оборудованием в агропромышленном комплексе, то мы могли бы отметить, тот же технологический сдвиг, если взглянуть на современные технологии агропромышленного комплекса 60–70-х годов XXI века. Следовательно, обратный взгляд из настоящего в прошлое и из будущего в настоящее настоятельно рекомендуется. Это стимулирует ученых и инженеров прогнозировать и создавать неординарные инновационные технологии и оборудование агропромышленного комплекса.

В связи с этим необходимо:

Анализ проанализировать современные технологии агропромышленного комплекса России и их техническое обеспечение с точки зрения возможности и целесообразности создания в перспективе системно-технологических комплексов промышленного производства и переработки сельскохозяйственной продукции в продукты питания;

1. разработать долгосрочные программы поисковых, фундаментальных, прикладных и опытно-конструкторских работ с государственным бюджетным финансированием сквозных технологий системного комплекса на период до второй половины XXI века и далее;

2. организовать подготовку научных и инженерных кадров путем объединения сельскохозяйственных и пищевых высших учебных заведений или создания аграрных и пищевых технологических факультетов в сельскохозяйственных высших учебных заведениях.

Библиографический список

1. Al-Darabseh A.M.F. Teaching and assessment strategies [Текст].//В сборнике: Студент и наука (гуманитарный цикл) - 2017 Материалы международной студенческой научно-практической конференции. Главные редакторы Н.Н. Макарова, Е.В. Олейник. Ответственный редактор А.С. Гаан. 2017. С. 535-538.

2. Вольсков Д.Г. Исследование экономических систем в авиастроении на основе методологии функционально-стоимостной инженерии [Текст].// В

сборнике: Молодежь и наука XXI века Материалы Международной научной конференции. 2018. С. 470-472.

3. Маркова Е.В., Соколова О.Ф. Проблемы сертификации персонала предприятий авиационно-космического комплекса и организаций самарской области в условиях рынка [Текст].// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 4-3. С. 504-508.

4. Вольсков Д.Г. Последствия инфляции и способы их устранения [Текст].// В сборнике: Экономическая наука и хозяйственная практика: современные вызовы и возможности кооперации теоретико-методологических и прикладных исследований Материалы международной научно-практической конференции ИСЭИ УФИЦ РАН, НИЦ ПНК. 2018. С. 13-16.

5. Markova E.V., Volskov D.G. High-tech board integrated management system in hovercraft complex [Текст].//В книге: системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции. 2016. С. 12-16.

6. Анализ методов разработки технических систем [Текст] / Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, В.В. Коченов и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях: Материалы III Международной научной конференции. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГТУ, 2016. – С. 74-78.

7. Колошеин Д.В., Инжиниринговый подход и основы проектирования картофелехранилищ в условиях Рязанской области [Текст] / Р.А. Чесноков, Д.В. Колошеин, Е.С. Дерр // Сб.: Новые технологии в науке, образовании, производстве: Материалы Международной научно-практической конференции. Частное образовательное учреждение высшего образования «Региональный институт бизнеса и управления». – Рязань, 2016. - 282-288.

УДК 332.1:336.563.

Маркова Е.В., к.э.н.,
Аль Дарабсе А.М.Ф.,
Денисова Т.В., к.э.н.,
ИАТУ УлГТУ, г. Ульяновск, РФ

АГРАРНАЯ ПОЛИТИКА РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

Одной из актуальных проблем региональной экономики является проблема перехода межрегиональной дивергенции и проблемных регионов к модели «догоняющего» развития, определения новейшего конкурентного внутреннего и мирового рынка, форм развития аграрной политики региональные территории государства. Являясь успешной моделью государственно-частного партнерства и взаимодействия между предприятиями, агропромышленное инновационное образование, экономический уровень

которого является источником конкурентоспособности региона, повышает уровень его значимости и внедрения глобальных процессов в аграрном секторе. Кластерная кампания аграрной политики создана за счет позитивных синергетических эффектов региональной агломерации, сетевых эффектов, распространения инноваций, способных выступать в качестве ускорителя социально-экономического развития образования, стагнирующих производственных процессов проблемных регионов, предотвращения лишений в сельской местности. План развития агропромышленного экономического кластера и программа его реализации с осуществлением комплексной государственной поддержки инновационных инициатив и кластерного развития образования в регионах. Таким образом, императивом обеспечения единства экономического пространства обуславливается необходимость модернизации программно-целевого управления социально-экономическим развитием проблемных регионов, в сельской местности формирование кластерных стратегий и сетевых моделей взаимодействия в агропромышленном комплексе.

Задача - преодоления рецессии в экономике региона, в то время как структура ее формирования, все процессы переходят в период восстановления. Необходимо принять решение, которое способствовало повышению значимости основных экономических процессов в регионе, , на разных уровнях внутреннего рынка основных промышленных товаров и в различных сферах экономической деятельности. В этом контексте переход от модели «догоняющего» к моделям «опережающего» развития возможен только путем повышения конкурентоспособности: выращивание уникальных сортов продуктов, внедрение правильной политики для животноводства региона и общий сельскохозяйственный потенциал региона и государства [4, с. 13-16].

В условиях глобализации мировых держав, роста рынка конкурентов, освоения новых сортов продукции, разведения отдельных пород повышает конкурентоспособность национальной экономики и сельского хозяйства. Эта политика повышения экономики региона зависит от эффективности новых конкурентоспособных форм организации производства и промышленных кластеров, которые понимаются как сосредоточенные на определенной территории группы связанных компаний; поставщики оборудования, комплектующих и специализированных услуг; инфраструктуры; научно-исследовательские институты; университеты и другие образовательные организации, взаимодополняющие друг друга и усиливающие конкурентные преимущества отдельных компаний и организаций, а также экономики региона в целом [5, с. 12-16].

Кластерный подход к внедрению инновационных подходов в системе экономических процессов при управлении агропромышленным развитием региона реализуется в форме эффективности кластерной политики существующих предприятий отрасли.

В мире, на территории основных ведущих в этом направлении держав, мы можем выделить две модели, в которых кластерная политика проводится в регионе - либеральная экономика (США, Великобритания, Австралия, Канада),

в которой рассматривается кластер как рыночный орган, и роль федерального правительства заключается в устранении барьеров для его естественного развития, и диригида (Япония, Корея, Сингапур, Швеция, Франция, Финляндия, Словения) рассчитывает на активное участие страны в создании и развитии кластеры [4, с. 13-16].

Статистика проводимой в России кластерной политики подтверждает формирование диригистической модели, которая, на наш взгляд, наиболее эффективна в современных российских условиях и соответствует основной законодательной базе государства и основам местного самоуправления регионов и населенных пунктов.

Теоретической и методологической основой для написания данной статьи послужили классические, экономические и управленческие публикации по определению инновационного кластера, пониманию аграрной политики в области инновационных реформ и путей формирования и изменения государственного сектора сельского хозяйства, развития сельского хозяйства. Аграрный сектор регионов и их помощь в экономической оболочке государства и мировых держав. Особое внимание было уделено отечественным и зарубежным ученым по раскрытию основных вопросов, влияющих на общее организационное формирование сельскохозяйственных инновационных кластеров предприятий и отраслей экономики, а также на экономические процессы внутренней и внешнеполитической деятельности, инновационной политики государства и региона [5, с. 12-16].

Методология исследования построена на диалектическом методе, системном и стратегическом подходах к анализу объектов. Научные положения, выводы и рекомендации, сделанные в статье, основаны на использовании ряда методов историко-логического анализа, сравнения и синтеза, индукции и дедукции, экономико-статистического метода и экспертных оценок [2, с. 470-472].

Информационной базой исследования стали законы Российской Федерации, официальное издание государственной статистики, органы управления социально-трудовыми отношениями в сфере инновационного развития кластерной политики, территориальный сектор, Международная организация труда, тематические сборники. Справочники, информация, публикуемая в научных изданиях и периодических изданиях, интернет-ресурсы [4, с. 13-16].

Реализация государственной агропромышленной кластерной политики предполагает разработку стратегий, направленных на формирование кластеров в сельскохозяйственных объединениях [5, с. 12-16].

Экономическое развитие основных процессов внутреннего рынка аграрного сектора предусматривает к 2020 году увеличение валового внутреннего продукта, что было бы невозможно без глобальной системы, реформирование ключевых направлений экономического и сельскохозяйственного развития [1, с. 535-538].

Политика реформирования аграрного сектора экономики представляет собой комплексную систему мер по эффективному обеспечению формирования аграрной отрасли и смежных отраслей, которые имеют уникальную специфику на этапе перехода к инновационному способу формирования, что обусловлено необходимость повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного производства и обеспечения продовольственной безопасности российского рынка и интеграции отечественного производства в мировую экономику.

В дальнейшем процесс реализации рыночных политических реформ в аграрной политике экономического сектора страны представляет собой комплекс мер с разделением основных и приоритетных направлений для обеспечения эффективного формирования аграрного сектора [2, с. 470-472].

Система сельскохозяйственной экономики Российской Федерации ищет уникальные и совершенные формы и методы экономической деятельности, которые будут наиболее приемлемы для рыночной структуры страны.

Современные подходы к инновационной реализации аграрной политики регионов и страны в целом основаны на модернизациях и модификациях для развития аграрного сектора и требуют разработки новых приоритетов для создания аграрного комплекса [1, с. 535-538].

Важнейшая роль в формировании и воплощении в жизнь стратегического курса инновационного образования аграрного сектора экономики региона принадлежит аппарату государственного управления. Правительство должно найти баланс в сотрудничестве с частным бизнесом, чтобы отказаться от практики чрезмерного вмешательства в бизнес как малого, так и крупного бизнеса [2, с. 470-472].

В связи с этим важное значение имеет развитие малых форм хозяйствования в аграрном секторе отечественной экономики. С этой целью реализуются целевые программы штатов и регионов, которые определили развитие крестьянских (фермерских) хозяйств для увеличения производства и сбыта сельскохозяйственной продукции через условия поставки для создания, расширения и модернизации начинающих фермеров; организация условий для крестьянских (фермерских) хозяйств по наличию финансовых ресурсов; стимулирование перехода граждан, ведение личного подсобного хозяйства, крестьянское (фермерское) хозяйство [2, с. 470-472].

В процессе формирования и развития инновационной деятельности аграрной политики региона и ее влияния на ключевые экономические процессы необходимо учитывать специфику сельского хозяйства, тенденции его развития и ориентиры. Основные производственные процессы, основанные на использовании земельного, растительного и животноводческого сектора, обеспечивают единство технологий и биологических процессов, определяющих взаимосвязь между экономикой и экологией [5, с. 12-16].

Исходя из этих основных компонентов аграрной политики региона, инновационная деятельность должна базироваться и быть направленной на обеспечение эффективного и результативного роста экономических процессов, рационального использования и потребления интенсивных

ресурсосберегающих процессов сельскохозяйственного производства, биполяризации и экологизации производственный цикл, сохранение верхнего слоя почвы и других природных ресурсов [2, с. 470-472].

Поэтому в аграрном секторе наравне с уже устоявшимися областями инновационной экономической деятельности, а также с другими видами инновационной деятельности (организационной, социальной, промышленной) используется селекционное генетическое, мелиоративно-экологическое и биотехнологически-логическое направления. Которые предусматривают формирование и выращивание новых, ранее не существовавших, высокопродуктивных и устойчивых к воздействию окружающей среды сортов и гибридов растений и пород животных, использование и применение экологически чистых и ресурсосберегающих технологий обработки земель и производство сельскохозяйственной продукции и создание биологических ресурсов для обеспечения сохранения и защиты флоры и фауны [2, с. 470-472].

Специфика использования важнейших определений теоретического восприятия инновационного потенциала региона для сельскохозяйственной деятельности заключается также в привлечении его основных технологических процессов в процессы, происходящие в природной среде. Организм, как и другие объекты, может быть объектом инновационного развития аграрной политики и экономической среды региона.

Важнейшей особенностью современного периода развития агропромышленного комплекса является необходимость максимального ускорения научно-технического прогресса как процесса постепенного, технического, технологического и социально-экономического обновления и совершенствования сельскохозяйственного производства с целью значительного усиления его эффективность [3, с. 504-508].

Научно-технический прогресс, в свою очередь, является решающим фактором устойчивости развития агропромышленного комплекса, решения сложных социально-экономических проблем села. Сельское хозяйство, как известно, представляет собой довольно сложную систему, состоящую из разных организационных и функциональных подсистем, а производственный процесс состоит из определенных этапов, что определяет большое разнообразие факторов научно-технического прогресса в отрасли. Здесь представлены следующие группы факторов: биологические, технические, технологические, информационные, организационные и юридические. Внутри этих групп факторов определяются различные направления, среди которых на разных этапах развития производства их определяется приоритет, который является решающим для этого периода [3, с. 504-508].

Определенная реализация и реализация основных процессов научно-технического процесса осуществляется за счет реализации основных инновационных форм экономического развития региона, обеспечения инновационного курса в аграрном секторе и на производстве, что позволяет в будущем добиться положительного эффекта [3, с. 504-508].

Только эти проекты являются инновационными обновлениями аграрной политики региона, его экономически стабильная деятельность позволит эффективно работать в агропромышленных кластерах и на высоком уровне качественных показателей, производных продуктов, которые позволят региону и стране выйти на мировой уровень рыночных отношений для улучшения и повышения их конкурентоспособности, стремясь достичь указанного уровня в ведущих странах [2, с. 470-472].

Библиографический список

1. Al-Darabseh A.M.F. Teaching and assessment strategies [Текст].//В сборнике: Студент и наука (гуманитарный цикл) - 2017 Материалы международной студенческой научно-практической конференции. Главные редакторы Н.Н. Макарова, Е.В. Олейник. Ответственный редактор А.С. Гаан. 2017. С. 535-538.
2. Вольсков Д.Г. Исследование экономических систем в авиастроении на основе методологии функционально-стоимостной инженерии [Текст].// В сборнике: Молодежь и наука XXI века Материалы Международной научной конференции. 2018. С. 470-472.
3. Маркова Е.В., Соколова О.Ф. Проблемы сертификации персонала предприятий авиационно-космического комплекса и организаций самарской области в условиях рынка [Текст].// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 4-3. С. 504-508.
4. Вольсков Д.Г. Последствия инфляции и способы их устранения [Текст].// В сборнике: Экономическая наука и хозяйственная практика: современные вызовы и возможности кооперации теоретико-методологических и прикладных исследований Материалы международной научно-практической конференции ИСЭИ УФИЦ РАН, НИЦ ПНК. 2018. С. 13-16.
5. Markova E.V., Volskov D.G. High-tech board integrated management system in hovercraft complex [Текст].//В книге: системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции. 2016. С. 12-16.
6. Крыгин, С.Е. Использование самоходных картофелеуборочных комбайнов на полях Рязанской области [Текст] / С.Е. Крыгин, Р.В. Метёлкин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань, 2016. - С. 107-109.
7. Возможности возделывания сои в Рязанской области [Текст] / В.Д. Липин, В.П. Топилин, Т.В. Липина и др. // Вестник Совета молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева. – 2018. – № 1(6). С. 32-35.

8. Бадынский, Л.А. Развитие АПК на основе рационального природопользования [Текст] / Л.А. Бадынский, О.А. Бедункова, С.А. Беловол, Т.В. Бондюк, Д.В. Виноградов, В.В. Воробьев, И.В. Дегтерева, О.Ю. Дыченко, А.С. Емельянова, В.В. Заец, Я.Н. Зароза, Л.О. Иванова, Н.П. Коваленко, О.А. Ласло, А.В. Лисовец, Н.П. Литвинова, Е.И. Лупова, А.М. Матвеев, С.В. Ноженко, И.В. Пелипканич и др.- Саарбрюккен, 2015. – 278 с.

УДК 631.171

Михеев А.Н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН С ДИСКОВЫМИ ОРУДИЯМИ

Обработка почвы является важнейшим составляющим при производстве и возделывании различных сельскохозяйственных культур. Значение обработки почвы невозможно переоценить, особенно в условиях интенсивного земледелия. Качественная обработка почвы повышает эффективность остальных процессов, направленных на развитие сельскохозяйственных культур.

Важнейшей группой возделываемых растений, являющихся основным продуктом питания человека, сырьем для многих отраслей промышленности, кормом сельскохозяйственных животных выступают зерновые культуры.

Пшеница, кукуруза и рис являются самыми востребованными видами зерновых культур, и вместе с ячменем, рожью и овсом дают в рацион людей более половины потребляемых углеводов и белков. Кроме того, они выступают ведущим источником клетчатки, витаминов группы В и Е, минералов, таких как цинк и магний и других необходимых пищевых элементов.

Почва служит объектом изучения многих наук, каждая из которых исследует ее со своих позиций. Мы будем рассматривать почву как объект механической обработки.

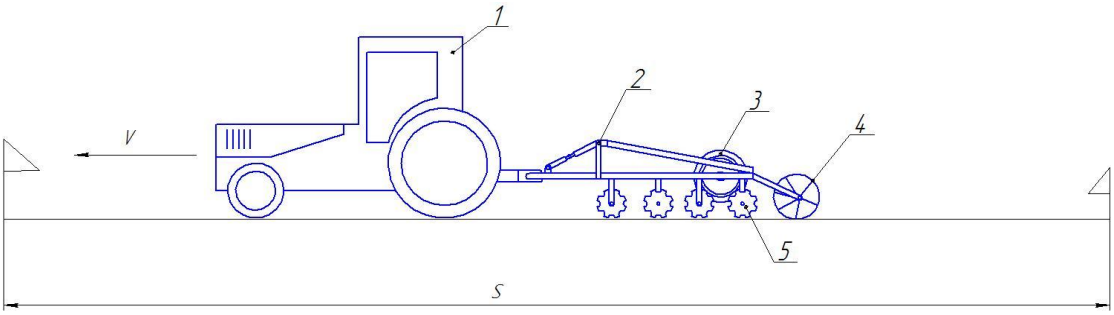
Почва представляет собой трехфазную дисперсную среду. Это означает, что вещества, составляющие почву, находятся в трех фазах: твердом, жидком и газообразном, а частицы раздроблены и перемешаны.

В структурной почве твердые частицы объединены в комочки, пронизанные капиллярными порами. Между комочками имеются более крупные промежутки-гравитационные пустоты и капиллярные поры, заполнены водой и воздухом. При этом, чем больше в почве воды, тем меньше воздуха и наоборот. От соотношения в почве жидкой и газообразной фаз зависят ее технологические свойства.

Правильная подготовка техники к работе и систематическая проверка ее состояния позволяют не только качественно выполнять механизированные операции, но и повысить техническую готовность агрегатов, сократить сроки проведения полевых работ, уменьшить расход топлива, увеличить

производительность труда механизаторов, снизить эксплуатационные расходы и, в конечном счете, поднять эффективность использования сельскохозяйственной техники в целом [1, 2].

Чтобы определить оптимальные параметры работы дискового агрегата рассмотрим подробнее технологический процесс обработки почвы дисковым орудием.



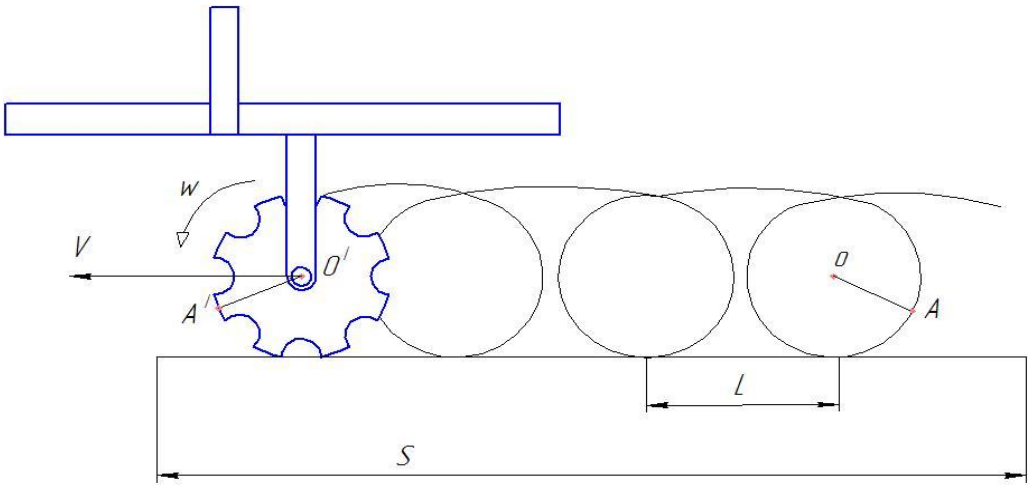
1 – Силовой агрегат (трактор); 2 –Рама; 3 – Колесо опорное; 4 – Каток; 5 – диск

Рисунок 1 – Схема технологического процесса обработки почвы дисковым орудием.

Машинно-тракторный агрегат в составе колесного трактора и дисковой бороны развивает скорость V. За время t агрегат пройдет путь S.

$$V = \frac{S}{t} \quad (1)$$

При этом диск вращается с угловой скоростью ω и имеет частоту вращения υ.



S – путь который проходит ось диска; V – скорость движения диска; w – угловая скорость диска;

Рисунок 2 – Схема движения диска.

Проходя путь S, диск описывает траекторию в виде эллипса. Часть этой траектории будет являться длинной окружности диска. Ось диска (точка 0) во время движения имеет скорость V, равную скорости движения МТА. Точка А на протяжение пути будет иметь угловую скорость w. Она зависит от скорости движения агрегата и радиуса диска.

$$\omega = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi\sigma \quad (2)$$

где ω – угловая скорость

R – радиус диска

T - период вращения диска

υ – частота вращения диска

Чтобы теоретически определить скорости вращения диска, необходимо узнать частоту его вращения. Для этого нужно определить время, за которое агрегат пройдет путь S. Зная его протяженность и величину скорости V можно вывести время из формулы 2.

$$t = \frac{S}{V} \quad (3)$$

Зная время t, можно вычислить период вращения диска. Он будет равен количеству оборотов за одну секунду.

$$\sigma = \frac{1}{T} \quad (4)$$

На протяжение пути, диск вращается вокруг своей оси. На рисунке 9 изображено как точка А, проходя путь S, вращается вокруг точки О. При этом точка перемещается в пространстве. В конце пути точка А переходит в положение А|. Участок, который проходит точка А, совершая при этом вращательные движения, будет являться длинной окружности диска.

$$l = 2\pi R \quad (5)$$

Определив длину окружности, которую описывает точка А, можно вычислить количество оборотов диска. На протяжении пути S, диск совершит столько оборотов, сколько участков L, будет включать в себя путь.

$$n = \frac{S}{l} \quad (6)$$

Показателем для определения параметров работы диска будет являться частота его вращения. Она будет зависеть от скорости движения агрегата, твердости почвы, угла атаки, состояния подшипников.

Для определения частоты вращения теоретически, нужно вычислить количество оборотов на определенном участке и время, за которое ось диска пройдет этот участок.

$$\vartheta = \frac{n}{t} \quad (7)$$

Тем самым, решив формулу 7 и подставив значение в формулу 3 можно определить количество оборотов диска и угловую скорость частиц почвы сходящих с него. Это позволит подобрать скорость агрегата и радиус диска, что позволит оптимизировать работу всего машинно-тракторного агрегата.

Библиографический список

1. Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Богданчиков И.Ю. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы//Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. -2016. -№10. -С. 105-111.

2. Агротехнические требования к основным технологическим операциям при адаптивных технологиях возделывания озимых колосовых и кукурузы и новые технические средства для их выполнения в Краснодарском крае [Текст]. – Краснодар: Департамент сельского хозяйства и продовольствия Краснодарского края. Краснодарский НИИСХ им. П.П.Лукьяненко, 2001. – 144 с.

3. Организация органического сельскохозяйственного производства в России: информ. Изд. -М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. -124 с.

4.Анискин, В. И. Для почвозащитного земледелия [Текст] / В. И. Анискин // Сельский механизатор. – 2004. – № 11. – С. 18–19.

5. Бельц, А. Ф. Обоснование параметров колебательных процессов в рабочих органах многофункциональных агрегатов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Бельц Алексей Федорович. – Зерноград, 2003. – 18 с.

6. Борисенко, И. Б. Агротехнические подходы при проектировании рабочего органа минимальной обработки почвы с полосным углублением [Текст] / И. Б. Борисенко, М. Н. Шапров, П. И. Борисенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4 (32). – С. 193–197

7. Пат. 179 685 Российская Федерация, СПК A01F 29/00 (2006.01); A01D 34/43 (2006.01). Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения /Богданчиков И.Ю., Иванов Д.В., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Качармин А.А. заявитель и патентообладатель Богданчиков И.Ю. -№ 2017140290/13 (070001); заявл. 20.11.17; опубл. 22.05.18, Бюл. №15. -2 с.

8. Есенин, М.А. Технологии уборки незерновой части урожая, применяемые в рязанской области/М.А. Есенин, А.И. Мартышов//Материалы 66-й междунар. научн. практ. конф. «Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона» 14 мая 2015 года: Сб. научн. тр. Часть I. -Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. -С. 68-71.

9. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К., Костенко Н.А., Юхин И.А., Голиков А.А., Колупаев С.В., Колотов А.С., Синицин П.С., Филюшин О.В.// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 120. С. 375-398.

10. Переведенцев, В.М. Анализ функционирования ротационных рабочих органов [Текст] / В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 181-182.

11. Переведенцев, В.М. Влияние параметров рабочего ротационного органа на энергетические показатели [Текст] / В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Н.В. Бышов // В сб.: Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА. 50-летию академии

посвящается. Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. - Рязань, 1999. - С. 262-264.

12. Виноградов, Д.В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования [Текст] / Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. - Москва, 2017. – 128 с.

13. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

14. Рембалович, Г.К. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ВИМ, 2011. С. 455-461

УДК 631.358

Мишхожев К.В.,
Мишхожев А.А.,
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик, РФ

УЛУЧШЕНИЯ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ НА ГОРНЫХ СКЛОНАХ В УСЛОВИЯХ КБР

Использование ножевой бороны для поверхностной обработки почвы деградируемых горных пастбищ способствует более эффективному возобновлению травостоя поедаемых скотом злаковых и бобовых, преимущественно корневищных и отпрысковых растений (кострецов, пырея, овсяниц, клевера белого, козлятника восточного и других).

Обилие корневищных и корнеотпрысковых поедаемых трав на склоновых землях горной и предгорной зон Центрального Предкавказья способствует повышению устойчивости почв к процессам денудации, в том числе водной эрозии. В свою очередь их активное возобновление за счет подземных вегетативных органов обеспечивает сравнительно высокую их устойчивость в растительных сообществах. В числе таких трав практически все виды злаковых (пырей, кострец, овсяница, лисохвост и др.), а также ряд бобовых (козлятник восточный, клевер белый, лядвенец кавказский и др.), а также представители других семейств (девясил, окопник).

Неумеренная эксплуатация кормовых угодий, особенно в пастбищном режиме пользования, вызывает значительное уплотнение почвенного покрова и, как следствие, выпадение из травостоя большинства корневищных и корнеотпрысковых трав. Так, проведенными наблюдениями за сеянными травостоями, проведенными в 2013-ом году в урочище Кураты на покатых склонах крутизной 10-14^0, сложенных лугово-дерновыми почвами, с последующим сенокосно-пастбищным пользованием, отмечено постепенное

уплотнение почв с 1,24-1,27 г/см^3 в 2013-ом году до 1,37-1,39 г/см^3 – в 2014-ом. Определение объемной массы почвы проводили дважды за вегетационный период, в течение 2013 и 2014 г.г. во второй декаде июля и в первой – сентября. Отмечено, что в 2014-ом году объемная масса почвы возросла по сравнению с 2013-ом на 0,08-0,12 г/см^3. Значительное увеличение объемной массы верхнего 10 см слоя почвы в 2014-ом году связано с обилием осадков и выпасом скота по сырой почве.

Установлено, что по мере уплотнения почвы количество растений костреца и клевера уменьшилось соответственно в 15,5 и 16,7 раза, а козлятника в 4,9 раза (Рисунок 1).

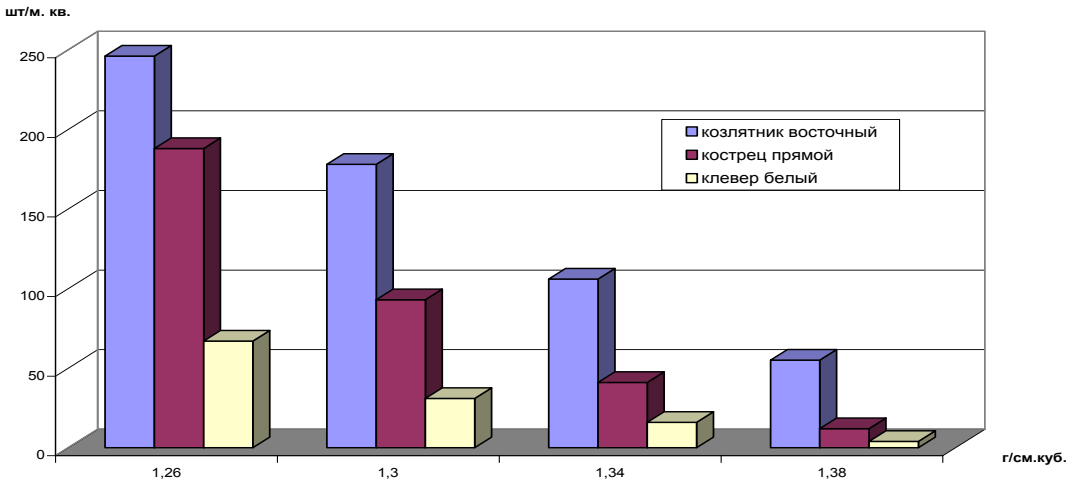


Рисунок 1 – Изменение количества кустов кормовых растений при увеличении объемной массы почвы

Менее значительное выпадение из травостоя растений козлятника связано, главным образом, с более высокой густотой стояния растений в период после посева.

С целью восстановления густоты стояния выпавших растений, нами, после укоса в начале июля 2013 года заложен опыт на участках с наиболее изреженным травостоем. Для этого использовали обычные дисковые бороны с постановкой дисков в вертикальное положение и с направлением их по ходу орудия, то есть с нулевым углом резания. В другом варианте использовали ножевую борону KUOSA-3,3B, ножи которой устанавливали на глубину обработки 10 см.

В зависимости от применяемых орудий значительно изменился режим влажности и объемная масса почвы, особенно в горизонте 0-10 см (Таблица 1).

Уже в сентябре, то есть через месяц после скашивания травостоя и рыхления почвы ее влажность на варианте применения ножевой борозды оказалась в среднем на 2,1% выше, чем на контроле и на 0,5% по сравнению с вариантом использования тяжелых дисковых борон. Вместе с тем отмечено значительное уменьшение объемной массы почвы на обоих вариантах по сравнению с контролем. Характерно, что меньшая объемная масса верхнего

слоя почвы и ее влажность, на испытываемых вариантах ее обработки сохранились и на июнь 2014 года.

Таблица 1 – Изменение влажности почвы и ее объемной массы при обработке пастбищ различными орудиями.

Варианты обработки	Годы	Влажность почвы, %		Объемная масса, г/см^3	
		0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
Ножевыми боронами	2013*	18,3	19,2	1,23	1,26
	2014**	24,7	25,3	1,25	1,26
Тяжелыми дисками	2013	17,6	18,8	1,26	1,28
	2014	23,3	25,0	1,27	1,29
Контроль, без обработки дернины	2013	16,1	17,1	1,31	1,35
	2014	22,6	24,7	1,32	1,35

*сентябрь 2013 ** июнь 2014

На варианте обработки почвы ножевой бороной в верхнем 10 см слое почвы практически отсутствуют комки крупнее 3 см. При этом такие комки перемешиваются с измельченными растительными остатками. На варианте обработки почвы дисковыми боронами крупные, более 5 см, комки составляют 45-62% по массе. Крупные комки быстро просыхают, что сказывается на общем содержании влаги в горизонте 0 -10 см.

В результате проведенных обработок уже в сентябре 2013 г, а также в течение 2014 года отмечено существенное изменение качества травостоя по его ботаническому составу и продуктивности трав (Рисунок 2).

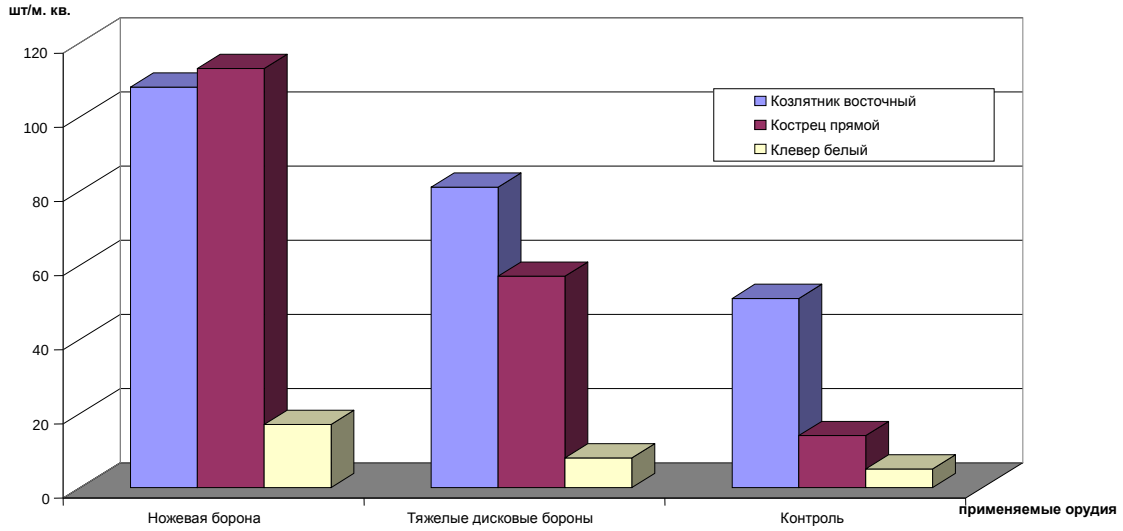


Рисунок 2 – Отрастание растений при рыхлении почвы. По состоянию на июнь 2014 г.

Из приведенного видно, что корневищный кострец прямой на варианте рыхления ножевой бороздой, превосходит по плотности восстановления густоты стояния кустов козлятник восточный, а на фоне использования тяжелых дисков – наоборот. Такой характер отрастания определяется тем, что

на дискованных участках корневища костреца не только разрезаются, но и выворачиваются на дневную поверхность. По сравнению с контролем в любом варианте рыхления почвы отрастание изучаемых трав было достоверно выше.

На вариантах улучшения агрофизических свойств почвы в результате механизированной обработки ее верхнего 10 сантиметрового слоя существенно повысилась продуктивность травостоев в последующие 2 года после закладки опыта (таблица 2). На фоне обработки пастбищ ножевыми боронами и тяжелыми дисковыми боронами с внесением 200 кг/га нитроаммофоса продуктивность возобновленных травостоев возрастает в 1,7-2,6 раза.

Таблица 2 – Изменение продуктивности травостоев в зависимости от способов механизированной обработки почв пастбищ и сенокосов

Варианты обработки почвы	Годы учетов	Урожай сырой зеленой массы				
		Всего за сезон, т/га	В т.ч. злаковых и бобовых		В % к контролю	
			т/га	Доля в травостое, %	Всего за сезон	В т.ч. злаковых и бобовых
Ножевыми боронами	2013	68,3	45,4	66,5	254,9	275,2
	2014	77,6	56,2	72,4	239,5	272,8
	2015	90,2	63,9	70,8	255,5	285,3
В среднем за 3 года		78,7	55,2	69,9	249,8	278,8
Тяжелыми дисками	2013	47,2	30,4	64,4	176,1	184,2
	2014	56,8	44,8	78,9	175,3	217,5
	2015	59,3	45,1	76,1	168,0	201,3
В среднем за 3 года		54,4	41,1	73,1	172,7	207,6
Контроль, без обработки почвы	2013	26,8	16,5	61,6	100	100
	2014	32,4	20,6	63,6	100	100
	2015	35,3	22,4	63,5	100	100
В среднем за 3 года		31,5	19,8	62,9	100	100
$НСР_{05}$ для средних за 3 года		20,6	14,7	7,6		

* - поедаемой массы в сумме за 3-4 стравливания

Из приведенных данных видно, что на обоих вариантах обработки почвы и на контроле урожай зеленой поедаемой массы каждый последующий год возрастал, что связано, главным образом с режимом выпадения осадков. За вегетационный период в 2014 и 2015 гг., по сравнению с 2013 осадков выпало соответственно на 19 и 23% больше. При этом в 2014 году более значительная разница отмечена во второй половине лета, а в 2015 в период с мая по конец июля и с сентября по ноябрь.

Тем не менее, несмотря на разницу в режиме выпадения осадков имеющаяся тенденция в массе травостоя сохраняется, хотя и в разных относительных величинах по отношению к контролю. Так, при обработке ножевыми боронами в 2014 году разница в урожайности пастбищ была меньшей по отношению к контролю, чем в два других года. В то же время при обработке тяжелыми дисками меньшей была разница в 2015 году, чем в 2013 и

2014-ом. При этом относительные изменения урожая злаково-бобовых трав на вариантах обработки пастбищ аналогичны изменениям всего травостоя.

В процессе закладки опыта нами проведен учет производительности работы испытываемых оружий. На варианте использования ножевой бороны за 1 час работы обрабатывается 1,72 га покатых склонов, а тяжелыми дисковыми боронами – 1,23 га. При этом, после работы ножевых борон поверхность поля остается равномерно взрыхленной, что способствует активному поглощению выпадающих ливневых осадков. Использование же дисковых борон с установкой на разрезание дернины приводит к образованию не глубоких щелей, что не позволяет проводить обработку вдоль склона.

В целом, применение ножевой бороны в среднем за 3 года обеспечивает не только повышение производительности работы агрегата, но и увеличение урожая зеленой массы кормовых трав на 44,7% по сравнению с обработкой тяжелыми дисковыми боронами, и на 149 и 73%% соответственно, по сравнению с контролем.

Важно, то увеличение продуктивности пастбищ на вариантах обработки ножевыми боронами не требует подсева трав, а происходит за счет отрастания разрезанных отпрысков и корневищ.

Библиографический список

1. Мишхожев В.Х. Механизированное улучшение свойств почвы на горных склонах путем обработки модифицированным плоскорезом // NovaInfo.Ru. 2015. Т. 1. № 39. С. 42-47.
2. Мишхожев В.Х., Тешев А.Ш. Оптимизация параметров и режимов работы плоскореза для улучшения продуктивности горных пастбищ // В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал - 2016". 2016. С. 79-83.
3. Мишхожев В.Х. Естественно-производственные условия проведения работ по плоскорезной обработке горных кормовых угодий в Кабардино-Балкарской республике // NovaInfo.Ru. 2015. Т. 1. № 38. С. 103-109.
4. Богданчиков И.Ю., Богданчикова А.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности//В кн.: Материалы 68-й Международной научно-практической конференции «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» 26-27 апреля 2017 года: Сборник научных трудов Часть 2. -Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. -С. 38-42.
5. Исследование работы модернизированного картофелекопателя/ Колотов А.С., Успенский И.А., Юхин И.А.//В сборнике: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства Сборник научных докладов Международной

научно-технической конференции. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. 2015. С. 263-266.

6. Зависимость фосфатной буферности серой лесной тяжелосуглинистой почвы от агрохимических свойств [Текст] / Р.Н. Ушаков, Я.В. Костин, А.В. Кобелева и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2017. - № 3 (35). - С. 74-78.

7. A sustainability of agro-gray soil to pollution and acidification, and its biodiagnostics [Text] / R. Ushakov, A. Ruchkina, V. Levin et al. // International Journal of Engineering and Technology. - 2018. - Т. 7. - № 4. - С. 929.

8. Захарова, О.А. Гидрогеологические условия агроландшафта осушенных торфянников[Текст] / О.А. Захарова, К.Н. Евсенкин // В сборнике: Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 321-325.

9. Ильинский, А.В. Экологическое обоснование способа агрохимической мелиорации почв в условиях техногенеза [Текст] / А.В. Ильинский, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. 2018. - № 1 (31). - С. 18.

УДК 631.171

Мищенко Е.В., к.т.н.
Семиохина Е.А.
Селина О.А.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орел, РФ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Термин «автоматизация производства» означает использование автоматических, а также автоматизированных устройств для полного или же частичного освобождения человека от работы, оператора осуществляет только функцию контроля. Автоматизированное производство состоит из следующих частей: контроль при получении, передаче, обработке и использовании энергии, материалов или информации. Механизация и автоматизация в сельском хозяйстве позволяет в несколько раз повысить производительность труда [2, 8-9]. Также новые технологии способствует значительному увеличению уровня производства сельскохозяйственной продукции, стремительному росту уровня его качества. Подобные процессы имеют непосредственную связь с применением в данной отрасли индустриальных технологий, а также совершенствования планирования и управления.

Множество животноводческих комплексов сегодня оснащаются потоковыми автоматизированными линиями доения коров и первичной обработке молока, также нередко закупаются системы приготовления, а также линии раздачи корма животным. В помещениях, где размещаются животные,

автоматика контролирует климат, системы отопления и водоснабжения помещений.

Системы вентиляции, размещенные в зерно- и овощехранилищах с автоматикой, дают возможность значительно уменьшить потери готового продукта при его хранении. А поддержание в теплицах искусственного климата даст возможность начать выращивать овощи даже в областях с очень суровым климатом на протяжении всего года. Вентиляция и температурный режим, которые регулирует автоматизированная система, позволяют достигать необходимой чистоты воздуха, кроме того, система позволяет обеспечить наиболее оптимальный световой режим.

Для успешного развития сельского хозяйства огромное значение играет постоянная подача электрической энергии. В том случае, если линии электрических передач чрезмерно удалены, необходимость обеспечения подобных районов электроэнергией возлагается на дизельные или гидроэлектростанции.

Энергетика и автоматизация в сельском хозяйстве. Сельское хозяйство сегодня просто невозможно представить без применения в нем системы автоматизации промышленных процессов. Постоянно внедряемые в отрасль электронные инновации позволяют весьма значительно увеличить не только производственные мощности, но и объемы реализации продукции. В свою очередь, это серьезно сказывается на прибыли, которую получает предприятие.

Основная проблема, с которой может столкнуться фермер – необходимость непрерывного обеспечения объектов сельского хозяйства бесперебойной энергией. В качестве простого примера приводим инкубаторы, располагающиеся на птицефабриках. В инкубаторе посредством использования термоустройств, а также ламп накаливания формируется микроклимат с постоянной температурой. В свою очередь, специальное поворотное устройство переворачивает яйца для равномерного их прогрева. Если оборудование перестает действовать, предприятие получит огромные убытки. В таком случае можно использовать альтернативные источники энергии, к примеру, обычные генераторы. Как показывает практика, покупка генератора оправдывается – ведь риск потери прибыли несоизмеримо больший.

Для расчета энергообеспечения крупных автоматизированных систем, которые используются для орошения на полях, а также в теплицах, необходимо обязательно учитывать используемые производственные мощности. Применять портативные «домашние» генераторы для таких систем невыгодно и нецелесообразно.

Общеизвестно, что стоимость дизельных генераторов значительно выше, если сравнивать их с бензиновыми аналогами. При этом нельзя забывать, что получаемая от количества выработанной энергии отдача значительно выше. Да и цена солярки примерно в 1,5 раза ниже, чем стоимость бензина – собственно, это практически полностью покрывает имеющуюся разницу в стоимости бензиновых и дизельных генераторов. Итак, при длительном отключении автоматизированных сельскохозяйственных объектов именно дизельные

генераторы превращаются в действительно незаменимый инструмент. Рекомендуется покупать генераторы, работающие на бензине только в том случае, если наблюдаются кратковременные перебои в подаче электрической энергии. Стоимость бензинового генератора формируется, главным образом, из качества силовых элементов, цены системы зажигания, мощности встроенного двигателя, преобразования и защиты. Генератор – залог безаварийной и бесперебойной работы сельскохозяйственного бизнеса.

Развитие процессов автоматизации производства. В России существует стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции. По данной стратегии определена необходимость формирования конкурентоспособного агропромышленного производства, которое обеспечивает не только продовольственную безопасность государства, но и дальнейшую его интеграцию в сельскохозяйственное мировое производство.

Внедрение интенсивных технологических процессов со стремлением получить очень высокое качество продукции могут быть ограничены индивидуальными физиологическими человеческими возможностями. По этой причине огромной популярностью пользуются точные технологии, которые базируются на автоматическом управлении процессами. Для этого в растениеводстве активно используются технические средства. Это позволяет точно позиционировать технику на полях, на базе навигационных и спутниковых систем.

Всего за несколько последних десятилетий автоматизация сельского хозяйства трансформировалась в самостоятельную отрасль техники и науки, которая охватывает теорию, принципы построения, а также способы использования автоматизированных систем управления в отрасли сельского хозяйства, с минимальным человеческим участием [14, 15]. Главная особенность на данном этапе развития автоматизации – это неразрывная связь техники с биологическими объектами, непостоянными параметрами (во времени) – животными, растениями и почвой.

Очень важно рассматривать связь техники и биологических объектов в качестве человеко-машинной системы, что обуславливается:

- сложностью и многообразием производственных процессов, разнообразием технологических процессов и техники;
- распределенностью регулируемых и контролируемых параметров большинства объектов по теплицам или хранилищу со случайными возмущающими воздействиями;
- рассредоточением техники по большой территории (очень велика удаленность ремонтной базы и низкая квалификация обслуживающего персонала).

Современные производственные процессы сельского хозяйства относятся к технически сложным объектам управления, как правило, это характеризуется на порядок большим числом управляемых, а также контролируемых параметров и действием возмущений, что оказывают влияние на

эффективность выполнения подобного рода процессов. Механизаторы своевременно отреагировать на них могут далеко не всегда. Практика показывает, что ручное управление техникой и технологическими процессами в сельском хозяйстве недостаточно эффективно.

Приведем простой пример – чтобы эффективно использовать МТА, тракторист должен управлять:

- направлением движения агрегата;
- загрузкой двигателя трактора;
- изменением тяговой мощности;
- обеспечить безопасность движения;
- следить за качественным выполнением технологических операций.

Соответственно, по мере увеличения рабочей скорости, увеличения ширины захвата МТА увеличивается и сложность управления, как следствие, оператор должен переработать в разы большее количество информации за то же время. Более частое использование органов управления приведет к достаточно быстрой утомляемости, таким образом, оператор может запоздать в принятии решения, находясь за рулем, и эффективность (вместе с качеством) работы сильно снижается.

Все более часто на прямолинейном ходе гона системы используется система автоматического вождения. Пользуются системой GPS, которая обеспечивает точность хождения по прямой – 1,52 см [1, 3-7].

Еще больше функций накладывается на оператора при управлении техникой на послеуборочной обработке зерна. Перед рабочим персоналом стоит сразу две категории задач:

- необходимость управления электроприводами автомобилей, а также механизмов при выборе маршрутов обработки зерна, в обязанности операторов входит ликвидация возникающих внештатных ситуаций;
- необходимость управлять режимами работы множества отдельных машин (контроль более 20 параметров).

Согласно проведенным исследованиям, такое большое количество обрабатываемой информации значительно превышает психофизиологические возможности оператора, следовательно, управлять вручную линиями послеуборочной обработки зерна очень неэффективно (средняя производительность – не более 70 %).

Чтобы сельское хозяйство России было конкурентоспособно по отношению к западным и европейским производителям, требуется внедрение автоматизированных технологий. Техника, которая обеспечивает подобного рода технологии, обязательно должна отвечать всем существующим требованиям прецизионного управления продукционными процессами не только в животноводстве, но также и в растениеводстве. Сегодня автоматизация отрасли создает не только научную, но также и технологическую основу, предназначенную для возникновения и дальнейшего развития новейших направлений технического прогресса. Как следствие, быстрый рост технической оснащенности, а также успешное развитие

микропроцессорной базы (если используются топо-ориентированные технологии), а также новые радионавигационные системы, создают важные предпосылки для успешного развития автоматизации. Если учесть, что мировой уровень механизации всех основных процессов в отрасли сельского хозяйства приближается к 100 %, дальнейшее развитие сельхозтехники будет характеризоваться более интенсивным использованием методов информатизации, автоматизации, а также использованием робототехнических комплексов. Автоматизация сельского хозяйства – это возможность эффективно и оперативно управлять отраслью.

Библиографический список

1. Бобровский, Д.Э., Мищенко, Е.В. Навигационные системы для сельскохозяйственного производства // Физика и современные технологии в АПК: Материалы X Международной молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников. – Орел: Издательство «Картуш», 2019. – С. 42-44.
2. Механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства / В.А.Воробьёв, В.В.Калинников, Б.С.Окин и др.; Под редакцией В.А.Воробьёва – М.: КолосС, 2009. – 560 с.
3. Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Мехатронные и робототехнические системы в сельском хозяйстве // Повышение квалификации руководителей и специалистов АПК как условие обеспечения стабильного развития отрасли. Сборник материалов международной научно-практической конференции. – М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2018. – С. 198-202.
4. Мищенко, Е.В. Проблемы подготовки специалистов агропромышленного комплекса в современных экономических условиях // Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Орел: Орловский ГАУ имени Н.В.Парахина, 2017. – С. 107-112.
5. Мищенко, Е.В., Кашавкин, В.Н. Профессия инженера-механика в современном мире // Профессия инженер: сб. материалов Молодежной научно-практич. конф. – Орел: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2018. – С. 151-154. [электронный ресурс].
6. Мищенко, Е.В., Букарев, А.Ю. Телескопические погрузчики JCB // Физика и современные технологии в АПК. Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции. – Орел: Изд-во Орловский ГАУ, 2017. – С. 379-383.
7. Мищенко, Е.В., Сапронов, М.И., Шилов, Б.Д. История развития посевных машин // Сб. статей студ. научно-практ. конф. ф-та агротехники и энергообеспечения кафедры инженерной графики и механики, ОрелГАУ, 2017. – С. 252-255. [электронный ресурс].

8. Сельскохозяйственная техника и технологии / Под редакцией И.А.Спасина. – М.: КолосС, 2010. – 682 с.

9. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М.Халанский, И.В.Горбачев – М: КолосС, 2009. – 624 с.

10. Лопатин, А.М. Какой комбайн выбрать хозяйству/А.М. Лопатин, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин//Сельский механизатор. -2006. -№8. -С. 20-21

11. Благов Д.А., Миронова И.В., Торжков Н.И., Нигматьянов А.А. Автоматизация технологических расчетов при использовании программного комплекса «силос» Сб.: Известия Оренбургского государственного аграрного унивеситета. 2018. № 5(73). С 163-166.

12. Нефедова С.А., Коровушкин А.А., Безносюк Р.В., Якунин Ю.В. Устройство для регулирования численности рыбоядных птиц в рыбоводных хозяйствах. Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019 . С. 336-339.

13. Коченов, В.В. Система автоматического управления по намагничиванию присадочных порошков на основе косвенного параметра удельной магнитной энергии [Текст] / Д.Н. Бышов, А.А. Горохов, В.В. Коченов // Сб.: Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития: Международная научно-практическая конференция. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2013. – С. 600-604

14. Акимов, В.В. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве / В.В. Акимов, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. - М: Издательство: Учебно-методический центр "Триада", 2017. - №2. - С. 106-111.

15. Акимов, В.В. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве / В.В. Акимов, В.В. Фокин, Р.В. Безносюк [и др.] // Международный научный журнал. - М: Издательство: Учебно-методический центр "Триада", 2017. - №2. - С. 100-105

УДК 536.7

Мокриевич А.Г., к.т.н.
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, п. Персиановский, РФ

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИФФУЗИИ И ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Процессы диффузии и, связанные с ними, эффекты имеют большое значение для растительного и животного мира. В термодинамике причиной процессов диффузии обычно считают возрастание энтропии. Однако понятие энтропии опирается на вероятности состояний молекулярных систем. Такая интерпретация признает процессы диффузии лишь наиболее вероятными, а не

обязательными физическими процессами. Это явно противоречит наблюдаемым явлениям [1, с.139].

В изолированных молекулярных системах могут происходить следующие самопроизвольные процессы:

а) процесс выравнивания среднестатистических значений молекулярных энергий всех частиц;

б) процессы выравнивания среднестатистических значений объёмов, приходящихся на одинаковые частицы [2, с.114].

Мы считаем, что эти процессы реализуются за счёт непрерывных электромагнитных взаимодействий между частицами [3, с.420]. В конденсированных состояниях такие взаимодействия имеют характер упругого отталкивания и упругого притяжения. В газах реализуется только упругое отталкивание частиц. Модель идеального газа, не учитывающую упругие взаимодействия, можно применять только к очень разреженным газам. Поведение отдельных частиц в таких газах являются случайным.

В упругих молекулярных системах между частицами непрерывно происходит перераспределение кинетической (K) и упругой ($U_{упр}$) молекулярной энергии. Движения частиц представляют собой неупорядоченные упругие колебания. При этом особенностью поведения газовых систем является подвижность центров колебания частиц. При моделировании молекулярных процессов в первом приближении можно не учитывать внутримолекулярные и химические взаимодействия между частицами [4, с.126]. В этом случае энергия молекулярных колебаний частиц системы, т.е. тепловая энергия, имеет вид: $E_{мол} = K + U_{упр}$.

Мы считаем, что энергия молекулярных колебаний системы пропорциональна абсолютной температуре: $E_{мол} = cT$. При этом в твёрдом состоянии $K < U_{упр}$, а в газообразном состоянии $K > U_{упр}$. Учёт упругих среднестатистических сил и энергий позволяет адекватно интерпретировать базисные процессы молекулярной термодинамики. Выравнивание температур следует интерпретировать, как выравнивание среднестатистических значений молекулярной энергии (E_i) отдельных частиц.

Стремление к равномерному распределению частиц каждого сорта объясняется перераспределением значений K и $U_{упр}$ при постоянном значении их суммы ($E_{мол}$). В равновесном упругом растворе среднестатистические силы, действующие на частицы, становятся равными нулю, а упругие энергии компонентов принимают минимальные значения. Результаты опытов Гей-Люссака объясняются уменьшением значения $U_{упр}$ и соответствующим увеличением значения K в результате увеличения объёма газовой системы.

Учёт упругих среднестатистических взаимодействий позволяет интерпретировать процесс самопроизвольного образования растворов в изолированных упругих молекулярных системах [5, с.328].

Разделённая поршнем газовая система, состоящая из двух равновесных подсистем, может совершить механическую работу за счёт части энергии

теплового движения. Ранее мы показали, что при постоянстве температур подсистем механическую работу можно найти по формуле:

$$A = n'RT'\ln\left(\frac{V^{m'}}{V_p^m}\cdot\frac{T_p}{T'}\right)n''RT''\ln\left(\frac{V^{m''}}{V_p^m}\cdot\frac{T_p}{T''}\right), \qquad (1)$$

где n', n'' - числа молей газа в подсистемах, $V^{m'}$, $V^{m''}$ - мольные объемы, T', T'' - температуры подсистем, T_p – равновесная температура [6, с.]. При этом до движения поршня система обладала упругим потенциалом: $U = -A$. Параметры подсистем газовой системы связаны уравнениями: $n'+n''=n,\ V'+V''=V$ или $n'V^{m'}+n''V^{m'}=nV_p^m$, где n, V, V_p^m, T_p - постоянные величины.

Пусть имеется упругая молекулярная система, состоящая из двух равновесных подсистем. Каждая подсистема содержит чистые вещества А и В или их смеси разной концентрации. Экспериментально установлено, что если открыть перегородку между подсистемами, то происходят процессы самопроизвольного перераспределения веществ А и В. В результате процессов диффузии частицы каждого вещества распределяются во всем объеме системы равномерно.

Для двухкомпонентной изолированной системы выполняются условия:
$n'_A+n'_B=n'$; $n''_A+n''_B=n''$; $n'_A+n''_A=n_A=const$; $n'_B+n''_B=n_B=const$;
$X'_A+X'_B=1$; $X''_A+X''_B=1$; $n'X'_A+n''X''_A=n\cdot X_{A.}$ = const,
где n'_A, n''_A, n'_B, n''_B - числа молей компонентов А и В в подсистемах;
X'_A, X''_A, X'_B, X''_B - мольные доли этих компонентов, например, $X'_A=\frac{n'_A}{n'}$.

Упругий потенциал каждой из равновесных смесей (подсистем) складывается из упругих потенциалов ее компонентов, т.к. распределения компонентов независимы. Для первой подсистемы получаем:

$$U' = -n'_A RT'\ln\left(\frac{V_A^{m'}}{V_p^m}\cdot\frac{T_p}{T'}\right) - n'_B RT'\ln\left(\frac{V_B^{m'}}{V_p^m}\cdot\frac{T_p}{T'}\right), \qquad (2)$$

где $V_A^{m'}=\frac{V'}{n'_A}$; $V_B^{m'}=\frac{V'}{n'_B}$.

Учитывая, что $V_A^{m'}=\frac{V'}{n'_A}\cdot\frac{n'}{n'}=\frac{V^{m'}}{X'_A}$ и $V_B^{m'}=\frac{V^{m'}}{X'_B}$ выражению (2) можно придать другой вид: $U' = -n'RT'\ln\left(\frac{V^{m'}}{V_p^m}\cdot\frac{T_p}{T'}\right)+n'RT'\ln\left(X'_A\ln X'_A+X'_B\ln X'_B\right)$.

Потенциал системы складывается из потенциалов подсистем: $U=U'+U''$;

$$U = -n'RT'\ln\left(\frac{V^{m'}}{V_p^m}\cdot\frac{T_p}{T'}\right) - n''RT''\ln\left(\frac{V^{m''}}{V_p^m}\cdot\frac{T_p}{T''}\right)+$$

$$+n'RT'\left(X'_A \ln X'_A + X'_B \ln X'_B\right)+n''RT''\left(X''_A \ln X''_A + X''_B \ln X''_B\right).$$

Первый компонент этого потенциала изменяется при перераспределении температур или мольных объемов подсистем. Если же температуры и мольные объемы подсистем одинаковы ($V^{m'} = V^{m''} = V_p^m; T' = T'' = T_p$), то U определяется своим вторым компонентом, который изменяется только в процессе смешения:

$$U = n'RT_P\left(X'_A \ln X'_A + X'_B \ln X'_B\right)+n''RT_P\left(X''_A \ln X''_A + X''_B \ln X''_B\right). \quad (3)$$

Если до смешения в подсистемах находятся чистые компоненты, то уравнение (3) упрощается и принимает вид: $U = n_A RT \ln X_A + n_B RT \ln X_B$ или

$$U = nRT\left(X_A \ln X_A + X_B \ln X_B\right). \quad (4)$$

Рассмотрим кратко процесс односторонней диффузии или осмоса. Пусть в исходном состоянии компоненты разделены и в процессе диффузии перегородка проницаема только для вещества А. В результате осмоса компонента А появляется разность давлений в подсистемах, т.е. образуется осмотическое давление, которое может совершить механическую работу:

$$A_{осм} = -\Delta U = -n_A RT \ln X_A. \quad (5)$$

Учитывая, что $X_A = \frac{n_A}{n} = \frac{V'}{V}$ получаем: $A_{осм} = -n_A RT \ln \frac{V'}{V}$.

Давления в подсистемах до осмоса были одинаковыми: $p'_{до} = p''_{до} = \frac{n\ RT}{V}$.

После осмоса компонента А давления стали различными:

$$p'_{после} = \frac{n_A RT}{V}; \quad p''_{после} = \frac{n_A RT}{V} + \frac{n_B RT}{V''}.$$

Видно, что осмотическое давление в данном случае определяется формулой:

$$\Delta p = \frac{nRT}{V}. \quad (6)$$

Формулы (4) и (6) хорошо соответствуют экспериментальным результатам для упругих молекулярных систем. При описании термодинамических свойств молекулярных систем с химическими взаимодействиями между компонентами хорошие результаты даёт стехиометрический метод [7, с.165; 8, с.1934].

Библиографический список

1. Мокриевич, А.Г. Некоторые противоречия понятия «энтропия газовой системы» [Текст] / А.Г. Мокриевич // Вестник Донского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2-2 (16). - С.139-145.

2. Мокриевич, А.Г. Основные особенности поведения газовых систем и «начала» термодинамики [Текст] / А.Г. Мокриевич // Вестник Донского государственного аграрного университета. - 2015. - № 1-2 (15). - С.112-120.

3. Мокриевич, А.Г. Особенности закономерности молекулярных процессов [Текст] / А.Г. Мокриевич // Материалы всероссийской

(национальной) научно-практической конференции - п. Персиановский, 2018. - С.418-423.

4. Мокриевич, А.Г. Энергия молекулярно-кинетических систем [Текст] / А.Г. Мокриевич // Вестник Донского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2-2 (16). - С.123-130.

5. Мокриевич, А.Г. Закономерные среднестатистические величины и процессы [Текст] / А.Г. Мокриевич // Материалы международной научно-практической конференции - п. Персиановский, 2018. - С.326-329.

6. Мокриевич, А.Г. Модели термодинамических процессов [Текст]/ А.Г. Мокриевич Вестник Донского государственного аграрного университета. – № 2, 2011.–С.59-65.

7. Мокриевич, А.Г. Универсальный стехиометрический метод моделирования физико-химических взаимодействий между компонентами растворов [Текст] / А.Г. Мокриевич // Вестник Донского государственного аграрного университета.- 2015, № 1-2 (15).- С.101-107.

8. Морачевский, А.Г., Мокриевич, А.Г., Майорова, Е.А. Анализ поведения термодинамических функций на основе модели идеального ассоциированного раствора. Системы $A_1+B_1+A_i$ и $A_1+B_1+A_i+ A_lB_m$ [Текст] / А.Г. Морачевский, А.Г. Мокриевич, Е.А. Майорова // Журнал общей химии.- 1989, Т.59, № 9.- С.1927-1934.

9. Пат. 86665Российская Федерация, МПК F01N 3/02. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания /-17 -Тришкин И.Б., Олейник Д.О.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева (RU). -№2009113715/22; заявл. 14.04.2009; опубл. 10.09.2009,Бюл. № 25. -2 с.

УДК. 631.313.2

Мухамедов Дж., к.т.н.,
Умурзаков А.Х., к.т.н.,
Абдувахобов Д.А., PhD,
НамИСИ, г. Наманган, Узбекистан

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ШАРНИРНО-ЗУБОВОЙ БОРОНЫ

Известно, из-за жесткого (неподвижного) крепления к раме зубья борон, используемых при ранневесенней и предпосевной обработке почвы, неспособны достаточно приспособиться к неровностям и как следствие поверхность поля обрабатывается не равномерно и не обеспечивается полное уничтожение сорняков. Чтобы не допустить это в хозяйствах боронование проводятся в два следа боронами, установленными в два ряда след вслед. Но это приводит к увеличению размеров агрегата, резкому возрастанию

энергоемкости, а также к снижению маневренности и производительности агрегата. Проведенный поиск и анализ литературных и патенто-информационных материалов показал [1, с.45-48], что отмеченные недостатки можно устранить разработкой шарнирно-зубовой бороны, копирующей рельеф поля, т.е. приспосабливаемой к неровностям поверхности поля. Шарнирно-колебательная зубовая борона [2, с.88] состоит из рамы и рабочих звеньев, соединенных между собой и рамой шарнирно. В процессе работы зубья этой бороны копируют неровности поверхности поля и совершают угловые и вертикальные колебания в продольно-вертикальной плоскости. В результате улучшается равномерность глубины рыхления почвы и качество ее крошения, более полно уничтожаются всходы сорных растений.

Приведены результаты одно-и многофакторного экспериментов по изучению влияние длины зубьев бороны, угла заострения, толщины, длины нижней заостренной части, ширины междуследия зубьев, вертикальной нагрузки на зуб, вертикального расстояния от опорной плоскости бороны до нижних точек ее навесного устройства, а также скорости движения агрегата на качество обработки почвы и затраты энергии (тяговое сопротивление).

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены лабораторно-полевое устройство шарнирно-зубовой бороны, рабочие звенья, позволяющие изменять ширину междуследия зубьев, зубья с различной длиной, длиной нижней заостренной части и углом заострения.

В проведенных ранее нами научных исследованиях установлено [3, с.25], что при скоростях движения 6-9 км/час для обеспечения требуемого качества обработки почвы при минимальных затратах энергии длина зуба зубовой бороны, должна быть 120-140 мм, угол заострения – 60-65°, толщина – не менее 20 мм, длина нижней заостренной части – 20-25 мм, вертикальная нагрузка на зуб – 15,0-17,5 Н и ширина междуследия зубьев – не более 50 мм, а для заглубления бороны на заданного глубину и устойчивого движения ее на этой глубине вертикальное расстояние от опорной плоскости бороны до нижних точек навесного устройства должно быть 600-650 мм.

Многофакторные эксперименты были проведены по плану Хартли-5 [4, с.195-196.].

При этом в качестве факторов, влияющих на качественные и энергетические показатели работы зубовой бороны, копирующей рельеф поля, были выбраны длина зуба (X_1), угол его заострения (X_2), толщина (X_3), длина нижней заостренной части (X_4) и скорость движения агрегата (X_5).

В качестве критерия оценки были приняты глубина обработки, степень крошения почвы, т.е. количество фракций размером менее 25 мм и тяговое сопротивление бороны.

После обработки результатов опытов получены следующие уравнения регрессии и графические зависимости, адекватно описывающие критерии оценки:

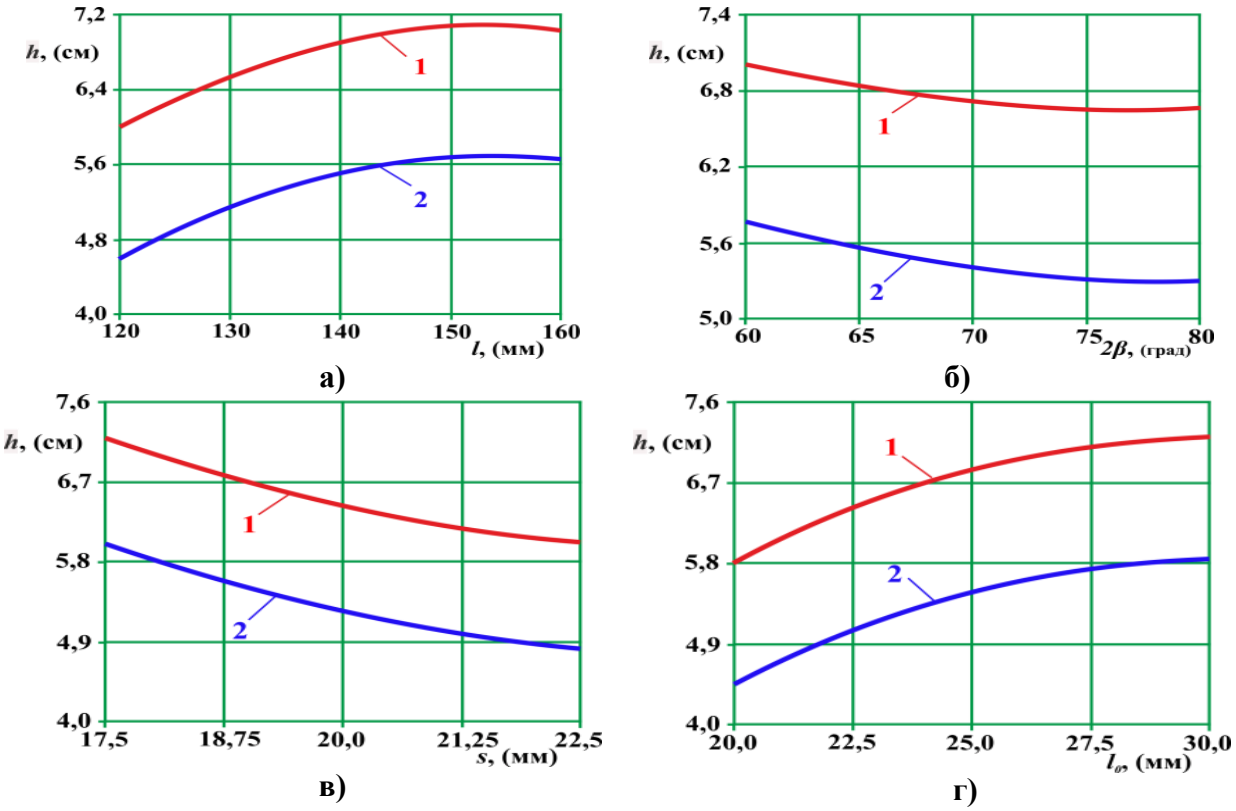
- по глубине обработки (см) (Рисунок 1)

$$Y_1=5,361+0,5X_1 – 0,202X_2–0,644X_3+0,646X_4–0,646X_5–$$

$$-0,364X_1^2+0,085X_1X_4+0,136X_2^2-$$
$$-0,027X_2X_3-0,031X_2X_5+0,186X_3^2-0,297X_4^2-0,297X_5^2; \quad (1)$$

Как видно из анализа полученных уравнений регрессии и графических зависимости все факторы оказали существенное влияние на критерии оценки.

По агротехническим требования критерия Y_1, т.е. глубина обработки должна быть пределом 4-6 см, критерия Y_2, т.е. степень крошения почвы должна быть не менее 80 %, критерия Y_3, т.е. тяговое сопротивления бороны должно иметь минимальное значение. С учетом этих условий уравнения регрессии (1)-(3) были вместе решены по программам MS Excel и Planex. При этом установлено, что при скорости движения 6-9 км/час зубовая борона, копирующая рельеф поля, обеспечивает обработку почвы согласно агротехническим требованиям при меньших затратах энергии при длине ее зубьев 132-140 мм, угла их заострения – 66-71°, толщине – 19-22 мм, длине нижней заостренной части – 20-25 мм.

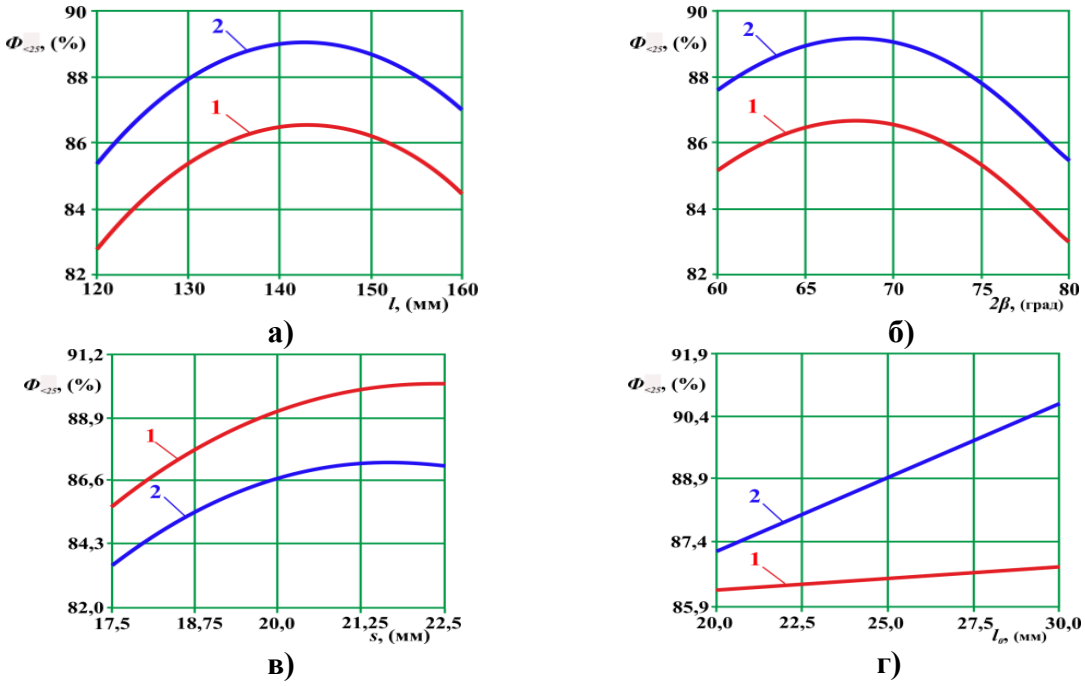


1 и 2 – соответственно при скорости движения агрегата 6 и 9 км/ч

Рисунок 1 – Графики изменения длина зубьев (а), угол заострения (б) толщине (в) и длине нижней заостренной части зуба (г) в зависимости от глубины обработки шарнирно-зубовой бороны

- по степени крошения почвы в разрыхленном слое (%) (Рисунок 2)

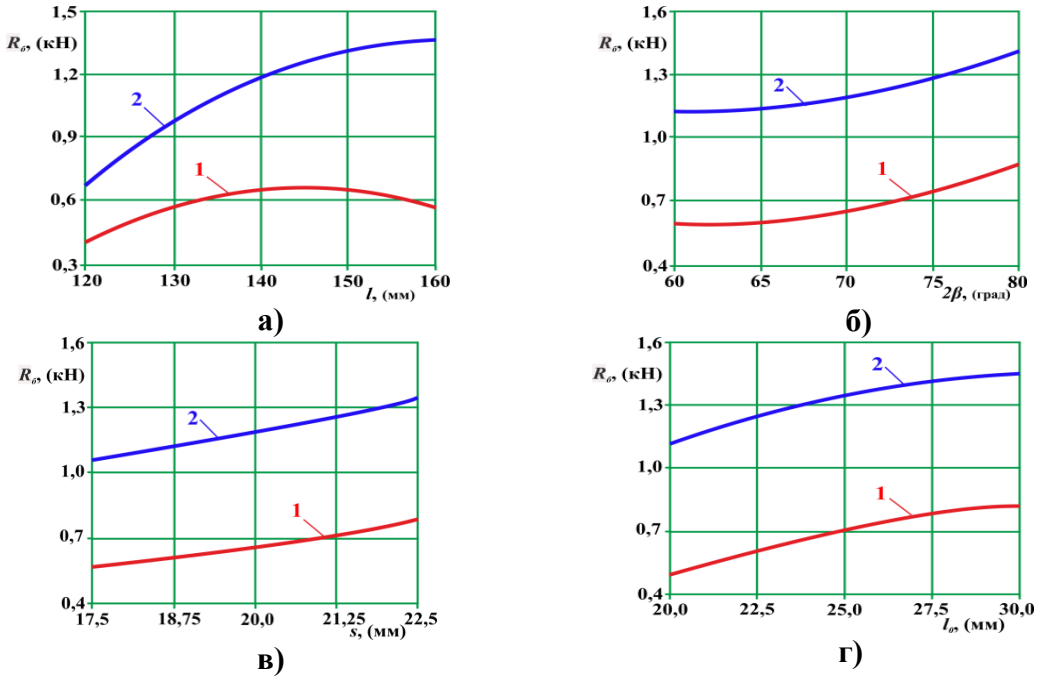
$$Y_2=88,86+0,81X_1-1,08X_2+1,976X_3+1,0319X_4+1,224X_5-2,823X_1^2-0,383X_1X_2-$$
$$-2,507X_2^2+0,537X_2X_3-0,283X_2X_4-1,24X_3^2+0,733X_3X_4+$$
$$+1,2X_3X_5+0,746X_4X_5-1,073X_5^2; \quad (2)$$



1 и 2 – соответственно при скорости движения агрегата 6 и 9 км/ч

Рисунок 2 – Графики изменения длина зубьев (а), угол заострения (б) толщине (в) и длине нижней заостренной части зуба (г) шарнирно-зубовой бороны в зависимости от степени крошения почвы в разрыхленном слое

- по тяговому сопротивлению (кН) (Рисунок 3)



1 и 2 – соответственно при скорости движения агрегата 6 и 9 км/ч

Рисунок 3 – Графики изменения длина зубьев (а), угол заострения (б) толщине (в) и длине нижней заостренной части зуба (г) в зависимости от тягового сопротивления шарнирно-зубовой бороны

$$Y_3=0,803+0,212X_1+0,141X_2+0,126X_3+0,14X_4+0,266X_5-0,163X_1^2+0,046X_1X_2+$$
$$+0,046X_1X_3+0,15X_1X_4+0,13X_1X_5+0,087X_2^2-0,036X_2X_3+0,035X_2X_4+$$

$$+0,0000047X_2X_5+0,021X_3^2-0,026X_3X_4+0,015X_3X_5-0,041X_4^2+0,119X_5^2. \quad (3)$$

После этого на основе проведенных исследований шарнирно-зубовая борона надежно выполнила заданный технологический процесс, и показатели ее работы полностью соответствовали предъявляемым требованиям.

Проведенные расчеты показали, что при применении шарнирно-зубовой бороны, прямые (эксплуатационные) затраты на один гектар обработанной площади снижаются на 22,4% [3. с.30].

Библиографический список

1. Руденко Н.Е. Механизация обработки почвы [Текст] / Н.Е. Руденко. – Москва: Издательство «СтГАУ АГРУС», 2005.– 112 с.
2. Пат. РУз № FAP 01174. Борона / Тухтакузиев А., Мухамедов Ж., Умурзаков А., Абдувахобов Д. – Опубл. 30.06.2014; Бюл. №6. – С. 88.
3. Абдувахобов Д.А. Разработка и обоснование параметров зубовой бороны, копирующей рельеф поля. автореф. дис. … д-ра философи техн. наук [Текст] / Д.А.Абдувахобов, ИМЭСХ. – Ташкент, 2018.
4. Аугамбаев М. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента [Текст] / М.Аугамбаев, А.З.Иванов, Ю.И.Терехов. – Ташкент: Издательство «Укитувчи», 1993. – 336 с.
5. Планирование эксперимента в инженерно-технической сфере АПК с использованием компьютерной программы "Mathematica" [Текст] / В.В. Утолин., Н.Е. Лузгин, В.М. Ульянов и др. //Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 479-484.

УДК 631.3:621.382.2

Нагаев Н.Б., к.т.н.,
Семина Е.С., к.т.н.,
Жильцова А.А.,
Тюкин В.А.,
Калмыков А.А.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ И ОБЛУЧЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Энергетическая эффективность осветительного прибора в значительной степени зависит от установленного в нем источника света и состояния светотехнической арматуры светильника. Повышение энергетической эффективности осветительного прибора и, как следствие, обеспечение энергосбережения имеют ряд направлений [1,2,3].

Наиболее простой способ организации энергосбережения – это переход в уличном освещении от ламп накаливания и дуговых ртутных ламп (ДРЛ) на дуговые натриевые лампы типа ДНаТ и ДНаО. В результате такой замены средняя мощность одного светильника наружного освещения снижается более чем на 20%. При этом светоотдача остается на прежнем уровне или даже повышается. В сельском быту и в сельхозпроизводстве при проведении мероприятий по энергосбережению в светильниках общего освещения заменяют лампы накаливания на энергосберегающие [11, 12]. Светотехнические характеристики различных источников света представлены в таблице 1 [1,3].

Таблица 1- Светотехнические характеристики источников света

Тип источника света	Средний срок службы, тыс. ч	Индекс цветопередачи, Ra	Световая отдача, лм/Вт	Удельная световая энергия, вырабатываемая за срок службы (среднее значение), млн. Вт·час
Лампы накаливания (ЛН)	1	100	8-17	0,013
Люминесцентные лампы (ЛЛ)	10-20	57-92	48-104	1,140
Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ)	5-15	80-85	65-87	0,780
Дуговые ртутные лампы (ДРЛ)	12-24	40-57	19-63	0,738
Натриевые лампы высокого давления (НЛВД)	10-28	21-60	66-150	2,050
Металлогалогенные лампы (МГЛ)	3,5-20	65-93	68-105	1,020

Выбор источника света обусловлен, прежде всего, требованиями экономичности осветительной установки и правильной цветопередачи. Затраты на эксплуатацию того или иного источника света определяются его стоимостью и сроком службы (таблица 2). Как следует из приведенной таблицы, существует значительный разброс в эксплуатационных характеристиках и ценах для различных источников света. Удельная стоимость не в полной мере отражает затраты потребителя на организацию освещения, поэтому для более точной оценки различных источников света в настоящей работе введен новый показатель – комплексный критерий, учитывающий затраты на покупную электроэнергию, затраты на обслуживание источников света и др. Кроме того, люминесцентные ртутные лампы представляют собой экологически опасный объект и их замена на металлогалогеновые лампы или светодиодные источники света существенно уменьшает эту опасность [3,4,5]. В таблице 2 приведены эксплуатационные характеристики современных источников света.

Таблица 2- Эксплуатационные характеристики источников света

Источники света	Потребляемая мощность, Вт	Создаваемый световой поток, лм	Парковый срок службы, час	Средняя цена, руб./шт.	Удельная стоимость, руб/лм
Светодиодная лампа	7	950	50 000	400	0,421
Лампа накаливания	100	1080	1000	12	0,011
Люминесцентная лампа	40	3000	10 000	60	0.02
ДРЛ	125	6000	8 000	350	0,058
ДНаТ	100	9200	8 000	450	0,048

Быстрое развитие полупроводниковых технологий и оптоэлектроники привело к созданию приборов, в которых реализуются новые принципы генерации света на основе светоизлучающих диодов [4].

В светодиодах происходит преобразование энергии инжектированных в базовую область электронно-дырочного перехода электронов в энергию светового излучения с высокой (теоретически до 400 лм/Вт) эффективностью преобразования электрической энергии в световое излучение [5,6]. Прогноз изменения характеристик различных источников света в ближайшие годы приведен на рисунке 1 [5,6].

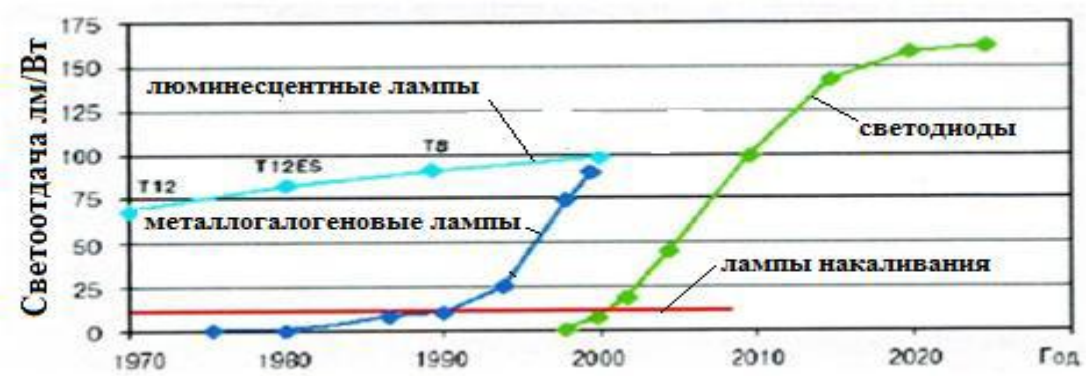


Рисунок 1 – Прогноз изменения характеристик источников света

Появление столь эффективного источника света, как светодиод, приведет в ближайшие годы к радикальному изменению ситуации в организации освещения на сельских территориях и в сельхозпроизводстве. Часть сельхозпродукции производится в условиях регулируемого климата, в частности в теплицах, где помимо поддержания температурных режимов необходимо обеспечивать соответствующие условия для фотосинтеза. Фотосинтез является основой жизнедеятельности растений, в том числе и выращиваемых в искусственных климатических условиях. Режимы освещенности растений, обеспечивающие процессы фотосинтеза, должны быть воспроизведены в теплице максимально приближенными к освещенности

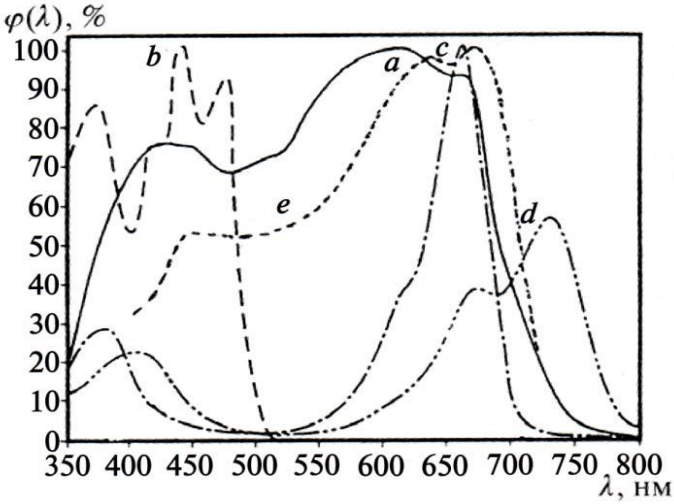
растений на открытом грунте. А это существенно энергозатратная электротехнология. Поэтому задача организации энергоэффективного освещения теплицы распадается на ряд самостоятельных составляющих, а именно:

1. Спектральный состав излучения тепличных источников света должен быть максимально приближен к спектру солнечного излучения.

2. Осветительные приборы должны потреблять минимальное количество электроэнергии, т.е. обладать наивысшей светоотдачей.

3. В осветительных сетях теплицы должно быть установлено оборудование, автоматически поддерживающее заданный режим освещения по времени суток с учетом фактической естественной освещенности теплицы.

Все указанные направления взаимосвязаны экономически и могут быть решены только в симбиозе аграрных и технических знаний. Существенно улучшить технико-экономические показатели систем освещения теплиц позволяет применение светодиодных источников света с заданным спектром излучения. Спектральный состав светодиодных источников света разнообразен и целенаправленно может быть сформирован на стадии изготовления светодиода. Известно, что комплексное воздействие света на растения определяется спектральным диапазоном длин волн 280–750 нм. На рисунке 2 приведен график спектральной зависимости эффективности фотосинтеза от длины волны светового излучения [4,8].



a – поглощение фоторецепторами растений; b – поглощение коротковолнового фотопигмента; c – поглощение красной формы фотохрома; d – поглощение дальней красной формы фотохрома; e – эффективность фотосинтеза растений

Рисунок 2 - Относительные спектральные кривые воздействия оптического излучения на растения

Светодиоды по своей физической природе – монохроматические источники света. Однако применяя сочетания светодиодов различных полупроводниковых систем и используя люминофоры, можно изготовить источник света заданного спектрального состава, включая и получение белого света. Светодиодные источники красного света появились одними из первых в результате планомерных работ с полупроводниковыми соединениями типа

AIIIBV. На основе системы GaAs создаются светодиоды инфракрасного диапазона оптического спектра с длиной волны излучения 870 нм. Светодиоды красного свечения видимой части оптического спектра изготавливают на основе полупроводниковых соединений AsP/GaAs. Система AlInGaP/GaAs позволяет выполнять светодиоды яркого свечения в красном (626 нм), оранжевом (610 нм) и желтом(590 нм) спектральных диапазонах. Светодиодные источники зеленого свечения изготавливают на основе GaN структур с гомогенным p-n переходом, в частности структура InGaN/GaN позволяет создать светодиодный источник света зеленого свечения, обладающий высокой яркостью [2,3,6]. Светодиодные источники света голубой и синей части спектра оптического диапазона создаются на базе твердых растворов In-GaN. Спектры излучения наиболее распространенных полупроводниковых светодиодных систем приведены на рисунке 3 .

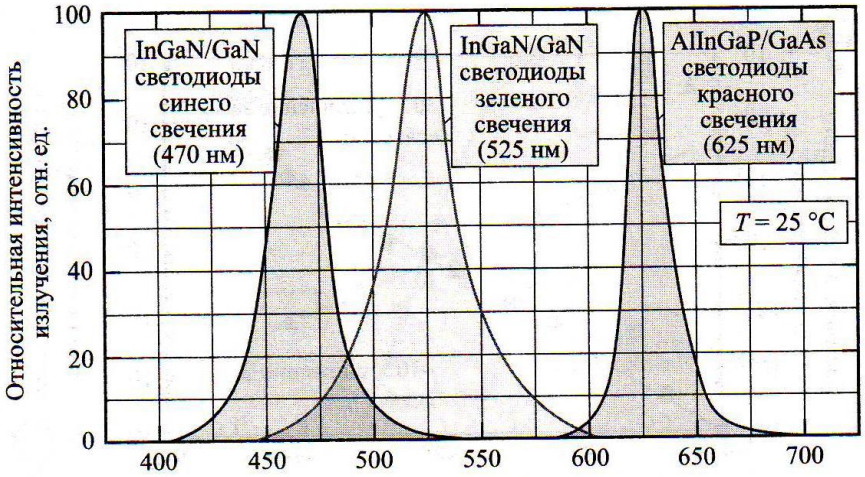


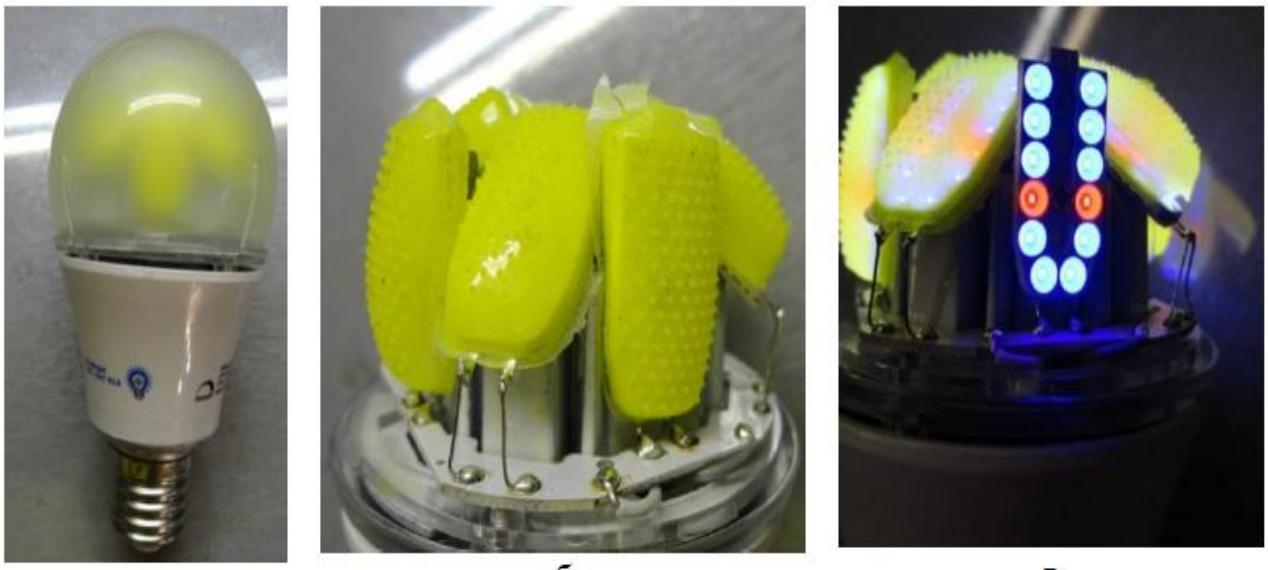
Рисунок 3 - Спектры излучения светодиодов красного, зеленого и синего свечения на основе гетероструктур материалов AIIIBV

Таким образом, оперируя различными полупроводниковыми структурами, можно создать монокристальный светодиод практически любого спектра излучения. Однако такие сложные технологии не всегда приводят к созданию светодиодов низкой стоимости. Целесообразнее получать заданный спектр излучения комбинацией дешевых монохроматических светодиодов в конструкции самого светильника, предназначенного для обеспечения требуемой светокультуры выращиваемых в теплице растений. Примером светодиодов для аграрного применения могут служить мощные светодиоды компании LED Engin в 1-, 4-, 12- и 24-кристальном исполнении. Наряду с мощными светодиодами белого цвета (холодный, нейтральный, теплый) LED Engin предлагает светодиоды красного, «глубокого» красного (Deep Red) и «далекого» красного (Far Red – экстремально красный, граница видимого спектра между красным и инфракрасным), зеленого, синего и янтарного цветов, а также специальные светодиоды Dental Blue и ультрафиолетовые (365 нм и 400 нм) светодиоды (рисунок 4). Конструктивное исполнение комбинированных

источников света выполняется, как правило, формированием светодиодов разных спектров излучения в одном корпусе.

Рисунок 4 – Светодиоды компании LED Engin

Однако при большом наборе монохроматических светодиодов создание и тем более управление такой полупроводниковой структурой затруднено. Поэтому разработчики всё чаше обращаются к оптическим системам с удалённым люминофором по аналогии с люминесцентными лампами. В то же время в светодиодных лампах удалённый люминофор можно имплантировать в мягкие силиконовые оболочки. Пример конструктивного исполнения такой светодиодной лампы показан на рисунке 5.



а б в

Рисунок 5 - Светодиодная лампа с удаленным люминофором: а – общий вид светодиодной лампы с удаленным люминофором; б – оболочки удаленного люминофора одеты; в – свечение группы монохроматических светодиодов со снятой оболочкой

Таким образом, используя современные технологии, можно создать светильник для тепличного освещения практически любого спектра излучения с уровнем светоотдачи в 80–100 люменов на ватт, что позволит снизить потребление электроэнергии теплицей в 2–3 раза по сравнению с используемыми сейчас металлогалогеновыми лампами дугового разряда [4,9]. Пример использования светодиодного светильника со специальным спектром излучения приведен на рисунке 6.

Рисунок 6 - Светодиодный светильник для теплиц УСС БИО и пример его применения

Наметившиеся тенденции расширения применения светодиодов коснутся также и уличного освещения на селе. Так, страны Юго-Восточной Азии уже поставляют на потребительский рынок первые светодиодные лампы для целей бытового освещения, где недостаточная сила света единичного светодиода компенсируется комбинацией нескольких десятков светодиодов в одной конструкции. Уже созданы светодиодные прожекторы на GOB светодиодах, создающие световой поток в 13 300 лм и более [4,7,8].

Другим важным элементом наружного освещения является система управления освещением. В современных системах освещения сельскохозяйственных производств наиболее перспективным является установка ящиков управления освещением типа ЯУО 6030. Он содержит, помимо элементов защиты и приборов учета, фотоэлектрические датчики «день – ночь» и таймер режима включения. Датчики «день – ночь» включают освещение только в темное время суток, а таймер позволяет задавать время работы системы освещения по графику включения (например, по времени дойки коров или по графику освещения теплиц). Это позволяет максимально экономично расходовать покупную электроэнергию и обеспечивать режимные графики освещения растений, исходя из условий фотосинтеза.

Библиографический список

1. Галущак, В. С. Энергосберегающее прожекторное освещение строительных площадок [Текст] / В. С. Галущак // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер. Политехническая. – 2011. – № 2(16).

2. Григораш, О. В. Электроэнергетика сельского хозяйства [Текст] / О. В. Григораш, Е. А. Власенко, Н. Н. Кирьян // Актуальные проблемы АПК: материалы МНПК. –Саратов: Издательство «КУБиК», 2010. – С. 127–128.

3. Бышов, Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья [Текст] / Д. Н. Бышов, И.А. Успенский, Д. Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. – № 7 – 2015. – С. 28–29.

4. Бышов, Н.В. Исследование рабочего процесса вибрационного решета при просеивании воскоперговой массы [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ – №1 – 2013. – С.160-162.

5. Нагаев, Н.Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата : диссертация на соис. уч. степ. кандидата техн. наук [Текст] / Нагаев Н.Б.– Рязань, 2016.

6. Нагаев, Н.Б. Испытания агрегата для вытопки воска из рамок [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин, К.В. Буренин // Сельский механизатор № 7 2015. – М.– С. 26-27.

7. Нагаев, Н.Б. Исследование процесса вытопки воска [Текст] / Н.Б. Нагаев, В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин Т.В. Торженова, Н. А. Грунин // Пчеловодство №3 2014 г, Москва, 2014 . – С.50-51

8. Каширин, Д.Е. Стенд для испытаний системы частотный регулятор – асинхронный электродвигатель [Текст] / Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Сельский механизатор № 2 2018. – М. – С. 34-35.

9. Каширин, Д.Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных двигателей/ Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева № 4(36) 2017.– С. 91-95.

10. Использование теплового излучения для обезвоживания и термообработки продуктов растениеводства [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, И.Ю. Тюрин и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 448-452.

11. Моисеев, П.С. Освещение энергоэффективной теплицы для органического земледелия / П.С. Моисеев, Р.В. Безносюк // Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции 26-27 апреля 2017 г «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве». – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 190-193.

12. Мальгина, А.Ю. Совершенствование конструкции гроубоксов / А.Ю. Мальгина, И.Н. Мальгин, С.А. Уразов [и др] // Сборник материалов Международной студенческой научно-практической конференции «Актуальные вопросы применения инженерной науки». – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 46-48.

УДК 631.171

Олейник Д.О., к.т.н.,
Нефедова С.А., д.б.н.,
Шашурина Е.А., к.с-х.н.,
Леденева П.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ОПЫЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Пчела играет важнейшую роль в опылении. По эффективности с ней не могут сравниться ни шмели, ни жуки, ни бабочки, ни какие-либо другие насекомые. За день одна пчелиная семья может опылить до 3 000 000 цветов [3]. Опыление множества видов растений и, следовательно, их урожайность полностью зависят от активности пчёл. Подсолнечник, морковь, лук, соя, хлопок, цитрусовые, яблоки, люцерна, абрикосы, черника, ежевика, вишня, малина, виноград, орех, персик, груша, слива, клубника, дыни, огурец, тыква, арбуз, рапс, сахарная свекла – вот далеко не полный список культур, опыляемых медоносными пчелами. Стоимость продукции, полученной благодаря пчелам-опылителям, оценивается в 14,5 млрд. долларов и составляет около 10 % от стоимости всех пищевых продуктов, потребляемых человечеством.

Пчелы опылители появились на планете, эволюционировав из хищных ос, примерно 100 000 лет назад. За миллионы лет эволюции пчелы превратились в высокоорганизованных насекомых, форму существования которых можно сравнить с общественными колониями, в которых каждая особь выполняет определенную функцию. Жизнедеятельность пчел настолько сложна, что на протяжении сотен лет крупнейшие ученые-зоологи изучали и продолжают изучать этих удивительных насекомых [5].

Однако, не смотря на сотни миллионов лет эволюции, пожалуй, не существует на нашей планете существа, которое бы смогло противостоять техногенному воздействию, которое на протяжении последних двух сотен лет оказывается на человечество. Среди таких существ – пчела. В XX и XXI веке человечество столкнулось с проблемой массовой гибели пчелиных семей. Применение химикатов в сельском хозяйстве, направленное на истребление патогенной флоры и фауны, приводит к исчезновению медоносных пчел, гибели и недостаточному развитию личинок, снижению качества мёда. Вырубка лесов и распашка лугов приводит к сокращению площадей естественных медоносов. Применение генномодифицированных растений, содержащих генномодифицированную пыльцу, так же негативно влияет на пчел. Изменение климата и глобальное потепление привели к появлению новых паразитов из южных стран, к которым у пчел нет иммунитета. Одним из них является клещ-паразит Varroa destructor. Его стремительное распространение связывают с развитием торговли насекомыми между странами и континентами.

По некоторым данным в Евразии, на сегодняшний день, не существует пасеки не зараженной данным клещом. Электромагнитные поля от линий электропередачи, электрооборудования, электроприборов, связь, телерадиовещание, мобильная связь – все технические системы, генерирующие, передающие и использующие электромагнитную энергию, так же оказывают отрицательное воздействие на пчел. Как результирующий фактор негативного воздействия, окружающий среды и хозяйственной деятельности человека. В 2006 году был описан, так называемый, «синдром разрушения пчелиных семей» (Colony collapse disorder (CCD) – явление, характеризующееся единовременным и безвозвратным покиданием улья семьями медоносных пчёл [1].

Таким образом, популяция пчел в мире стремительно сокращается. Ученые бьют тревогу, сокращение популяции пчел-опылителей может лишить человечество большого количества продовольственных и технических культур и, как следствие этого, продукции и сырья, производимых с их участием. В тоже время механизмы борьбы с подобным явлением ещё не выработаны. Вряд ли сельское хозяйство откажется от использования агрохимии, генномодифицированных растений, а люди – от использования телевидения, мобильной связи и прочих технических систем, генерирующих и передающих электроэнергию.

На фоне подобных явлений стали появляться небольшие научные коллективы, которые изучают, по какому пути следовало бы пойти в случае, если гибель пчелиных семей будет приобретать все более и более угрожающие масштабы. В этом случае необходимо искать замену пчелам опылителям или осуществлять этот процесс иным путем, без участия пчел. Опылять растения могут не только пчелы, но и другие насекомые, например шмели – более крупные и выносливые представители семейства настоящих пчел. Однако они хорошо зарекомендовали себя для опыления культур произрастающих в защищенном грунте. Процесс искусственного «ручного» опыления растений человеком уже достаточно хорошо отработан, но является весьма затратной процедурой и характеризуется низкой производительностью.

Прогресс не стоит на месте и по оценкам специалистов до 80 % всех разработок приходящих в АПК базируется на широкомасштабном применении информационных, геоинформационных, телекоммуникационных технологий, спутниковой навигации, автоматики, робототехники и т.п.

Одним из актуальных направлений, в настоящее время, является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сельском хозяйстве. С их помощью осуществляется инвентаризация земельного банка, мониторинг состояния культур, контроль агротехнических операций, создание моделей полей, анализ рельефа, мониторинг эффективности работы средств защиты растений, контроль затрат и т.д. Применение БПЛА в дополнительных отраслях животноводства, например, пчеловодстве, так же возможно. В настоящее время несколько научных коллективов из США (Университет Западной Виргинии, Гарвард, Wallmart, Dropcopter), Японии (Национальный институт передовой науки и технологии), Польши (Технологический

Университет Варшавы) активно изучают вопросы применения малых беспилотных летательных аппаратов для целей опыления сельскохозяйственных культур [4].

В Рязанском государственном агротехнологическом университете усилиями научных коллективов Академии пчеловодства и современных биотехнологий, малого инновационного предприятия «Агронасс» и научно-производственного центра «Центр кормов для пчел и шмелей» ведутся собственные независимые исследования возможности применения малых беспилотных летательных аппаратов для целей опыления сельскохозяйственных культур [2,6]. Искусственная «робот-пчела» должна обладать функциями технического зрения, для того, чтобы распознавать растения, цветки и их элементы, систему автоматизированного управления, позволяющую с необходимой точностью и по определенным траекториям маневрировать около растений и, наконец, систему сбора и переноса пыльцы, позволяющую осуществлять непосредственно процесс опыления. Дело в том, что в процессе переноса пыльцы между растениями главенствующую роль играет микроэлектричество, благодаря которому, пыльца растения, заряженная определенным знаком, например, «положительным», притягивается к телу пчелы, несущему противоположный «отрицательный» заряд.

Рисунок – Опытный образец малого беспилотного летательного аппарата для изучения процессов переноса пыльцы разработанный в Рязанском государственном агротехнологическом университете (фото Олейника Д.О., 2019 год)

В настоящее время вышеупомянутым научным коллективом, параллельно с изучением состояния проблемы и теоретическими обоснованиями основных положений, создается лабораторная установка для изучения процессов переноса пыльцы с тычинок на специальное устройство малого беспилотного летательного аппарата и с последнего на рыльце пестика.

Кроме того, «искусственной» пчеле, прежде чем начать «работу» с цветком, необходимо определить есть ли в нем пыльца или с ним уже «поработало» другое насекомое. Теоретически это тоже возможно, путем измерения и оценки заряда цветка.

В целом, перед научным коллективом стоит множество задач, технического и организационного плана, решение которых способствовало бы дальнейшему продвижению к намеченной цели – созданию новой технологии искусственного опыления растений.

Важным аспектом является и то, что, по оценкам экспертов, через десять лет, более двух третей всех производимых в мире беспилотных летательных аппаратов будут работать в именно сельском хозяйстве!

Библиографический список

1. Colony collapse disorder [Электронный ресурс] / From Wikipedia, the free encyclopedia. – 2019. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Colony_collapse_disorder.

2. Агапов, А. Электрошмель на душистый хмель [Текст] : [о внедрении современных технологий в пчеловодство] / Анатолий Агапов // «Панорама города» №14 (1192) 3 апреля 2019 г. – С.67.

3. Опыление [Электронный ресурс] / From Wikipedia, the free encyclopedia. – 2019. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Опыление.

4. Опыление растений беспилотниками [Электронный ресурс] / Алексей Бойко 2019. – Режим доступа: http://robotrends.ru/robopedia/opylenie-rasteniy-bespilotnikami.

5. Пчела [Электронный ресурс] / From Wikipedia, the free encyclopedia. – 2019. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пчелы.

6. Скрипников, М. Электропчелы по Эйнштейну [Текст] : [Рязанские ученые создают робота, который будет опылять растения] / Михаил Скрипников // «Рязанские ведомости» № 17 (5722) 8 марта 2019 г. – С.6.

7. Крючков, М.М. Наука и кадры определяют будущее АПК [Текст] / М.М. Крючков, Д.В. Виноградов, Е.И. Лупова, В.П. Положенцев // В сборнике: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2017. - С. 59-62.

УДК 631.363:664.22

Орешкина М.В., д.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ТЕОРИЯ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ОСАДКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПРОДУКТОВ КАРТОФЕЛЕКРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ФИЛЬТУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА-СГУСТИТЕЛЯ

Увеличение производства продукции животноводства немыслимо без создания прочной кормовой базы, дальнейшего её укрепления за счет использования отходов пищевой и перерабатывающей промышленности. Рациональное комплексное использование сельскохозяйственной продукции и вторичных сырьевых ресурсов, создание безотходной технологий переработки, являются важным фактором охраны окружающей среды и увеличения производства продукции кормового, пищевого и технического назначения из отходов картофелекрахмальных предприятий.

Анализ показывает, что в кормах, получаемых за счёт полевого кормопроизводства, на каждую кормовую единицу приходится 90 г переваримого протеина, а научно обоснованными нормами кормления животных предусмотрено 105…110 г [1]. Поэтому вместе с улучшением ведения полевого кормопроизводства, совершенствованием технологии заготовки и приготовления кормов необходимо использовать отходы предприятий перерабатывающей промышленности как источника пополнения запаса кормов и повышения их питательности.

В мезгу переходит крахмал в связном (в неразорванных клетках) и свободном состоянии до 4% в пересчете на сухое вещество (СВ) мезги. Картофельная мезга содержит 94...96% влаги [2].Содержание в мезге значительного количества крахмала придаёт высокую кормовую ценность, но малое содержание белковых веществ и большая влажность снижает её питательность и транспортабельность.

В зависимости от применяемой технологии и технического оснащения картофелекрахмальных заводов получается неразбавленный сок с 6...7% сухого вещества, разбавленный картофельный сок с 4 … 5 % С В и соковая вода с 5...8 кратным разбавлением сока [2].

Картофельный сок содержит до 22 аминокислот, а также минеральные вещества, такие как, калий, фосфор, магний, железо, сера, хлор**,** цинк и микроэлементы (медь, бром, марганец и кобальт и др.). Питательная ценность белковых веществ картофельного сока составляет около 81% питательности куриного белка [2].

Но заводы вынуждены сбрасывать большую часть мезги и весть клеточный сок в сточные воды. Сточные воды, обладающие биологической активностью, и попадающие в водоемы загрязняют их, что приводит к уничтожению рыбных ресурсов.

Продукты, образующие при переработке картофеля на крахмал (ПККП), отличаются по агрегатному состоянию от продуктов, получаемых при производстве картофелепродуктов. По агрегатному состоянию ПККП представляют жидкую неоднородную тонкодисперсную среду, состоящей из мелких частиц мезги размером 0,1…0,3 мм, крупных – 0,3 …1,2 мм, концентрированного или разбавленного водой сока и пены [3].

Целью настоящих исследований является установление зависимости скорости фильтрования продуктов картофелекрахмального производства (ПККП) от давления исходной суспензии при подаче в фильтр-сгуститель.

Процесс удаления осадка твердой фазы ПККП с перфорированными поверхностями внешнего и внутреннего цилиндров фильтра, относится к вспомогательным операциям, но играет решающую роль при обосновании механизма выгрузки и обеспечении непрерывного режима работы фильтра. Удаляемый осадок взаимодействует с фильтрующими поверхностями внешнего и внутреннего цилиндров и фильтром.

Высокодисперсный осадок с мелкими частицами и влагонасыщенными капиллярами прилипает к фильтрующим поверхностям фильтра. Что - бы оторвать осадок от поверхности, то есть преодолеть силу адгезии нужно приложить к нему соответствующую силу отрыва. Адгезия осадка твердой фазы ПККП вызывается действием различно своей природе сил: молекулярных, кулоновых и капиллярных [10].

Присутствие жидкости на границе между металлической фильтрующей поверхностью и осадком препятствует их сближению, что значительно уменьшает проявление молекулярных сил. Поэтому можно полагать, что основная роль в прилипании осадка к фильтрующим поверхностям двух цилиндров и виткам спирального очистителя принадлежит капиллярным силам.

Сила адгезии $F_{тж}$ при отрыве слоя осадка спиралью фильтра с перфорированных цилиндров определяется из выражения

$$F_{Тж} = \sigma_{Тп} + \sigma_{жп} - \sigma_{Тж}, \qquad (1)$$

$\sigma_{Тп}, \sigma_{Тж}$- поверхностные натяжения на границах твердой фазы соответственно с пеной и жидкостью, Н;

$\sigma_{жп}$ - поверхностное натяжение на границе жидкости с пеной, Н.

Сила отрыва $F_{отр}$, тангенциально приложенная к рабочей поверхности витка очистителя, тратится на преодоление сил трения и определяется из выражения

$$F_{ОТР} = K_{ПР} \cdot f_1 \cdot F_{Н}, \qquad (2)$$

$К_{пр}$ - число фильтрующих поверхностей ($К_{пр}$ = 2);

f_1- коэффициент трения осадка по фильтрующей поверхности;

F_H-нормальная сила, прижимающая осадок к фильтрующей поверхности, Н.

Исследованиями фильтрационных свойств ПККП установлено, что процесс фильтрования интенсивно происходит при толщине осадка равного

0,005 м, а затем скорость фильтрования снижается. Поэтому при обосновании частоты вращения спирального очистителя предельно допустимая толщина слоя осадка принята 0,005 м. Так как, очиститель выполнен в виде трехзаходной спирали, то за один оборот счищается образовавшийся осадок (Рисунок 1).

Частота вращения трехзаходного спирального очистителя определяется из выражения

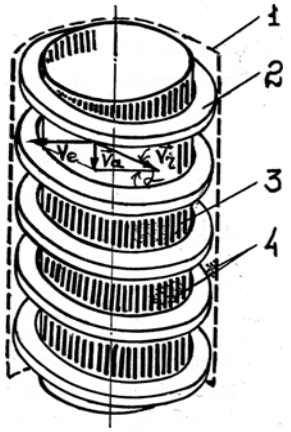
$$n_c = \frac{1}{T_1} \text{ мин}^{-1} \quad (3)$$

где T_1 -время одного оборота очистителя (мин.), которое связано с временем образования осадка и рассчитывается по формуле

$$T_1 = 60\, t_{c\,p.} \quad (4)$$

Движение слоя осадка вместе с вращающейся спиралью (Рисунок 1), при условии, что он покоится относительно спирали, будет, переносное, а движение (скольжение) слоя осадка по виткам спирального очистителя - относительное.

В идеальном случае абсолютное движение будет прямолинейное и направлено параллельно оси вращения спирального очистителя.



1- внешний цилиндр, 2 - очиститель, 3 - внутренний цилиндр, 4 - осадок.

Рисунок 1 - Схема к расчету скорости движения осадка твердой фазы фильтра (привод спирали не показан)

Абсолютная скорость слоя осадка определится по теореме сложения скоростей [4]:

$$\overline{W}_a = \overline{W}_e + \overline{W}_r, \quad (5)$$

где $\overline{W}_a, \overline{W}_e, \overline{W}_r$ - соответственно абсолютная, переносная и относительная скорости движения слоя осадка, м/с.

Относительная скорость $\overline{W}_r$ направлена по касательной к винтовой поверхности спирали. Переносная скорость $\overline{W}_e$ направлена к окружности, которую описывает точка спирали во вращательном движении, с которой в данный момент совпадает движущийся слой осадка. Абсолютная скорость $\overline{W}_a$ параллельна оси спирального очистителя. Следовательно, угол между

абсолютной скоростью $\overline{W}_a$ и переносной - $\overline{W}_e$ равен 90°. Из прямоугольного треугольника абсолютная скорость равна

$$W_a = W_e \cdot Ctg\alpha, \qquad (6)$$

где α - угол наклона витков спирали к оси вращения.

Переносная скорость слоя осадка - это скорость во вращательном движении:

$$W_e = \omega_e \cdot R_{cp,} \qquad (7)$$

где R_{cp}- средний радиус осадка, м.

Угловая скорость движения слоя осадка определяется из выражения

$$\omega_e = \frac{2\pi}{t_{cp}} \quad , \qquad (8)$$

t_{cp} – среде время образования осадка, с.

Масса сгущенного осадка твердой фазы ПККП (m_1), счищаемая в секунду с фильтрующей поверхности внешнего цилиндра и транспортируемая в нижнюю часть фильтра определяется соотношением

$$m_1 = \rho_0 \frac{V_0}{H} \cdot W_a, \qquad (9)$$

где V_0 - объём сгущенного осадка, м ^{3};

ρ_0 - плотность сгущенного осадка, кг/м.^{3};

H – высота фильтра, м.

Объём сгущенного осадка определяется из выражения

$$V_0 = \left(R_1^2 - R_2^{\,2}\right)\pi H - 2\pi n_в z h_c S_c \left(R_1 - R_2\right) \ , \qquad (10)$$

где R_1 и R соответственно радиус внешнего и внутреннего перфорированного цилиндра, м ;

$n_в$- число витков в одном заходе спирали;

z – число заходов спирали;

h_c – толщина витка спирали, м;

S_c – шаг спирали, м.

Подставив в выражение (9) все символы, получим количество осадка, удаляемого с перфорированной поверхности внешнего цилиндра за одну секунду

$$m_1 = \rho_0 \pi \left[\left(R_1^2 - R_2^{\,2}\right) - \frac{2 n_в z h_c S_c}{H} \left(R_1 - R_2\right) \right] \omega_e R_{cp} Ctg\alpha \qquad (11)$$

Аналогично рассматривая процесс фильтрования на поверхности внутреннего цилиндра определяется количество массой m_2 удаляемого за одну секунду

$$m_2 = \rho_0 \pi \left[\left(R_1^2 - R_3^{\,2}\right) - \frac{2 n_в z h_c S_c}{H} \left(R_1 - R_3\right) \right] \omega_e R'_{cp} Ctg\alpha \ , \qquad (12)$$

R'_{cp} – средний радиус осадка, образуемого на поверхности внутреннего цилиндра, м.

Так как удаление осадка с поверхностей внешнего перфорированного и внутреннего перфорированного цилиндров происходит одновременно, то производительность фильтра определится выражением

$$Q_{\Phi} = m_1 + m_2 \qquad (13)$$

Таким образом, предложены математические модели, определяющие процесс удаления продуктов картофелекрахмального производства, сила адгезии при отрыве слоя осадка спиралью фильтра с перфорированных цилиндров, сила отрыва, тангенциально приложенная к рабочей поверхности витка очистителя, частота вращения трехзаходного спирального очистителя, абсолютная скорость слоя осадка, и количества осадка удаляемого с поверхности внешнего и внутреннего перфорированного цилиндра трехзаходным спиральным очистителем за час.

Динамический фильтр – сгуститель испытывался в производственных условиях, где зарекомендовал с положительной стороны. Он работал безотказно и не требовал очистки.

Фильтр-сгуститель широко может использоваться в линиях при производстве сока из овощей, плодов и ягод.

Библиографический список

1. Атлас. Морфология крахмала и крахмалопродуктов [Электронный ресурс] / В.В. Литвяк [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2013. — 218 с. — 978-985-08-1521-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29414.html

2. Переработка побочных продуктов картофелекрахмального производства //Пищевая промышленность, сер. 19. Крахмалопаточная промышленность. – М.: 1991, вып. 7. – 24 с.

3. Жужиков В.А. Фильтрование. – М.: Химия. 1980. – 400 с.

4. Гусак А.А. Справочник по высшей математике [Электронный ресурс] / А.А. Гусак, Г.М. Гусак, Е.А. Бричикова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: ТетраСистемс, 2009. —638 с. — 978-985-470-952-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/28224.html

5. Орешкина М.В., Ульянов В.М. Переработка побочных продуктов картофелекрахмального производства на корм животным / М. В. Орешкина, В.М. Ульянов//Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2014. - №5.- С.20 …22.

6. Орешкина М.В., Груздев А.А. Фильтр – пресс для разделения суспензий и отжима осадка // Пат. РФ №2162726. МПК B 01 D 35/00 , B 30 B 9/12. / Опуб. 10. 02. 2001, бюл. №4

7. Орешкина М.В.Ульянов В.М.Обоснование конструкции обезвоживателя картофельной мезги //Комплексная механизация возделывания сельскохозяйственных культур / Сборник научных трудов. М.: 1991.- С. 137…142.

8. Орешкина М.В.Экологически чистая технология и технических средства переработки отходов картофелекрахмального производства //Методы

исследования, паспортизация и переработка отходов /Тезисы докладов межгосударственной научно – технической конференции. Ч. 2. – Пенза, 1994.- С. 70…71.

9. Орешкина М.В.Ульянов В.М.Исследование процесса механизации обезвоживания отходов картофелекрахмального производства //Сборник научных трудов по животноводству, механизации, экономике, посвященной 150 –летию со дня рождения П.А. Костычева. - Рязань, 1995.- С.123…124.

10. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. М.: Наука, 2011. 384 с.

11. Ульянов В.М., Утолин В.В., Счастливова Н.В.Показатели эффективности механических обезвоживателей //Сборник научных трудов. Посвящается 60 –летию инженерного факультета. Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. Рязань, 2011.- С. 105…109.

12. Ульянов В.М., Утолин В.В., Счастливова Н.В. Критерий качества разделения дисперсных систем / Ульянов В.М., Утолин В.В., Счастливова Н.В. //Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. № 5.- С. 29…31.

13. Использование теплового излучения для обезвоживания и термообработки продуктов растениеводства [Текст] / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, И.Ю. Тюрин и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 448-452.

14. Терёхина, О.Н. Урожайность и качество клубней картофеля при использовании биопрепаратов [Текст] / О.Н. Терёхина, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2019. - № 1 (41). - С. 155-159.

15. Никитов, С.В. Особенности декларирования соответствия качества семенного картофеля, ввозимого на территорию РФ, и его сорта [Текст] / С.В. Никитов, Е.И. Лупова, К.Д. Сазонкин // В сборнике: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России // Материалы национальной научно-практической конференции, 2016. С. 462-465.

УДК 631.355

Очилдиев О.Ш.
НИИ механизации сельского хазяйства, г. Янгиюль, Узбекистан

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПРАВИТЕЛЯ-ДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ АДАПТАЦИИ ЗЕРНОВОЙ ЖАТКИ ПРИ УБОРКЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Статья посвящается исследованиям по определению оптимальных параметров направителя-делителя для адаптации зерновой жатки при уборке подсолнечника.

Одним из важных и ответственных периодов в производстве сельскохозяйственных культур является уборка, которую необходимо осуществлять своевременно, в сжатые сроки, с минимальными потерями, а также в соответствии с агротехническими требованиями. Из-за благоприятных погодных условий в Узбекистане масличные культуры (соя, подсолнечник, сафлор) убираются однофазным способом с помощью зерноуборочных комбайнов.

Если соя и сафлор убираются зерноуборочными комбайнами оснащенные зерновой жаткой, то при уборке подсолнечника должны применяться специальные или переоборудованные, т.е. адаптированные зерновые жатки [1].

Так как в Узбекистане массово выращивать сою, подсолнечник и сафлор начали относительно недавно, исследования по улучшению качества проводимых технологических операций при выращивании этих масличных культур являются актуальными.

Если для уборки сои и сафлора необходимо проводить исследования по определению оптимальных технологических параметров и режимов работы рабочих органов зерноуборочного комбайна в зависимости от типа комбайна, полевых условий, особенностей убираемой культуры и других факторов, характерных для условий республики. Так как использование не адаптированных зерновых жаток приведет к резкому увеличению потерь семян за жаткой, то для исследований по уборке подсолнечника необходимо особое внимание уделять жатвенной части комбайна

В Узбекистане подсолнечник выращивается фермерскими и дехканскими хозяйствами, в основном, как повторная культура после зерновых на относительно небольших площадях чуть более 35 тыс. га [2]. Поэтому для уборки подсолнечника в условиях Узбекистана экономически выгодным является адаптировать зерновую жатку путем использования приспособления к жатке зерноуборочного комбайна для уборки подсолнечника.

В связи с этим в НИИ механизации сельского хозяйства республики Узбекистан разработано приспособление к жатке зерноуборочного комбайна для уборки подсолнечника (Рисунок 1).

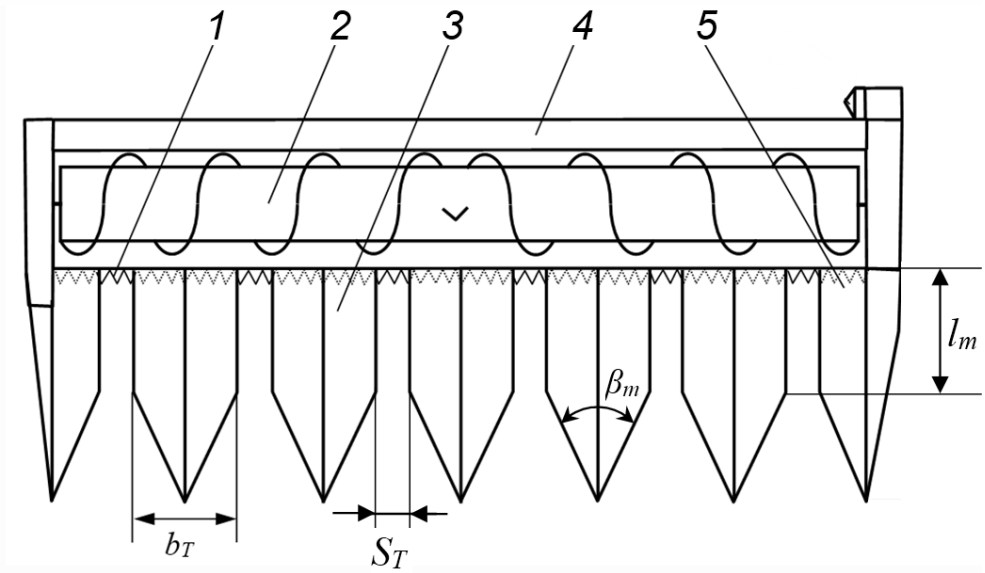
Основными параметрами направителей-делителей являются, длинна, ширина или зазор между делителями а также угола установки относительно дна жатки. Поэтому нами проведены теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию этих параметров.

Теоретическую длину направителя-делителя находим из условия что срезанные корзинки которые падают впереди жатки (в основном это изогнутые по направлению движения комбайна) должны падать на направитель-делитель которую определяем из нижеследуещего условия [3].

$$L_T \geq x_{к_1} + S_1 - S_к, \qquad (1)$$

где $x_к$ – горизонтальное расстояние от основания стебля до центра тяжести корзинки который прогнулся вследствии воздействия комбайна до среза, м; S_1 – проекция относительно горизонта движения срезанной корзинки за время

падения до уровня дна жатки, м; $S_к$ – расстояние пути комбайна за время падения срезанной корзинки до уровня делителя-направителя, м.



1-сегментно-пальцевый режущий аппарат; 2-шнек; 3-направители-делители; 4-задняя сторона жатки; 5-боковой нанаправитель-делитель.

Рисунок 1 – Приспособление к жатке зерноуборочного комбайна для уборки подсолнечника

Горизонтальное расстояние от основания стебля до центра тяжести корзинки который прогнулся вследствии воздействия комбайна до среза определили по следующему выражению.

$$x_{к_1} = \sin(arctg\frac{x_к}{y_к} + \varphi)\sqrt{x_к^{\ 2} + y_к^{\ 2}}\ , \qquad (2)$$

где $x_к$, $y_к$ – горизонтальная (по оси x) и вертикальная (по оси y) точка расположения центра тяжести корзинки, м; φ – угол наклона корзинки в следствии воздействия комбайна относительно первоначального положения, град.

Проекция по оси X движения срезанной корзинки за время падения до уровня дна жатки находим из следующего выражения

$$S_1 = V_{0x}t_1\,, \qquad (3)$$

где V_{0x} – проекция по оси x угловой скорости корзинки вследствии наклона стебля, м/с; t_1 – время падения корзинки до уровня жатки, с.

Расстояние пути комбайна за время падения срезанной корзинки до уровня делителя-направителя определяем из следующего выражения.

$$S_к = V_к t_1\,. \qquad (4)$$

где $V_м$ – скорость комбайна, м/с.

Исходя из данных, выражение (1) будет иметь следующий вид

$$L_T \geq (V_{0x} - V_м)t_1 + \sqrt{x_к^{\ 2} + y_к^{\ 2}}\,\sin(arctg\frac{x_к}{y_к} + \varphi)\,, \qquad (5)$$

Данное выражение дает возможность вычитать минимальную длинну

делителя-направителя. Подставив значения $x_{к_1}$ = 0,54 м; S_1 = 0,33 м и $S_к$ = 0,37 м то получим что минимальной значение длинны должно быть не менее 0,51 м.

Чтобы проверить точность теоретических исследований нами проведены экспериментальные исследования по определению оптимальных параметров делителя-направителя. В экспериментальных исследованиях проводились опыты по влиянию длинны делителя-направителя на потерю семян подсолнечника за жаткой. На комбайн поочередно смонтировали делители-направители разной длинны (400, 500, 600, 700 и 800 см) и определены потери семян (Рисунок 2).

Из графика (Рисунок 2) видно что при длинне направителей-делителей от 400 см до 600 см потеря семян изменилась в сторону уменьшения от 4,3 процента до 2,2 процента, далее с увеличением длинны потеря семян увеличилась при длине 700 см до 2,5 процента а при длине 800 см до 2,9 процента. Это объясняется тем что при длине 400-500 см срезанные корзинки частично не падали на делитель-направитель а при длине 700-800 см увиличилась потеря семян за счет несрезанных корзинок, так-как при увеличении длины делитель-направитель прогибал некотрые стебли вперед и стебли не срезались.

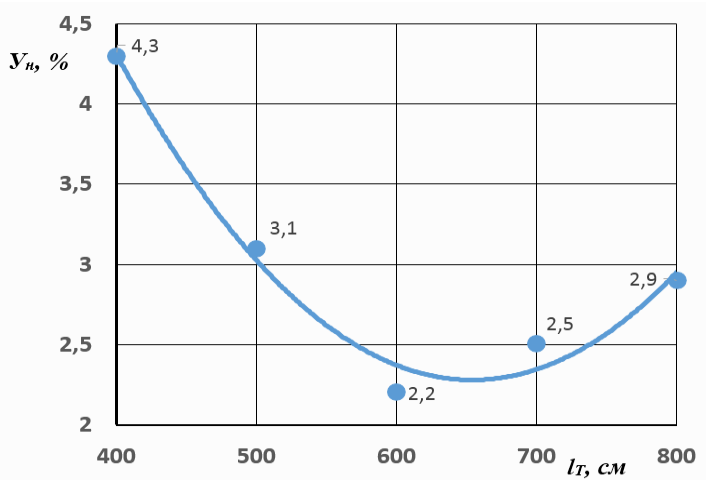


Рисунок 2 – Влияние длины делителей-направителей (l_T) на потерю семян подсолнечника ($У_н$) за жаткой

Следующие исследования направлены на обоснование ширины делителя-направителя или зазора между ними.

Ширину делителя-направителя b_T находим из условия [3]

$$d_к^{\min} > b_T < b_{ш.м.}, \qquad (2)$$

где $d_к^{\min}$ – диаметр минимального диаметра корзинок, см; $b_{к.о.}$ – ширина междурядий, см.

При этом зазор должен быть равен или больше чем расстояние между пальцами режущего аппарата. Если учесть что минимальный диаметр корзинки подсолнечника около 12-14 см, расстояние между пальцами 7,6 см, при ширине

междурядий 70 см ширина делителя-направителя должна быть 56-62,4 см, при ширине междурядий 90 см должна быть 76-82,4 см.

В экпериментальных исследованиях провели экспериментальные исследования по определению влияния зазора между делителями (ширина делителя) на потерю семян подсолнечника за жаткой (Рисунок 3).

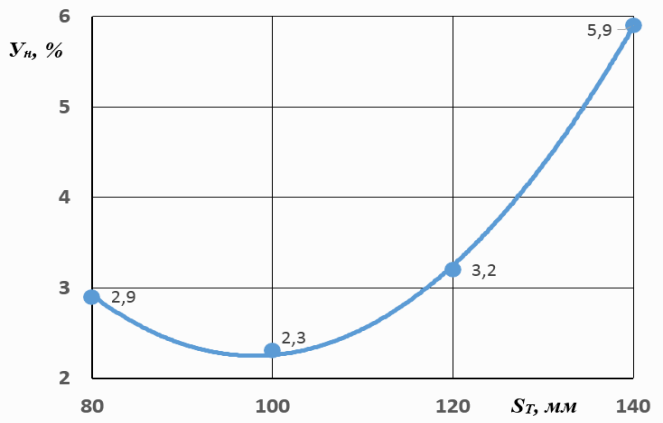


Рисунок 3 – Влияние зазора между делителями-направителями (S_T) на потерю семян подсолнечника ($У_н$) за жаткой

Как видно из графика (Рисунок 3) при зазоре 80 мм потеря семян составила 2,9 процента, при 100 мм потеря составила 2,3 процента, далее с увеличением зазора потеря семян увеличивается при 120 мм 3,2 процента а при 140 мм до 5,9 процента.

Это объясняется тем что при зазоре 80 мм некоторые стебли которые сильно отклонились от линии посева прогибаются под жатку а при зазоре 120 - 140 мм срезанные корзинки с минимальным диаметром проваливаются в зазор.

Далее нами проведены исследования по обоснованию угла установки делителя-направителя относительно дна жатки. В экспериментальном опыте делители-направители поочередно установлены под углом 0, 5, 10 и 15 градусов и определены потери семян подсолнечника за жаткой в зависимости от угла установки (Рисунок 4).

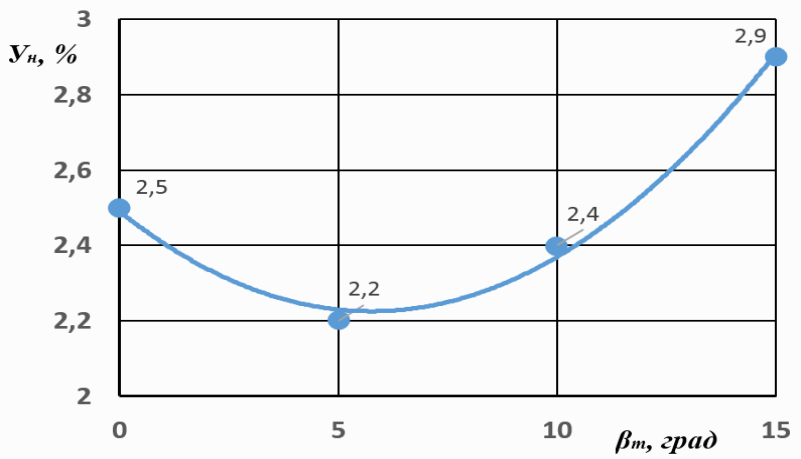


Рисунок 4 – Влияние угла установки делителя-направителя (β_m, *град*) относительно дна жатки на потерю семян подсолнечника ($У_н$) за жаткой

Как видно из графика (Рисунок 4) при установке 0 градусов потеря семян составила 2,5 процента при 5 и 10 градусах соответственно 2,2 и 2,4 процента а при 15 градусах повысилась до 2,9 процента.

Анализируя проведенные теоретические и экспериментальные исследования нами приняты в качестве оптимальных параметров следующие значения длина (l_T) – 0,6 м, зазор между делителями-направителями (S_T) – 0,1 м а угол установки относительно дна жатки – 5 градусов. При данных параметрах адаптированная жатка для уборки подсолнечника отвечает агротехническим требованиям котрые предявляются уборку подсолнечника.

Библиографический список

1. Тимонина Т.А. Машины для уборки подсолнечника// Сельскохозяйственные машины и технологии. – Москва, 2008. – №3(4). – С. 41-42.

2.Статистический анализ основных показателей отрасли сельского хозяйства республики в 2000-2016 годах [Электронный ресурс] – http:stat.uz/ru/433-analitich

3. Astanakulov K.D., Ochildiyev O.Sh. Research the length of divider-guide of the cereal combine harvester’s header for adaptation to harvest the sunflower // European science review – Vienna, 2018. – №11-12, November–December Volume 1 – P. 71-73.

4. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов [Текст] / В.В. Коченов, Н.Е. Лузгин, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 98-102.

5. Коченов, В.В. Направления повышения производительности зерноуборочных комбайнов [Текст] / В.В. Коченов // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона. Материалы 66-й международной научно-практической конференции. – Рязань, Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. – С. 153-157.

6. Виноградов, Д.В. Перспективы и основные направления развития производства масличных культур в Рязанской области [Текст] / Виноградов Д.В., Ванюшин П.Н. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2012. - № 1 (13). - С. 62-65.

7. Виноградов, Д.В. Особенности выращивания подсолнечника на маслосемена в условиях рязанской области [Текст] / Д.В. Виноградов, М.П. Макарова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. - № 7 (106). - С. 154-157.

УДК 631.363.258/638.178

Бышов Д.Н., к.т.н.,
Каширин Д.Е., д.т.н.,
Павлов В.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОЙ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Традиционно для получения воска в условиях пасеки пчеловоды перетапливают в паровых или водяных воскотопках выбракованные пчелиные соты, которые, как правило, сильно загрязнены испорченной пергой [8]. Такие соты нецелесообразно перерабатывать сухим методом, так как выход воска при этом будет небольшим [9, 11, 12].

При влажном методе переработки восковое сырье взаимодействует с влажным паром, горячей водой или конденсатом. Воск, полученный влажным методом, будет содержать в себе больше воды и загрязняющих примесей, перешедших в него дополнительно из растворимых в воде компонентов воскового сырья. Кроме, того при контакте с горячей водой и периодическом перемешивании в ней разваренного сырья возможно образование эмульсий [1, 4, 10, 15]. Наличие в сотах перги существенно осложняет процесс добывания воска, загрязняет получаемый воск, при этом снижается его сортность, примеси частично растворяются в расплавленном воске, впитывая при этом большое количество воска, в результате чего образуется много отходов воскового производства – мервы и вытопок. В большинстве случаев мерва не подлежит дальнейшей переработке в качестве воскового сырья.

Для получения качественного воска с минимальным содержанием загрязняющих примесей и невосковых частиц рекомендуется перед перетопкой проводить замачивание кусков сотов в теплой воде в течении 2-3 суток. Воду необходимо менять несколько раз [15]. Однако на практике пчеловоды редко прибегают к такой процедуре, так как это требует дополнительных затрат труда, времени и ресурсов. Кроме того, длительное замачивание в теплой воде воскового сырья, имеющего рыхлую, неоднородную структуру с большим содержанием органических компонентов, приводит к развитию патогенной микрофлоры и гнильцовых поражений, что делает восковое сырье непригодным для дальнейшей переработки [2, 3, 5, 6].

Данное обстоятельство указывает на необходимость проведения предварительной очистки воскосырья от примесей перед его горячей переработкой. Такая очистка должна осуществляться за относительно короткое время путем интенсивного механического перемешивания массы воскосырья в воде, что приведет к удалению водорастворимых компонентов и большей части не растворимых или частично растворимых в воде загрязняющих примесей, таких как перга. Значительное уменьшение содержания загрязнений в

расплавленном воске позволит увеличить выход воска и улучшить его качество [7, 15].

Предлагаемый способ проведения предварительной очистки защищен патентом на изобретение RU 2656968 [13]. Способ включает подготовку воскосырья (отбор суши сотов, отделение ее от рамок, разделение на куски и охлаждение), измельчение кусков сотов, непродолжительное замачивание измельченного воскового сырья в воде (в течение 2-3 часов) с последующим механическим перемешиванием (до 1 часа с интенсивностью 15-25 Вт/дм^3).

Для осуществления указанного способа нами разработана специализированная установка, которая позволяет проводить измельчение и водное перемешивание воскового сырья, при этом оба процесса осуществляются в одном агрегате. Конструкция установки защищена патентом на изобретение RU 2672403 [14].

Установка состоит из металлической рамы с расположенной на ней цилиндрической камерой гидравлической очистки. На камере гидравлической очистки установлена цилиндрическая камера измельчения, снабженная загрузочной горловиной. Внутри обеих камер вертикально установлен рабочий вал. В зоне камеры измельчения рабочий вал, привод которого осуществляется от электродвигателя, снабжен рабочими органами в виде штифтов, а в зоне камеры гидравлической очистки рабочий вал снабжен мешалками. Камера измельчения имеет дно, образующее со стенкой камеры кольцевой зазор, в котором радиально расположены противорезы. Под противорезами установлен конический отражатель. В верхней части камеры измельчения имеется ограничительная пластина. В корпусе камеры гидравлической очистки имеется сливной патрубок и патрубок для наполнения камеры водой, снабженный крышкой.

Работа установки осуществляется следующим образом. Через патрубок в камеру гидравлической очистки заливается вода до уровня, контролируемого визуально или при помощи электронного датчика. Заранее подготовленные куски пчелиных сотов (отделенные от рамок и охлажденные до температуры -3…-8°С) площадью от 20 до 100 см^2 помещают в загрузочную горловину, откуда они под действием силы тяжести поступают в камеру измельчения и под ударным воздействием штифтов измельчаются до образования массы, содержащей частицы с сохранившейся структурой сотов площадью от 0,7 до 5 см^2 и гранулы перги, заключенные в восковые оболочки. Измельченная масса подвергается вторичному измельчению благодаря наличию штифта прямоугольного сечения, вращающегося непосредственно над кольцевым зазором с противорезами. Вторично измельченная масса, состоящая из восковых частиц в виде чешуек различной геометрической формы толщиной 0,3-3 мм и площадью до 25 мм^2 и разрушенных гранул перги, проходя вниз по наклонной поверхности влагозащитного конического отражателя, направляется в камеру, где подвергается интенсивному перемешиванию в воде, при этом водорастворимые примеси переходят в раствор, а частицы перги и органических загрязнений диспергируются. По окончании процесса очистки

водяную смесь воскового сырья сливают через сливной патрубок на фильтровальное сито и подготавливают к перетопке или высушивают для хранения.

Как следует из представленного описания, основная идея предлагаемого технического решения заключается в совмещении в одном агрегате двух устройств – измельчителя и устройства для перемешивания. Такое решение позволяет: 1) сократить время, необходимое для перезагрузки измельченного материала из измельчителя в перемешивающий аппарат; 2) удешевить стоимость оборудования (один привод на два процесса); 3) более рационально использовать производственную площадь благодаря вертикальной компоновке агрегата.

Предлагаемые способ и установка позволяют получать очищенное восковое сырье с количеством примесей перги и органических загрязнений, не превышающем 1-3 %, которое подлежит дальнейшей переработке на паровой или водяной воскотопке [2, 4, 13, 14].

Библиографический список

1. Бышов Д.Н. Исследование дисперсионных свойств перги различного гранулометрического состава/ Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1 (33). – С. 69-74.

2. Исследование эффективности очистки воскового сырья в воде при интенсивном механическом перемешивании/ Д.Н. Бышов, Каширин Д.Е., Павлов В.В. и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 12 (135). – С. 115-122.

3. Бышов Д.Н. К вопросу механизации очистки воскового сырья/ Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 45-48.

4. Бышов Д.Н. К вопросу механизированной очистки воскового сырья / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Аграная наука в инновационном развитии АПК Материалы международного молодежного аграрного форума. Сборник научных статей. Под редакцией В.А. Бабушкина. – 2018. – С. 49-55.

5. Бышов Д.Н. Результаты многофакторного экспериментального исследования дисперсионных свойств перги / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (125). – С. 115-121.

6. Бышов Н.В. Исследование гигроскопических свойств перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, М.Н. Харитонова // Вестник КрасГАУ – 2013. – №2. – С.122-124.

7. Бышов Н.В. Исследование гигроскопических свойств перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета №2-2, 2011. С.14-15.

8. Бышов Н.В. Исследование отделения перги от восковых частиц / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Техника в сельском хозяйстве – 2013. – №1. – С.26-27.

9. Исследование процесса получения воска из воскового сырья различного качества [Текст] / Н. В. Бышов, Бышов Д.Н., Каширин Д.Е. и др. // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 145–149.

10. Бышов, Д.Н. Исследование гигроскопических свойств загрязнителей воскового сырья [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2016. – Спецвыпуск №2. – URL http://e-journal.omgau.ru/index.php/s

11. Бышов, Д.Н. Исследование гранулометрического состава загрязненного воскового сырья [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2016. С. 463-465.

12. Бышов, Д.Н. К вопросу влияния загрязнений, содержащихся в пчелиных сотах, на выход товарного воска [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Образование, наука, практика: инновационный аспект. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2015. С. 280-282.

13. Пат. № 2656968 РФ. МПК А01К 51/00. Способ очистки воскового сырья / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов. – Заявл. 20.02.2017; опубл. 07.06.2018, бюл. № 16.

14. Пат. № 2672403 РФ. МПК А01К 59/06. Установка для очистки воскового сырья / Д.Н. Бышов [и др.] – Заявл. 05.02.2018; опубл. 14.11.2018, бюл. № 32.

15. Технология получения воска и переработки воскового сырья на пасеках: Рекомендации/ Научно-исследовательский институт пчеловодства // Аграрная Россия: информационный бюллетень. – 2000. – №1.

16. Исследование теплофизических и реологических свойств воскового сырья и воска [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, Н.Б. Нагаев и др. // Сб.: Исследования молодых ученых – аграрному производству: Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки. Ассоциация аграрных вузов ЦФО. – Белгород, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. – С. 102-110.

17. Исследование процесса вытопки воска / В.Ф. Некрашевич, Т.В. Торженова, Н.Е. Лузгин и др. // Пчеловодство. – 2014. – № 3. – С. 50-51.

УДК 631.671.1

Плаксин А.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ ПОМОГУТ РАЗВИТИЮ МЕЛИОРАЦИИ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Мелиорация земель – это один из существенных факторов интенсификации сельского хозяйства, создания благоприятных условий для

улучшения плодородия почв и обеспечения высокорентабельного и конкурентоспособного сельскохозяйственного производства.

Мелиоративные системы построены на площади около 3,41 млн. га, что составляет более 16% территории страны. На одно хозяйство приходится в среднем 1020 га, осушенных земель. В 15 районах государства осушенные земли составляют более 50% площади сельскохозяйственных угодий и обеспечивают производство основной части продукции растениеводства. Мелиоративные системы включают 176,5 тыс. км каналов и водоприемников, 89 тыс. гидротехнических сооружений, 968,1 тыс. км закрытых дренажных систем, 488 насосных станций.

На мелиоративных системах, построенных 20 – 30 лет назад, продуктивность сельскохозяйственных угодий снизилась до 50% против проектной. Такие системы требуют реконструкции и внедрения инновационных технологий в процессы регулирования водновоздушного режима осушаемых земель.

Рязанская область – исторически сложившийся аграрный регион, для которого мелиорация земель традиционно играет важную роль. Это обуславливается наличием плодородных земель на данной территории: на севере – супесчаные подзолисто-болотные почвы, а на юге – черноземные. Принимая во внимание эти географические и природно-климатические особенности, разумное применение мелиорации создает необходимое условие получения высокого и стабильного урожая многих видов сельскохозяйственных культур и сберегает почвы от разрушения.

Важно понимать, что речь идет не только о поддержании сбалансированного водно-воздушного режима почв, но и об агрохимической мелиорации, так как около 500 тыс. га земель в Рязанской области обладают повышенной кислотностью. В последнее время рязанские аграрии стали постепенно возвращать неиспользуемую пашню в сельскохозяйственный оборот, тем самым стало необходимо уделять большее внимание проведению культуртехнических мероприятий.

Согласно данным сайта Рязаньмелиоводхоза площадь мелиорируемого фонда в Рязанской области составляет 125 тыс. га, из них около 30 тыс. га – орошаемые земли [1]. Орошение таких угодий, как правило, происходит за счет воды, которая поступает по вырытым каналам в места ее забора.

Вода в оросительных каналах очень ценный продукт, подаваемый в места нехватки естественных водоемов, где ощущается дефицит живительной влаги. Но, к сожалению, далеко не вся она доходит до пункта назначения. Большая часть подаваемой по земляным каналам воды просачивается из них в низлежащие грунты. Такие потери недопустимы для сельского хозяйства. Разумеется, существует множество технологий, которые, используя специальные противофильтрационные материалы, разделяющие толщу земли от профиля канала, препятствуют потерям водного объема (Рисунок 1)[2].

Рисунок 1 – Применение противофильтрационных материалов в оросительных системах

Неплохо себя показывают каналы, конструктивно выполненные из железобетона. Но бетон со временем тоже начинает разрушаться под действием эрозии, вызываемой потоком воды.

Рисунок 2 – Оросительный канал в железобетонном исполнении

Возникает проблема своевременного предотвращения утечек воды из оросительных систем.

Один из способов решить данный вопрос помогает строительство, реконструкция, обслуживание и ремонт оросительных систем с использованием цифрового подхода [3]. А именно внедрение в данную область информационной структуры, роль которой постоянно сигнализировать о текущем состоянии мелиоративной системы.

Суть данного подхода сводится к установке измерительного и сигнализирующего оборудования в конструкцию мелиоративной системы для отслеживания интересующих параметров.

Данное оборудование на оросительных системах должны выполнять следующие функции:

1. измерение технологических параметров (уровней, напоров, расходов, подачи и стока воды, положения затворов, установок автоматических регуляторов);

2. сигнализация состояния контролируемых объектов (неисправность оборудования, положение двух позиционных объектов, состояние насосных агрегатов);

3. аварийная сигнализация предельных уровней оросительных каналов, коллекторов и дрен, несрабатывание сброса;

4. управление двухпозиционными объектами (включать или отключать);

5. регулирование положения исполнительных органов, механизмов отработки задания и установок автоматических регуляторов.

Обработанный массив данных, полученный от тех или иных датчиков и сигнализаторов, будет отражать реальную картину состояния оросительного канала, позволит контролировать заданный уровень водного потока, его скорость, а также поможет избежать непредвиденных утечек.

Одним из признаков технического совершенства реконструированной мелиоративной системы является ее автоматизация в той или иной степени. С учетом этого весьма желательно обучить студентов основным приемам автоматизации, принципам выбора средств автоматики, формулированию целей и задач систем автоматического измерения, контроля и регулирования основных параметров мелиорируемого объекта с тем, чтобы способствовать получению высоких, устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

В настоящее время модернизация и техническое совершенствование мелиоративных систем сочетается с обязательным требованием энерго – ресурсосбережения. Автоматизация позволяет реализовать на практике это требование.

Автоматизацию какого-либо технологического процесса следует начинать с изучения его характеристик, назначения, специфических особенностей, условий, в которых он протекает, а также свойств и характеристик отдельных объектов автоматизации.

В соответствии с этим нужно рассмотреть мелиоративные системы как объекты, которые намечено автоматизировать, и установить рациональные объемы работ [4,5].

В настоящее время выпускают много устройств, которые решают данную задачу в других регионах нашей страны и за рубежом. Они компактны и экономичны.

Но, разумеется, данные устройства на оросительных системах должны постоянно совершенствоваться и улучшаться, а также работать комплексно и автоматизированно. В свое время, это поможет достичь правильного водораспределения по оросительной системе на основе составленных хозяйственных и системных планов без внешних потерь водного потока. Именно поэтому требуется, чтобы все устройства и средства контроля находились в полной исправности и работали безотказно.

Таким образом, подводя итог, стоит отметить: цифровой подход в создании новых и обслуживании уже существующих мелиоративных систем, без сомнений, окажет положительный эффект, как с технической, так и с экономической точки зрения. Сокращение потерь водного потока повысит производительность оросительного канала, что в свою очередь позитивно скажется на энергозатратах. Как следствие, в совокупности всех факторов, это благоприятно скажется на продовольственной безопасности и жизнеобеспечении человека.

Библиографический список

1. http://meliovod62.ru
2. https://www.polymery.ru;
3. Напрасников А.Т. ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ И ЦИФРОВАЯ МЕЛИОРАЦИЯ: МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 7. – С. 209-214
4. Выширев Э.В., Овчаров Е.Э. Основы автоматизации производственных процессов в гидромелиорации. – М, 1982.
5. Киселев Н.Г. Гидравлический справочник. – М, 1978.
6. Повышение эффективности работы осушительных систем при мелиорации переувлажненных почв нечерноземной зоны РФ [Текст] / С.Н. Борычев, А.С. Штучкина, О.П. Гаврилина // Вестник РГАТУ . – 2019. - №2. – С. 65-68.
7. Незерновая часть урожая как эффективный способ повышения плодородия почвы/Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов//Повышение эффективности механизации сельскохозяйственного производства: материалы научн.-прак. конф. -Чебоксары: ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2011. -С. 52-56.

УДК 66.047.38

Полякова А.А., к.т.н.,
Пустовалов А.П., д.б.н.,
Бозов И.П.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

РАЗНООБРАЗНЫЕ ПРИЕМЫ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

В сельскохозяйственной практике используют разнообразные приемы предпосевной обработки семян — обогрев, воздействие токами высокой частоты и др. Однако пока нет четко подобранных режимов для определенных культур, не выяснен физиолого-биомеханический механизм стимулирующего влияния физических факторов на семенной материал.

Живые организмы на протяжении тысячелетий формировались в условиях определенного геомагнитного поля, и вполне естественно, что они реагируют на изменение этого поля.

Прорастание семян - один из наиболее важных и сложных процессов, влияющих на прохождение всех последующих стадий развития организма. Оно характеризуется интенсивным обменом, запасные питательные вещества претерпевают значительные изменения, превращаются в жизненно необходимые для молодого организма соединения, обеспечивающие рост зародыша.

Всхожесть - важный показатель, характеризующий посевные качества семян, нормируемых государственным стандартом. Под ней понимают

способность семян образовывать нормальные проростки. Всхожесть семян, определяемая в лабораторных условиях в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, называется лабораторной всхожестью семян. Одновременно с лабораторной всхожестью определяют энергию прорастания семян, т.е. количество нормально проросших семян за определенный для каждой культуры короткий период времени. Последняя характеризует дружность и быстроту прорастания семян [1, 2, 3].

Сушка семян различных сельскохозяйственных культур является одной из основных операций их последующей обработки. Она осуществляется с целью придания семенам определенной влажности для обеспечения возможности длительного их хранения. Сушка является не только тепло-массообменым, но и технологическим процессом, который значительно влияет на качество высушиваемого материала. Её нужно осуществлять таким образом, чтобы не только сохранить посевные качества семян, но и по возможности их улучшить. Одним из путей решения этой задачи является применение осциллирующего инфракрасного способа сушки, позволяющего поддерживать температуру высушиваемого материала в заданных пределах и тем самым сохранять высокие их посевные качества, в частности энергию прорастания и всхожесть семян. Однако в настоящее время этот процесс изучен недостаточно. Предшествующие исследования показали [4, 5, 6], что в процессе осциллирующей инфракрасной сушки (ИК-сушки) происходит не только сохранение посевных качеств семян, но и их улучшение. Однако этот процесс исследован далеко не полностью, не изучено сохранение стимулирующего эффекта в зависимости от продолжительности хранения семян до момента их высева, не исследовано влияние начальной влажности семян и продолжительности ИК-воздействия на качественные показатели семян, возможность перенесения результатов исследования, полученных на семенах овощных культур, нетрадиционных и редких растений, на семена других культур. Не исследована динамики температурного поля, развивающегося в семени при осциллирующей ИК-сушке [7, 8].

Библиографический список:

1. Трифонова, М.В. Физические факторы в растениеводстве / М.Ф.Трифонова, О.В. Бляндур, А.М. Соловьев, И.П. Фирсов, А.А. Соротин, Л.В. Сиротина. М.: Колос, 1998. - 352 с.

2. Григорьев, И.В. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур, нетрадиционных и редких растений: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.02.-М., 2010.-173 с.

3. Рудобашта СП. Импульсная инфракрасная сушка семян /СП. Рудобашта, И.В. Григорьев // Промышленная теплотехника. - 2011. - Т. 33. № 8. -С 85-90.

3. Филоненко Г.К., Гришин М.А., Гольденберг Я.М., Коссек В.К. Сушка пищевых растительных материалов / Г.К. Филоненко, М.А. Гришин, Я.М.

Гольденберг, В.К. Коссек. - М.: Пищевая промышленность, 1971. - 639 с.
4. Егоров, Г. А. Технологические свойства зерна / Г. А. Егоров. - М.: Агропромиздат, 1985.-334с.
5. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Крестович. - М.: Агропромиздат, 1989. - 368 с.
6.Малин, Н. И. Энергосберегающая сушка зерна / Н. И. Малин. - М.: Колос, 2004. - 240 с.
7. Лыков, А.В. Теория сушки. - М: Энергия, 1968. - 472 с.
8. Пат. 2682885 Российская Федерация, МПК A01C1/06. Устройство для протравливания семян / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Тетерина О.А. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018106747; заявл. 22.02.2018 ; опубл. 22.03.19., Бюл. №9 : ил.

УДК 631.362.3

Расулов А.Д.
НИИ механизации сельского хозяйства, г. Янгиюль, Узбекистан

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕШЕТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРЕН МАША

Современные требования поставки зерен маша на экспорт состоят в том, что они должны быть полностью очишенны и разделены на определенный класс по размеру: 1 класс – 2,5–3,0 мм, 2 класс – 3,0-3,5 мм и 3 класс – свыше 3,5 мм.

Исходя из этого нами поставлены цель по разработке менее энерго- и материалоемкой машины для очистки зерен маша по вышеприведенным требованиям.

Исследование показали, что существующие зерноочистительные машины имеют плоские и цилиндрические решета [1, 2, 3, 9-14].

Плоские решета имея поступательно-возвратные движение, требуют сложные механизмы привода и появляется необходимость на уравновешивание инерционных сил. В цилиндрических решетах не требуются уравновешивание сил, так как они вращается равномерно и приводится в движение простым механизмом привода [3, 4, 5].

Учитывая эти премущества цилиндрических решет они выбраны в качестве основного рабочего органа и проводится исследования по разработки машины для фракционной очистки зерна маша.

Известно, что одним из недостатков цилиндрических решет является низкая используемая площадь очистки и за счет этого низкая эффективность использования из рабочей площади, т.к. в процессе работы большая часть площады решета не загружается [1, 6].

С целью уточнения процесса работы цилиндрического решета и определения дальнейших путей их усовершенствования для уменьшения вышеприведенных недостатков нами проведены теоретические исследования по выяснению движения зерна по внутренней поверхности решета.

При этом зерна маша рассмотрены как частица, анализированы разные случаи их движения, т.е. частица поднимаясь вверх с цилиндром может скользятся по поверхности или отрываеться от поверхности и свободно падает на нижнюю часть решета.

Для выделения зерен маша через отверстия решета должна обеспечиваться их относительное движение решету.

Дифференциальное уравнение движения частиц по внутренной поверхности цилиндрического решета имеет следующий вид (Рисунок 1):

$$\begin{cases} mr\ddot{\beta} = fN - mg\sin\beta, & \text{при } \dot{\beta} \le \omega \\ \dot{\beta} = \omega \text{ и } \ddot{\beta} = 0, & \text{при } \dot{\beta} > \omega \end{cases} \quad (1)$$

$$N = mr\dot{\beta}^2 + mg\cos\beta. \quad (2)$$

где m – масса частицы, кг; r – радиус цилиндра; β – угловое перемещение частицы при их абсолютном движение, градус; N – сила нормальной реакции; f – коэффициент трения частицы; g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Подставляя N из выражения (2) в выражение (1) получаем следующее уравнение:

$$r\ddot{\beta} = f\left(r\dot{\beta}^2 + g\cos\beta\right) - g\sin\beta \quad (3)$$

или

$$\frac{d\dot{\beta}^2}{d\beta} - 2f\dot{\beta}^2 = -\frac{2g}{g}\cdot\frac{\sin(\beta-\varphi)}{\cos\varphi}, \quad (4)$$

где φ – угол трения частицы.

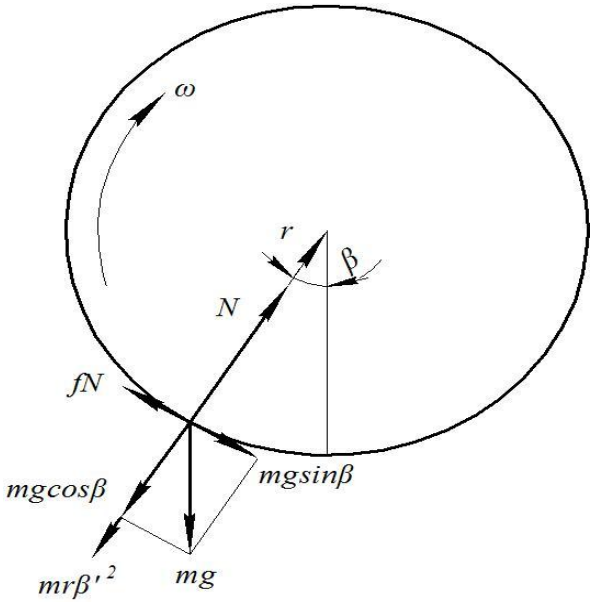


Рисунок 1 – Силы действующие на частицу по внутренной поверхности цилиндрического решета

Общее решение данного уравнения имеет вид:

$$\frac{r\dot{\beta}^2}{g} = \frac{2\cos\varepsilon}{\cos\varphi}\cos(\beta - \varphi - \varepsilon) + Ce^{2f\beta}, \qquad (5)$$

где $\varepsilon = arctg\,2f$; C - постаянное интегрирования.

В начальной момент частицы $\beta = \dot{\beta} = 0$, значить

$$C = -\frac{2\cos\varepsilon}{\cos\varphi}\cos(\varphi + \varepsilon). \qquad (6)$$

Учитывая это формулу (3) можно записать по следующему виду:

$$\frac{r\dot{\beta}^2}{g} = \frac{2\cos\varepsilon}{\cos\varphi}\left(\cos(\beta - \varphi - \varepsilon) - e^{2f\beta}\cos(\varphi + \varepsilon)\right). \qquad (7)$$

Для отрывания частицы из поверхности цилиндра удерживающая сила должна быть равна нулью, т.е.:

$$N = m\left(g\cos\beta + r\dot{\beta}^2\right) = 0. \qquad (8)$$

Из этого

$$\dot{\beta}^2 = -\frac{g\cos\beta}{r}. \qquad (9)$$

Из формул (7) и (9) имеем следующие:

$$\cos\varphi\cos\beta + 2\cos\varepsilon\cos(\beta - \varphi - \varepsilon) = 2e^{2f\beta}\cos\varepsilon\cos(\varphi + \varepsilon). \qquad (10)$$

Решение данного трансцендентного уравнения дает нам возможность определить угол отрыва β_a частицы из внутренней поверхности решета.

Для обеспечения движения частицы без отрыва от внутренней поверхности должна выполняться условие $\dot{\beta} = 0$. На основе этого условия формулу (7) можно написать по следующем виде:

$$\frac{2\cos\varepsilon}{\cos\varphi}\left[\cos(\beta - \varphi - \varepsilon) - e^{2f\beta}\cos(\varphi + \varepsilon)\right] = 0 \qquad (11)$$

или

$$\cos(\beta - \varphi - \varepsilon) = e^{2f\beta}\cos(\varphi + \varepsilon) \qquad (12)$$

Решение формулы (12) дает нам определить угол скольжения β_c частицы по внутренней поверхности решета. Решая уравнение (12) нами подстроены графики изменения угла отрыва и скольжения при различных значениях коэффициента трения *f* частицы.

Из графика видно, что при значение коэффициента трения *f* до 0,6 происходит скольжение зерен маша по внутренной поверхности, а при коэффициента трения *f* свыше 0,6 происходит их отрыв от поверхности.

Для движения зерен маша по внутренной поверхности цилиндра со скольжением угловая скорость их должна быть меньше угловой скорости цилиндрического решета, т.е. $\dot{\beta} < \omega$. Из этого $\omega_{\min} = \max\dot{\beta}$. Это значение определяется из условия $\ddot{\beta} = 0$.

$$f\left(r\dot{\beta}^2 + g\cos\beta\right) - g\sin\beta = 0 \qquad (13)$$

или

$$\dot{\beta}^2 = \frac{g\sin(\beta-\varphi)}{rf\cos\varphi} \qquad (14)$$

Из уравнения (7) и (14) образуем следующее:

$$\sin(\beta-\varphi) = 2f\cos\varepsilon\left(\cos(\beta-\varphi-\varepsilon) - e^{2f\beta}\cos(\varphi+\varepsilon)\right). \qquad (15)$$

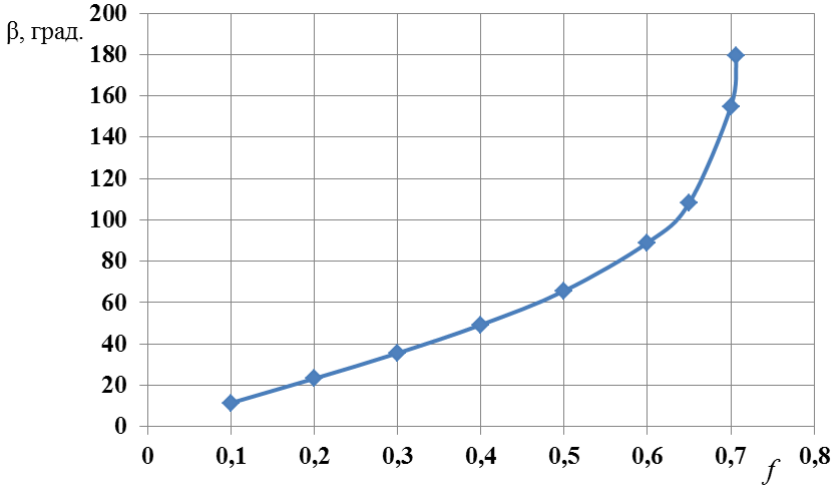


Рисунок 2 – Зависимость углов скольжения β_c и отрыва β_y зерен маша от их коэффициента трения f

Решая это трансцендентное уравнение численным методом относительно β, и подставляя ее корни в формулу (14) определяем минимальное значение угловой скорости цилиндрического решета

$$\omega_{\min} = \max\dot{\beta} = \sqrt{\frac{g\sin(\beta-\varphi)}{rf\cos\varphi}}\,. \qquad (16)$$

Например, при f=0,4 и r=0,3 м угловая скорость цилиндра будет равна ω=2,53 рад/сек или n=24,1 об/мин.

Библиографический список

1. Першин В.Ф., Однолько В.Г., Першина С.В. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа. – М.: Машиностроение, 2009. –220 с.

2. Astanakulov K.D., Karimov Yo.Z., Fozilov G.G/ Design of a Grain Cleaning Machine for Small Farms // AMA. Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America. – Japan, 2011. – № 4. – P.37-40.

3. Astanakulov K., Fozilov G., Baratov A. Researching of machines for early harvesting the cereal crops on small farms // European science review. – Austria, 2015. – №9-10. – P.127-128.

4. Пастушенко С.И., Огиенко Н.Н. Аналитические исследования процессов работы наклонного цилиндрического сепаратора // Материалы

международной научно-практической конференции: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. – Минск, 2011. – С. 245-251.

5. Астанакулов К., Умиров А., Курбанов А. Исследование движения зерна и соломистых частиц на роторном сепараторе и жалюзийном решете // Сельскохозяйственные машины и технологии. – Москва, 2012. – №6. –С.33-35.

6. Сухопаров А.А. Параметры и режимы работы цилиндрического решета с винтовым распределителем для предварительной очистки зерна // Автореферат дисс. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2014. – 20 с.

7. Определение основных параметров двухрукавного вентилятора модернизированной воздушной очистки [Текст] / В.В. Коченов, В.В. Настопырева, С.В. Коченова, М.В. Зинган // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. 26-27 апреля 2017 года, часть II. Рязань, 2017. – С. 119-123.

8. Виноградов, Д.В. Практикум по растениеводству [Текст] / Виноградов Д.В., Вавилова Н.В., Дуктова Н.А., Лупова Е.И. – Рязань: РГАТУ, БГСХА, 2018.- 320 с.

9. Бышов, Н.В. Теоретическое обоснование необходимости использования системы контроля загрузки зерноуборочного комбайна / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.В. Фокин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - №1 (32). – 2017. – С. 59-63.

10. Безносюк, Р.В. Система контроля зерноуборочного комбайна / Р.В. Безносюк, А.С. Гусев, В.В. Фокин // Студенческая наука: современные технологии и инновации в АПК: Материалы студенческой научно-практической конференции 30 апреля 2015 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета. – 2015 – С.10-12

11. Акимов, В.В. Инновационная система контроля технологического процесса подачи зернового ворох / В.В. Акимов, Р.В. Безносюк, В.В. Фокин // Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: Материалы 66-й международной научно-практической конференции 14 мая 2015 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015 – Часть 2. - С.15-18

12. Бышов, Н.В. Перспективная система контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна / Н.В. Бышов, Р.В. Безносюк, В.В. Фокин [и др.] // сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства». – М: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015 - С. 182-185.

13. Безносюк, Р.В. Теоретические исследования эффективности функционирования контроля технологического процесса зерноуборочного

комбайна / Безносюк Р.В., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К. [и др.] // В сборнике: инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона. Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". 2016. С. 13-17.

14. Костенко, М.Ю. Экспериментальное обоснование необходимости применения системы контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочных комбайнов / Костенко М.Ю., Безносюк Р.В., Фокин В.В // Материалы национальной научно-практической конференции 12 декабря 2016 г. «Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России». - Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2016. С. 90-94

УДК 631. 361.7

Рахматов О.О.,
Рахматов О., к.т.н.,
Нуриев К.К., д.т.н.,
Тўхтамишев С.С.
ГулДУ, г. Гулистан, Республика Узбекистан

МИНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПО БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛОДОВ ДЫНИ

Статья посвящена разработке средств механизации и технологии по созданию мини технологической линии для безотходной переработке плодов дыни фермерскими хозяйствами в условиях Узбекистана.

Известно, что АПК Узбекистана-одна из ведущих отраслей республики, которая располагает благоприятными почвенно- климатическими условиями и водными ресурсами, которые являются основой для активного развития плодоовощеводства, бахчеводства и виноградарства, позволяющие получать обильные урожаи. Узбекистан является одним из ведущих постсоветских Среднеазиатских республик в области возделывания бахчевых культур. До настоящего времени учеными и селекционерами выведены более 160 сортов дынь, которые по сахаристости, аромату и содержанию полезных витаминов общеизвестны во всем мире. На засоленных и богарных землях республики урожайных и богарных землях республики урожайность дыни достигает 300-400 ц/га, сахаристость некоторых сортов превышает 16-18%, а плоды лежких сортов достигают до 32-36 кг.

Сахаристые плоды дыни представляют собой хорошее сырье для промышленной переработки и при надлежащем научном и рациональном подходе можно получить из них продукты повседневного питания: джем, цукаты, мед, вяленую дыню и кроме того, из вторичных отходов-технические продукты: растительное масло и белковую муку [1, с.14]

Установлено, что при среднем механическом составе среднеазиатских дынь разных сортов, мякоть составляет 60-80 %, кожура 25-30 %, плацента с семенами 6-9 %. Отсюда, нетрудно рассчитать, что при безотходной переработке 1т. свежих плодов дыни можно получить: 150-165 кг дынного джема, 70-76 кг вяленой дыни, 2,5-3,0 кг растительного масла, 20-25 кг белковой муки [2, с.30].

Для всесторонней и комплексной переработки дыни в промышленном масштабе необходима разработка обобщенной технологической схемы, которая по нашим представлениям выглядит следующим образом (Рисунок 1).

Схема включаем три основные технологические процессы:

- технологию переработки мякоти (сушка, варка дынного меда и джема);
- технологию переработки семян дыни;
- технологию переработки кожуры.

Поскольку время созревания дыни совпадает с пиковым периодом переработки овощей и фруктов, то консервные заводы республики сосредоточены на переработке основного вида плодоовощного сырья. В связи с этим производство вяленой дыни и переработку вторичных отходов (кожуру и семена) было возложено на частные фермерские хозяйства, что потребовало создание локальных мини- перерабатывающих линий.

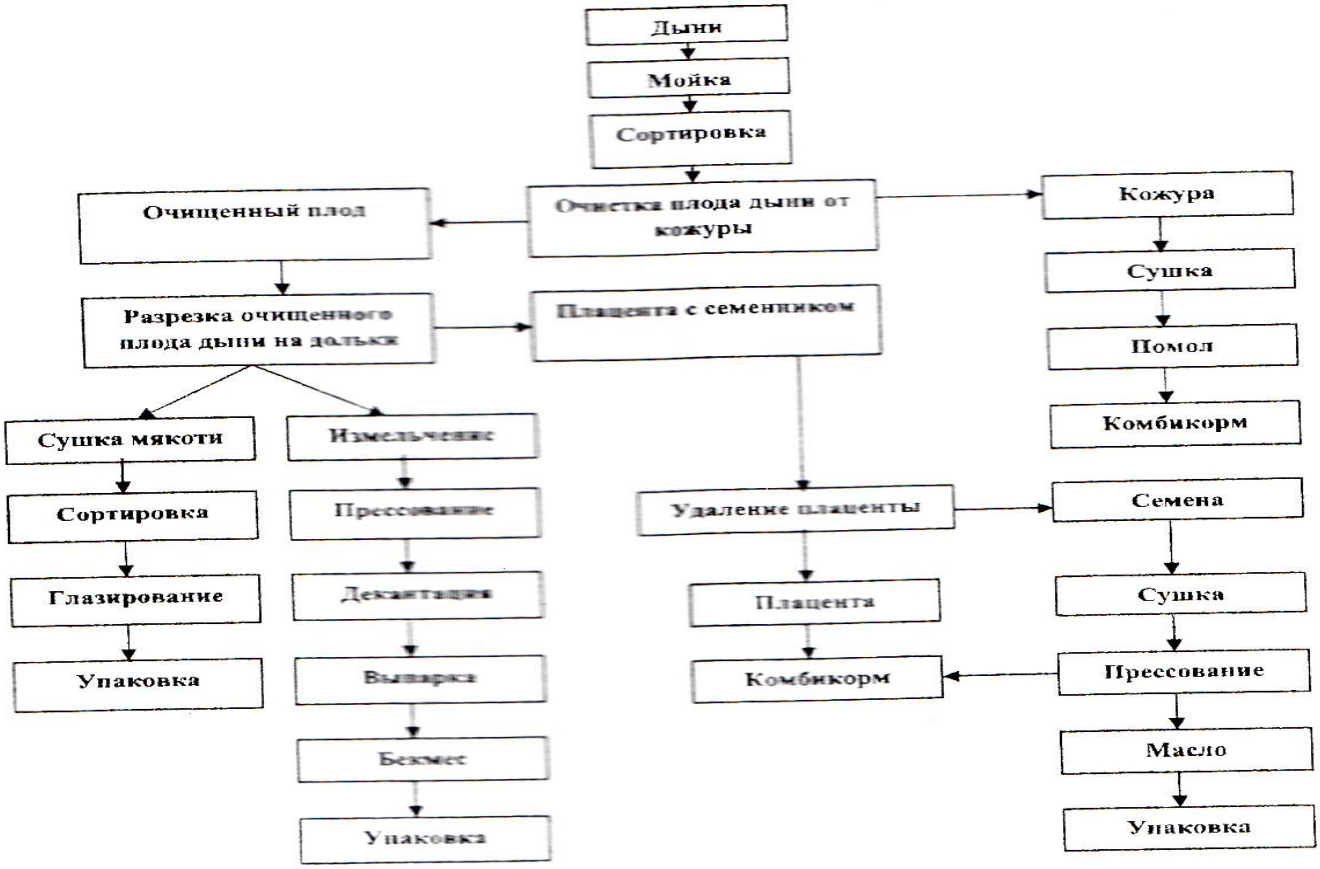


Рисунок 1 - Принципиальная комплексная технологическая блок-схема безотходной переработки плодов дыни

Разработанная линия включает пять основных составляющих технологического оборудования: машину для окорки плодов дыни МКД-1, аппарат для разделки дыни на кольцевые дольки АРД-100, камерно- цепную сушилку КС-150, пресс шнековый масляный ПШМ-250 и микромельницу ММ-200. Все оборудование нестандартизировано, защищены патентами и разработаны ООО «Техэкспромт» (Ташкент). Линия рекомендована для переработки плодов дынь с жесткой консистенцией мякоти и веретенообразной формы, например, «Мирзачульская», «Гуляби», «Ич-кизил», «Ак-каун» и др. Принцип работы окорочной машины МКД-1 основан на токарной обработке плодов дыни плавающим двухлезвийным резцом (Рисунок 2). Машина представляет собой мини токарный станок, состоящий из станины 1, привода 2 с выходным винтовым валом 3, ползуна 4 с резцом 5, суппорта 6 с плавающим захватом 7, тяги с педалью 8 и желоба 8 для отвода кожуры дыни. Дыню устанавливают между захватами 7 и, управляя педалью 7 через тягу, резцом 5 при возвратно- поступательном движении ползуна 4, удаляют послойно кожуру.

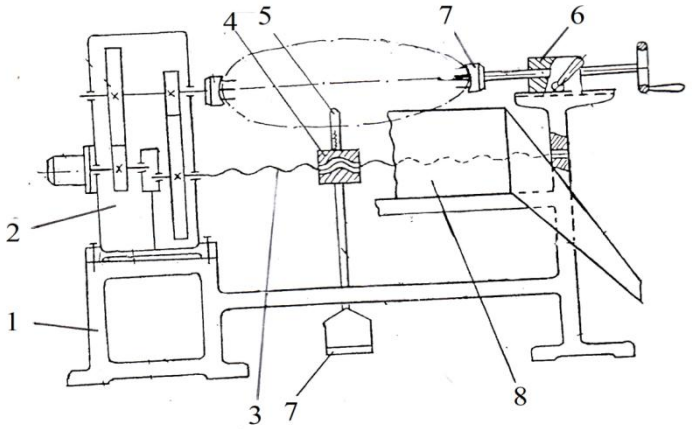


Рисунок 2- Машина для окорки плодов дыни МКД-1

Далее очищенный плод разрезают на кольцевые дольки на аппарате АРД-100 (Рисунок 3).

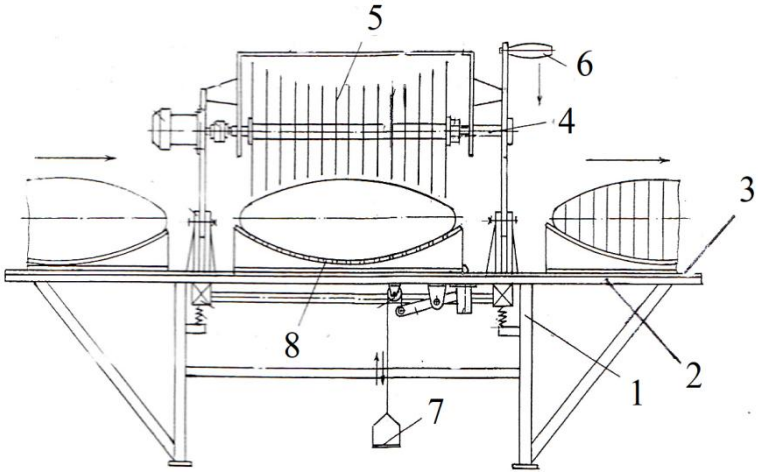


Рисунок 3 - Аппарат для разрезки дыни на кольцевые дольки АРД-100

Аппарат выполнен по аналогии “летучих ножниц” для резки металлопроката и включает сварную раму 1 со столешником 2, на котором установлены направляющие 3 и режущий механизм, состоящий из закрепленных на вращающемся валу 4, пакета из разновеликих по диаметру дисковых ножей 5, управляемой рукояткой 6, педально-рычажную тягу 7 и ложементы 8.

Дыню укладывают на ложемент 8 и подают под режущий механизм. Зафиксировав ложемент тягой 7, управляя рукояткой 6, опускают пакет дисковых ножей 5 на плод дыни. Поскольку ножи закреплены на валу множество с определенным интервалом, то дыня разрезается на множество кольцевых долек. Разрезанные дольки очищают от семенника и, навешивая на деревянные жерди (вешала), отправляют на сушку.

Сушку проводят в камерно-ценной сушилке КС-150 [3, с.72] (Рисунок 4)

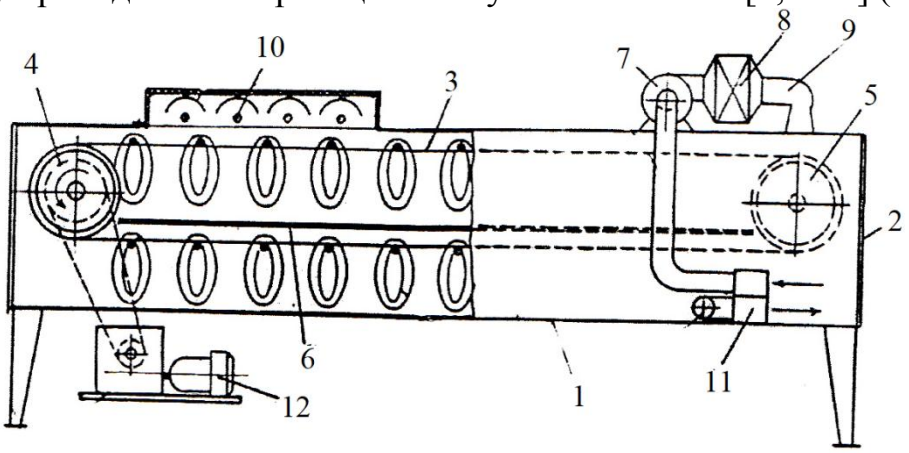


Рисунок 4 - Общий вид камерно – цепной сушильной установки

Сушилка включает камеру 1 с дверцей 2, внутри которой установлен цепной транспортер 3 с ведущей 4 и ведомой 5 звездочками. Между ветвями транспортера расположена перегородка 6 разделяющая камеру на две части. На камере установлены вентилятор 7, электрокалорифер 8, патрубок 9 входа сушильного агента и блок 10 ИК- ламп с рефлекторами . Сушилка снабжена кольцевым регенератором 11 тепла и приводом 12.

Заготовленные жерди с дольками дыни укладывают на транспортер 3, включают вентилятор 7, электрокалорифер 8 и привод 12 на постоянный режим работы. На начальном периоде можно включать ИК- облучение.

Сушки проводят в течение 18-22 ч до остаточной влажности W=20-21 %.

При массовой переработке плодов дынь в полевых условиях из 1000 кг свежих дынь в кожуру отходят около 250 кг массы, которые после соответствующей сушки и помола могут дать 25 кг белковой муки для откорма молодняка птиц, мелкого рогатого скота и рыб.

Для этого кожуру в виде стружки сушат воздушно- солнечным способом на саманномазанных площадках до конечной влажности 9-10 %. Затем воздушно-сухую кожуру перемалывают в 2-х ступенчатой микромельнице ММ-200 [4, с.63] (Рисунок 5).

Измельчаемое сырье через питающую воронку 1 поступает в шнековую часть 2 корпуса и далее - в зону грубого измельчения 3, где за счет, коридорно установленных дисковых ножей 4, измельчается до размеров 3-5 мм. На выходе грубая фракция поступает в роторную камеру 5, состоящей из вращающегося ротора и неподвижного статора, на которых по окружности выполнены разновеликие по диаметру выемки и выступы, в которых при вращении ротора частицы измельчаются до размеров частиц 0,2-0,5 мкм. Полученную биоорганическую муку используют для приготовления гранулированного комбикорма.

Удаленные при переработке плаценты с семенником отмачивают в воде, отделяют семена гидрофлотацией, прополаскивают холодной водой, просушивают на солнце и извлекают масло на шнековом прессе ПШМ-250 методом холодного прессования. Полученное масло идет на изготовление лечебных мазей, художественных красок или для пищевых целей.

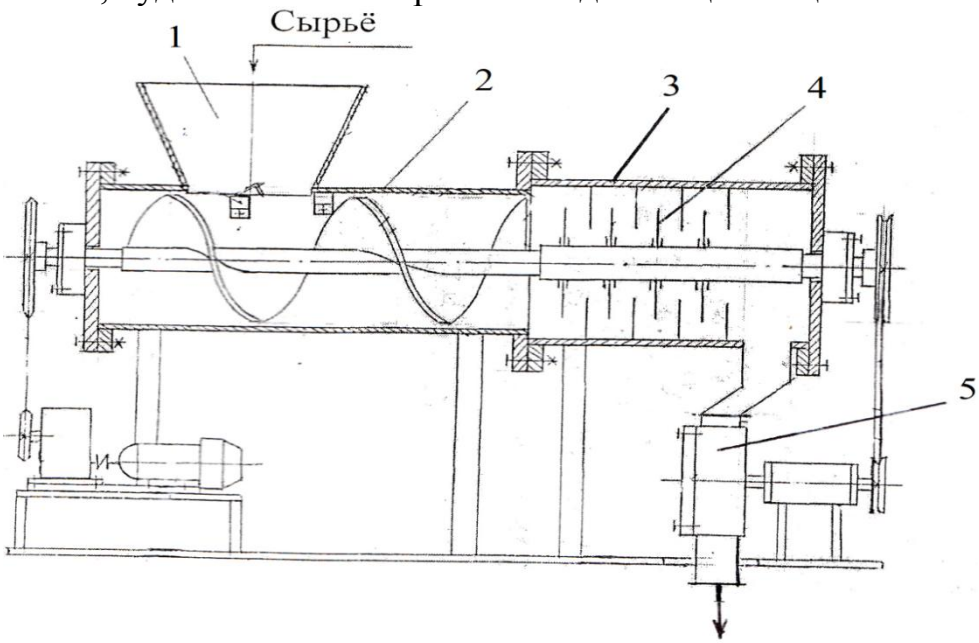


Рисунок 5 - Микромельница ММ-200

Выводы:

1. Разработанная мини-линия рекомендуется для укрупненных фермерских хозяйств, приобрести оборудование можно в складчину или за счет других финансовых ресурсов.

2. Внедрение её в хозяйствах сулит экономией за счет сокращения транспортных расходов на перевозку дынь.

3. Переработка вторичных сырьевых ресурсов является подспорьем для кормовой базы для частного животноводства.

Библиографический список

1. Шаймарданов Б.П. Технологические основы и обоснование схемы и параметров средств механизации безотходной переработки плодов дыни: дис. д-ра. техн. наук [Текст]/Б.П. Шаймарданов. – Ташкент, 2000. -443 с.

2. Рахматов, О. Совершенствование технологии переработки дынь в условиях республики Узбекистан [Текст]/О. Рахматов –Ташкент:Издательство «Фан», 2018. -160 с.

3. Пат.UZ № FAP 01240. Камерно – цепная сушильная установка для сельскохозяйственных продуктов / Искандаров З.С., Саидхужаева Н.С., Норкулова К.Т и др.-Опубл. 2017; Бюл.№10

4. Пат. UZ № FAP 01055. Устройство для измельчения сельскохозяйственных отходов / Рахматов О., Нуриев К.К., Юсупов А.М.,- Опубл.2016; Бюл.№1

5. Виноградов Д.В. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства [Текст] / Д.В. Виноградов, В.А. Рылко, Г.А. Жолик, Н.Н. Седова, Н.В. Винникова, Н.А. Дуктова // Рязань: РГАТУ, 2016. - Часть 1. Технология переработки продукции растениеводства. 210 с.

6. Костенко, М.Ю. Анализ способов обеззараживания отходов / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Д.Г. Чурилов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 228-232

7. Костенко, М.Ю. Анализ способов утилизации листвы / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, А.Д. Губанова [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 232-236

УДК: 662.997

Рахматов О.О.,
НИИМСХ. г.Янгиюль, Республика Узбекистан

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ДЫНИ В КАМЕРНО-КОНВЕКТИВНОЙ СУШИЛКЕ

Статья посвящена изучению процесса сушки дыни в сушилке камерно-конвективного типа.

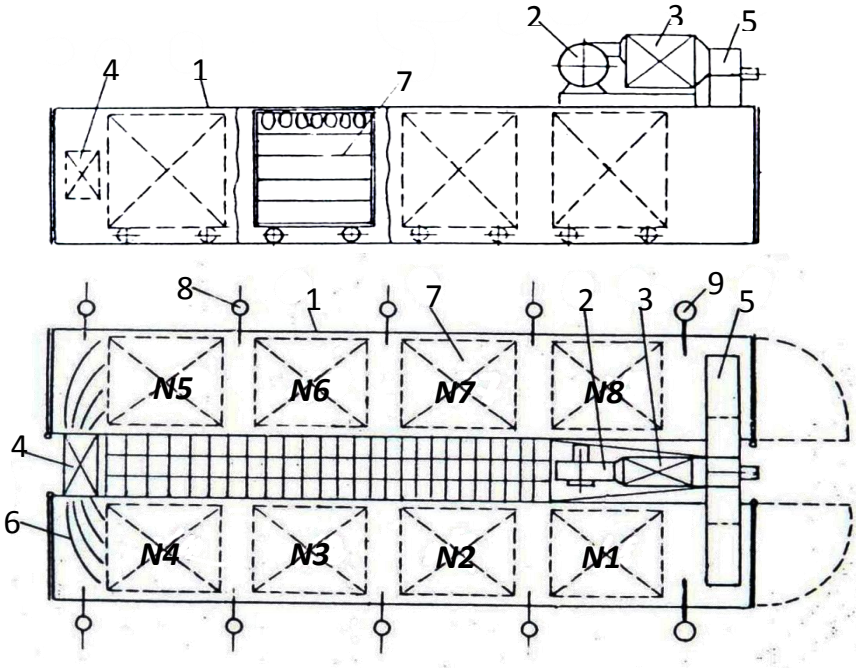
Один из основных способов сохранения питательных свойств дыни является сушка, которая требует больших энергетических затрат. Поиск новых способов сушки, совершенствование существующих конструкций сушилок и разработка принципиально новых их вариантов, с учетом физико-биологических и реологических свойств дыни, остается насущной проблемой [4, 5, 6, 7].

В этом плане нами разработана и апробирована двухкамерная солнечно-топливная сушильная установка для сушки кольцеобразных долек дыни [1, с.63].

Устройство и принцип действия сушилки. Установка содержит две параллельно расположенные сушильные камеры, имеющие прямоугольное

сечение, вентилятор, основной и вспомогательный электрокалориферы, воздухораспределительный коллектор с V–образным флюгерным клапаном.

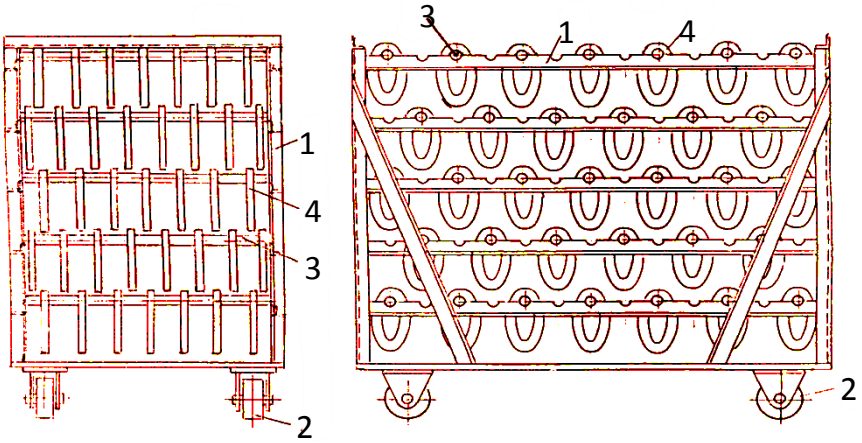
Внутри камер установлены криволинейные элероны и расположены продуктовые тележки (Рисунок 1).



1-камера; 2-вентилятор; 3,4-основной и вспомогательный электрокалориферы; 5-воздухораспределительный коллектор; 6-элероны; 7-продуктовые тележки; 8-термопары; 9-ртутный термометр

Рисунок 1 – Принципиальная схема сушильной установки

Продуктовая тележка выполнена в виде пространственного параллелепипеда, образующего жесткий каркас из уголкового профиля. На продольных ригелях образующих ярус выполнены полукруглые выемки для укладки жердей с дольками дыни, при этом выемки расположены на чередующихся ригелях со смещением на полшага. Дольки дыни на жердях уложены также со смешением, размещаясь в объёме тележки в горизонтальной и вертикальной плоскостях в шахматном порядке (Рисунок 2).



1-каркас; 2-колесо; 3-деревянная жердь; 4-долька дыни

Рисунок 2 – Продуктовая тележка для укладки долек дыни

Сушильная установка работает следующим образом. В обе сушильные камеры загружаются продуктовые тележки с уложенными на жердях кольцеобразными дольками дыни, плотно закрывают дверцы и включают систему воздухо-и теплообеспечения: вентилятор и электрокалориферы. При этом вентилятор прокачивает воздух через основной калорифер, в котором подогревается до 70-80 ºС и через воздухораспределительный коллектор поступает в один из сушильных камер, в которой обдувает развешанный на тележках дольки дыни.

За счет конвективного теплообмена между горячим воздухом и продуктом происходит испарение влаги, и температура воздуха падает. Далее воздух поступает в промежуточный калорифер, догревается до требуемой температуры и поступает в другую камеру. Отработанный низко-потенциальный воздух с температурой 40-45 ºС отводится через один из рукавов воздухораспределительного коллектора в междукамерное пространство, где могут быть подвешаны жерди для предварительного подвяливания дыни.

Путем поворота V–образного флюгерного клапана установку можно перевести на осциллирующий режим сушки, который интенсифицирует процесс влагоотбора. Период осцилляции для сушки дыни принимается в пределах 40-45 мин.

Для экспериментальной установки были использованы серийно выпускаемые стандартные оборудования и приборы:

- электрокалориферы ПГС–018В, установленная мощность $P = 10 кВт$; производительность вентилятора $V = 4000 м^3/ч$;
- самопишущий многоточечный электронный потенциометр КСП–4, число контролируемых точек–8;
- термопары ТХК-III (Хромель–копелевая, $t = 0 - 100^0 C$);
- крыльчатый анемометр АСО-3.

В качестве исследуемого материала было использовано более 1000 кг высокосахаристых сортов дынь: Ак-каун, Ич-кызил, Кукча и Ассате [2, с.18-19], разрезанных на кольцевые дольки шириной 15,18,21 мм

Порядок проведения эксперимента:

1. Взвешивание и нумерация тележек в комплекте с деревянными жердями;
2. Жерди должны быть идентифицированы по торцам разными красками согласно нумерации тележек;
3. Нанизывание долек на жерди по 3,5-4,0 кг, их взвешивание и загрузка в тележки;
4. Пуск установки, фиксация температуры нагретого воздуха, начала времени эксперимента и скорости теплоагента;
5. Взвешивание через каждые два часа вес тележек и определение количества испарившейся влаги;
6. Анализ экспериментальных данных и построение кривых сушки.

В объем экспериментальных исследований входит определение

оптимальной толщины нарезки долек дыни с точки зрения сокращения времени сушки и получения качественной сушеной продукции, определение условий достижения равномерности сушки, а также установление рационального режима работы сушилки с учетом особенностей влагоотбора и конструктивных размеров камер.

Исходя из поставленных задач, экспериментом предусмотрен изучение изменения влагосодержания в дольках высушиваемой дыни разных сортов и при разной ширины нарезки.

Изменение количества влаги определялось путем взвешивания массы долек дыни находящихся на одном жерде, а затем на всей тележке. При этом сорта дынь распределялось по всем восьми тележкам равномерно, и идентифицировались по номерам жердей, ряду и ярусу тележек. Для этого на протяжении всего периода эксперимента через каждые два часа сушку останавливали, тележки выкатывали, взвешивалась каждая жердь с комплексном дынь, а затем суммированием определяли вес каждой тележки. После очередного взвешивания тележки вкатывались и сушка продолжалась.

Таким образом, было сделано 12 остановок и запусков установки до полного окончания процесса сушки. Данные фиксировались по времени в журнале наблюдения (таблица 1).

Поскольку экспериментировались дольки дыни с разными толщинами и результаты измерений незначительно отличились друг от друга, то выборочно, для одной тележки (например, второй), строилась соответствующая «кривая» сушки по времени (Рисунок 3).

На основе этих данных вычислена постоянная времени сушки для всего процесса, которая составила $T_{ср} = 8{,}36ч.$

Как видно из кривых, с увеличением толщины нарезки долек постоянная времени сушки растет независимо от сорта высушиваемой дыни. Было замечено, что дольки с толщиной 15 мм высушены равномерно по всему объему, когда как у более толстых долек внутренние слои мякоти не досушивались и приводили к порче продукта при длительном хранении. Поэтому исходя из этих суждений, и с учетом технологических требований рекомендуется толщина нарезки 15 мм.

При проведении эксперимента также контролировалась температура теплоносителя в разных точках сушильной камеры с целью установления её изменения в процессе сушки.

При прямоточном движении горячего воздуха его температура с 72 ºС в зоне тележки №1 падала до 54^0С в конце камеры. Потом за счет подогрева в промежуточном калорифере до 70^0С поступал в зону тележки №5 и на выходе имел температуру 46^0С, что характеризовал не установившийся режим сушки. Для обеспечения равномерности влагоотбора был использован осциллирующий режим, т.е.изменяли направление потока наоборот. При этом суммарная температура по камерам составляла $\approx 120^0$С, что обеспечивала равномерную сушку всех тележках. С учетом времени нагревания $t_н = 25мин$ и времени охлаждения $t_0 = 20мин$ время осцилляции составляет $t = 45мин$.

Таблица 1 – Результаты влагоотбора по времени долек дынь толщиной 15,18,21 мм в тележке №2

Место укладки жердей	**Толщина долек, мм**	**Результаты взвешивания жердей с дыней, г**							**Относительное влагосодержание, %**
		в начале опыта	Интервалы измерения сушки, ч						
			2	6	10	14	18	22	
Жердь№1 / *ярус№1*	15	3880 / 3490	3000 / 2610	1870 / 1440	1490 / 1120	1110 / 830	870 / 780	810 / 730	21
Жердь№5 / *ярус№2*		4100 / 3690	3290 / 2810	2190 / 1710	1810 / 1330	1440 / 950	1290 / 1160	780 / 700	19
Жердь№7 / *ярус№5*		4080 / 3670	3190 / 2780	2120 / 1710	1710 / 1300	1300 / 1170	1170 / 1050	850 / 770	21
Жердь№3 / *ярус№2*	18	4120 / 3710	3240 / 2830	1750 / 1340	1250 / 840	910 / 810	850 / 760	740 / 680	18
Жердь№5 / *ярус№3*		4040 / 3640	3050 / 2650	1740 / 1340	1320 / 1020	1170 / 800	1090 / 745	840 / 680	27
Жердь№7 / *ярус№4*		3960 / 3560	2980 / 2580	1670 / 1270	1190 / 890	830 / 740	750 / 670	673 / 605	17
Жердь№4 / *ярус№1*	21	3600 / 3240	2810 / 2450	1760 / 1500	1320 / 1060	1180 / 810	1060 / 790	830 / 640	26
Жердь№6 / *ярус№4*		4020 / 3620	3140 / 2740	1790 / 1390	1390 / 910	1030 / 820	960 / 780	820 / 730	23
Жердь№5 / *ярус№5*		4100 / 3690	3170 / 2760	1680 / 1270	1170 / 760	840 / 670	750 / 640	690 / 620	17

в числителе –масса долек до сушки;

в знаменателе –масса долек после сушки.

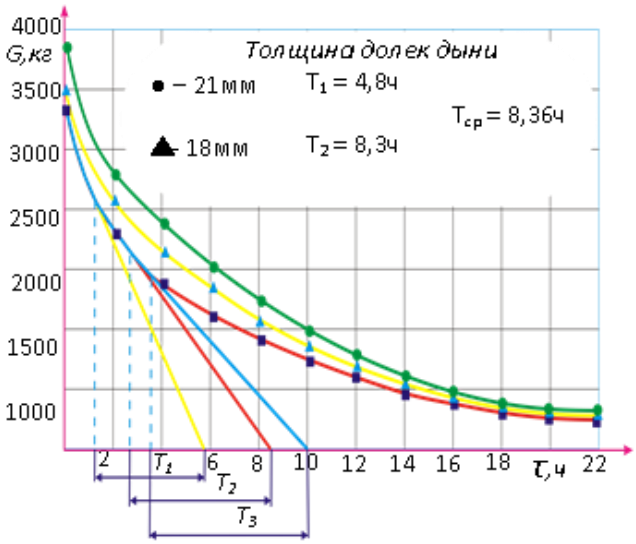


Рисунок 3 – Кривая изменения массы высушиваемой дыни по времени (тележка №2)

В процессе сушки объем продукта естественно уменьшается. Выборочно были исследованы дольки дыни с разными толщинами нарезки 15,18,21 мм, взятые с разных тележек. Поскольку теоретически вычислить объем долек затруднительно, то наши исследования базировались на теории Архимеда - т.е. определением объема вытесненной жидкости при погружении тела. В качестве жидкости использовали хлопковое масло - как водоотталкивающее. Измерив объем долек до сушки и после, определили коэффициент объемной усадки, который для всех образцов почти одинаков $\delta = 0,94 - 0,96$.

Знание коэффициента объемной усадки необходим при расчете второго периода сушки, когда порозность развешивания долек в объеме тележки увеличивается, расход теплоагента надо уменьшать.

Таким образом, проведенные эксперименты выявили:

1. Рациональным, с точки зрения получения качественной вяленой дыни, является толщина высушиваемых долек 15 мм.

2. Определено время осциллирования процесса сушки, обеспечивающий стабильный режим влагоотбора.

Библиографический список

1. Пат. РУз №FAP 01063 «Комбинированная солнечно-топливная сушильная установка для сушки сельскохозяйственных продуктов» / Рахматов О., Нуриев К.К., Юсупов А.М., Фирдавс Орифжан угли //Опубл. 29.01.2016; Бюл. №1.

2. Кучкаров С.К. Дыни Узбекистана: сорта, селекционное использование, семеноводство [Текст] / Кучкаров С.К. – Ташкент: Издательство Мехнат, 1985. – 167 с.

3. Виноградов, Д.В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования [Текст] / Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. - Москва, 2017. – 128 с.

4. Булахов, Е.Ю. Перспективное направление совершенствования способа сушки зерна / Булахов Е.Ю., Канатьева А.В., Безносюк Р.В. // Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции 26-27 апреля 2017 г «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве». – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 42-46

5. Канатьева, А.В. Анализ современного оборудования для сушки зерна / А.В. Канатьева, Р.В. Безносюк // Материалы Национальной научно-практической конференции «Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса» - Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 82-86

6. Безносюк, Р.В. Способ повышения эффективности сушки зерна в зернохранилищах / Безносюк Р.В., Канатьева А.В. // Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции 26-27 апреля 2017 г «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве». – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 23-26.

7. Пат. 2673657. Российская Федерация, МПК A01F 25/08, F26B 3/28. Способ сушки и активного вентелирования зерна / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Костенко М.Ю. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). - № 2018107145; заявл. 26.02.2018; опубл. 28.11.2018, Бюл. №34 : ил.

УДК: 631.361.94

Рахматуллаев Р.К.
Рахматов О., к.т.н.,
Нуриев К.К., д.т.н.,
Давлатов П.Д.
ГулДУ, г. Гулистан, Республика Узбекистан

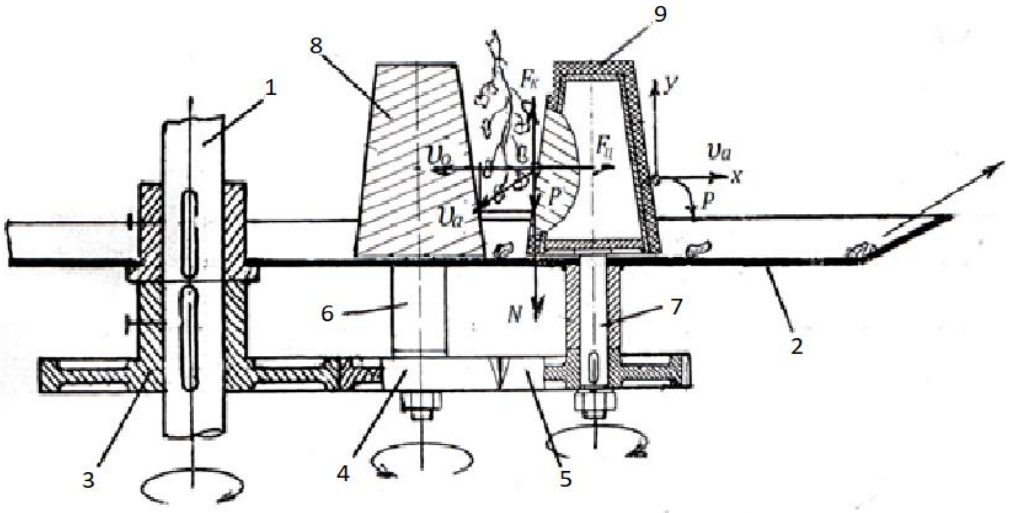
МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ГРЕБНЕЙ СУШЕНОГО ВИНОГРАДА В ГРЕБНЕОТДЕЛИТЕЛЕ РОТОРНОГО ТИПА

В статье рассматривается вопрос механической очистки сушеного винограда гребнеотделителем, предусматривающий качественную очистку гребней от ягод при минимизации повреждаемости последних. При этом гребнеотделитель должен быть в мобильном исполнении и обеспечить обработку в режиме энергосбережения и сохранения качества перерабатываемого продукта.

По предложенной нами технологии, разрушение гроздей сушеного винограда должен осуществляться ударным воздействием, т.е. трением между вращающимися штифтами, расположенными круговыми рядами на диске дисмембратора. При этом, по условиям задачи, необходимо определить количество кинетического и силового возмущения, которые бы создали режим, обеспечивающий минимальное повреждение ягод кишмиша при обработке. [1, с. 56]

Для раскрытия особенностей этого механического воздействия, позволяющего достигнуть требуемого эффекта, рассмотрим физику процесса взаимодействия гроздей сушеного винограда о рабочую поверхность штифтов.

Поскольку принцип работы вертикального гребнеотделителя ударно-центробежного действия заключен во взаимодействии гроздей винограда с вращающимися штифтами, то рассмотрим процесс, при котором можно установить некоторые режимные и конструктивные параметры аппарата (Рисунок 1).



1-рабочий вал; 2-диск дисмембратора; 3-ведущая шестерня; 4-промежуточное колесо; 5-ведомое колеса; 6-втулка; 7-ось; 8-штифт внутреннего ряда; 9-штифт внешнего ряда**.**

Рисунок 1 - Фрагмент взаимодействия вращающихся штифтов с гроздью сушеного винограда

Грозди сушеного винограда в процессе обработки между вращающимися штифтами 8 и 9 дисмембраторов в точке соприкосновения, будут иметь окружную скорость, равную скорости штифтов (усредненно по диаметру конуса). В этом случае, сохраняя целостность ягод кишмиша, работа деформации при соударении рабочих поверхностей равна [2, с.45-50].

$$A_д = 1/2[\, m_г (\upsilon_1 - \upsilon_2)^2 + M_1^2] \,, \qquad (1)$$

где $A_д$– работа деформации, *Дж*;

$m_г$ – масса гроздей сушеного винограда, *кг;*

М– масса штифтов*, кг;*

υ_1и υ_2 – соответственно, скорость гроздей сушеного винограда после столкновения и до него, *м/с.*

Из равенства (1) следует, что работа деформации пропорционально возрастает квадрату окружной скорости вращения штифтов. При запредельных значениях скорости они могут привести к повреждаемости ягод винограда. Чтобы не допустить этого негативного явления, импульс силы при взаимодействии трущихся объектов должен удовлетворять условии $S<S_{кр}$ [2, с. 47].

Точкой соприкосновения отдельного плода винограда со штифтом обозначим $O_{кр}$, при этом скорость в этой точке будет

$$\upsilon = \omega \; r_{ср} \,, \qquad (2)$$

где ω – угловая скорость штифта, *рад/с;*

$r_{ср}$– усредненный радиус, равный $r_{ср} = (d_{\max} + d_{\min})/2$,

в этом случае импульс силы определится следующим образом

$$S = m_г \upsilon = m_г \; \omega \, r_{ср}, \qquad (3)$$

где $m_г$ – масса отдельного плода винограда, *кг.*

Как уже было отмечено, критический импульс силы должен удовлетворять условиям $S<S_{кр}$, т.е $m_г\,\omega r_{ср}<m_г\,\omega_{доп}\;r_{ср,}$ (4)

так как $\omega=\pi m/30$,

то получим $n<30\,\omega_{доп}/\pi\,r_{ср}$. (5)

Отсюда, определив окружную скорость $\omega_{доп}$ экспериментальным путем, можно установить рациональную частоту вращения штифтов $n_ш$, при котором обеспечивается полнота дробления гроздей сушеного винограда, без ущерба повреждения отдельных ягод.

Рассмотрим процесс схода отдельных ягод с поверхности штифта в абсолютных координатах. В момент отрыва абсолютная его скорость υ_a равна геометрической сумме переносной (окружной) скорости υ_o и относительной скорости υ_rдвижения ягод вдоль штифта, т.е. $\upsilon_a=\upsilon_o+\upsilon_r$. В этом случае, если по нашим рекомендациям, штифты расположены по круговым рядам, то абсолютная скорость равна

$$\bar{\upsilon}_a=\sqrt{\bar{\upsilon}_o^2+\bar{\upsilon}_r^2}. \quad (6)$$

Тогда, с учетом закона притяжения земли и сопротивления воздуха, траектория падения частицы описываются следующими уравнениями:

$$\left.\begin{aligned} x &= \upsilon t \\ y &= 0{,}5\,gt^2 \end{aligned}\right\}. \quad (7)$$

Движение частиц (гроздей) после соударения со штифтом происходит в вертикальной плоскости по траектории, описываемой уравнением (7). При этом оно будет происходить при действии на них силы тяжести $P = mg$ и сопротивления воздуха

$$R_p=mk_n\upsilon_a^2, \quad (8).$$

где k_n– коэффициент пропорциональности, зависящий от формы частиц.

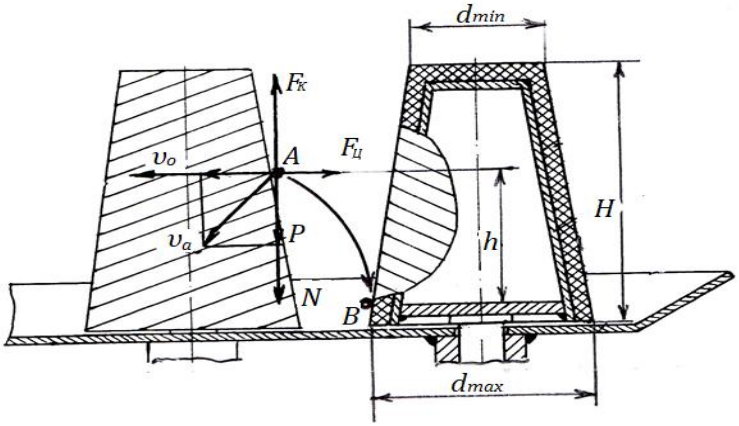


Рисунок 2 - Схема движения ягод по траектории

Как видно из рисунка 2, отдельные ягоды сушеного винограда, в момент отрыва из точки А вылетают по параболической траектории до встречи с другим штифтом в точке. В, при этом под действием силы тяжести они перемещаются вниз на величину $y = h$. Поскольку штифты постоянно

вращаются, то соударение частиц винограда происходит в непрерывном режиме многократно до тех пор, пока они полностью или частично не разделятся. Описанный процесс будет происходить одновременно на всех уровнях дисмембраторной части гребнеотделителя.

Для определения дальности полета ягод условно принимаем, что точка отрыва А находится на середине высоты штифта. Тогда, решая второе уравнение (7) относительно t и подставляя в первое, получим

$$x = \upsilon_a \sqrt{\frac{2y}{g}} = \upsilon_a \sqrt{\frac{H}{g}}. \qquad (9)$$

Из формулы (9) выясняется, что чем выше высота штифта, тем дальше улетает частица и тем самым чаще столкновение с другими пальцами.

Кроме этого дробление гроздей зависит от физико – механических свойств сушеного винограда, плотности кистей, степени подвяленности, влажности, от характера воздействия и условий обработки, количества штифтов и скорости их вращения, а также из какого материала они выполнены. Влияние этих параметров на полноту дробления теоретически определить невозможно и они определяются путем экспериментирования, в конкретном случае, для каждого сорта сушеного винограда.

Нами были экспериментально проанализированы шесть сортов сушеного винограда: кишмишных – «Согдиана», «Кара - ботир» и «Хишрау» и изюмных – «Катта - курган», «Султани» и «Ризамат - ота». Результаты экспериментов сведены в таблице 1.

Скорость вращения рабочего вала гребнеотделителя изменяли клиноременной передачей, а штифтов – заменой зубчатых колес дисмембратора. Целью эксперимента было определение коэффициента очистки гроздей сушеного винограда и степень повреждаемости ягод.

Таблица 1 - Результаты механической очистки сушеного винограда на роторном гребнеотделителе

Сорт винограда	Масса ягоды, г	Линейные размеры ягод, мм			Коэф. очистки, %	Повреж-даемость ягод, %
		Длина	Ширина	Толщина		
Согдиана	1,44-1,5	15-22	12-14	5-6	94	2,4
Кара - ботир	0,96-1,12	12-14	6-7	5-5,5	95	2,0
Хишрау	0,5-0,56	6-11	5-7	4-4,5	96	1,8
Ката – курган	1,65-2,0	15-16	15-15,5	6,2-7,5	93	2,4
Султани	1,5-1,7	15-20	12-15	5,5-5,6	93	2,5
Ризамат-ота	1,62-1,8	22-15	10-11	8-9	92	2,5

Примечание: частота вращения рабочего вала $n_в=140$ *мин* $^{-1}$; штифтов внутреннего ряда $n_1=175$ *мин* $^{-1}$, внешнего ряда $n_2=104,5$ *мин* $^{-1}$.

Как видно из результатов экспериментов для всех опробированных сортов сушенного винограда степень разрушения гроздей составляет порядка 92 - 96 %. У крупноягодного винограда степень очистки ниже, когда как

повреждаемость отдельных ягод выше. Это видимо можно объяснить физико – механическими свойствами гребней и их эластичностью.

Библиографический список

1. Патент. UZ № FAP 00998. Устройство для отделения ягод винограда / Рахматов О, Нуриев К.К, Юсупов А.М.– Опубл. 30.04.2015; Бюл. -.№ 4.

2. Рахматов О. Разработка высокоэффективного гребнеотделителя для сушеного винограда: Монография [Текст] Рахматов О. – Ташкент: Фан, 2016. – 112 с.

3. Переведенцев, В.М. Влияние параметров рабочего ротационного органа на энергетические показатели [Текст] / В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Н.В. Бышов // В сб.: Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА. 50-летию академии посвящается. Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. - Рязань, 1999. - С. 262-264.

4. Переведенцев, В.М. Анализ функционирования ротационных рабочих органов [Текст] / В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 181-182.

УДК 004.75

Романчук В.А., д.т.н.
ФГБОУ ВО «РГУ имени С.А. Есенина», г. Рязань, РФ

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ НЕЙРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

В настоящее время происходит постепенное внедрение киберфизических систем в производство, в том числе в агропромышленный комплекс, что предполагает концепция «индустрия 4.0» [1]. Одними из признаков перехода к индустрии 4.0 являются: работа с большими данными, для которых необходимы эффективно функционирующие программные и аппаратные средства; переход к интернету вещей; использование автономных робототехнических установок, для которых также необходимы быстродействующая и энергоэффективная вычислительная техника и специализированное программное обеспечение.

Для эффективной работы агропромышленного комплекса все чаще и чаще применяют нейропроцессорные системы, которые могут быть применены для таких процессов, как [2-4]:

1. Классификация образов. В этом случае задача состоит в указании принадлежности входного образа (объекта), представленного изображением, к

одному или нескольким предварительно определённым классам объектов.

2. Кластеризация. Алгоритм кластеризации основан на подобии образов и помещает множество подобных образов в один кластер. В этом нет необходимости в предобучении нейронных сетей, а задача может решаться в реальном времени.

3. Аппроксимация функций. Задача аппроксимации состоит в нахождении оценки неизвестной функции, искаженной шумом.

4. Экстраполяция функций, реализующая прогнозирование ситуации в некоторый будущий момент времени.

5. Оптимизация. Задача состоит в нахождении такого решения, которое удовлетворяет системе ограничений и максимизирует или минимизирует целевую функцию. Это, в основном, задачи линейного программирования применительно к производству.

6. Управление в нечетких ситуациях.

Тем не менее, в настоящее время существует ряд проблем, мешающих более активному использованию нейропроцессорных устройств для автоматизации некоторых процессов производства. Одной из проблем является малое количество программного обеспечения для достаточного узкого класса вычислительной техники – нейропроцессоров.

Целью работы является создание эффективного программного обеспечения для создания, функционирования и оптимизации нейропроцессорных систем автоматизации промышленного производства.

Задачи автоматизации в агропромышленном комплексе:

Нейропроцессорные системы могут быть применены в случаях, когда задача представляет собой [5-7]:

- задачу эмуляции искусственной нейронной сети
- задачу, операциями которой являются операции, представленные в нейросетевом логическом базисе.

Рассмотрим несколько примеров таких задач:

Задачи контроля и диагностики.

По мере роста объёмов автоматизации технологических процессов одновременно возрастают и объёмы требований к надёжности, безопасности, точности и быстродействию систем автоматизации, что, в свою очередь, повышает значение контроля и диагностики. Методы классической математики порой оказываются недостаточно точными из-за сложных технологических ситуаций, и разработчики устройств диагностики прибегают к новым технологиям, среди которых наряду с методами цифровой обработки данных серьезную позицию занимают методы искусственного интеллекта: экспертные системы, методы нечеткой логики и эволюционного моделирования, кластерный анализ, искусственные нейронные сети.

Прокатное производство. Применение нейропроцессорных устройств позволяет улучшить как моделирование процессов прокатки, так и адаптацию процессов управления. С их помощью реализуются операции по контролю за геометрическими размерами проката, оптимизацией динамических режимов

работы электроприводов механизмов прокатных станов, управление режимами обжатий и др.

Система идентификации номеров подвижных объектов. Проблема считывания информации с подвижных объектов, в том числе и не имеющих автономных источников питания. Задача трансформируется в задачу распознавания знаков (номер, место приписки, дата последнего осмотра, формируемая на вагоне информация и т.п.) с изображения.

Программное обеспечение для работы с нейропроцессорными параллельными системами автоматизации агропромышленного комплекса

Для реализации программных средств для нейропроцессорных систем была разработана программная платформа «NP Studio». Языком программирования был выбран язык C# из-за его устойчивости к сбоям, независимости от аппаратного обеспечения, независимости от операционной системы, возможности создания современного интерфейса, высокого уровня оптимизации кода. Средой разработки была выбрана среда программирования Visual Studio 2012, разработанная компанией Microsoft [6, 7].

Исходные тексты включают около 170 тыс. строк программного кода, размещенного в 204-х модулях. Разработаны 2 внешние dll библиотеки: NeuroProc, содержащая класс модели функционирования нейропроцессора семейства NM640x и Config, включающая настройки комплекса и функции доступа к реальному процессору (эмулятору).

Интерфейс комплекса подобен интерфейсу программы Microsoft Visual Studio 2012, является многодокументным и состоит из 3-х частей:

- область навигации (для перехода между экземплярами модулей);
- область системных сообщений и вывода (для системных сообщений при работе с программой и выходных данных внешних программ);
- рабочая область (для представления экземпляров модулей).

Программный комплекс может применяться для:

- моделирования нейропроцессора и/или нейропроцессорного комплекса;
- анализа эффективности нейропроцессорного комплекса и отдельного процессорного модуля для заданной программы;
- организации обработки информации и оптимизация программ с высокой степенью нейробазисных команд;
- структурного проектирования нейропроцессорного комплекса;
- выбора элементной базы;
- распараллеливания кода программы на языках нейроассемблера;
- доступа к нейропроцессору;
- визуального программирования для нейропроцессорного комплекса;
- разработки программ на языках нейроассемблера;
- отладки программ, написанных на языках нейроассемблера;
- помощи при разработке программы для нейропроцессора;
- обучения языкам нейроассемблера.

Рассмотрим возможности программной платформы «NP Studio» для организации нейропроцессорных систем автоматизации промышленного

производства.

При запуске программы предлагается ввести имя проекта, в настройках можно указать модель устройства, на базе которого функционирует многопроцессорная система. На данный момент существует возможность выбрать устройства: NM6403, NM6404, NM6405, NM6406, эмуляторы процессоров NM6403, NM6405, инструментальные платы МС 4.31, МС 53.01, МВ 77.07.

Для создания и редактирования исходных файлов на языках C++ и нейроассемблера реализованы две подсистемы: «Текстовый редактор для языков нейроассемблера» и «Текстовый редактор для языка C++». Для ввода исходных данных и генерации нейроассемблерного кода типовых топологий искусственных нейронных сетей разработана подсистема "Конструктор ИНС". Для исключения ошибок программирования и более эффективной органи-зации кода за счет использования готовых шаблонов подпрограмм реализована подсистема визуального программирования. Программное моделирование и анализ эффективности организации обработки информации в нейропроцесоре реализованы в подсистеме «Организация вычислений в НПВМ». Данная подсистема позволяет проанализировать организации обработки информации в нейропроцессоре при выполнении команды без запуска на реальном процессоре. Для выбора и графического представления структуры нейропроцессорного комплеса реализована подсистема «Конструктор многопроцессорных систем». Для реализации анализа эффективности организации обработки информации в нейропроцессорном комплексе разработана подсистема «Организация вычислений в НПВК». Исходными данными для анализа являются: исходный код программы, дополнительный C++ код (необязателен) и архитектура системы. Для реализации механизма оптимизации с учетом множества критериев разработана подсистема «Многокритериальная оптимизация НПВК».

Одной из самых главных подсистем является «Система ввода-вывода» для запуска программного кода на реальном нейропроцессоре Функциями работы с процессором являются:

- функции для Host части (компьютер): показ версии библиотеки связи; уста-новка времени ожидания; получения числа доступных модулей; получение деск-риптора устройства; закрытие дескриптора; перезагрузка устройства; загрузка кода начальной инициализации; получение дескриптора доступа к процессору; определение состояния устройства; отправка прерывания на процессор; закрытие дескриптора доступа; загрузка и исполнение программы; синхронизация с nm-процессом (массивом); синхронизация с nm-процессом (скаляром); запись в память; чтение из памяти; перезагрузка устройства и его инициализация;

- функции для NM части (процессор): определение номера процессора; синхро-низация с host-процессом (массивом); синхронизация с host-процессом (скаляром).

Заключение.

В результате работы было показано, что эффективно применение нейропроцессорных систем для автоматизации агропромышленного комплекса и перехода к четвертой промышленной революции (Industry 4.0). Применение нейропроцессорных систем значительно расширяет возможности применения интеллектуальных систем в различных областях человеческой деятельности, в том числе и в области управления производственными процессами. Предварительно обученные искусственные нейронные сети способны успешно решать задачи по созданию экспертных и управляющих систем, в особенности на основе нейросистем.

Исследование выполнено в рамках государственного задания РФ № 2.9519.2017/8.9.

Библиографический список

1. Галушкин, А.И. Нейронные сети: история развития теории : учеб. пособие для вузов / А.И. Галушкин, ред. Я.З. Цыпкин. – М.: ИПРЖР, 2001. – 840 с.

2. Комарцова, Л.Г. Нейрокомпьютеры: учеб.пособие для вузов / Л.Г. Комарцова, А.В. Максимов. – М.: Изд–во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 400 с.

3. Романчук, В.А. Математическое обеспечение оценки производительности систем нейрокомпьютерной обработки информации / В.А. Романчук // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2016. – Вып.2. – С.242-251.

4. Романчук, В.А. Разработка алгоритма оптимизации вычислений в нейрокомпьютерных системах / В.А. Романчук // Теория. Практика. Инновации. – 2017. – №10.

5. Как сохранить обученную нейронную сеть в Keras [Электронный ресурс]. – URL: https://www.asozykin.ru/deep_learning/2017/02/12/How-to-save-trained-deep-net.html.

6. Романчук, В.А. Математическое обеспечение оценки производительности систем нейрокомпьютерной обработки информации / В.А. Романчук // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2016. – Вып.2. – С.242-251.

7. Романчук, В.А. Разработка алгоритма оптимизации вычислений в нейрокомпьютерных системах / В.А. Романчук // Теория. Практика. Инновации. – 2017. – №10.

8. К вопросу о возможности использования цифровых технологий в растениеводстве [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Михеев, С.А. Бычкова // Материалы национальной научн. практ. конф. «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» 22 ноября 2018 года : Сб. научн. тр. Часть I. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – С. 51 -56.

9. Торжков Н.И., Майорова Ж.С., Благов Д.А. Программный комплекс «РАЦИОН 2+» для составления и балансирования рационов для

сельскохозяйственных животных. Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 5-2. С. 216-217.

10. Благов Д.А., Миронова И.В., Торжков Н.И., Нигматьянов А.А. Автоматизация технологических расчетов при использовании программного комплекса «силос». Сб.: Известия Оренбургского государственного аграрного унивеситета. 2018. № 5(73). С 163-166.

11. Коченов, В.В. Система автоматического управления по намагничиванию присадочных порошков на основе косвенного параметра удельной магнитной энергии [Текст] / Д.Н. Бышов, А.А. Горохов, В.В. Коченов // Сб.: Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития: Международная научно-практическая конференция. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2013. – С. 600-604.

УДК 631.362.36

Росабоев А.Т., к.т.н.
Махмудов Н.М.,
НИИМСХ, г. Янгиюль, РУз

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОРТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Из года в год в Республике Узбекистан расширяется площадь посева зернобобовых культур. Причиной этого является то, что, во-первых, повышается потребность населения в зернобобовых культурах, во-вторых, по своему химическому составу они уникальные, что обусловлено высоким содержанием в зерне биологически активного белка и жира [1, с.154].

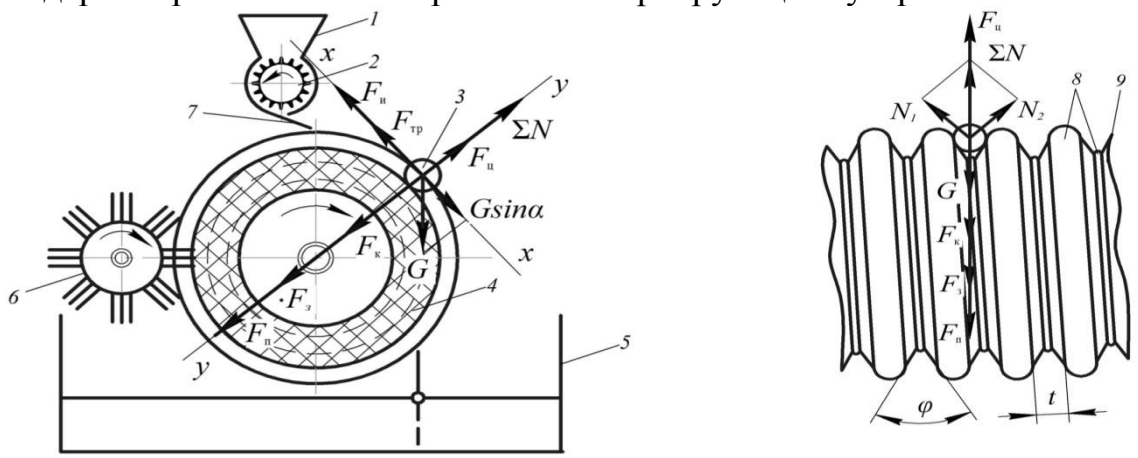
В связи с вышеизложенным, из года в год увеличивается площадь посевов зернобобовых культур. При выращивании из зернобобовых культур высокого урожая, вместе с другими агротехническими мероприятиями, важную роль играет качество подготавливаемого посевного материала. Так как качественные, биологически однородные, полноценные посевные семена зернобобовых культур с высокой лабораторно-полевой всхожестью является гарантом высокого урожая.

Однако, до настоящего времени в сельскохозяйственном производстве Республики Узбекистан отсутствует какие-либо специальные устройства для сортирования семян зернобобовых культур на посевную и техническую фракции. Из-за несовершенства существующих пневматических и механических сортирующих устройств, действующих на технологических линиях подготовки посевных семян сельскохозяйственных культур, ограничено получение в них полноценного посевного материала с высокой лабораторно-полевой всхожестью и потенциальной урожайностью. Поскольку в существующих устройствах сортирование семян сельскохозяйственных культур осуществляется только по одному важнейшему признаку, т.е. в пневматическом – по массе, а механическом – по геометрическим размерам.

Из литературных источников известно, что для получения полноценного посевного материала с высокой лабораторной и полевой всхожестью, а также потенциальной урожайностью, сортирование необходимо проводить по всем важнейшим физико-механическим свойствам семян сельскохозяйственных культур [2, с.123]. Такому требованию отвечает сортирование семян сельскохозяйственных культур в электрическом поле. Так как электрическое поле действует на семена в виду их разнокачественности, избирательно, т.е. действует электрической силой различной величины. В результате семена сельскохозяйственных культур в электрическом поле, в отличие от пневматического и механического методов, сортируются по всем важнейшим признакам, т.е. по массе, плотности, геометрическим размерам, электрическому сопротивлению, диэлектрической проницаемости и т.п.

Учитывая вышеизложенное, нами выдвинута научная гипотеза о сортировке семян зернобобовых культур на модернизированном электрическом сортирующем устройстве. Сущность научной гипотезы заключается в том, что на поверхности цилиндрической полиэтиленовой трубы нарезаются канавки в виде двухзаходного винта с углом впадины «φ» и шириной «t» и на них наматываются разнополярные электроды различным диаметром d_1 и d_2. При подаче к разнополярным электродам высоковольтного напряжения, из-за различия их диаметров создается неоднородное электрическое поле. В результате на семена зернобобовых культур, попавших на поверхность рабочего органа модернизированного электрического сортирующего устройства, действует сила электрического поля $F_к$, сила зеркального отображения $F_з$ и пондерамоторная сила $F_п$. За счет этого они сильнее прижимаются к поверхности рабочего органа и отрываются от него при различных углах поворота, в зависимости от физико-механических свойств.

На рисунке 1 представлена схема сил, действующих на семена зернобобовых культур при попадании на поверхность рабочего органа модернизированного электрического сортирующего устройства.



а) б)

1–загрузочный бункер; 2 питатель; 3–семена; 4–рабочий органа;
5–приемный бункер; 6–съемная щетка; 7 – скатная доска;
8–разнополярные электроды; 9–полиэтиленовая труба

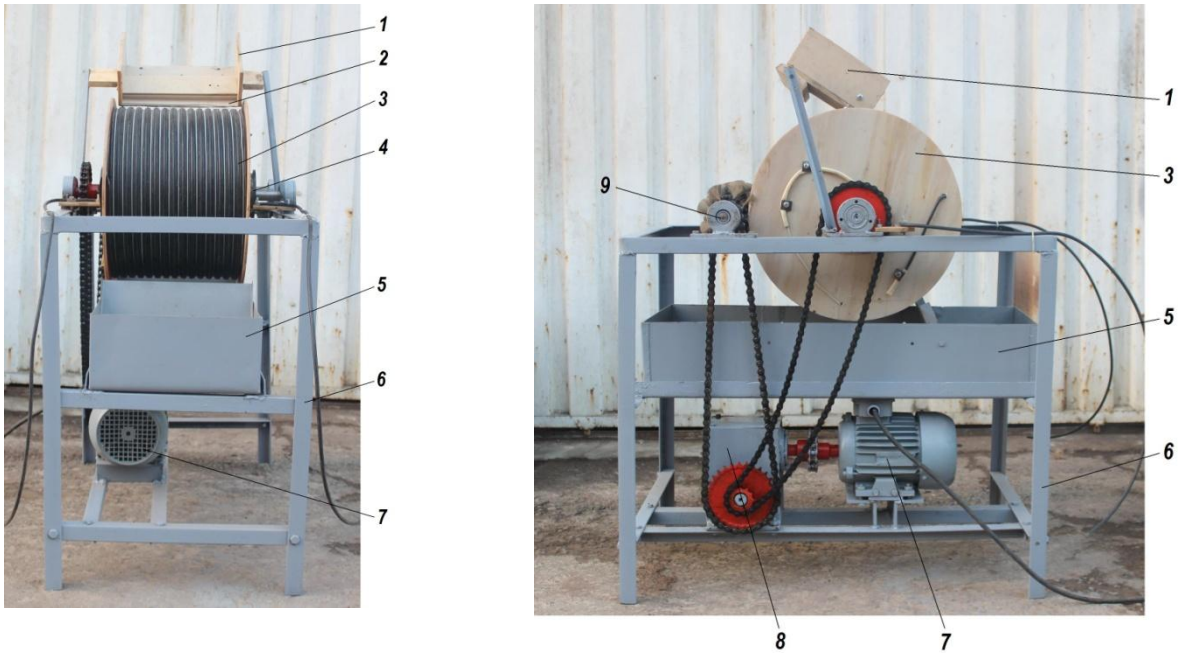
Рисунок 1 – Схема сил, действующих на семена зернобобовых культур:

Как следует из рисунка 1, при попадании семян зернобобовых культур на поверхность рабочего органа модернизированного электрического устройства них действуют следующие силы: сила электрического поля $F_к$, сила зеркального отображения $F_з$, пондерамоторная сила $F_п$, центробежная сила $F_ц$, сила тяжести G, сила инерции $F_п$, сила трения $F_{тр}$ и сила реакции ΣN.

Электрические силы $F_к$, $F_з$ и $F_п$ прижимают семена зернобобовых культур к поверхности рабочего органа, центробежная сила $F_ц$ отталкивает их от него, сила тяжести G в верхнем полуцилиндре прижимает семена к нему, а в нижнем полуцилиндре отталкивает их от него. В связи этим, в зависимости от соотношения действующих сил, семена зернобобовых культур, отличающиеся по физико-механическим свойствам отрываются от поверхности рабочего органа модернизированного электрического сортирующего устройства при различных углах поворота и попадают в соответствующие отсеки приемного бункера, т.е. делятся на посевную или техническую фракции.

Для внедрения в практику предлагаемого устройства был изготовлен макетный образец и проведены предварительные экспериментальные исследования по сортированию на нем семян зернобобовых культур.

На рисунке 2 представлен общий вид макетного образца модернизированного электрического сортирующего устройства.



а) б)

а) вид спереди; в) вид с боку
1 –загрузочный бункер; 2–скатная доска; 3–рабочий орган; 4–контактные кольца; 5–приемный бункер; 6–рама; 7–электродвигатель; 8–редуктор; 9–съемная щетка

Рисунок 2 – Общий вид макетного образца модернизированного электрического сортирующего устройства:

Макетный образец модернизированного электрического сортирующего устройства состоит из загрузочного бункера 1, скатной доски 2, рабочего органа 3, контактных колец 4, приемного бункера 5, рамы 6, электродвигателя 7, редуктора 8, съемной щетки 9

Принцип работы устройства заключается в следующем. При подключении его к сети с помощью электродвигателя и редуктора через цепную передачу приводится во вращательное движение рабочий орган 3 и съемная щетка 9. В это время из загрузочного бункера 1 сортируемые семена зернобобовых культур подаются на поверхность рабочего органа 3. Семена, попадая на поверхность рабочего органа 3, размещаются в канавках, где намотаны электроды с меньшим диаметром. Размещаясь в канавках, семена зернобобовых культур, под действием наведенного электрического поля и электрического поля разнополярных электродов поляризуются и прижимаются к поверхности рабочего органа 3. В результате на них действует суммарная электрическая сила, состоящая из силы электрического поля $F_к$, зеркального отображения $F_з$ и пондерамоторная сила $F_п$. Кроме суммарной электрической силы на семена действуют также центробежная сила $F_ц$, сила тяжести G, инерции $F_и$, сила трения $F_{тр}$ и реакции ΣN (рис 1). В зависимости от соотношения действующих сил, семена зернобобовых культур, отличающихся по физико-механическим свойствам, отрываются от поверхности рабочего органа 3 при различных углах поворота и попадают в соответствующие отсеки приемного бункера 6, т.е. делятся на посевную или техническую фракции. Семена зернобобовых культур, прилипшие к поверхности рабочего органа 3 и другие легкие примеси снимаются с его поверхности с помощью съемной щетки 9.

Необходимо отметить, что на модернизированном электрическом сортирующем устройстве путем регулирования величины напряжения подводимую к разнополярным электродам можно сортировать семена различных зернобобовых культур. Еще необходимо подчеркнуть, что рабочий орган модернизированного электрического сортирующего устройства в основном изготовлен из диэлектрических материалов и поэтому он является энерго- и ресурсосберегающим.

Для проверки работоспособности макетного образца модернизированного электрического сортирующего устройства были проведены экспериментальные исследования по сортированию семян зернобобовых культур, т.е. семян маша и сои.

Результаты экспериментальных исследований по сортированию семян зернобобовых культур подтвердили правильность выдвинутой нами научной гипотезы. Так в результате сортирования семян маша и сои на посевные фракции, выделялся качественный, биологически однородный посевной материал с увеличенной массой по сравнению с исходными семенами. При этом масса 1000 семян маша посевной фракции относительно исходной увеличилась на 30,35 г с выходом 87,8 %, а масса 1000 семян сои посевной фракции, увеличилась относительно исходной на 2,87 г с выходом 91,67 %.

Таким образом, на основании экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что при сортировании семян зернобобовых культур на макетном образце модернизированного электрического сортирующего устройства на посевную фракцию выделяются качественный, биологически однородный посевной материал с увеличенной массой по сравнению с исходной.

Библиографический список

1. Шебельский В.Е. Технология и средства механизации процесса удаления оболочки семян сои: дис. …канд.техн.наук [текст] /В.Е.Шебельский. – Благовещенск, 2003. – 154 с.
2. Соловьев В.П. Посевные качества семян хлопчатника [текст] /В.П.Соловьев. – Ташкент: ФАН, 1978. – 144 с.
3. Пат. РФ № 2042303. Способ посева сои/Липин В.Д. -Опубл. 27.08.1995; Бюл. № 24.
4. Липин, В.Д. Обоснование параметров и совершенствование вертикально-дискового аппарата для высева семян сои: автореф. дис. … канд. техн. наук /В.Д. Липин//-Москва, 1993.

УДК 631.361.24

Росабоев А.Т., к.т.н.
Пардаев О.Р.,
НИИМСХ, г. Янгиюль, РУз.

ОБОСНОВАНИЕ УГЛА НАКЛОНА ЗАГРУЗОЧНОГО БАРАБАНА ОТДЕЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Известно, что для проведения селекционно-семеноводческих работ, учеными разработаны различные устройства для удаления остей от семян сельскохозяйственных культур. Например, учеными бывшего Всесоюзного научно-исследовательского института механизации (ВИМ) разработана шасталка селекционная ШС-0,1 и шасталка селекционно-семеноводческая ШСС-0,5 [1, с. 108-113]. В результате проведенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ эти устройства были усовершенствованы и предложены различные варианты для удаления остей от семян различных сельскохозяйственных культур.

Однако предложенные устройства предназначены только для удаления остей семян сельскохозяйственных культур и не могут быть использованы для отделения семян зернобобовых культур от бобиков. Кроме того эти устройства сложны по конструкции, не обеспечивают качественное и без повреждения отделение семян зернобобовых культур от бобиков и требует значительных затрат времени на процесс обработки.

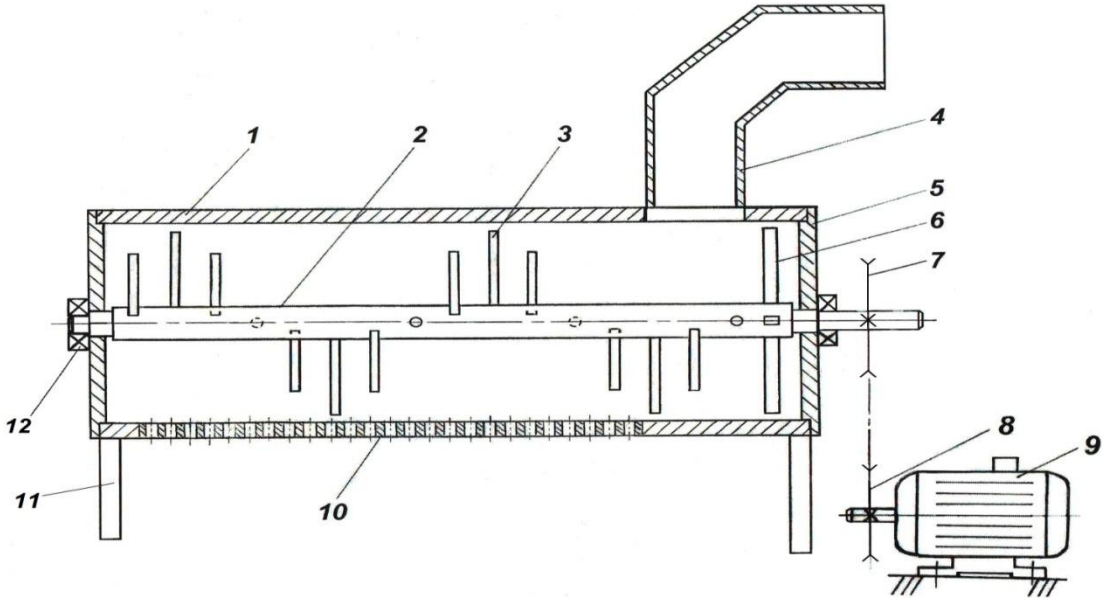
Исходя из вышеизложенного, на основании проведенного патентного поисков и анализа ранее выполненных научно-исследовательских работ, нами разработано энерго- и ресурсосберегающее устройство для отделения семян зернобобовых культур от бобиков [2, 70-72].

Данное устройство можно использовать в научно-исследовательских институтах, дехканских и фермерских хозяйствах, где занимаются селекционно-семеноводческими работами.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема энерго- и ресурсосберегающего устройства для отделения семян зернобобовых культур от бобиков.

Устройство для отделения семян зернобобовых культур от бобиков состоит из полого цилиндра 1, вала 2, штифтов 3, загрузочного бункера 4, фланцев 5, вентилятора 6, шкивов 7 и 8, электродвигателя 9, сита 10, рамы 11 и подшипников 12.

Внутри цилиндра 1 установлен вал 2 и на его поверхности винтообразно закреплены штифты 3, а в передней части закреплен вентилятор 6, создающий воздушный поток в направлении его вращения. Верхняя часть полого цилиндра 1 оснащена загрузочным бункером 4, а нижняя часть снабжена ситом 10. На противоположной стороне цилиндра 1 нарезано выгрузное окно для удаления измельченной массы и отходов бобиков.



1–полый цилиндр; 2–вал; 3–штифты; 4–загрузочный бункер;
5–фланцы; 6– вентилятор; 7 и 8–шкивы; 9–электродвигатель;
10–сито; 11–рама; 12–подшипник

Рисунок 1 - Принципиальная схема устройства для отделения семян зернобобовых культур от бобиков

Принцип работы устройства заключается в следующем. При подключении устройство к сети с помощью электродвигателя 9 и шкивов 7 и 8 через клиноременную передачу вал 2 с винтообразно закрепленными штифтами 3 приводится во вращательное движение. В это время исходный материал, т.е.

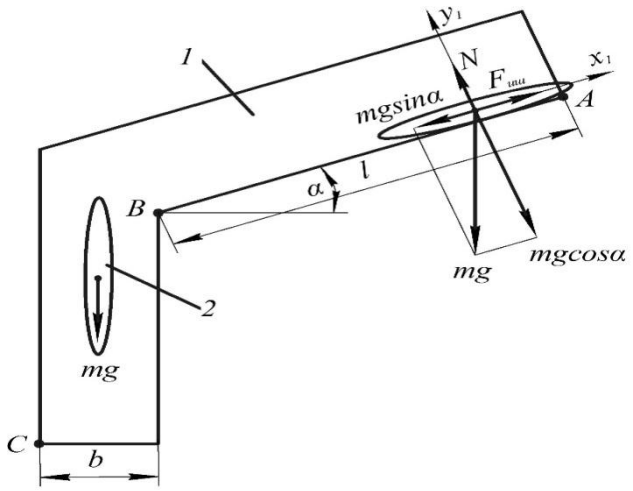
стебли зернобобовых культур с бобиками подаются в загрузочный бункер 4. Из загрузочного бункера 4 стебли с бобиками поступают в цилиндр 1 и на них воздействуют вращающиеся винтообразно закрепленные штифты 3. За счет интенсивного и последовательного воздействия винтообразно закрепленных штифтов 3 семена зернобобовых культур отделяются от бобиков. При этом винтообразно закрепленные штифты 3 не только отделяют семена от бобиков, но и, измельчая их и стебли, одновременно перемещают в сторону вращения вала 2. В связи с этим в ходе перемещения за счет непрерывного воздействия винтообразно закрепленных штифтов 3, оставшиеся на бобиках семена полностью отделяются от них, и проходят через сито 10 для дальнейшего затаривания. А измельченные в ходе технологического процесса стебли и бобики с противоположной стороны цилиндра 1, удаляются через выгрузное окно наружу.

Вентилятор 6 создавая воздушный поток в направлении вращения вала 2 с винтообразно закрепленными штифтами 3, способствует прохождению выделенных семян и зернобобовых культур через сито 9.

Для отделения семян зернобобовых культур от бобиков качественно и без повреждения очень важное значение имеют конструктивные параметры загрузочного бункера отделяющего устройства. Так как правильный выбор конструктивных параметров загрузочного бункера значительно сокращает поврежденность семян при отделении их от бобиков.

При подаче стеблей зернобобовых культур с бобиками внутри полого цилиндра, загрузочный бункер должна иметь определенный угол наклона.

На рисунке 2 представлена принципиальная схема загрузочного бункера и схема сил действующих на стебли зернобобовых культур с бобиками.



1–загрузочный бункер; 2 – стебель с бобиками

Рисунок 2 - Принципиальная схема загрузочного бункера и схема сил действующих на стебли зернобобовых культур с бобиками

Как следует из рисунка 2, на стебли зернобобовых культур с бобиками находящихся в наклонной части загрузочного бункера на них действует сила

тяжести G, сила трения $F_{тр}$, и сила реакции N. Проектируя действующие силы на оси ОХ и ОУ, составляем уравнение движения стеблей с бобиками в наклонном части загрузочного бункера [3, с. 421-428].

$$mx'' = G\cos\alpha - F_{тр}; \quad (1)$$

$$O = G\sin\alpha - N; \quad (2)$$

$$Fтр\ \grave{o}\grave{o} = G\sin\alpha. \quad (3)$$

где m – масса стебля с бобиками, кг;

α – угол наклона загрузочного бункера, градус;

f – коэффициент трения стебля с бобиками о загрузочный бункер.

Учитывая выражение (1), (2) и (3) получим следующее выражение

$$mx'' = G\cos\alpha - f\sin\alpha. \quad (4)$$

Проведя некоторые изменения, в последнем выражении получим

$$x'' = g(\cos\alpha - f\sin\alpha) \quad (5)$$

или

$$\frac{d}{dt}(x^1) = g(\cos\alpha - f\sin\alpha). \quad (6)$$

Проведя некоторые преобразования в выражении (6), а также интегрируя, получим следующее выражение

$$x' = gt\cos\alpha - fgt\sin\alpha + C_1, \quad (7)$$

где C_1 – постоянная интегрирования;

t – время движения стебля с бобиками, с.

При $x' = V$, т.е. имея в виду того, что это скорость движения стебля с бобиками на выходе наклонной части загрузочного бункера отделяющего устройства, выражение (7) приобретает вид

$$V = gt\cos\alpha - fgtg\sin\alpha. \quad (8)$$

Интегрируя выражение (8) получим

$$x = \frac{gt^2}{2}\cos\alpha - f\frac{gt^2}{2}\sin\alpha + C_2, \quad (9)$$

где $x=l$ – длина загрузочного бункера, м;

C_2 – постоянная интегрирования.

В частном случае, т.е. при t=0 и C_2=0, выражение (9) имеет вид

$$l = \frac{gt^2}{2}\cos\alpha - f\frac{gt^2}{2}\sin\alpha. \quad (10)$$

Решая выражение (10) относительно t, можно обосновать время движения стебля с бобиками в наклонной части загрузочного бункера

$$t = \sqrt{\frac{2l}{g(\cos\alpha - f\sin\alpha)}}. \quad (11)$$

Как следует из выражения (11), время движения стеблей с бобиками в наклонной части загрузочного бункера зависит от его длины, угла наклона и коэффициента их трения. При этом при известных значениях длины наклонной части загрузочного бункера, коэффициента трения стебля с бобиками и времени их движения из выражения (11) можно обосновать часть угла наклона загрузочного бункера.

Библиографический список

1. Шасталка селекционная ШС-0,1 и шасталки селекционно-семеноводческая ШСС-0,5 [Текст] //Руководство по механизации селекционно-семеноводческих процессов. – М.: ВИМ, 1978. – С. 108-113.
2. Устройство для отделения семян сельскохозяйственных культур [Текст] /А.Т.Росабоев, Г.Г.Эгамназаров, О.К.Йулдошев, О.Р.Пардаев //Молодой ученый. Международный научный журнал. – Казань, 2016. – №7(2). – С. 70-72.
3. Воронков И.И. Курс теоретической механики для ВТУзов [Текст] / И.М.Воронков. – М.: Издательство «Наука», 1966. – С. 421-428.
4. Пат. 119299 РФ, МПК51 В 60 Р 1/00 Кузов транспортного средства для перевозки картофеля [Текст]/Бышов Н.В., Якунин Ю.В., Якутин Н.Н. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева».-№2012112083/11; заявл.28.03.2012; опубл. 20.08.2012.
5. Каширин Д.Е. Рациональные режимы циклической конвективной сушки перги в соте/Каширин Д.Е., Бышов Д.Н., Гобелев С.Н., Якунин Ю.В.//Сельский механизатор. 2016. № 12. С. 36-37.
6. Бадынский, Л.А. Развитие АПК на основе рационального природопользования [Текст] / Л.А. Бадынский, О.А. Бедункова, С.А. Беловол, Т.В. Бондюк, Д.В. Виноградов, В.В. Воробьев, И.В. Дегтерева, О.Ю. Дыченко, А.С. Емельянова, В.В. Заец, Я.Н. Зароза, Л.О. Иванова, Н.П. Коваленко, О.А. Ласло, А.В. Лисовец, Н.П. Литвинова, Е.И. Лупова, А.М. Матвеев, С.В. Ноженко, И.В. Пелипканич и др.- Саарбрюккен, 2015. – 278 с.

УДК 631.3 (075.8)

Рязанцев А.И., д.т.н.
Евсеев Е.Ю.
Ахтямов А.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ г. Рязань, РФ.
Антипов А.О., к.т.н.
ГОУ ВО МО ГСГУ, г.о. Коломна, РФ

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ ДМ КУБАНЬ - ЛК1

По данным поисковых исследований ДМ «Кубань-ЛК1», оборудованной пневматическими шинами, снижение ее производительности зачастую происходит за счет интенсивного колееобразования ее последней тележки,

вызывающее преждевременную аварийную остановку (срабатывание защиты).

Из-за пониженного значения несущей способности почвы в концевой части ДМ «Кубань-ЛК1» (по причине увеличенной интенсивности дождя) колесные системы ее последней тележки погружается до 0.3 и более м., что обуславливает значительные энергетические затраты на движение машины [5].

Для решения поставленной проблемы было проведено многофакторное исследование, включающее в себя расчет параметров колес последней тележки и проведение лабораторных испытаний по оценке изменения прочностных характеристик почвы от режима полива характерного для ДМ «Кубань-ЛК1».

Необходимая ширина профиля колеса тележки, по допустимой глубине колеи, с первого прохода, машины (не более 0.5 м) можно определить по выражению (1) [1]:

$$\boldsymbol{B} = \frac{\boldsymbol{H_1} \times \sqrt{\boldsymbol{D}}}{\left(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{P_{01}}} + \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{P_{02}}}\right) \times \mathbf{1.2} \times \boldsymbol{G}} \quad (1)$$

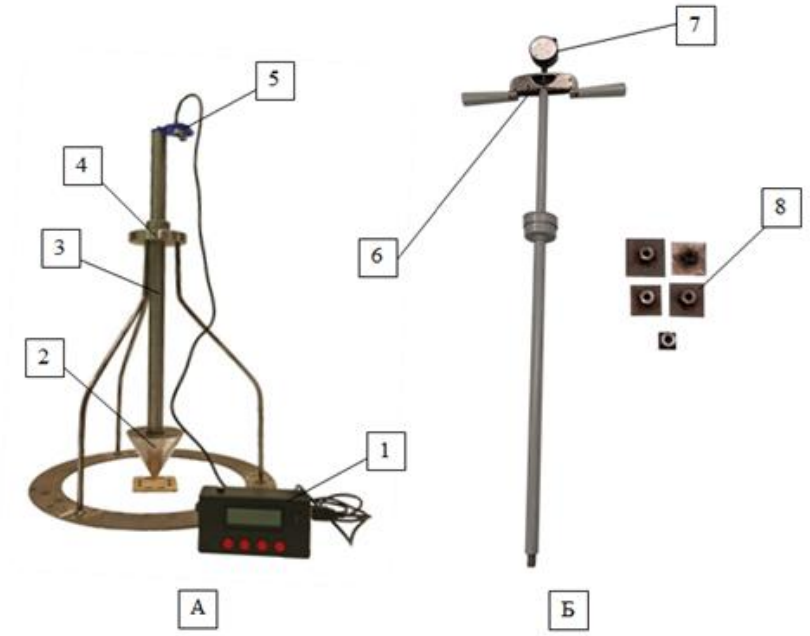
Расчетное значение ширины профиля пневматических шин последней тележки машины должно соответствовать не менее 600 мм против 460 мм для промежуточных ходовых систем.

Для проведения лабораторных исследований, указанных нами параметров, и их влияния на изменение несущей способности нами было подготовлено необходимое оборудование. Разработан лабораторный стенд, который представляет собой небольшой почвоканал, наполненный суглинком, который, в частности, моделирует почвы Московской области. Данная конструкция стенда предполагает ее разбор по меньшей стороне, для снятия среза грунта. Перед началом исследований, данная насыпь почвы высыхала, до образования корки.

Следующим этапом исследования было измерение таких параметров: как влажность и несущая способность почвы. Измерение влажности почвы проводилось разработанным авторами прибором на микроконтроллере, а значение сопротивления почвы погружению, измерялось с помощью пенетрометра.

Авторами для оценки прочности почв мелиорируемых площадей был разработан и успешно применялся при исследовании проходимости машинных агрегатов, в том числе и дождевальных машин ручкой почвомер-пенетрометр. Однако, применительно к многоопорным дождевальным машинам, учитывая сложность условий измерений во время полива и значительную их массовость, необходимо создание более производительных и автоматизированных пенетрирующих устройств.

Для снижения трудоемкости оценки и автоматизации процесса измерения несущей способности при дождевании, существующий почвомер-пенетрометр (Рисунок 1 А), усовершенствовали посредством его оснащения системой автоматической обработки данных замеров, позволяющих собрать достаточное количество данных [4].



1 – микроконтроллер обработки данных; 2 – погружной конус; 3 – ходовой вал (груз); 4 – направляющая втулка; 5 – ультразвуковой датчик HC-SR04, 6 – плоская пружина, 7 – индикатор, 8 - штампы.

Рисунок 1 – Приборы для определения несущей способности почвы: А – в полевых условия; Б – в лабораторных условиях.

После измерения показаний влажности и несущей способности почвы происходил полив, нормой 150 м^3/га, с обеспечением интенсивности дождя от 0.3 до 1 мм/мин, характерной для ДМ «Кубань-ЛК1».

Далее с помощью штампа 60х60 мм (Рисунок 1, Б), осуществлялось моделирование прохода колеса тележки дождевальной машины и оценка несущей способности почвы, которая соответствовала интенсивности дождя, образование стоков изменялось от 100 кПа до 60 кПа [2].

После моделирования движения прохода последней тележки ДМ «Кубань-ЛК1» с серийной ходовой системой, происходило повторное измерения параметров влажности и прочности почвы.

В таблице приведены данные моделирования изменения по длине дождевальной машины интенсивности дождя и соответственно несущей способности почвы, определяющей необходимость оснащения последней тележки машины пневматическим колесом с увеличенной шириной профиля.

Проведенные теоретическо-экспериментальные исследования позволили на ранее обоснованном диапазоне изменения несущей способности почвы под ДМ, за счет увеличения интенсивности дождя к ее концевой части (появление поверхностного стока воды), при поливе от 100 кПа до 60 кПа, установить значительное колееобразование последней тележки на серийных шинах 18.4 х 24 (до 0.35 м. и более) [3]. Это, как показывают исследования прочностных показателей почвы, исключается при оснащении последней тележки более широкопрофильными шинами 21.3 х 24, обуславливающих глубину колеи не более, чем у остальных тележек ДМ (~ 0.15 м.).

Таблица 1 – Изменение параметров дождя и колееобразования по длине дождевальной машины «Кубань-ЛК1».

Показатели ДМ «Кубань-ЛК1»	Значения по тележкам ДМ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Интенсивность дождя, мм/мин.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Несущая способность почвы, кПа.	100	95	90	85	82	80	75	70	65	60
Глубина колеи при шине 18.3х24	10	12	13	14	15	18	20	23	25	35
Глубина колеи при шинах: 18.3х24 (1-9 тележки), 21.3х24 (10 тележка)	10	12	13	14	15	18	20	23	25	25

Библиографический список

1. Рязанцев А.И., Антипов А.О., Смирнова Е.А. Повышение эксплуатационных показателей транспортных систем многоопорных машин /Рязанцев А.И., Антипов А.О., Смирнова Е.А. -Коломна, 2018.

2. Рязанцев А.И., Антипов А. О., Эксплуатация транспортных систем многоопорных машин: монография /Рязанцев А. И., Антипов А. О. -Коломна, 2016.

3. Пат. 183135. Российская Федерация, МПК A01G 25/09 Многоопорная дождевальная машина кругового действия / Рязанцев А.И., Рембалович Г.К., Антипов А.О. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). - № 2018116248; заявл. 28.04.2018 ; опубл. 12.09.2018., Бюл. №26 : ил.

4. Рязанцев А.И., Ахтямов А.А., Евсеев Е.Ю., Антипов А.О. В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 372-375.

5. Water conservation while using irrigation devices of multiple supports in the conditions of the moscow region Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Olgarenko G.V., Smirnov A.I. Amazonia Investiga. 2019. Т. 8. № 18. С. 323-329.

6. Пат. 185940 Российская Федерация, МПК A01G25/09. Многоопорная дождевальная машина кругового действия / Рязанцев А.И., Антипов А.О., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018119642; заявл. 28.05.2018 ; опубл. 25.12.18., Бюл. №36 : ил.

7. Пат. 187870 Российская Федерация, МПК A01G25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018133057; заявл. 17.09.2018 ; опубл. 21.03.19., Бюл. №9 : ил.

8. Пат. 189319 Российская Федерация, МПК A01G25/00. Дождевальная установка для теплиц / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). - № 2018119609; заявл. 28.05.2018 ; опубл. 21.05.19., Бюл. №15 : ил.

9. Рембалович, Г.К. Исследование траектории движения капель дождевальной машины / Г.К. Рембалович, А.И. Рязанцев, М.Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - №4 (40). – 2018. – С. 138-142.

10. Рембалович, Г.К. Анализ дождевальных установок для орошения рассады / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 369-372

УДК 631.311

Сальников Е.Л.
Бачурин А.Н., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ МАШИН С БАЛАНСИРНОЙ ПОДВЕСКОЙ МОСТА УПРАВЛЯЕМЫХ КОЛЕС

Известной проблемой при эксплуатации с/х техники является потеря устойчивости при полевых и не только работах.

Устойчивость – это возможность техники сохранять равновесное положение при воздействии на нее внешних сил, и возвращение к исходному положению, когда силы не действуют.

Различают поперечную и продольную устойчивости. Поперечной устойчивостью называют положение равновесия, сохранѐнное в поперечно – вертикальной плоскости, а в продольно вертикальной – продольной. [1 с. 816]

На поперечно - статическую устойчивость техники влияют не только подвеска ходовой, деформация и тип движителей, но и податливость грунта. На тракторах и самоходной с/х технике используется ходовая часть с балансирной подвеской моста управляемых колес. Один из мостов являющийся ведущим при такой схеме закреплен на раме жестко, а другой называемый управляемым – шарнирно.

Данная система обеспечивает проезд неровностей и ухабов рельефа, с небольшими скручивающими нагрузками на раму и корпус машины.

ЦТ обозреваемых машин находится высоко над опорной поверхностью, и при использовании подвески с упругими элементами, отрицательно скажутся на устойчивости машины подрессоренные массы.[2 с. 65] В связи с данными особенностями, применить данную систему будет более рациональным вариантом. Данный тип подвески позволяет относительно просто изменить колею, что скажется на более универсальном использовании.

Конструкция машин с балансирной подвеской моста управляемых колес, должна обеспечивать такой диапазон колебаний моста относительно рамы, который будет позволять машине работать в разных условиях, без создания сильных нагрузок на раму.

Когда мост подходит к отбойникам рамы, происходит сближение к боковинам корпуса, это вызывает сильное колебание моста, и ограничивает возможность поворота управляемых колес. Нагрузка на опорные колѐса машины меняется при боковом крене. Перераспределение нагрузок между колесами ведущего моста, жестко связанного с рамой машины, и колѐсами моста управляемых колес, установленного на раме шарнирно, для машин с балансирной подвеской моста управляемых колес будет неравномерным. В связи с этим, при рассматривании поперечной устойчивости машины с балансирным мостом управляемых колѐс, необходимо рассматривать 2 автономные части: Опирающийся на 3 точки остов машины, ими являются колеса ведущего моста и шарнир соединения моста управляемых колес с рамой, и мост управляемых колес, шарнирно соединенный с остовом. Масса моста управляемых колес в таком случае не действует на шарнир. Когда происходит увеличение угла поперечного наклона опорной поверхности, 2 части машины с разной интенсивностью сближаются к моменту потери устойчивости. Угол крена остова машины опережает угол наклона опорной поверхности, приближая начало потери им поперечной устойчивости из за ускоренного распределения нагрузок между ведущими колесами, разнонаправленных деформаций шин в нормальном положении, поперечной деформации нижней по склону шины и образования под ней более глубокой колеи.

В итоге наступает момент, в который нагрузка, действующая на колесо ведущего моста, находящееся выше по склону приближается к нулю. Этот момент будет являться первой стадией процесса опрокидывания. Он является началом потери устойчивости остова машины, и охарактеризуется углом поперечного крена $\alpha_{0пред}$. Опрокидывание остова машины в сторону уклона происходит тогда, когда реакция под колесом ведущего моста исчезает.[3 с. 86]

Так как момент опрокидывания возрастает, а момент поддерживающий устойчивость усиленно снижается, опрокидывание сопровождается происхождением углового ускорения относительно оси опрокидывания АВ (Рисунок 1).

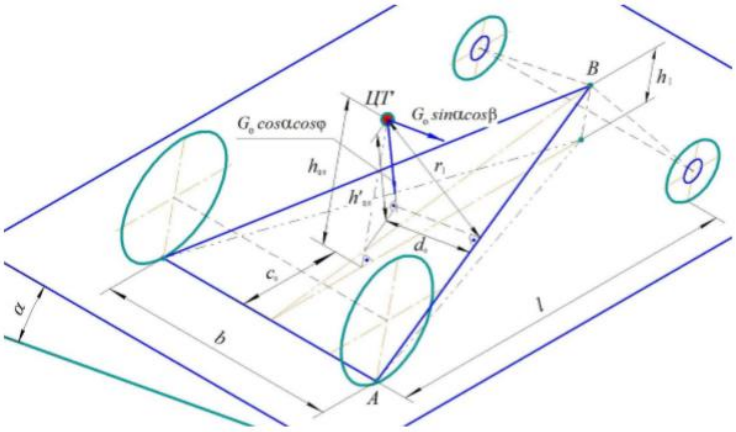


Рисунок 1 – Возникновение углового ускорения относительно оси опрокидывания

Так как углы качания моста невелики, процесс перемещения отбойника рамы в сторону балки моста протекает быстро, однако вследствие этого изменяются координаты центра тяжести остова, и величина плеч действия, поддерживающих устойчивость и, так как углы качания моста невелики, процесс перемещения отбойника рамы в сторону балки моста протекает быстро, однако вследствие этого изменяются координаты центра тяжести остова, и величина плеч действия, поддерживающих устойчивость и опрокидывающей силы (Рисунок 2).

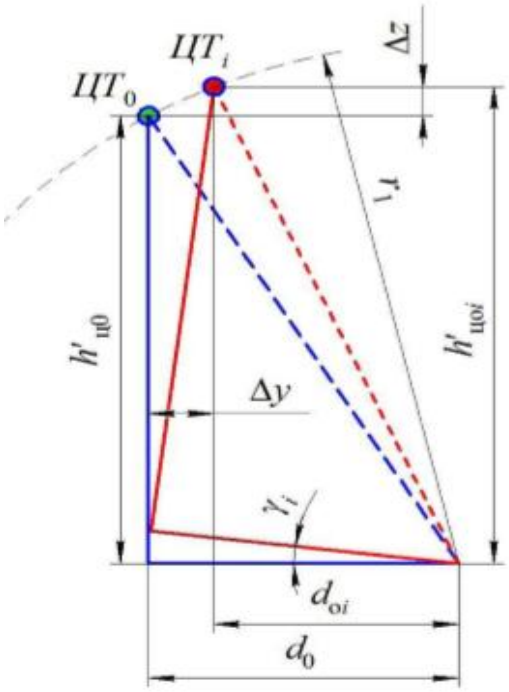


Рисунок 2 – Изменение плеч действия сил при повороте остова относительно оси опрокидывания

После того, как балка коснулась об мост с отбойником рамы, возникает 2 стадия процесса опрокидывания, в результате неё положение оси опрокидывания машины меняется. Ось смещается на линию, которая проходит через места контакта с опорной поверхностью колес одного борта. На данном этапе, управляемое колесо, которое находится ниже по склону, сильнее нагружается, так как распределяется нагрузка на точки опоры. Также, происходит снижение устойчивости, которое происходит в результате деформации шин и грунта под колесами.[4, 8, 9]

При рассматривании поперечной устойчивости машин с балансирной подвеской моста управляемых колес, необходимо брать в учёт сразу несколько факторов, которые влияют на величину угла поперечной устойчивости: деформация грунта, деформация шин, величина угла поперечной устойчивости, а также подвеска моста управляемых колес и влияние масс.

Существуют множество способов повышения устойчивости трактора, более эффективные из них будут рассмотрены ниже.

Рисунок 3 – Основные способы повышения поперечной устойчивости колесных машин

Понижение центра тяжести самоходных машин в результате уменьшения дорожного просвета, является одним из способов повышения устойчивости. Данный способ применяется на тракторе ЛТЗ – 55 АН и более распространенном МТЗ – 82. Высота трактора ЛТЗ уменьшена, если сравнивать её с моделью без модификации на 0,34 м, а просвет – на 0,32 м.

Поперечную устойчивость самоходной машины также можно улучшить, если провести монтажные работы, и увеличить ширину колеи колес. Это позволит улучшить устойчивость до определенных условий. Но следует иметь в виду, что применение таких тракторов, и уменьшение диаметра колес

снижает проходимость самоходной машины, и не всегда применимо при выполнении работ. Основные, известные способы повышения поперечной устойчивости колесных машин представлены на схеме (Рисунок 1 и 2).

Ещё одним из способов является использование специально предназначенных крутосклонных (Рисунок 4 а, б) тракторов. Это решение будет оправдано, если работа проходит в горной местности. Но следует иметь в виду, что на таких ландшафтах, как равнина и склоны не всегда их применение рационально, в связи с высокой дороговизной, и сложной конструкции ходовой части.

Также одним из известных способов является навешивание грузов, именуемое также дифференциацией масс. (Рисунок 4 в). Недостатками данного способа вследствие увеличения грузов будут являться: высокий расход топлива, более сильное уплотнение почвы. Улучшать устойчивость трактора также могут и синхронный объемный гидропривод, индивидуальный привод колес, но они усложняют конструкцию самоходной машины, и снижают эффективность её использования.

Увеличить срок службы шин, а также снижать боковой увод позволит съемный протектор (Рисунок 4 г).[5] Но этот вариант будет требовать денежных затрат, а так же времени на их изготовление, и монтаж на протектор. Тут же следует сказать о том, что когда трактор начнет движение, съемный протектор может сместиться, или сорваться, может также произойти нарушение балансировки колес трактора.

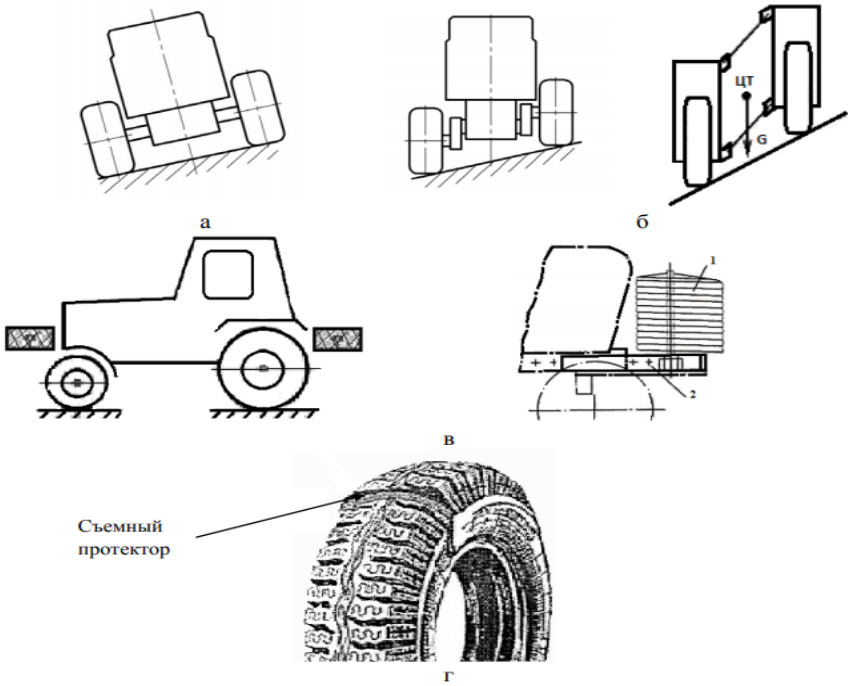


Рисунок 4 – Способы повышения устойчивости трактора: а — низкоклиренсный трактор; б – крутосклонные тракторы; в – применение грузов: 1 — грузы; 2 — рама трактора; г — применение шин со съемным протектором

В результате вышесказанного, можно сказать, что проблема устойчивости тракторов и самоходных машин остается актуальной и на текущий момент.

Одним из путей решения проблемы изменения направления вектора ЦТ в сторону опрокидывания, изменением радиуса колес, и перераспределения нагрузки по бортам трактора либо самоходной машины вследствие увеличения угла склона, может являться разработка системы, производящей автоматическое отслеживание и регулирование давление воздуха в шинах, управление направлением вектора ЦТ трактора или самоходной машины. Эта система обеспечила бы более устойчивое положение трактора при его эксплуатации.[6, с. 152]

Проблема устойчивости самоходных машин была изучена многими учеными, она существует и в настоящее время. Основные способы увеличения устойчивости это: использование крутосклонных тракторов, понижение центра тяжести в результате уменьшения дорожного просвета, навешивание груза (дифференциация масс), а также применение шин со съемным протектором. Текущие способы в той или иной мере позволяют улучшить поперечную устойчивость самоходных машин, что в той или иной мере позволит лучше и комфортнее эксплуатировать технику.

Библиографический список

1. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины [Текст] / Н.И. Кленин, С.Н. Киселѐв, А.Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008.
2. Оценка устойчивости против опрокидывания колесной машины с учетом влияния подрессоренных масс [Текст] / М.А. Подригало, А.С. Полянский, Д.М. Клец и др. // Механіка та машинобудування. – 2012
3. Дубинин, Е.А. Экспериментальная оценка устойчивости положения шарнирно-сочлененных колесных средств транспорта [Текст] / Е.А.Дубинин // Автомобильный транспорт. – 2015. – № 36.
4. ГОСТ 33691-2015 Испытания сельскохозяйственной техники. Метод определения угла поперечной статической устойчивости. – Введ. 2017-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016.
5. Каталог шин для сельскохозяйственной техники Росава. [Электронный ресурс]: [веб сайт]. – Электрон. дан. – URL: http://rosava.com/dec/p/selhoz_rus.pdf (дата обращения 5.05.19)
6. Мамити, Г.И. Устойчивость колесного трактора и автомобиля [Текст]: монография / Г.И. Мамити, С.Х. Плиев. – Владикавказ: ООО НПКП «Мавр», 2013.
7. Бачурин, А. Н. Повышение тягово-сцепных свойств колесных тракторов при использовании в составе широкозахватных агрегатов: дисс.. канд. техн. наук -05.20.01/Бачурин Алексей Николаевич. -Рязань, 2006.
8. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании

комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

9. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине "Технологические процессы ТО, ремонта и диагностирования автомобилей" для студентов специальности: 190601 - Автомобили и автомобильное хозяйство – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2012. – 161с.

УДК 378.1

Суворова Н.А., к.п.н,
Борычев С.Н., д.т.н.,
Федорова О.В., к.с.-х.н,
Маслова Л.А.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Бурмина Е.Н., к.т.н.
РИ(ф)ФГБОУ ВО МПУ г. Рязань, РФ

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ УСВОЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЗНАНИЙ

Обучение теоретическим основам строительных дисциплин имеет свои особенности, которые нужно учитывать при планировании методов обучения. Прежде всего, соотнесение содержания учебного материала в соответствии с быстроразвивающейся техникой и технологиями.

Выпускник – бакалавр, должен обладать компетенциями, необходимыми для достойного функционирования в обществе, принимать решения, соответствующие его квалификации. Для формирования и развития профессиональных компетенций, важно направлять деятельность студентов не на накапливание объема информации, а на развитие профессионального, творческого мышления, на способность применять полученные знания.

Цель обучения – поэтапное формирование культуры профессионального мышления и деятельности (способностей добывать и распоряжаться информацией).

Задача обучения не приспосабливать обучение к индивидуальным особенностям студента, а максимально способствовать всестороннему развитию, т.е. процесс обучения, должен стимулировать активность студента, которая, как правило, проявляется в последнюю очередь. Стимулирование деятельности происходит за счет активации мотивов: интереса и достижений. Качественное современное образование невозможно без мотивации, которая является составной частью педагогической технологии. Содержание построено таким образом, чтобы увеличить мотив. Ниже приведена схема взаимодействия

таких факторов, как мотив и содержание обучения, а также их влияние на процесс обучения (Рисунок 1).

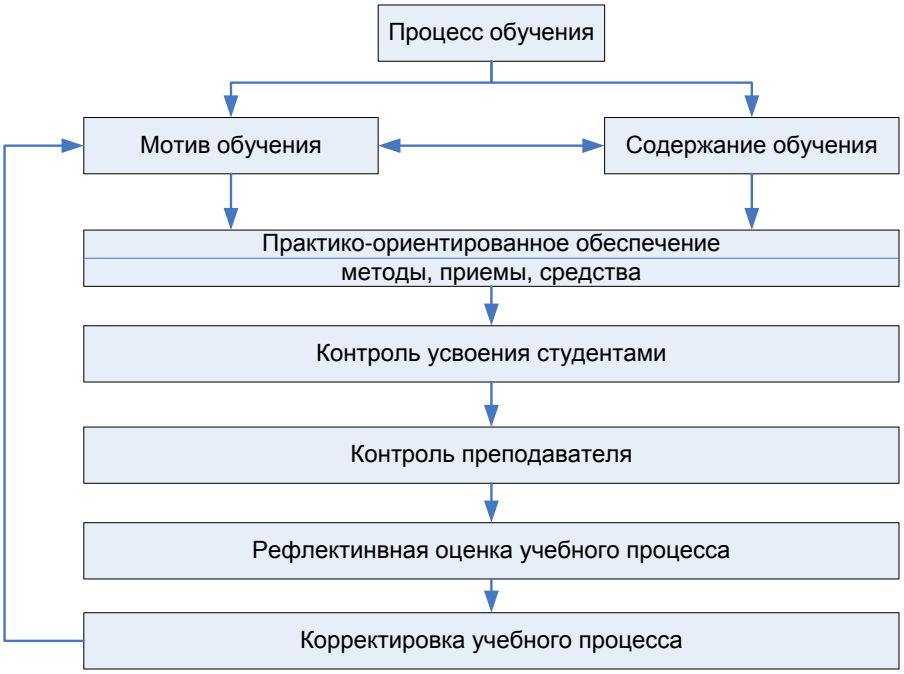


Рисунок 1 - Схема влияния мотива и содержания обучения на образовательный процесс

Мотивационный блок обеспечивает поэтапное развитие мотивации в соответствии с содержанием обучения. Различные сюжеты и ситуации, связанные с темой, помогают поддерживать интерес к дисциплине.

Практико-ориентированный подход предполагает разработку содержания и способы организации деятельности студентов, а также требует диагностического целеобразования и объективного контроля качества педагогического процесса направленного на развитие личности студента.

Из многочисленных методов представления информации рассмотрим алгоритмический на примере изучения дисциплины Основания и фундаменты.

При работе студенты применяют ранее изученный материал о физико-механических свойствах грунтов, закрепляя умения пользоваться техническими отчетами по результатам инженерно-геологических изысканий г. Рязани, т.е. процесс обучения ведется с учетом изучения особенностей Рязанской области (учет регионального компонента образовательного стандарта). Отвечая на поставленные задания по алгоритму, студенты обучаются мыслить, рассуждать, делать выводы – сознательно обосновывать наиболее целесообразные решения, что в конечном итоге способствует гораздо большему, чем просто усвоение конкретного учебного материала (Рисунок 2.). В результате применения метода алгоритмизации происходит не только развитие, но и более глубокое понимание значения самостоятельной учебно-познавательной деятельности при которой студенты используют дополнительную информацию, возникающую как продукт самосознания и самообучения, являющуюся следствием формирования рефлексивного мышления. Рефлексивная деятельность качественно отличается

от другой информации адаптированностью к реальным условиям, в которых осуществляется познавательная деятельность. Происходит индивидуальное понимание значения курсового проектирования, практических занятий, выпускной квалификационной работы. Студент сам проверяет свои знания и выявляет «белые пятна», т.е. формируется рефлексивное мышление – умение ответить на свои возникающие вопросы.

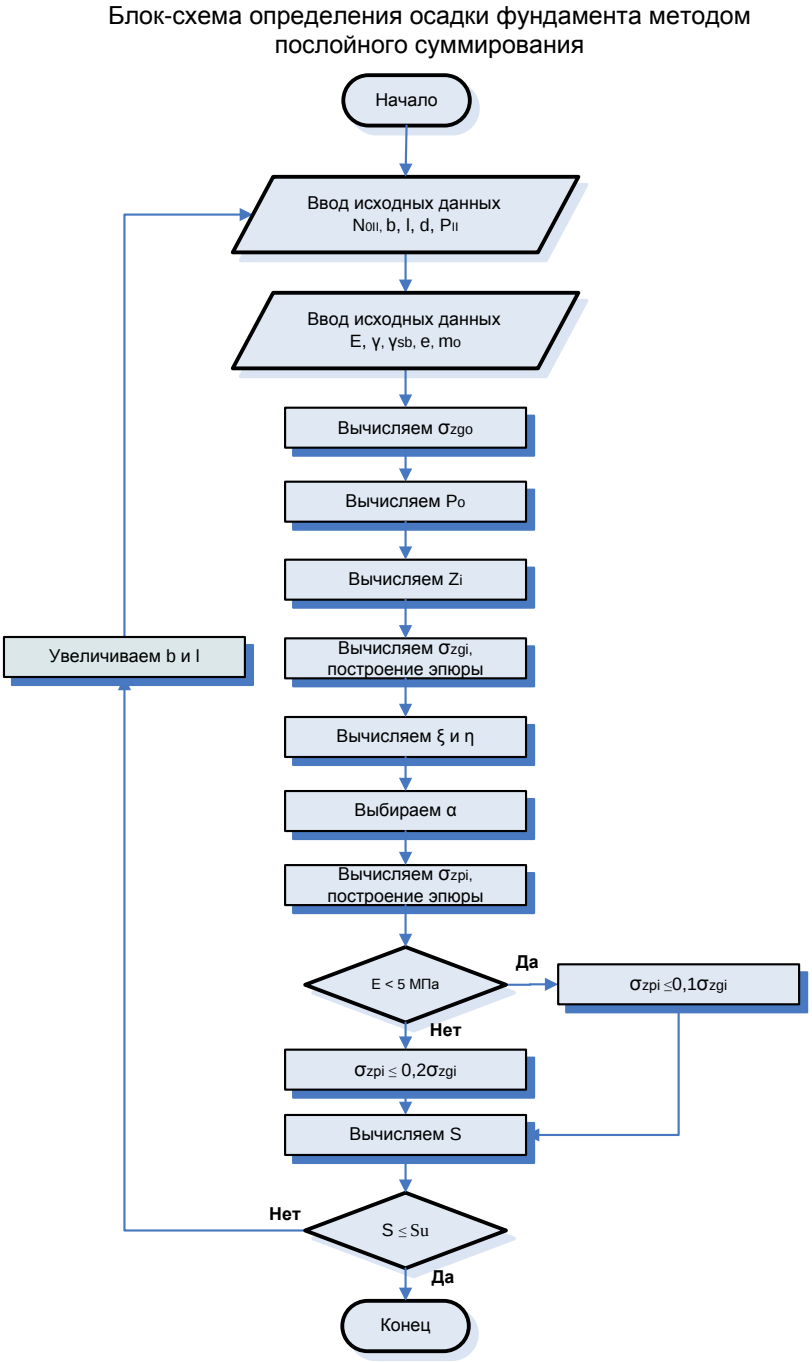


Рисунок 2 – Блок-схема определения осадки фундамента методом послойного суммирования

С точки зрения дидактики алгоритмы, как компоненты системы, представляют собой элементы разнообразные по составу, но единые по

выполняемым функциям. Они существуют независимо друг от друга, но соподчиняются функционально как единое целое учебное обеспечение.

На начальном этапе изучения темы алгоритм является опорным сигналом для усвоения и закрепления нового материала. При последующей работе данный алгоритм используется для повторения и контроля. Алгоритмы разделяются на уровни познавательной деятельности. В зависимости от схемы алгоритма действия могут быть простыми или более сложными.

Комплексно-методическое обеспечение дисциплины позволяет проводить разноуровневый контроль, закрепляя и совершенствуя знания, ставятся различные дидактические цели. Трудность познавательных задач в каждый момент соответствует возможностям студентов, ориентируя их не на механическое накапливание знаний, а на способность творчески мыслить в любой ситуации.

Важно научить, не только владеть, определенными алгоритмами, а через обсуждения, «почему делаешь так, а не иначе», прийти к пониманию алгоритма выполнения заданий данного типа, самостоятельно строить новые, когда в них возникает необходимость.

Практико-ориентированный подход повышает активность студентов за счет: актуализации опорных знаний, конкретности задания, связи теории с практикой, тесного междисциплинарного характера вопросов, ненавязчивого повторения материала. Позволяет обучать, контролировать и корректировать. Реализация данного метода работы повышает познавательный интерес нестандартностью предъявления информации и более четким осознанным усвоением, а деятельность направить по наиболее экономному пути. Процесс обучения приобретает большую гибкость с точки зрения содержания, выбора, доступности, базируется на принципах самостоятельности, индивидуальности и мобильности обучения.

Практическая ценность алгоритма следует из его свойства массовости – с помощью одного, решаются однозначно-типовые задачи, например, расчет осадки фундаментов. Критерием прочности усвоения теоретических знаний является умение правильно применить их на практике. От ценностей формирования знаний и умений осуществляется переход к ценностям развития

В целом, решается задача не приспосабливать обучение к индивидуальным особенностям студента, а максимально способствовать его умственному развитию.

Библиографический список

1. Селевко Г.К., Педагогические технологии на основе дидактического и методического усовершенствования УВП- М.: НИИ школьных технологий, 2005, -288с.

2. Гребенкина Л.К. Формирование профессиональной компетентности студентов технического вуза в современных условиях [Текст] / Гребенкина Л.К., Суворова Н.А. Рязань 2012. – С 180.

3. Суворова Н.А. Дидактические особенности формирования профессиональной компетентности студентов технического вуза [Текст] / Сб.: Российский научный журнал №2, 2011. С. 216-221.

4. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика-7-е издание М.:«Академия» 2007, - 567с.

5. Суворова, Н.А. Подготовка студентов технического вуза на основе использования информационных образовательных ресурсов [Текст] / Сб.: Российский научный журнал. - 2011. № 4 (23). - С. 141-145.

6. Термышева Е.Н. Креативные способности: сущность, содержание, проявление в деятельности // Школа будущего. – 2013. – № 5. С.127-134.

7. Крыгин, С.Е. Становление и развитие общекультурных и профессиональных компетенций студентов во время производственных практик - условие качественной подготовки выпускников направления «Агроинженерия» [Текст] / С.Е. Крыгин // В сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы, материалы международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию института механики и энергетики. – Саранск, 2012. - С. 483-487.

8. Крыгин, С.Е. Василий Прохорович Горячкин - родоначальник агроинженерного образования в России [Текст] / С.Е. Крыгин // В сб.: Педагогика и психология как ресурс развития современного общества: Материалы 4-й Международной научно-практической конференции. – Рязань, РГУ, 2012. – С. 368-377.

9. Барановский, А.В. Применение статистических данных по агрономии в преподавании "Основ научных исследований" в сельскохозяйственном вузе [Текст] / Барановский А.В., Крючков М.М., Виноградов Д.В. // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. 2019. - С. 441-446.

УДК 631.372

Тришкин И.Б. д.т.н.,
Ерохин А.В. к.т.н.,
Киреев В.К. к.т.н.,
Кочетков А.С.
ФГБОУ ВО РГАТУ г. Рязань, РФ

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРОВ С ГАЗОПОДАЮЩЕЙ АППАРАТУРОЙ

С целью проверки работоспособности разработанной газоподающей аппаратуры был произведен производственный опыт, суть которого заключался в получении сравнительных результатов проверки состояния атмосферы в помещениях теплиц. В соответствии с поставленной задачей программа исследований предусматривает:

- определение степени загрязнения воздушной среды теплиц при выполнении энергоемких операций трактором с модернизированной системой питания;
- определение состояния воздушной среды атмосферы теплиц по окончании работ трактором с модернизированной системой питания.

Производственная проверка производилась в тепличном блоке ОАО «Тепличный комбинат» Рязанского района Рязанской области. К моменту производственной проверки в ОАО «Тепличный комбинат» было оборудовано газоподающей аппаратурой шесть тракторов Т-25А, т.е. по два трактора на один тепличный блок (рисунок 1– 4).

Кроме того, в соответствии с договором ОАО «Тепличный комбинат» приобрел и поставил на кафедру для изготовления макетного образца новый трактор Т-25А. Перед началом испытаний он был оборудован дополнительными приборами, проверен и обкатан.

На рисунках 1 и 2 показаны отдельные элементы модернизированной системы питания.

После обкатки трактор был испытан на беговых барабанах в лаборатории кафедры «Тракторы и автомобили».

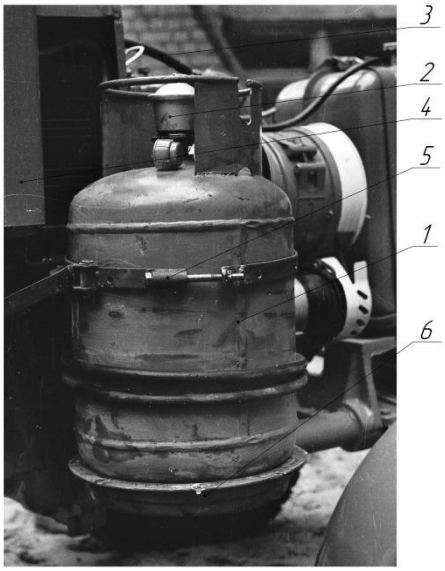
Заложенные в конструкцию идеи и результаты стендовых моторных испытаний подтвердились, и трактор с комплектом оборудования передан для дальнейшей эксплуатации в хозяйство.

1 - трактор Т-25А; 2 - баллон для сжиженного газа (2-27 ГОСТ 15860-84)

Рисунок 1 – Опытный макетный образец трактора с газоподающей аппаратурой

Эти тракторы в процессе настройки и доводки газоподающей аппаратуры в основном использовались на транспортных операциях. Они агрегатировались с универсальными тракторными подъемниками ПУТ-0,7 и ВП-0,8. Тракторные подъемники в основном перевозят стандартные поддоны размером 1,0х 1,2 м с ящиками товарной продукции от центральной дорожки теплицы до зала

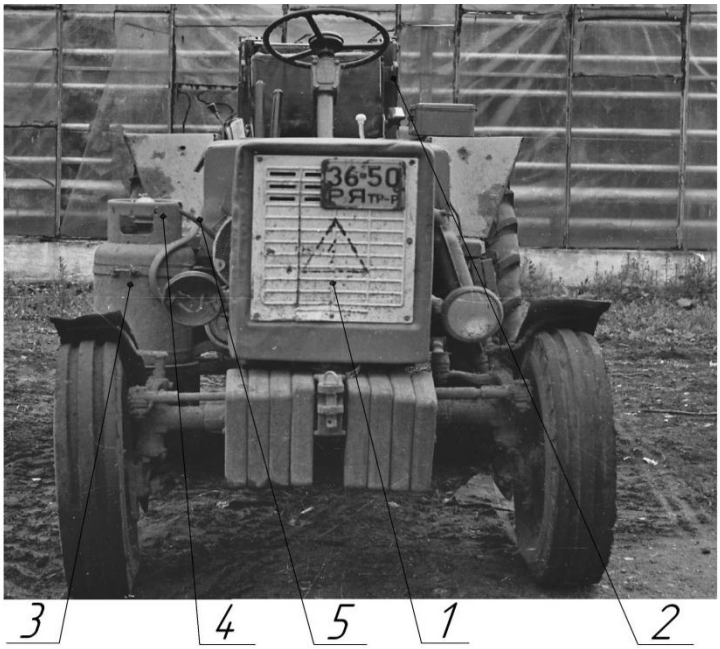
реализации. Затем они осуществляют погрузку взвешенной продукции для отправки к потребителю.



1 - баллон для сжиженного газа; 2 - регулятор давления двухступенчатый РДСГ2-1,0; 3 - газоподающий трубопровод; 4 - трактор Т-25А; 5,6- арматура крепления

Рисунок 2 – Общий вид крепления газобаллонного оборудования на тракторе

Машинно-тракторный агрегат, в состав которого входят трактор Т-25 А и копатель роторный КР-1,5, представлен на рисунке 3, а трактор Т-25 А и универсальный тракторный подъемник ПУТ-0,7 представлен на рисунке 4.



1 - трактор Т-25 А; 2 - копатель роторный КР-1,5; 3 - баллон газовый; 4 - понижающий газовый редуктор; 5 - газопровод

Рисунок 3 – Общий вид МТА (Т-25 А + КР-1,5) с газоподающей аппаратурой

1 - трактор Т-25А; 2 - универсальный тракторный подъемник ПУТ-0,7;
3 - баллон газовый
Рисунок 4 – Общий вид МТА (Т-25А + ПУТ-0,7)

Чтобы обеспечить повышенную загрузку тракторного двигателя, при которой максимальная токсичность его выхлопа, трактор во время производственной проверки выполнял основную обработку тепличных грунтов роторным копателем КР-1,5.

В ходе производственной проверки трактор выполнял основную энергоемкую операцию по обработке тепличного грунта, результаты которой представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты замеров содержания основных ТВ ОГ в воздушной среде помещения теплицы с модернизированной топливной аппаратуры

Наименование вредных веществ	Предельно допустимая концентрация вещества, кг/м^3	Концентрация вещества до начала работы, кг/м^3	Концентрация вещества после 3-х часов работы, кг/м^3 с модернизированной топливной аппаратурой	Концентрация после 3-х часов работы, кг/м^3 со штатной топливной аппаратурой	Снижение концентрации вредных веществ по сравнению со штатной топливной аппаратурой, %
оксиды азота	0,085	0,0012	0,576	0,906	31
оксид углерода	5,000	0,008	8,40	14,020	40
сумма углеводородов	1,000	0,011	7,09	11,600	39

Анализ данных, представленных в таблице 1 показывает, что концентрация ТВ в воздушной среде теплицы после трех часов непрерывного выполнения операции по обработке тепличного грунта МТА (трактор Т-25А + роторный копатель КР-1,5) при отключенной естественной вентиляции хотя и

превышает предельно допустимые концентрации, но значительно уменьшилась. При этом концентрация токсичных веществ в атмосфере теплицы уменьшилась по оксидам азота на 31%, оксиду углерода на 40% и сумме углеводородов на 39%.

Таким образом, предложенный и реализованный способ снижения токсичности обогащения воздушного заряда на впуске присадкой сжиженного газа позволяет значительно понизить токсичность выхлопа дизеля Д-21А.

Библиографический список

1. Тришкин, И.Б. Трактор Т-25А с системой питания модернизированной для работы в помещениях ограниченного объема и воздухообмена [Текст] / И.Б. Тришкин, В.И. Ванцов, Е.В. Лунин // Сб. науч. тр. РГСХА. - Рязань, 1996. - С. 276-278.
2. Тришкин И.Б. Способы и технические средства снижения токсичности отработавших газов дизельных двигателей мобильных энергетических средств при работе в помещениях сельскохозяйственного назначения. [Текст] : дис. … докт. техн. наук / Тришкин И.Б.. – Рязань: РГАТУ, 2013.
3. Ерохин А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным устройством для снижения их температуры. [Текст] : дис. … канд. техн. наук / Ерохин А.В. – Рязань: РГСХА, 2004.
4. Пат. РФ на полезную модель № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / Максименко О.О., Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Крыгин С.Е., Ерохин А.В. - Опубл.: 24.04.2002.

УДК 661.152.5

Тураев З., к.т.н.,
Шамшидинов И.Т., д.т.н.
НамИСИ, г.Наманган, РУз
Усманов И.И.,к.т.н.
НПП«IFT», г.Ташкент, РУз

РАСТВОРИМОСТЬ СУЛЬФАТА МЕДИ В ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЕ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ

В статье приведены и обобщены результаты изучения системы сульфат меди-фосфорная кислота-вода и взаимодействие сульфата меди с монокальцийфосфатом при температуре 80°С с целью получения микроэлементсодержащих удобрений.

Проблема получения и использования микроэлементсодержащих удобрений в АПК – важная часть теории и практики минерального питания растений. Научно-обоснованное применение микроудобрений позволяет не

только повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и производить сбалансированные по составу продукты питания и корма [1].

Население Земли постоянно увеличивается и на этом фоне растет потребность в увеличении производства сельскохозяйственной продукции – овощей, зерновых и бобовых культур, составляющих основу питания человека. Кроме того, растет потребление молока и мясной продукции, что требует внесения немалых изменений в развитие кормовой базы для животноводства, птицеводства, рыбоводства.

Микроэлементы участвуют в физиолого-биохимических процессах, протекающих в живых организмах, низкая обеспеченность микроэлементами создает барьеры для поглощения растениями отдельных видов макроэлементов.

Кроме этого микроэлементы играют немалую роль в повышении устойчивости растений к неблагоприятным внешним факторам.

В основе процессов получения микроэлементсодержащих фосфорных удобрений лежат реакции взаимодействия различных солей микроэлементов с ортофосфорной кислотой и её солями, в результате которых могут образоваться различные соединения фосфатов микроэлементов [2-4]. Исходя, из этого ранее были исследованы термодинамические свойства некоторых фосфатов меди, цинка и кобальта, а также установлена возможность протекания реакций между сульфатными солями микроэлементов и компонентами двойного суперфосфата.

Термодинамические исследования взаимодействия сульфатных солей микроэлементов с фосфорной кислотой показали, что при введении сульфатов меди, цинка и кобальта в фосфорную кислоту при 25°С взаимодействия не происходит и микроэлементы находятся в растворе в виде сульфатов, а в присутствии монокальцийфосфата возможно образование одно и двухзамещенных фосфатов металлов. Однако из литературы известно, что с повышением температуры раствора сульфаты микроэлементов изменяют свою гидратность и растворимость, а монокальцийфосфат подвергается гидролизу с выделением фосфорной кислоты [5-6]. Поэтому было интересно выяснить, в каком виде находится сульфат меди в условиях получения двойного суперфосфата, какова его растворимость в фосфорной кислоте, как ведут себя микроэлементы в присутствии монокальцийфосфата. С этой целью были изучены система сульфат меди - фосфорная кислота - вода и взаимодействие сульфатных солей меди с монокальцийфосфатом при 80°С.

Система сульфат меди - фосфорная кислота - вода при 80°С исследована нами изотермическим методом растворимости. Изотерма растворимости системы $CuSO_4$-H_3PO_4-H_2O при 80°С состоит из двух ветвей (таблица 1 и рисунок 1).

Первая ветвь кривой растворимости отвечает насыщенным растворам, из которых кристаллизуется в твердую фазу пентагидрат сульфата меди. С увеличением концентрации фосфорной кислоты растворимость соли понижается от 34,94 масс.% до 20,38 масс.%. Вторая ветвь соответствует образованию в системе соединения состава $CuSO_4 \cdot CuHPO_4 \cdot 2H_2O$. Это соединение образуется из насыщенного раствора сульфата меди в фосфорной

кислоте с содержанием фосфорного ангидрида выше 30,42%. Химический анализ выделенного осадка показал следующий состав: Cu - 35,82; PO_4, - 26,82; SO_4, - 27,15, что практически соответствует соединению $CuSO_4 \cdot CuHPO_4 \cdot 2H_2O$. Теоретически в этом соединении содержится Cu - 35,79; PO_4 - 26,74; SO_4 - 27,05.

Таблица 1 – Данные по растворимости в системе $CuSO_4$-H_3PO_4-H_2O при 80°С

№ точки состава	Состав жидкой фазы, масс,%		Состав твердого «остатка» масс,%		Твердая фаза
	P_2O_5	$CuSO_4$	P_2O_5	$CuSO_4$	
1	0,00	34,94	0.00	0,00	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$
2	2,10	34,01	0,25	57,51	То же
3	5,86	32,13	1,47	55,63	-"-
4	12,33	29,15	1,23	58,88	-"-
5	17,86	26,44	2,70	56,89	-"-
6	23,63	24,13	4,73	56,10	-"-
7	30,42	20,38	4,53	64,05	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ + $CuSO_4 \cdot CuHPO_4 \cdot 2H_2O$
8	30,60	17,03	24,51	58,32	$CuSO_4 \cdot CuHPO_4 \cdot 2H_2O$
9	32,69	13,44	23,64	69,21	То же
10	37,62	10,41	23,31	61,47	-"-
11	46,20	6,89	23,63	62,84	-"-
12	50,35	5,88	24,65	57,37	-"-

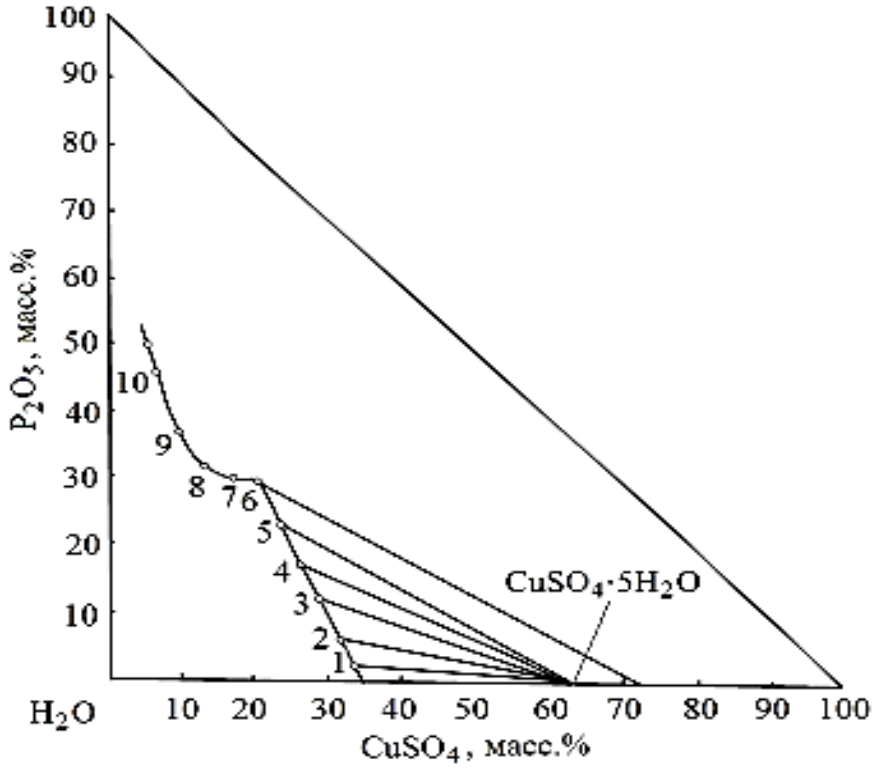


Рисунок 1 – Изотерма растворимости системы $CuSO_4$ – H_3PO_4 – H_2O при 80°С

Полученное соединение было идентифицировано рентгенофазовым, дериватографическим, бумажнохроматографическим и ИК-спектроскопическим методами анализа.

Таким образом, проведенные исследования показали образование в системе $CuSO_4$-H_3PO_4-H_2O при температуре 80°С нового соединения $CuSO_4 \cdot CuHPO_4 \cdot 2H_2O$. Изотерма растворимости системы при 80°С состоит из двух ветвей, отвечающих кристаллизации пентагидрата сульфата меди и нового соединения. Проведенные иследования позволяют существенно расширить ассортимент для получения микроэлементсодержащих минеральных удобрений за счет вовлечения в переработку сульфатных солей меди.

Библиографический список

1. Черкасов Е.А. Микроэлементы в почвах Ульяновской области и эффективность микроэлементсодержащих удобрений в полевых агроценозах : автореф. дис. … канд. с-х. наук [Текст] / Е.А. Черкасов; – Саранск, 2014. – С.19.
2. Получение микроэлементсодержащих удобрений типа двойного суперфосфата с использованием бедных фосфоритов [Текст] / И.Т. Шамшидинов, З. Тураев, З.Н. Мамаджанов, А.Т. Мамадалиев, Д.А. Уктамов // Узб. хим. ж. – 2015. – № 3. – С. 62-66.
3. Технологические аспекты получения азотно-фосфорных микроэлемент содержащих удобрений [Текст] / Д.А. Уктамов, С.М. Таджиев, С. Тухтаев, З. Тураев, У. Нишонов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11. – С. 974.
4. Пат. РФ № 2193546. Сложное гранулированное удобрение пролонгированного действия с микроэлементами и способ его получения / Гаврилин Г.Ф., Андреев Г.Д., Могилевская Е.М., Новиков А.П., Донских Н.А., Шелудько В.В., Вергунов В.Н. – Опубл. 27.11.2002; Бюл. № 7.
5. Киргинцев А.К. Растворимость неорганических веществ в воде [Текст] / А.К. Киргинцев, Л.Н. Трушникова, В.Г. Лаврентьева. – Л.: Химия, 1972. – 246 с.
6. Дружинин И.Г. Растворимость одно- и двухкальцийфосфатов в воде [Текст] / И.Г. Дружинин, М. Муратов // Известия АН Киргизской ССР. – 1972. – № 3, – С. 43-44.
7. Назарова, А.А. Сравнительная оценка токсического действия нанопорошка меди и сульфата меди на семенах и проростках кукурузы [Текст] / А.А. Назарова, С.Д. Полищук // Сахар. - 2017. - №7. - С. 50-52.
8. Колмыкова, О.Ю. Микроэлементы в виде традиционных удобрений и наноматериалов в жизни растений [Текст] / О.Ю. Колмыкова, А.А. Назарова, О.В. Черкасов // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : материалы 66 Международной науч.-практ. конф. – РГАТУ, 2015. – С.104-110.
9. Виноградов, Д.В. Практикум по растениеводству [Текст] / Виноградов Д.В., Вавилова Н.В., Дуктова Н.А., Лупова Е.И. – Рязань: РГАТУ, БГСХА, 2018.- 320 с.

УДК. 631.312; 631.316

Тухтакузиев А., д.т.н.,
Мансуров М.Т., д.т.н.,
Тошпулатов Б.У.
НИИМСХ, г. Янгиюль, Республика Узбекистан

ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИМИ МАШИНАМИ

Статья посвящена вопросу обеспечения почвообрабатывающими машинами заданной глубины обработки почвы и ее требуемой равномерности.

Для всех почвообрабатывающих машин глубина обработки почвы и ее равномерность являются основными показателями их работы. Только при обеспечении заданной глубины обработки почвы и ее равномерности по всему полю создаются благоприятные условия для равномерного роста и развития растений, получения высокого урожая, а также одновременного его созревания [1, с. 94.; 2, с. 120.; 3, с. 64].

Из литературных источников известно [1, с. 152.; 4, с. 149-150, 13, 14, 15, 16], что заглубление почвообрабатывающих машин на установленную глубину обработки и равномерность хода их на этой глубине, а следовательно заданная глубины обработки почвы и ее требуемая равномерность обеспечивается в том случае, когда опорные колеса почвообрабатывающих машин постоянно будут прижаты к поверхности почвы и вертикальная сила давления их на почву будет равна определенному оптимальному значению, т.е. $Q_z = Q_{опт}$ (где Q_z – вертикальная сила давления опорных колес на почву, $Q_{опт}$ – оптимальное значение вертикаль-ной силы давления опорных колес на почву, при котором обеспечивается требуемая равномерность глубины обработки почвы). Однако в ранее проведенных исследованиях [4, с. 149-151.; 5, с. 28-30.; 6, с. 7-6.; 7, с. 15-16] вопрос обеспечения условия $Q_z = Q_{опт}$ достаточно не исследован, в частности отсутствуют конкретные рекомендации по обеспечению этого условия с учетом параметров механизма навески трактора и навесного устройства плуга. Учитывая это, нами поставлена задача исследовать этот пробел на примере навесного плуга.

Для решения постановленной задачи нами на примере навесного плуга проведены теоретические исследования с использованием методов теоретической и земледельческой механики, а также аналитической геометрии.

Пользуясь схемой, приведенной на рисунке 1, определяем вертикальную силу давления опорного колеса плуга на почву

$$Q_z = N_z = \Bigg[Mg(X_\pi + l_G) + R_{xz}(X_\pi + e + \frac{n-1}{2}L + \frac{\rho_{xz}}{\sin\psi_{xz}})\sin\psi_{xz} - R_{xz}(H_1 + Z_\pi)\times$$

$$\times \cos\psi_{xz} - F_x(H_1 + Z_\pi - 0{,}5b_\partial)\Bigg] \frac{1}{\left[X_\pi + l_N + \mu(H_1 + Z_\pi - h - 0{,}5d_T)\right]}, \qquad (1)$$

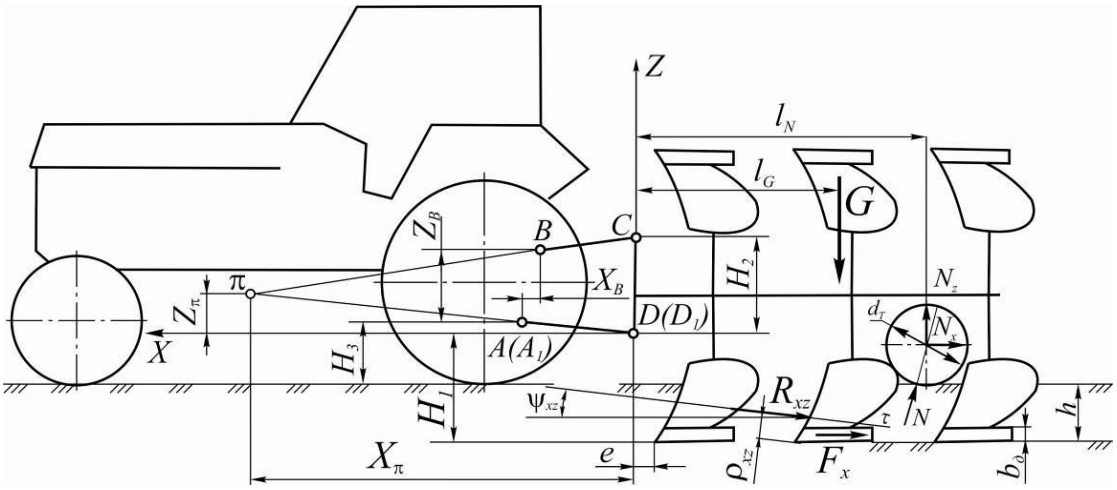


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на плуг в процессе его работы

где N_z – вертикальная составляющая реакции N почвы на опорное колесо;

M – масса плуга;

g – ускорение свободного падения;

X_π, Z_π – соответственно продольное и вертикальное расстояния от нижних присоединительных точек плуга до его мгновенного центра вращения π в продольно-вертикальной плоскости;

l_G – расстояние по горизонтали от нижних присоединительных точек плуга до его центра тяжести;

R_{xz} – равнодействующая сил, действующих на лемешно-отвальную поверхность корпусов плуга;

e – расстояние по горизонтали от нижних присоединительных точек плуга до носка лемеха первого корпуса;

$n_к$ – число корпусов, установленных на плуг;

L – продольное расстояние между корпусами плуга;

ρ_{xz} – расстояние от носка лемеха среднего (или условно среднего) корпуса до линии действия силы R_{xz};

ψ_{xz} – угол наклона силы R_{xz} к горизонту;

H_1 – расстояние по вертикали от опорной плоскости плуга до его нижних присоединительних точек;

F_x – равнодействующая сил трения полевых досок о стенки борозд;

b_∂ – ширина полевой доски плуга;

μ – коэффициент сопротивления перекатыванию опорного колеса плуга;

h – глубина вспашки (обработки);

d_T – диаметр опорного колеса;

l_N – расстояние по горизонтали от нижних присоединительных точек плуга до оси вращения его опорного колеса.

Для придания выражению (1) общего вида и удобства проводимых по нему расчетов, пользуясь методами аналитической геометрии [8, с. 37-38], расстояние X_π и Z_π выразим через параметры механизма навески трактора и навесного устройства плуга, а M, l_G, R_{xz}, F_x и l_N – через физико-механические свойства почвы и параметры плуга [1, 3], т.е.

$$X_\pi = \frac{H_2\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2}\left[\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - X_B\right]}{(H_2 - Z_B)\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - (H_3+h-H_1)X_B}; \quad (2)$$

$$Z_\pi = \frac{H_2(H_3+h-H_1)\left[\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - X_B\right]}{(H_2 - Z_B)\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - (H_3+h-H_1)X_B}; \quad (3)$$

$$M = n_к m_к; \quad (4)$$

$$l_G = e + \frac{n_к - 1}{2}L; \quad (5)$$

$$l_N = e + (n_к - 1)L; \quad (6)$$

$$R_{xz} = \frac{R_x}{\cos\psi_{xz}} = \frac{n_к \eta \kappa b_к h}{\cos\psi_{xz}}; \quad (7)$$

и

$$F_x = \frac{1}{6}R_x = \frac{1}{6}n_к \eta \kappa b_к h, \quad (8)$$

где H_2 – расстояние по вертикали между нижними и верхней присоединительными точками плуга;

H_3 – расстояние по вертикали от опорной плоскости трактора до точки крепления нижних тяг его механизма навески;

$l_б$ – длина нижних тяг механизма навески трактора;

X_B, Z_B – соответственно расстояния по горизонтали и вертикали между шарнирами крепления нижних и верхней тяг механизма навески трактора;

l – поперечное расстояние между нижними присоединительными точками плуга;

c – поперечное расстояние между шарнирами крепления нижних тяг механизма навески трактора;

$m_к$ – масса плуга, приходящаяся на один корпус;

R_x – продольная составляющая сил, действующих на лемешно-отвальную поверхность корпусов плуга;

η – коэффициент полезного действия плуга;

κ – удельное сопротивление почвы при вспашке; $b_к$ – ширина захвата корпуса плуга.

С учетом выражений (2)-(8) выражение (1) имеет следующий вид

$$Q_Z = \Bigg\{ (n_к m_к g + n_k \eta \kappa b_к h tg\,\psi_{xz}) \times$$

$$\times \frac{H_2\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2}\left[\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - X_B\right]}{(H_2 - Z_B)\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - (H_3+h-H_1)X_B} -$$

$$-(\frac{7}{6} n_k \eta \kappa b_к h) \frac{H_2(H_3+h-H_1)\left[\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - X_B\right]}{(H_2 - Z_B)\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - (H_3+h-H_1)X_B} + n_k m_к g(e + \frac{n_к - 1}{2} L) +$$

$$+ n_k \eta \kappa b_к h \left\{ \frac{1}{\cos\psi_{xz}} \left[(e + \frac{n-1}{2} L + \frac{\rho_{xz}}{\sin\psi_{xz}}) \sin\psi_{xz} - H_1 \cos\psi_{xz} \right] - \frac{1}{6}(H_1 - 0{,}5 b_д) \right\} \Bigg\} :$$

$$: \Bigg\{ \frac{H_2\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2}\left[\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - X_B\right]}{(H_2 - Z_B)\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - (H_3+h-H_1)X_B} + e +$$

$$+ (n_к - 1)L + \mu \Bigg\{ H_1 + \frac{H_2(H_3+h-H_1)\left[\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - X_B\right]}{(H_2 - Z_B)\sqrt{l_б^2 - 0{,}25(l-c)^2 - (H_3+h-H_1)^2} - (H_3+h-H_1)X_B} -$$

$$- h - 0{,}5 d_T \Bigg\} \Bigg\}. \qquad (9)$$

В отличии от известных выражений [9] в этом выражении учитываются размеры и параметры механизма навески трактора (N_3, $l_б$, X_B, Z_B, c) и навесного устройства плуга (H_1, H_2 l), а также параметры плуга (l, L, $n_к$, $m_к$, $b_к$, $b_д$, d_T) и оно позволяет проанализировать влияние каждого из указанных и других параметров, входящих в него, на силу давления опорного колеса на почву.

Так как в выражении (4) значения H_3, X_B, Z_B, $l_б$ и c заданы и известны по трактору, H_2 и l – стандартизированы [9, с. 3-5], M, l_G, l_N, d_T, e, L – приминаются в основном из условий надежного и качественного выполнения плугом заданного технологического процесса при минимальных материально-энергозатратах, то условие Q_z=$Q_{опт}$, а следовательно заданная глубина вспашки и ее требуемая равномерность обеспечиваются в основном за счет изменения расстояния H_1, т.е. расстояния по вертикали от опорной плоскости плуга до его нижних присоединительных точек. Для определения оптимального значения этого расстояния, обеспечивающего заданную глубину вспашки и ее требуемую равномерность, по выражению (4) строится графическая зависимость $Q_Z = f(H_1)$ (Рисунок 2) и из нее по известному значению $Q_{опт}$ определяется оптимальное значение $H_{1опт}$.

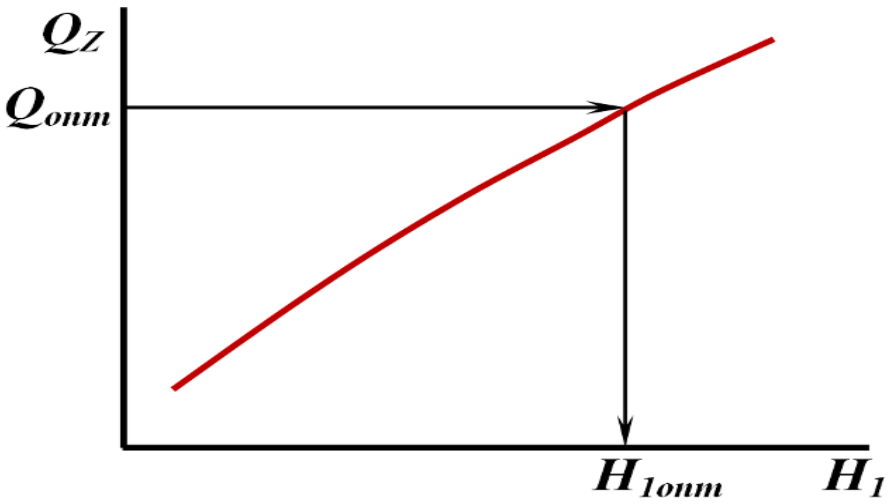


Рисунок 2 – Зависимость изменения Q_Z от H_1

Проведенные исследования позволяют утверждать, что заглубление почвообрабатывающих машин на установленную глубину и равномерность хода на этой глубине, а следовательно заданная глубина обработки почвы и ее требуемая равномерность обеспечиваются в основном за счет правильноговыбора расстояния по вертикали от их опорных плоскостей до нижних присоединительных точек.

Библиографический список

1. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин [Текст] / Г.Н.Синеоков, И.М. Панов. – Москва: Машиностроение, 1977. – 328 с.

2. Соколов Ф.А. Агрономические основы комплексной механизации хлопководства [Текст]. – Ташкент: Фан, 1977. – 224 с.

3. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Текст] / Н.И.Кленин, В.А. Сакун. – Москва: Колос, 1980. – 671 с.

4. Бурченко П.Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения [Текст]. – Москва, 2002. – 212 с.

5. Гячев Л.В. Влияние механических параметров почвообрабатывающих машин на устойчивость хода их рабочих органов [Текст] // Техника в сельском хозяйстве. – 1988. – №3. – С. 28-30.

6. Ахметов А.А. Исследование схемы механизма навески универсального предпосевного орудия ОПУ-4 [Текст] // Механизация хлопководства. –1988. – №6. – С. 4-6.

7. Тухтакузиев А. Обоснование параметров навески плуга к овощеводческому трактору ТТЗ-100SP [Текст] / А.Тухтакузиев, Б.Гайбуллаев // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – №3. – С. 15-16.

8. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – Москва: Наука, 1972. – 872 с.

9. ГОСТ 10677-2001 «Устройство навесное заднее сельскохозяйственных

тракторов классов 0,6-8. Типы, основные параметры и размеры». – Минск, 2001. – 10 с.

10. Картофелекопатель с инновационными рабочими органами [Текст] / Е.Е. Крыгина, С.Е. Крыгин, И.А. Паршин, М.В. Орешкина // В сб.: Наука и инновации: векторы развития: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. – Барнаул, РИО Алтайского ГАУ, 2018. – Кн. 2 - С. 37-40.

11. Крыгин С.Е. Применение картофелекопателей с инновационными рабочими органами [Текст] / С.Е. Крыгин, Е.Е. Крыгина, И.А. Паршин // В сб.: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: сб. материалов Международной научно-практической конференции, под общ. ред. В.А.Солопова, - Мичуринск – Наукоград; МичГАУ. – С. 55-58.

12. Габибов, М.А. Агропочвоведение [Текст] / М.А. Габибов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов // Учебник. Рязань, 2018. - 326с.

13. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // Монография, Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ: 2015. – 304с.

14. Рембалович, Г.К. Результаты исследований эксплуатационной надёжности органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / Г.К. Рембалович, Р.В. Безносюк, И.А. Успенский // Вестн. Моск. Гос. Агроинженерного университета им. В.П. Горячкина. – 2009. - № 3(34). – С. 40-42.

15. Безносюк, Р.В. Интенсификация процесса разделения вороха на сепарирующих горках картофелеуборочных машин. / Р.В. Безносюк, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. Том 1. Материалы научно-практической конференции. – Рязань: 2009. - С. 57-59.

16. Безносюк, Р.В. Повышение надежности картофелеуборочного комбайна совершенствованием органа вторичной сепарации / Р.В. Безносюк, Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, И.А. Успенский // Материалы научно-практической конференции РГАТУ – Рязань, 2011. -С. 98-101.

УДК. 631.312; 631.316

Тухтакузиев А., д.т.н.,
Тошпулатов Б.У.
НИИМСХ,г. Янгиюль, Республика Узбекистан

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ЧИЗЕЛЬ-КУЛЬТИВАТОР

Статья посвящена вопросу снижения энергоемкости и повышения качества работы чизель-культиваторов, применяемых в сельскохозяйственном производстве Республики Узбекистан.

В условиях нашей Республики чизель-культиваторы являются основным техническим средством при подготовке почвы к севу и широко применяются. Однако существующие чизель-культиваторы (ЧК-3,0, ЧКУ-4 и другие) имеют высокую энергоемкость, часто за один проход не обеспечивают требуемое качество крошения почвы.

В связи с этим нами проведены специальные исследования по снижению энергоемкости и повышению качества работы чизель-культиваторов. В результате проведенных исследований разработан усовершенствованный чизель-культиватор (см. рисунок), защищенный патентом № FAP 01310 Республики Узбекистан на полезную модель [1]. Он состоит из рамы 1 с навеской, опорных колес 2 и рабочих органов 3, 4 и 5.

Разработанный чизель-культиватор от существующих имеет следующие отличия, способствующие снижению его энергоемкости и повышению качества обработки почвы:

- рабочие органы первого ряда выполнены в виде двухгранного клина с плоской рабочей поверхностью, т.е. в виде долотообразной рыхлительной лапы, а рабочие органы второго и третьего рядов выполнены в виде двухстороннего трехгранного клина, т.е. в виде стрельчатой лапы;
- рабочие органы первого и второго рядов размещены на раме в шахматном порядке, а рабочие органы второго и третьего рядов - след в след;
- рабочие органы первого и третьего рядов установлены (относительно опорных колес) на одинаковую глубину обработки, т.е. их носки установлены (лежат) в одной горизонтальной плоскости, а рабочие органы второго и третьего рядов установлены ступенчато, т.е. рабочие органы второго ряда установлены на меньшую глубину, чем рабочие органы третьего ряда.

В процессе работы усовершенствованного чизель-культиватора рабочие органы первого ряда взаимодействуют с монолитом почвы, т.е. работают в условиях блокированного резания. Поэтому выполнение их в виде узкой долотообразной рыхлительной лапы с плоской рабочей поверхностью, во-первых, уменьшает объем деформируемой почвы в условиях блокированного резания и, во-вторых, позволяет деформировать почву в сторону поверхности поля, т.е. в сторону открытой поверхности. Как известно [2, с. 24-26.; 3, с. 45], эти оба фактора приводят к снижению затрат энергии на обработку почвы.

Рабочие органы второго и третьего рядов в процессе работы взаимодействуют с пластами почвы, граничащими с взрыхленными рабочими органами первого ряда зонами, т.е. функционируют в условиях свободного резания. Поэтому выполнение их в виде стрельчатой лапы позволяет деформировать и разрушать обрабатываемые ими пласты в стороны зон, разрыхленных рабочими органами первого ряда. Это также способствуют снижению затрат энергии [3, с. 45.; 4, с. 35-37].

Размещение на раме рабочих органов первого и второго рядов в шахматном порядке, а второго и третьего рядов след в след, а также установка рабочих органов первого и третьего рядов ступенчато (по глубине обработки), т.е. установка рабочих органов второго ряда выше относительно рабочих

органов третьего ряда обеспечивает послойное рыхление почвы, а следовательно приводит к улучшению качества ее крошения.

Проведенные исследования показали, что при глубине обработки 16-20 см для обеспечения наибольшего эффекта по снижению затрат энергии и повышению качества крошения почвы ширина захвата рыхлительной и стрельчатой лап усовершенствованного чизель-культиватора должна быть соответственно в пределах

50-60 и 300-340 мм, ширина междуследия рабочих органов –
не более 400 мм, а рабочие органы второго ряда должны быть установлены относительно рабочих органов третьего ряда на 60-80 мм выше.

Таблица 1 – Техническая характеристика опытного образца усовершенствованного чизель-культиватора

№	Наименование показателя	Значение показателя
1.	Тип	навесной
2.	Агрегатируется с трактором класса	3-4
3.	Ширина захвата, м	4,0
4.	Рабочая скорость, км/ч	6-8
5.	Глубина обработки, см	12-20
6.	Производительность за час, га основного времени эксплуатационного времени	 до 3,2 до 2,3
7.	Количество рыхлительных лап, шт	11
8.	Количество стрельчатых лап, шт	20
9.	Продольное расстояние между рабочими органами, см	80
10.	Потребляемая мощность, кВт	не более 75
11.	Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	 1940 4210 1600
12.	Масса, кг	1225

В таблице 1 приведена техническая характеристика, а таблице 2 результаты испытаний опытного образца усовершенствованного чизель-культиватора.

Испытания усовершенствованного чизель-культиватора проводили на полях экспериментального хозяйства института в период подготовки их к севу семян хлопчатника в сравнении со существующим культиватором ЧКУ-4Б.

Абсолютная влажность и твердость почвы полей, где проводились испытания, в горизонтах 0-10, 10-20 и 20-30 см в среднем составляли соответственно 15,6 % и 0,96 МПа, 16,7 % и 1,48 МПа и 18,2% и 2,14 МПа.

При испытаниях чизель-култиваторы агрегатировались с трактором New Holland T7060 при скоростях движения 6 и 8 км/ч. При этом установичная глубина обработки была 16 см.

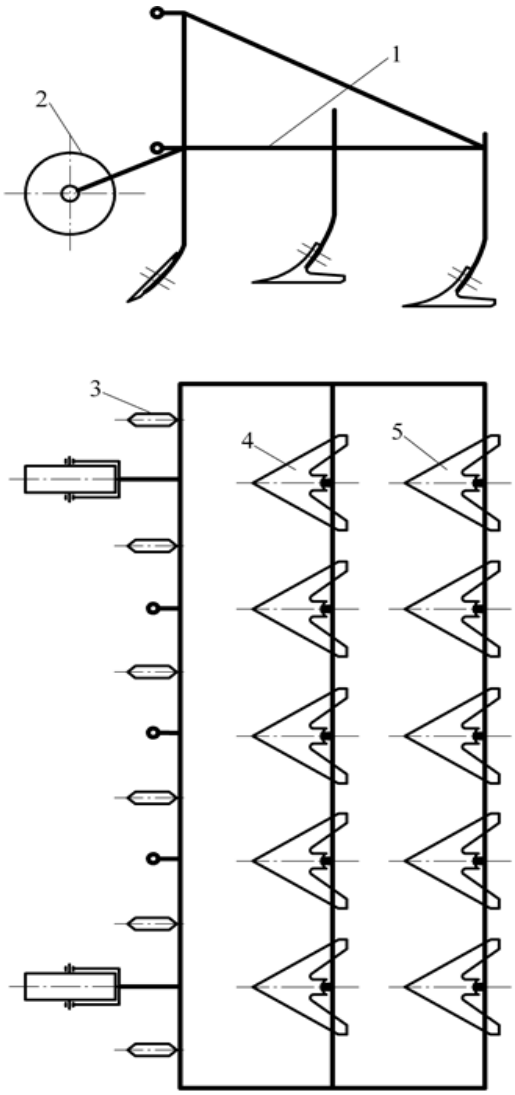


Рисунок – Схема усовершенствованного чизель-культиватора

В испытаниях показатели работы чизель-култиваторов определялись по нормативным документам Tst 63.04.2001 и Tst 63.03.2001 [5, 6].

Таблица 2 – Результаты испытаний опытного образца усовершенствованного чизель-культиватора

№	Наименование показателей	Значение показателей по			
		существующему (ЧКУ-4Б)		усовершенство-ванному	
1.	Скорость движения, км/ч	5,6	7,5	5,8	7,7
2.	Глубина обработки, см $M_{ср}$ $\pm\sigma$	 16,8 2,34	 16,4 2,42	 16,7 2,17	 16,1 2,26
3.	Содержание фракций почвы с размерами (мм), % > 100 100-50 < 50	 9,4 14,3 76,3	 6,7 15,0 78,3	 3,4 10,9 85,7	 1,8 7,3 90,9
4.	Удельное тяговое сопротивление, кН/м	8,20	8,55	7,06	7,25

Результаты испытаний показали, что при скоростях движения 6-8 км/ч опытный образец разработанного чизель-культиватора по сравнению с существующим имеет на 13,9-15,2 % меньшую энергоемкость и обеспечивает увеличение в обработанном слое фракций почвы размерами менее 50 мм на 9,4-12,6%.

Библиографический список

1. Патент на полезную модель Республика Узбекистан № FAP 01310. Почвообрабатывающее орудие / Тухтакузиев А., Мансуров М.Т., Тошпулатов Б.У. – Опубл. 31.07.2018; Бюл. №7.
2. Плющев Г.В. Конструктивно-технологические параметры чизельных плугов [Текст] / Г.В.Плющев, Г.М.Прокопенко, В.А.Лим // Тракторы и сельхозяйственные машины. – 1991. – № 3. – С.24-26.
3. Имомкулов К.Б. Создание малоэнергоемких машин для обработки почвы: автореф. дис. … д-ра.техн.наук [Текст]. – Ташкент, 2016. – 77 с.
4. Тухтакузиев А. Воздействие рабочих органов на почву в условиях свободного резания [Текст] / А.Тухтакузиев, К.Б.Имомкулов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – №3. – С. 35-37.
5. Tst 63.04.2001. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний. – Ташкент, 2001. – 54 с.
6. Tst 63.03.2001. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки машин. – Ташкент, 2001. – 59 с.
7. Бышов, Н.В. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы/Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков//Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. -2016. -№10. -С. 105-111.

УДК 636.085.087

Ульянов В. М., д.т.н.
Крыгин С.В.,
Паршина М.В.,
Паршина В.А.,
Валиков В.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

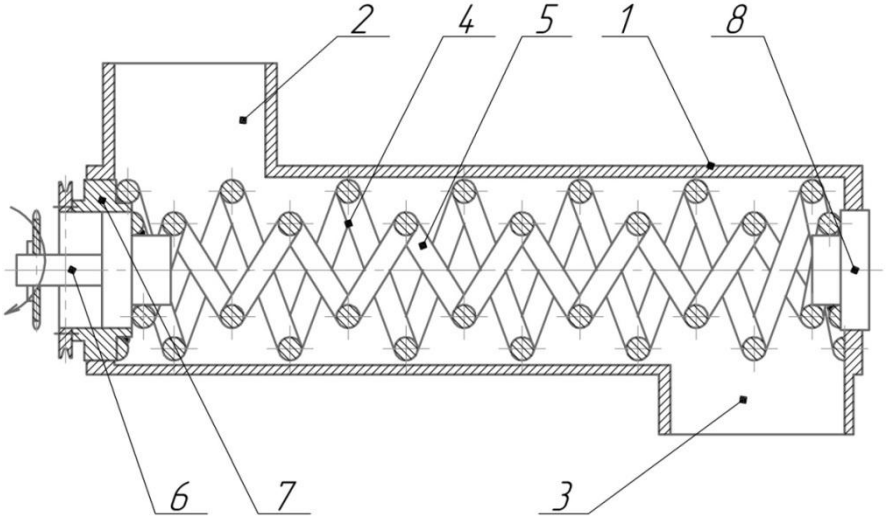
ДВУХСПИРАЛЬНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ-КОНВЕЙЕР КОРМОВ

На современном этапе развития животноводства приготовление концентрированных кормов сельскохозяйственным животным широко проводят непосредственно в хозяйствах из зерна различных культур собственного производства. В качестве компонентов дополнительно используют кукурузную мезгу с экстрактом и жмых, которые имеют различные физико-механические

свойства [1,2]. Смешивать эти кормовые компоненты с применением известных смесителей с обеспечением однородности, удовлетворяющей зоотехническим требованиям порой весьма проблематично [3,4]. Следует заметить, на качество смешивания сыпучих компонентов влияет значительное число факторов. При выборе оборудования для приготовления концентрированных кормов наиболее востребованы машины с наименьшими энергетическими затратами [5].

Обзор и анализ используемых современных смесителей по типу рабочего органа характеризует, что часто применяют в процессе приготовления смесей шнековые, лопастные и спиральные смесители [6,7]. В последнее время, как в нашей стране, так и за рубежом для транспортировки сыпучих и полужидких материалов все шире применяются спирально-винтовые транспортеры. На наш взгляд, такие устройства могут быть использованы в качестве смесителей непрерывного действия для материалов с различными физико-механическими характеристиками.

Предлагаемая конструкция двухспирального смесителя-конвейера представлена на рисунке.



1 – корпус, 2, 3 – загрузочная и выгрузная горловины, 4 –внешняя спираль, 5 – внутренняя спираль, 6, 7 – ведущие цапфы, 8 – опорная цапфа

Рисунок – Схема спирально-винтового смесителя

Двухспиральный смеситель-конвейер содержит корпус 1 с загрузочной 2 и выгрузной 3 горловинами. Внутри корпуса 1 концентрично одна в другой установлены наружная 4 и внутренняя 5 спирали, имеющие возможность вращения от ведущих цапф 6 и 7 (привод не показан). Для исключения значительного смещения и поломки при работе внутренняя спираль на втором конце имеет опорную цапфу 8.

Смеситель работает следующим образом. В загрузочную горловину 2 поступают дозировано компоненты кормовой смеси. Спирали 4 и 5 смесителя захватывают и увлекают их как во вращательное движение, так и осевое вдоль корпуса 1. Вращение наружной и внутренней спиралей с различной частотой вызывает интенсивное смещение слоев корма, в результате чего из горловины 3 выходит однородный концентрированный корм. Изменение производительности

и качества смешивания производится за счет изменения частоты и направления вращения спиралей.

Оригинальность в смесителе концентрированных кормов заключается в том, что внутренняя спираль меньшего диаметра размещена соосно в наружной спирали большего диаметра. При этом спирали имеют отдельные реверсивные приводы с изменяющейся частотой вращения. В конвейере перераспределение компонентов осуществляется за счет циркуляционных потоков, создаваемых рабочим органом в виде двух цилиндрических пружин, концентрично установленных одна в другую в общем корпусе. Такая конструкция рабочих органов обеспечивает эффективное смешивание компонентов при их перемещении по корпусу к выгрузной горловине.

Спирали конвейера изготавливаются из стальной пружинной проволоки с противоположными направлениями подъема винтовых линий, что исключает их сцепление во время вращения. Шаг навивки и частоту вращения каждой спирали выбирают, исходя из условий процесса смешения. Направление вращения наружной спирали должно обеспечивать перемещение материалов от загрузочной горловины к зоне выгрузки. Внутренняя спираль может вращаться в любом направлении. Выбор её направления вращения зависит от условий оптимизации процесса смешения и заданной производительности. Длина корпуса смесителя в значительной степени определяет качество смешения. Диаметр смесителя возрастает с увеличением заданной производительности.

Питание смесителя осуществляется под действием гравитационных сил, причем пропускная способность загрузочного окна должна превышать максимальную производительность смесителя. Кроме того, наружная и внутренняя спирали перемещают смешиваемые материалы в противоположные стороны (при одинаковом направлении вращения спиралей, но различных направлениях подъёма винтовых линий).

При теоретическом определении параметров двухспирального смесителя принимаем следующее. Поперечное сечение корпуса смесителя разбивается на две площади: первую кольцевую, ограниченную диаметрами D_1 наружной и D_2 внутренней спиралями, и вторую в форме круга диаметром D_2. При этом наружная спираль перемещает слой корма с кольцевым поперечным сечением, а внутренняя спираль соответственно с круглым. Если исходить из максимальной пропускной способности смесителя, то средняя осевая скорость частицы корма на периферии внутренней спирали должна быть равна средней осевой скорости наружной спирали. Из условия наибольшей эффективности перемешивания компонентов теоретическую производительность смесителя можно определить как разность производительностей обеих спиралей:

$$Q = (Q_1 - Q_2)K \qquad (1)$$

где Q_1, Q_2 – соответственно подачи наружной и внутренней спиралей, $\frac{м^3}{с}$; K – коэффициент пропорциональности, определяемый экспериментальным путем.

Экспериментальные исследования двухспиральных смесителей показали, что при смешении сыпучих веществ коэффициент K можно принять равным 0,6.

Пропускные способности наружной и внутренней спиралей конвейера с кольцевым и круглым поперечными сечениями при перемещении кормовых компонентов соответственно будут

$$Q_1 = \vartheta_{zc} \frac{\pi\left(D_2^2 - D_1^2\right)}{4}; \; Q_2 = \frac{Q \cdot D_2^2}{D_1^2}, \qquad (2)$$

где ϑ_{zc} – средняя скорость кормовой частицы, м/с.

Частоту вращения наружной спирали (n_1, c^{-1}) рабочего органа смесителя определим по формуле

$$n_1 = \frac{4Q_1 \cos\varphi}{\pi^2 D_1 \left(D_1^2 - D_2^2 - \frac{\delta_1^2}{Sin\alpha_1}\right) Sin\alpha_{1p} Cos\left(\alpha_{1p} + \varphi\right)} \qquad (3)$$

Частоту вращения внутренней спирали (n_2, c^{-1}) рабочего органа смесителя определим по выражению

$$n_2 = \frac{4Q_2 \cos\varphi}{\pi^2 D_2 \left(D_2^2 - \frac{\delta_2^2}{Sin\alpha_2}\right) Sin\alpha_{2p} Cos\left(\alpha_{2p} + \varphi\right)} \qquad (4)$$

где φ – угол трения корма о поверхность спирали; $\delta_1; \delta_2$ – диаметры проволоки, из которых изготовлены спирали, м; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_{1p}, \alpha_{2p}$ – углы подъема винтовой линии спиралей, которые находятся по известным формулам [7].

Частота вращения смешивающих спиралей выбирается в пределах $n = 300 \div 1000$ об/мин. Меньшие значения частоты вращения следует принимать при больших диаметрах корпуса смесителя D_p, а большие – при меньших. Отметим, что снижение частоты вращения спиралей не только уменьшает производительность, но и ухудшает эффективность смешения; чрезмерно высокие скорости увеличивают удельные энергетические затраты.

Потребную мощность двухспирального смесителя-конвейера можно вычислить как [8]:

$$N_{мех} = \frac{Q}{367} \cdot L_{см} \cdot W_c, \; кВт \qquad (5)$$

где $L_{см}$ – рабочая длина камеры смесителя, м; W_c – коэффициент сопротивления перемешиванию смешивающего материала.

Хорошее качество смешения компонентов обеспечивается при рабочей длине смесителя в пределах $L_{см} = (20 \div 30) D_p$ для сыпучих материалов. Коэффициент сопротивления перемешиванию W_c зависит от материала и его физико-механических характеристик, определяется экспериментально.

Представленные формулы для нахождения частоты вращения спиралей рабочего органа смесителя, характеризуют его минимальную производительность при перемещении корма.

Использование предложенного двухспирального смесителя-конвейера в линии приготовления сухих кормов из компонентов с различными физико-механическими характеристиками обеспечит получение смеси концентратов

для сельскохозяйственных животных, удовлетворяющей зоотехническим требованиям по однородности при минимальных энергетических затратах.

Результаты выполненных исследований могут быть полезны при обосновании параметров смесителя-конвейера для перемещения и смешивания сыпучих компонентов, таких как дерть зерна, кукурузной мезги и сгущенного экстракта при приготовлении концентрированных кормов.

Библиографический список

1. Технологическая линия и смеситель концентрированных кормов [Текст] / В.А. Паршина, В.В. Валиков, В.В. Басманов, В.М. Ульянов// В сборнике: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием 2 марта 2018 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – С. 15...20.

2. Исследование физико-механических свойств кукурузной мезги [Текст] / В.М Ульянов, В.В Утолин, Е.Е. Гришков, С.И. Киселёв // Техника в сельском хозяйстве. – М., 2013, № 4. – С. 31 - 32.

3. Ульянов, В.М. Смеситель кормов [Текст] / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, М.В., М.В. Паршина //Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-ой Международной научно-практической конференции 25 апреля 2018 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – Часть II. – С. 348…353.

4. Шнеково-лопастной смеситель для приготовления кормов [Текст] / В.М Ульянов, В.В Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 2013, № 6. – С. 11 - 12.

5. Обзор смесителей вязких густых сред [Текст] / Лузгин Н.Е., Утолин В.В., Горшков В.В., Лузгина Е.С. Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2017. № 1 (4). – С. 72-78.

6. Ульянов В.М. Агрегат для приготовления кормов [Текст] / В.М. Ульянов, М.В. Паршина, В.А. Паршина //Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции 22 ноября 2018 года. - Рязань: Издательство Рязанского государственнного агротехнологического университета, 2019. - часть 1. - 510 с.

7. Исаев, Ю.М. Длинномерные спирально-винтовые транспортирующие устройства: Монография [Текст]/ Ю.М. Исаев. – Ульяновск: ФГОУ ВПО УГСХА, 2006. – 433 с.

8. Обоснование конструктивно-технологических параметров смесителя кормов. [Текст] / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков // Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения: сборник научных трудов / Международная научно-практическая конференция. Рязань:

издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2013. – С. 63-68.

9. Пат. РФ № 2469942. Спиральный питатель-дозатор сыпучих материалов / Бышов Н.В., Тришкин И.Б., Липин В.Д., Макаров В.А., Липина Т.В., Паршина М.В. - Опубл. 20.12.2012; Бюл. № 35.

10.Пат. РФ № 2492776. Комбикормовый агрегат / Ульянов В.М., Утолин В.В., Гришков Е.Е. – Опубл. 20.09.2013; Бюл. № 26.

11. Каширин Д.Е. Исследование влияния конструктивно-технологических параметров смесителя-обогатителя концентрированных кормов на энергоемкость процесса смешивания / Д.Е. Каширин, А.А. Полякова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 9 (120). - С. 107-113.

УДК 631.174

Успенский И.А., д.т.н.,
Юхин И.А., д.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Лимаренко Н.В.
ФГБОУ ВО ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, РФ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Развитие сельского хозяйства, в частности животноводства, связано с образованием большого количества отходов опасных в эпидемиологическом отношении. Объём эпидемиологически опасных жидкостей, образуемых животноводческой производственной фермой на 12 000 голов, составляет порядка 250 м^3/сутки, специфика которых заключается в высоком содержании азота *N*, фосфора P_2O_5, калия K_20 и других элементов способных оказывать положительные воздействия на свойства почв [1-5, 12, 13], что делает рациональным их дальнейшую утилизацию.

Однако кроме биогенных веществ, данный тип отходов насыщен и патогенными организмами такими как: бактерии группы кишечных палочек, энтерококки, стафилококки, клостридии, сальмонеллы и яйца гельминтов. Соответственно, экологически безопасная утилизация невозможна без подавления патогенной составляющей. Одной из основных операций утилизационного цикла данного вида отходов является их обеззараживание.

Как показал анализ информационных источников [1-6], важным критерием, характеризующим экологичность утилизации, является наличие пролонгированного бактерицидного эффекта в обеззараженном материале. Воздействия химическими реагентами обеспечивают наиболее существенный пролонгированный бактерицидный эффект [7]. В последнее время кроме использования традиционных химических дезинфектантов принимаются

попытки использования таких реагентов как йод, бром, перекись водорода, ионы серебра.

Цель исследования – провести анализ альтернативных химических реагентов для обеззараживания жидких отходов животноводства.

Суть химических способов обеззараживания заключается в использовании элементов, обладающих свойствами антибактериальных агентов окислительного и восстановительного типов [8, 9]. К окислительной группе относят хлор содержащие реагенты: хлор, хлорамин, диоксид хлора, хлорид, а также бромиды, атомы брома, озон и перекись водорода. К восстановителям относят: формальдегиды, изотиазалоны, изоцианаты, четвертичные аммониевые соединения, а также хлорированные фенолы.

В общем виде механизм химических способов обеззараживания сводится к воздействиям либо на клеточную стенку клеток патогенов, либо на ферментные системы, поддерживающие обмен веществ в них. Также при определённых условиях возможно комбинированное воздействие обоими механизмами [7-9].

Суть бактерицидного обеззараживания йодом (*I*) заключается в воздействии гидратированных катионных частиц йода с нуклеотидной основой патогенов, а именно разрушении жизненно необходимых аминокислот в белках.

Преимуществами данного типа воздействий является: более высокая бактерицидная эффективность при нестабильном pH температуре по сравнению с хлором (примерно на 11…13%); эффективность против вирусов, за счёт конформационных изменений в их белковой структуре; более слабая зависимость бактерицидного действия от мутности и жёсткости среды; наличие пролонгированного бактерицидного эффекта.

Недостатками данного типа воздействий является: слабая эффективность против простейших паразитов; длительность контакта от 3 мин. (чаще 20…35 мин.), а при температуре ниже – 5°С, длительность должна быть удвоена; для повышения эффективности желательна предварительная механическая очистка; сложность определения точной исходной концентрации; изменение органолептических свойств (для устранения необходимо дополнительно использовать нейтрализующие реагенты: тиосульфат натрия, аскорбиновая кислота и т.д., что существенно повышает стоимость); высокая удельная стоимость; побочные продукты реакции, передозировка которыми носит кумулятивный характер и может отрицательно сказывать на функционировании биосистем.

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что данный реагент малоприменим для обеззараживания жидких сред животноводческих предприятий в виду высокой стоимости и технологических ограничений: большой длительности воздействия, предварительной механической очистке, а также изменении органолептических свойств.

Суть бактерицидного обеззараживания бромом (Br_2) заключается в его окислительной способности направленной на процессы массопереноса патогенов и белковую составляющую в случае с вирусами.

Преимуществами данного типа воздействий является: возможность применения в трёх агрегатных состояниях; эффективен против вирусных форм патогенов; эффективен при pH > 9; устойчивый пролонгированный бактерицидный эффект.

Недостатками данного типа воздействий является: реактивность с аммиаком; высокая стоимость; разлагается под действием ультрафиолета; не имеет стабилизатора; для повышения эффективности окисления необходимо использовать реагенты с бромид-ионами (например, активный хлор); сложность приготовления рабочего раствора (необходимо поддержание температуры 50…60°C).

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что данный реагент в чистом виде мало применим для обеззараживания жидких сред животноводческих предприятий в виду высокой стоимости реагента и процесса получения рабочего раствора, однако, его использование в комплексе с активным хлором может быть достаточно перспективным, в том случае, если необходимо подавление вирусных форм патогенов.

Суть бактерицидного обеззараживания перекисью водорода (H_2O_2) заключается в высокой окислительной способности присутствующих свободных радикалов.

Преимуществами данного типа воздействий является: пролонгированный бактерицидный эффект; предотвращение формирования биоплёнки патогенных организмов; усиление бактерицидного эффекта в сочетании с другими реагентами, например, озоном (O_3).

Недостатками данного типа воздействий является: сложность приготовления концентрированных растворов; высокая удельная стоимость реагента; для эффективного бактерицидного действия необходимы высокие концентрации; длительный контактный период (порядка 35 минут).

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что применение данного типа реагента для обеззараживания жидких отходов животноводческих предприятий является малоэффективным за счёт его высокой стоимости и продолжительного воздействия.

Суть бактерицидного обеззараживания серебром (Ag) заключается в его способности адсорбироваться на поверхности бактерий, что приводит к необратимому формированию сульфгидрильных комплексов на мембранах и нарушению процессов дегидрирования клеточной поверхности патогена.

Преимуществами данного типа воздействий является: наличие устойчивого пролонгированного бактерицидного эффекта, отсутствие отрицательных побочных продуктов реакции.

Недостатками данного типа воздействий является: бактериостатическое действие против некоторых типов патогенов; необходимость электролизера для повышения эффективности внесения в среду; прямая зависимость

бактерицидного эффекта от температуры; не эффективность в отношении спорообразующих бактерий; сильная зависимость бактерицидного действия от мутности и жёсткости среды; высокая удельная стоимость реагента.

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что данный реагент малоприменим для обеззараживания жидких сред животноводческих предприятий в виду высокой стоимости и технологических ограничений: большой длительности воздействия, наличия бактериостатического действия (т.е. отсутствия полного лизиса жизнедеятельности патогенов).

Эффективным способом оценки бактерицидного эффекта реагента является использование кинетических моделей обеззараживания [7, 10, 11]. Наиболее широко применяемой кинетической моделью является модель Чика-Ватсона. Суть математических моделей бактерицидной кинетики заключается в оценке инактивационного эффекта микроорганизмов под действием определённого реагента. Рассмотрим более подробно математическую модель бактерицидной кинетики Чика-Ватсона:

$$\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -kCnt, \qquad (1)$$

где N/N_0 – соотношение количества организмов в момент времени t к нулевому моменту времени, колониеобразующие единицы (КОЕ);

C – концентрация химического реагента, мг;

n – эмпирический коэффициент/показатель (определяется для каждого реагента);

k – смертность, КОЕ/мин;

N_0 – начальное число патогенов, КОЕ / мл;

N – число выживших патогенов за время экспозиции, КОЕ/мл;

t – продолжительность контакта, мин.

Адекватность данной модели зависит от надежности основного закона скорости инактивации, так с помощью (1) можно объяснить изменение концентрации реагента в течение экспозиции с обеззараживаемой средой; также исследуемые патогены должны быть одного штамма.

Также эффективным способом оценки бактерицидной производительности реагента является прямой подсчёт КОЕ единиц патогенов, выросших на питательном огаре после воздействия [10, 11]. Прямая кинетика остаточного числа КОЕ описывается следующей зависимостью:

$$\mathrm{X}_{\mathrm{КОЕ}} = \frac{\alpha \cdot V_k}{V}, \qquad (2)$$

где a – суммарное количество КОЕ в пробе, шт;

$V_к$ – контрольный объём, мм^3;

V – фактический объём пробы, мм^3.

На основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

– наиболее перспективным типом воздействий является комплексное физико-химическое;

– основными факторами, оказывающими влияние на эффективность работы химических способов, являются: природа антибактериального реагента; концентрация реагента; время контакта между реагентом и патогеном; температура; тип и концентрация патогенов; уровень pH обеззараживаемой среды;

– для оценки эффективности пролонгированного бактерицидного эффекта химического реагента необходимо проведение дополнительных экспериментальных исследований;

– использование кинетических моделей обеззараживания эффективно при имитационном моделировании бактерицидной производительности химического реагента.

Библиографический список

1. Брюханов, А.Ю. Проблемы обеспечения экологической безопасности животноводства и наилучшие доступные методы их решения / А.Ю. Брюханов, Э.В. Васильев, Е.В. Шалавина // Региональная экология. – 2017. – № 1 (47). – С. 37-43.

2. Бышов, Н.В. Агроэкологическая эффективность использования осадка сточных вод и вермикомпостов в агроценозе овса посевного / Н.В. Бышов, Т.В. Хабарова, Д.В. Виноградов, Б.И. Кочуров // Юг России: экология, развитие. – 2018. Т. 13. – № 2. – С. 132-143.

3. Kim, M. Wastewater retreatment and reuse system for agricultural irrigation in rural villages / M. Kim, H. Lee, M. Kim // Water Science and Technology. – 2014. – Vol. 70 (12). – PP. 1961-1968.

4. Лимаренко, Н.В. Специфика выбора биоиндикатора для оценки эффекта обеззараживания стоков сельского хозяйства / Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. трудов 9-й междунар. науч. конф. – Ростов-на-Дону, 2-4 марта, 2016. – С. 516-518.

5. Бондаренко, А.М. Перспективные технологии переработки навоза в концентрированные органические удобрения / А.М. Бондаренко, Л.С. Качанова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2016. – № 1 (71). – С. 20-28.

6. Лимаренко, Н.В. Моделирование технологического процесса утилизации стоков животноводства / Н.В. Лимаренко // Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельных вычислений 2017: сб. трудов междунар. науч. конф. – пос. Дивноморское, 4 – 11 сентября, 2017. – С. 158-166.

7. Лимаренко, Н.В. Параметры, характеризующие гигиеническое состояние стоков сельского хозяйства в процессе их обеззараживания / Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров, Б.Г. Шаповал // Инновационные технологии в науке и

образовании. ИТНО-2016: сб. науч. тр. – Ростов на-Дону; Зерноград; п. Дивноморское, 11-17 сентября, 2016. – с. 40-43.

8. Лимаренко, Н.В. Анализ способов обеззараживания / Н.В. Лимаренко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. трудов 8-й междунар. науч. конф. – Ростов-на-Дону, 3-6 марта, 2015. – с. 605-608.

9. Chen, K.-C. Control of disinfection by-product formation using ozone-based advanced oxidation processes / K.-C. Chen, Y.-H. Wang // Environmental Technology. – 2012. – № 33 (4). – PP. 487-495.

10. Bichai, F. Solar disinfection of wastewater to reduce contamination of lettuce crops by Escherichia coli in reclaimed water irrigation / F. Bichai, M.I. Polo-López, P. Fernández Ibañez // Water Research, – 2012. – Vol. 46 (18). – PP. 6040-6050.

11. Carrey, D.M. Water recycling and water management / D.M. Carrey // Water Recycling and Water Management. – 2011. – PP. 1-280.

12. Костенко, М.Ю. Анализ способов обеззараживания отходов / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, Д.Г. Чурилов [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 228-232

13. Костенко, М.Ю. Анализ способов утилизации листвы / М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, А.Д. Губанова [и др.] // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 232-236

УДК 631.3 (055.922.7)

Ушанев А.И.,
Колчин Н.Н. д.т.н.,
Симдянкин А.А. д.т.н.,
Колотов А.С. к.т.н.,
Колупаев С.В. к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ВИДЫ УСТАНОВОК И СПОСОБОВ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В современное время существует много способов нанесения защитных покрытий поверхности сельскохозяйственной техники, для сохранности такой техники как зерноуборочный, картофелеуборочный комбайны [1, 2, 3, 4] и т.д., но большинство из них имеют ряд недостатков, которые негативно отражаются на качестве покрытия, а также влияют на стоимость покрытия. Рассмотрим

основные способы нанесения покрытий на поверхность сельскохозяйственной техники:

1. Способ пневматического (воздушного) распыления

Пневматическое распыление - это классический метод распыления. Краска подается через сопло с помощью сжатого воздуха, скорость которого на выходе составляет около 500 м/с. Давление сжатого воздуха 0,8-6 бар. Сжатый воздух подается при помощи компрессора[5, 6]. На рисунке 1 представлен общий вид пневматического распылителя.

Рисунок 1 – Общий вид пневматического распылителя

При взаимодействии воздушного потока с защитными покрытиями, на выходе из сопла происходит дробление (дисперсия) материала на мельчайшие частицы, что позволяет распределять материал по поверхности. При помощи данного вида распыления получают качественные покрытия. Этот метод подходит для небольших объемов работ. Из недостатков пневматического распыления можно отметить высокую потерю материала на туманообразование и невозможность распылять очень вязкие материалы.

2. HVLP

Из-за того, что при воздушном распылении происходит туманообразование, приводящее к повышению расхода защитного материала и загрязнению окружающего воздуха, некоторые компании (GRACO) разработали и используют собственные технологии HVLP (High Volume Low Pressure - высокий объем, низкое давление). Данная технология позволяет автоматически регулировать выходное давление воздуха, что в свою очередь снижает указанные недостатки.

В краскораспылителях этого вида, благодаря особой конструкции сопла, в которой поток сжатого воздуха стандартного давления 2,5 бар и сравнительно небольшого объема, преобразуется в поток увеличенного объема (до 40 м3/ч) и низкого давления (0,5-0,7 бар). Снижение потерь материала на туманообразование достигается за счет того, что частички материала, распыленные при низком давлении сжатого воздуха, имеют невысокую

скорость и образуют "мягкий" окрасочный факел, равномерно покрывающий изделие.

Все краскораспылители, относящиеся к системе распыления HVLP, обеспечивают перенос материала на изделие свыше 65 %.

3. Безвоздушное распыление

При безвоздушном распылении материал, подаваемый на краскораспылитель под высоким давлением (до 500 бар), проходит через специально сконструированное сопло и распыляется под воздействием механических сил, т.е. без участия потока сжатого воздуха (Рисунке 2). Окрасочный факел, ширина и угол которого зависят от характеристик окрасочного сопла, формируется из частичек материала, движущихся с высокой скоростью в направлении окрашиваемого изделия [7]. При таком распылении расход красящего вещества меньше чем при воздушном на 15-20%, а толщина слоя краски не превышает 150 мкм.

Рисунок 2 – Общий вид установки безвоздушного нанесения

Метод безвоздушного распыления характеризуется высокой производительностью, экономичностью и эффективностью: коэффициент переноса материала на окрашиваемое изделие достигает 85 %.

Данный метод распыления позволяет наносить различные материалы, включая высоконаполненные и высоковязкие, дает возможность достигать значительной толщины покрытия даже при нанесении материала в один слой и особенно эффективен при окрашивании больших поверхностей и крупногабаритных изделий.

Для решения различных задач существуют окрасочные аппараты безвоздушного распыления, отличающиеся производительностью и разными видами приводов, в зависимости от условий можно выбрать тот или иной привод.

Окрасочные аппараты с электрическим приводом, работающие по принципу безвоздушного распыления и обеспечивающие высокую производительность малярных работ, нашли самое широкое применение при проведении работ на строительных объектах при наличии электричества.

На строительных объектах, где нет доступа к электричеству и где необходима мобильность, используют окрасочные аппараты с бензиновым приводом, не забывая обеспечить хорошую вентиляцию на местах, где производятся малярные работы.

Самые современные окрасочные материалы являются двухкомпонентными и выпускаются с высоким содержанием сухого остатка, доходящим до 100%. Для работы с подобными материалами компания GRACO выпускает окрасочное оборудование, не имеющее аналогов на мировом рынке.

4. Комбинированное распыление

При нанесении лакокрасочных материалов методом комбинированного распыления предварительное распыление материала, подающегося на краскораспылитель при высоком давлении (до 200 бар), происходит при его прохождении через специальное сопло, параметры которого определяют ширину и угол окрасочного факела, а окончательное распыление осуществляется при помощи сжатого воздуха в воздушной головке (Рисунок 3).

Рисунок 3 – Общий вид установки комбинированного распыления

Таким образом, данный метод представляет собой комбинацию методов безвоздушного и пневматического распыления. В результате распыления материала образуется «мягкий» окрасочный факел с оптимальным размером частичек, обеспечивающий получение лакокрасочных покрытий хорошего качества при высокой производительности окрасочных работ и минимальных потерях материала на туманообразование: коэффициент переноса материала на окрашиваемое изделие превышает 70 %. Данный способ приобретает все большую популярность, благодаря своей экономичности и высокому качеству получаемого покрытия.

5. Электростатическое распыление

В случае нанесения жидких лакокрасочных материалов методом распыления в электростатическом поле материал подается на краскораспылитель, где получает отрицательный заряд при контакте с коронирующей иглой с высоким напряжением постоянного тока (65-90 кВ), которой оснащен краскораспылитель, а затем распыляется различными методами. При этом частички окрасочного факела, проходя через пистолет для покраски и приобретая отрицательный заряд, движутся в направлении силовых линий электростатического поля от краскораспылителя к окрашиваемому изделию, имеющему положительный заряд (Рисунок 4).

Рисунок 4 – Вид установки электростатического распыления

Вследствие дополнительного воздействия на окрасочный факел сил электростатического поля коэффициент переноса материала на изделие значительно повышается и может достигать 98 %.

Распыление лакокрасочного материала может осуществляться различными методами, основными из которых являются пневматическое, безвоздушное и комбинированное распыление.

При выборе установки для нанесения защитных покрытий стоит учитывать все положительные и отрицательные факторы, объем работ, стоимость установок. В настоящее время разработка и усовершенствование установок и способов для нанесения защитных покрытий не стоит на месте. Данная тематика имеет научный и технический интерес и поспособствует увеличению срока службы сельскохозяйственной техники.

Библиографический список

1. Агроэкологическая оценка возделывания масличных культур в зоне техногенного загрязнения агроландшафта [Текст] /Бышов Н.В., Виноградов Д.В., Стародубцев В.В., Вертелецкий И.А.// В сборнике: Почвы Азербайджана: генезис, мелиорация, рациональное использование и экология Международная научная конференция. 2012. С. 855-859.

2. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "SAMTEC"[Текст] /Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Синицин П.С., Кокорев Г.Д.// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 78. С. 239-249.

3. Универсальное транспортное средство для перевозки продукции растениеводства [Текст] /Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Юхин И.А.// В сборнике: Система технологий и машин для инновационного развития АПК России Сборник научных докладов Международной научно-технической

конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В.П. Горячкина. 2013. С. 241-244

4. Инновационные решения в технологиях и технике для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции растениеводства [Текст] /Юхин И.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Булатов Е.П., Тужиков И.В., Пименов А.Б.// В сборнике: Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор: Лачуга Ю.Ф.. 2011. С. 395-403.

5. Разработка насадки для нанесения консервационого материала при постоянном напоре [Текст] /Бышов Н.В., Юхин И.А., Ушанев А.И.// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017.№ 3(35). С. 88-91.

6. Технические и оценочные показатели нанесения консервационного материала на поверхность сельскохозяйственных машин при применении различных способов [Текст] /Ушанев А.И., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Колотов А.С.// В сборнике: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса, Материалы Национальной научно-практической конференции. 2017. С. 194-199.

7. К вопросу хранения сельскохозяйственной техники [Текст] /Ушанев А.И.// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016.№4(32). С. 82-87.

8. Лузгин, Н.Е. Теоретическое обоснование времени нарастания защитного слоя из воска на гранулы подкормки для пчел [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, Е.И. Троицкий и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 3 (27). – С. 118-123.

9.Патент на изобретение RUS 2363239 C1. Способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, С.В. Корнилов, М.И. Чагин // Бюл. №22, 10.08.2009.

УДК62-347.77

Фатьянов С.О., к.т.н.
Морозов А.С., к.т.н.
Митрофанова Е.И.,
ФГБОУ ВО РГАТУ г. Рязань, РФ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ УСТРОЙСТВА ПОФАЗНО-ИМПУЛЬСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРА

Статья посвящена расчету качественных показателей надежности устройства пофазно-импульсного управления электроприводом вентилятора. Актуальность вопроса связана с разработкой простых высоконадежных

устройств управления, улучшением энергетических показателей электропривода, продлением срока службы технологического оборудования в производственных помещениях.

В соответствии с требованиями ГОСТ 13377-75 при анализе надежности устройств управления электроприводами оценивают такие их свойства, как долговечность и ремонтопригодность.

Поскольку системы автоматического управления электроприводами (далее САУ) в процессе эксплуатации подвергаются плановым ремонтам, то фактором, определяющим их ресурс, будет не долговечность, а скорее, снижение эффективности работы электропривода. Из этого следует, что вполне достаточно при определении надежности САУ рассчитать их безотказность и ремонтопригодность, которые в свою очередь, характеризуются плотностью распределения наработки между отказами $t_н$ и временем восстановления $\tau_в$ [1, с. 23].

При оценке безотказности САУ электроприводов оперируют с несколькими показателями:

-интенсивность отказов λ_i или $T_{icp}=\frac{1}{\lambda}$ - время бесперебойной работы для устройств, не подвергающихся ремонту;

- параметр потока сбоев в работе Λ_j или $t_{нj}=\frac{1}{\Lambda_j}$ - наработка на отказ для ремонтируемых устройств;

В силу принятого экспоненциального закона распределения Λ_j численно совпадают, и представляется возможность определения показателей λ_i, T_{icp}, $t_{нj}$, Λ_j по общим выражениям [2, с. 255]:

$$\Lambda_j=\lambda_{баз}\cdot k_j^{'}, \quad (1)$$

$$t_{нj}=\frac{1}{\Lambda_j}=1/\lambda_{баз}\cdot kj'), \quad (2)$$

где $k_j^{'}$-коэффициент надежности j-ого элемента, учитывающий режим работы и температуру в помещении;

$\lambda_{баз}$ – частота сбоев в работе базового элемента в соответствующих условиях эксплуатации.

В практике выполнения расчетов надежности узлов или систем, состоящих из ряда элементов, рассматривают два варианта:

- элементы соединены логически последовательно;
- элементы соединены параллельно (с возможностью резервирования). В первом случае расчетные выражения для показателей надежности имеют вид:

$$\Lambda=\sum_{j=1}^{r}\Lambda_j=\lambda_{баз}\sum_{j=1}^{r}k`_j\ , \quad (3)$$

$$t_н=\frac{1}{\Lambda}=\frac{1}{\lambda_{баз}\sum_{j=1}^{r}k`_j}\ . \quad (4)$$

Во втором случае расчеты выполняются по выражениям, структура которых определяется видом и кратностью резервирования элементов.

Ремонтопригодность устройств и узлов САУ оценивается путем расчета среднего времени восстановления устройства $\tau_{вj}$ и узла (системы) $\tau_в$.

$$\tau_{вj}=\sum_{i=1}^{s}\frac{\lambda_i}{\Lambda_i}\cdot\tau_{вi}\ , \quad (5)$$

$$\tau_в=\sum_{j=1}^{s}\frac{\lambda_j}{\Lambda_j}\cdot\tau_{вj}\ , \quad (6)$$

где s и r соответственно количество элементов и устройств в САУ;
$\tau_{вj}$ – среднее время восстановления i-ого элемента в случае его отказа.

Показатели $\tau_{вj}$ и $\tau_в$ лишь приближенно оценивают ремонтопригодность устройства и системы на стадии их проектирования, поскольку целый ряд факторов, характеризующих ремонт не представляется возможным учесть [3, с. 14].

Предлагаемый так называемый коэффициентный метод расчета показателей надежности основывается на использовании приведенных в выражениях 5, 6 коэффициентов надежности, представляющих собой относительную величину:

$$k_i=\frac{\lambda_i}{\lambda_{баз}}\ ,$$

где $\lambda_{баз}, \lambda_i$– соответственно параметры частоты отказов i-ого элемента и базового элемента.

При этом считают, что с изменением условий эксплуатации частота нарушений работоспособности элементов разных типов меняется в одинаковой степени, а поэтому практически k_i=const [4, с. 5].

Учет специфики конкретных режимов работы устройств (систем) и элементов в них, а также учет влияний окружающей среды производится с помощью корректировочных коэффициентов. Электрические нагрузки и температура внешней среды оказывают влияние на наиболее распространенные элементы устройств и систем управления и учитываются в расчетах при помощи поправочных коэффициентов α_i, задаваемых в справочной литературе в виде графиков [5, с. 37]. Учет условий эксплуатации, влажности, запыленности и других факторов окружающей среды производится путем выбора соответствующей величины интенсивности сбоев в работе базового элемента. В лабораторных условиях используют значение $\lambda_{баз}=0.3*10^{-7}$(1/ч.), а для других типовых условий вводится относительная величина интенсивности нарушений работоспособности базового элемента, которое для промышленных и сельскохозяйственных производственных помещений равно [6, с. 170] :

$$\frac{\lambda`_{баз}}{\lambda_{баз}}=2.5\ . \quad (7)$$

Расчетное значение коэффициента надежности устройства, содержащего j элементов, можно определить из выражения:

$$k_j = N_i * k`_i \ , \qquad (8)$$

где N_i –количество элементов данного типа;
$k`_i$ –коэффициент надежности с учетом поправок;

$$k`_i = \alpha_i \frac{\lambda`_{баз}}{\lambda_{баз}} \cdot k`_{iном} \ , \qquad (9)$$

где $k`_{iном}$ - номинальный коэффициент надежности элемента;

В составе многих САУ электроприводов входят герметизированные элементы (интегральные микросхемы, гибридные микросборки, логические элементы). Для таких элементов в расчет интенсивности отказов $\lambda_{баз}$ принимается равной величине в лабораторных условиях, поскольку отрицательное влияние среды на них оказывается очень малым [7, с. 55].

$$\frac{\lambda`_{баз}}{\lambda_{баз}} = 1. \qquad (10)$$

При расчетах коэффициента надежности k_j устройств, содержащих наряду с герметизированными элементами и негерметизированные, предлагается использовать выражение:

$$k_j = k`_{герм} \cdot \frac{\lambda`_{баз}}{\lambda_{баз}} + k`_{негерм} \ , \qquad (11)$$

где $k`_{герм}$, $k`_{негерм}$ - соответственные коэффициенты надежности всех входящих в устройство герметизированных и негерметизированных элементов, учитывающие режим работы и температуру внешней среды [8, с. 25]. Коэффициент $k`_{герм}$ определяется следующим образом:

$$k`_{герм} = \sum_{i=1}^{r} k`_i = \sum_{i=1}^{r} k_{iном} \cdot \alpha_i \ , \qquad (12)$$

где $k_{iном}$ – номинальный коэффициент исправности i–го герметизированного элемента;
α_i– корректирующий коэффициент, с учетом температуры в помещении в местах установки каждого из элементов;
r - количество элементов.

Поскольку при разработке систем автоматического управления электроприводами широко применяются типовые узлы, ячейки, блоки, то расчеты надежности могут быть несколько упрощены за счет использования предварительно определенных их коэффициентов надежности. В справочнике приведены значения номинальных коэффициентов надежности ряда типовых ячеек и блоков, входящих в состав САУ для лабораторных условий [9, с. 27]. Для других температурных и эксплуатационных условий следует производить пересчет по формуле:

$$k`_j = k`_j * \alpha_j * \beta_j \ , \qquad (13)$$

где α_j– коэффициент, учитывающий снижение надежности с ростом температуры;
β_j – коэффициент, учитывающий наличие в рассматриваемом устройстве герметизированных элементов. Значение коэффициента β_j в лабораторных условиях составляет величину равную 1,0, а в промышленных она будет равна (1,0 – 0,4) [10, с. 30].

При наличии в САУ электроприводами аппаратов их коэффициент надежности для заданных условий эксплуатации определяется из выражения:

$$k`_i = \frac{\lambda`_{\text{баз}}}{\lambda_{\text{баз}}} \cdot (k_{i0} \cdot \alpha_4 + (\sum_{j=1}^{n} k_{ik} \cdot \alpha_3) \cdot \frac{f_{\text{факт}}}{f_{\text{ном}}}) , \quad (14)$$

где k_{i0}, k_{ik}–номинальные коэффициенты надежности воспринимающей и исполнительной части аппарата;
α_3 – коэффициент учета уровня электрических нагрузок контактов;
α_4 – коэффициент учета продолжительности нахождения втягивающей катушки под напряжением в течение одного цикла;
n– число контактных групп;
$f_{\text{факт}}$,$f_{\text{ном}}$ – фактическое и номинальное число циклов за 1 час.

Библиографический список

1. Анчарова Т.В., Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 416 с.
2. Андреев В. А., Релейная защита и автоматика систем электроснабжения / Учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Электроснабжение" [Текст] / В.А. Андреев. - 5-е изд.; стереотип. - М.: Высшая школа, 2007. - 639 с.
3. Шабанов В.А., Требования к анализу схем электроснабжения и релейной защиты НПС при энергетическом обследовании [Текст] / Алексеев В.Ю., Юсупов Р.З. Статья в сб. «Электромеханика, электротехнические комплексы и системы», Уфа.: Изд-во УГАТУ, 2008. –27- с.
4. Мамедов Ф.И., Моделирование и анализ качества переходных процессов в нечетких системах управления электроприводом [Текст] / Ширинова А.Я., Дадашева Р.Б., Мамедова Ш.Т. Волгоград. -2012. 7 с.
5. Сарваров А.С., Энергосберегающий электропривод вентиляторных механизмов по системе НПЧ-АД с программным формированием напряжения, г. Магнитогорск, 2002. 103 с.
6. Воробьев А.Э., Анализ причин отказов в работе асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве и в промышленном производстве [Текст] / А.Э. Воробьев, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых

Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2017. - № 2(5). С. 169-174.

7. Фатьянов С.О., Априорное гарантирующее оценивание параметров при проектировании алгоритмов управления механическими объектами [Текст] / С.О. Фатьянов, Миронова К.В. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2014. - № 3(23). С. 52-56.

8. Бышов Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги. [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Издательство РГАТУ – 2012. – 70 с.

9. Бышов Н.В. Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Техника в сельском хозяйстве. – 2012. –№1. – С. 26-27.

10. Бышов Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – №1. – С. 29-30.

11. Определение основных параметров двухрукавного вентилятора модернизированной воздушной очистки [Текст] / В.В. Коченов, В.В. Настопырева, С.В. Коченова, М.В. Зинган // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. 26-27 апреля 2017 года, часть II. Рязань, 2017. – С. 119-123.

12. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

13. Каширин Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Наука и инновации: векторы развития Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 28-31.

14. Каширин Д.Е. Лабораторный стенд для изучения приборов релейной защиты и АПВ / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, С.Н. Гобелев, П.Э. Бочков П.Э. В сборнике: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса Материалы Национальной научно-практической конференции. 2017. С. 86-89.

15. Шиндин М.П. Повышение качества электроснабжения промышленных потребителей при обрывах фазных проводов / М.П. Шиндин, Д.Е. Каширин, Л.Я. Максименко, Б.М. Будзинский, П.В. Марьин // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 500-502.

16. Шиндин М.П. Совершенствование метода диагностики низковольтных линий электропередач / М.П. Шиндин, Д.Е. Каширин, Л.Я. Максименко, Б.М. Будзинский, П.В. Марьин // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 502-504.

УДК 654.1

Кипарисов Н.Г., к.т.н.,
Трубников В.А.
ФГБОУ ВО РГРТУ, г. Рязань, РФ,
Кущев И.Е., д.т.н.
РИБИУ, г. Рязань, РФ,
Фатьянов С.О., к.т.н.,
Морозов А.С., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

Статья посвящена анализу использования фотоэлектрических солнечных модулей (ФСМ) для электроснабжения удаленных объектов различного назначения, например, устройств сигнализации, телеметрии и контроля различных технологических параметров по производству, переработке и хранению продукции АПК [1, с. 115; 5, с. 25; 6, с. 26;7, с. 30].

Были проведены экспериментальные исследования солнечных панелей типа ФСМ1-3 в количестве 90 экземпляров, которые показали отличия их главных электрических параметров – напряжения, тока и мощности в диапазоне освещенности от 10 тыс. лк до 30 тыс. лк.

Рисунок 1 – Внешний вид двухрядной фотоэлектрической панели из пяти стандартных фотоэлектрических солнечных модулей ФСМ 1-3 (1 Вт, 3 В)

Электрическая схема замещения фотоэлемента [2, с. 43]представлена на рисунке 2 .

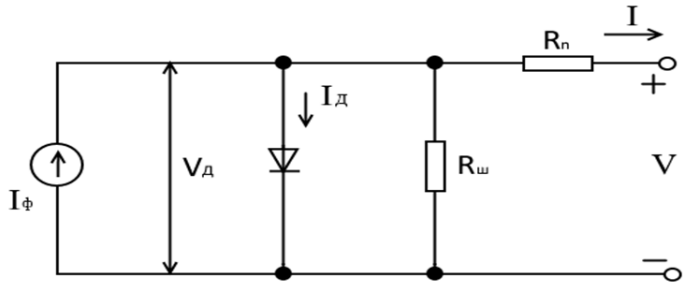


Рисунок 2 – Эквивалентная схема фотоэлектрического элемента

Ток, генерируемый фотоэлементом, определяется по следующей формуле [2, с. 57]:

$$I_н = I_ф - I_0 \left\{ \exp\left[\frac{e(U+I_н R_п)}{AkT}\right] - 1 \right\} - \frac{U}{R_ш},$$

Где: А – коэффициент, изменяется в диапазоне от 1 до 5 , $R_п$ – последовательное сопротивление фотоэлемента; $R_Ш$ – шунтовое сопротивление фотоэлемента; $I_н$ – ток нагрузки фотоэлемента; $I_ф$ – фототок диода.

Проведенные ранее исследования статистических характеристик не выявили обеспечение режима максимальной мощности [3, с. 364]. Для рационального использования каждого из фотоэлементов требуется обеспечить его работу в режиме максимальной мощности в диапазоне освещенности. Это невозможно достичь, объединяя фотоэлементы в батареи без предварительного отбора по их электрическим параметрам. В ходе исследований было установлено, что объединяющим параметром может являться ток, поскольку только его зависимость от освещенности носит линейный характер. Таким образом, целесообразно объединять в общую батарею элементы с одинаковой или весьма близкой токовой зависимостью от освещенности в режиме максимальной мощности. Неодинаковые токовые характеристики различных экземпляров фотоэлементов, входящих в батарею требуют защиты слаботочных фотоэлементов обратно включенными диодами, а сами эти элементы исключаются из работы. В связи с этим необходимо их рассортировать по результатам измерений перед объединением в батареи.

В качестве реального источника напряжения целесообразно объединять 5 ФСМ для обеспечения напряжения не менее 12 В, как часто востребуемого.

Структурная схема лабораторной установки для подбора фотоэлементов с одинаковыми требуемыми параметрами представлена на рисунке 3.

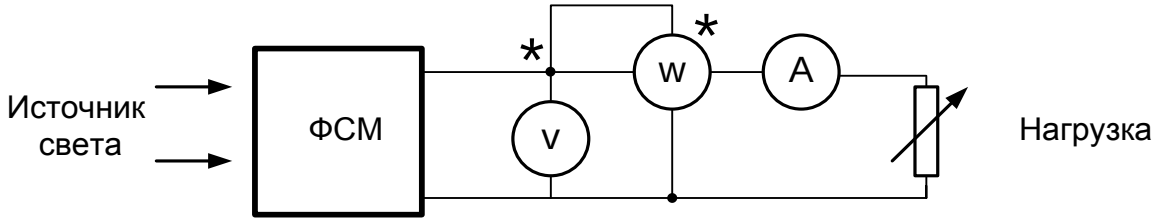


Рисунок 3 - Структурная схема лабораторной установки

На рисунке 2 приведена типовая экспериментальная зависимость тока и напряжения от освещенности для единичного фотоэлектрического модуля в режиме максимальной отдаваемой мощности.

Для практического применения необходимо иметь усредненные характеристики и зависимости электрических параметров ФСМ [4, с. 79]. Построим усредненную зависимость величины тока $I_{ср}$ от освещенности по 6 измерениям. В свою очередь значение $I_{ср}$ получено по результатам усреднения данных по 5 опытам.

Оптимально это осуществить, используя аппарат построения линейной регрессии. Необходимые данные для вычислений занесем в таблицу 1. Данные получены по следующим формулам. Математическое ожидание определим как среднее арифметическое

$$M(E) = \left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n} E_i\,, \qquad \mathrm{M(I)} = \left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n} I_{cpi},$$

где E_i –значение освещенности , тыс. лк.,
I_{cpi} –значение тока , мА,
n – количество измерений (n = 6).

Дисперсия:

$$D(\mathrm{E}) = \left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n} {E_i}^2 - M^2(E), \qquad D(I) = \left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n} {I_{cpi}}^2 - M^2(I),$$

Ковариация:

$$C(\mathrm{EI}) = \left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n} E_i\, I_{cpi} - M(E)\,\mathrm{M(I)}$$

Определим среднеквадратическое отклонение электрических параметров:

$$\sigma(E) = \sqrt{D(E)}, \qquad \sigma(I) = \sqrt{D(I)}$$

Таблица 1 – Корреляционный анализ тока от освещенности

№ п.п.	E_i (тыс. лк)	$I_{i\,ср}$ (мА)	E_i^2	$I_{i\,ср}^2$	$E_i I_{i\,ср}$
1.	10	78	100	6084	780
2.	15	140	225	28900	2100
3.	20	190	400	36100	3800
4.	25	262	625	68644	6550
5	30	312	900	97344	9360
6.	35	365	1225	133225	12775
(1/n)∑	22,5	224,5	579,2	61716,2	5894,2

Тогда
M(E) = 22,5 тыс. лк; *M(I)* = 224,5 мА; *D(E)* = 72,95; *D(I)* = 11316;
C(EI) = 843; $\sigma(E) = 8{,}54$; $\sigma(I) = 106{,}4$.
Отсюда найдем коэффициент корреляции и линию регрессии :

$$r_{EI} = \frac{C_{EI}}{\sigma_E \sigma_I} = 0{,}92,\ a = r_{EI}\frac{\sigma(I)}{\sigma(E)} = 11{,}6\,;\ b = M(I) - aM(E) = -35.6\,;$$

Откуда зависимость тока I панели фотоэлементов в режиме максимальной мощности от освещенности E имеет вид:

$$I(E) = aE+b = 11{,}6E - 35{,}6$$

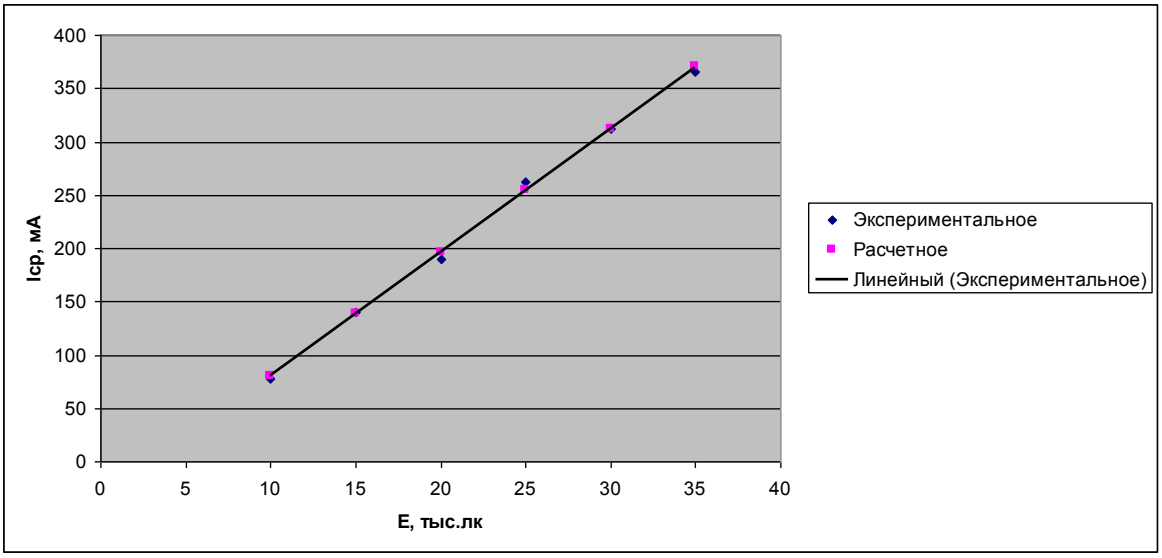


Рисунок 4 – Зависимость тока панели фотоэлементов в режиме максимальной мощности от освещенности

Библиографический список

1. Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст] / Л.А. Баранов, В.А. Захаров. - М.: КолосС, 2006.- 344 с.

2. Раушенбах, Г. Справочник по проектированию солнечных батарей [Текст] / Г. Раушенбах. Пер. с англ. – М.: Энертомиздат, 1983. – С. 43, С. 57.

3. Кипарисов, Н.Г. Повышение эффективности источников питания радиотехнических устройств с использованием фотоэлектрических преобразователей. [Текст] / Н.Г. Кипарисов, В.А. Трубников, С.О.Фатьянов // Сб. трудов 69-й международной научно-практической конференции «Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса», 25.04.2018. – Рязань: Издательство РГАТУ, часть 2, с. 361-363.

4. Ильин, М.Е. Математическое обеспечение задач интерпретации результатов косвенных измерений в спектроскопии [Текст] / М.Е. Ильин, А.И. Новиков, С.О. Фатьянов, Е.П. Чураков // Электронное моделирование. – 1991. № 2, Киев.- С.78-88.

5. Бышов, Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Издательство РГАТУ – 2012. – 70 с.

6. Бышов, Н.В. Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Техника в сельском хозяйстве. – 2012. –№1. – С. 26-27.

7. Бышов, Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – №1. – С. 29-30.

8. Каширин Д.Е. Лабораторное исследование компенсации реактивной мощности электрической сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, М.Б. Угланов, И.А. Мурог, В.П. Воронов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2018. - № 3 (39). - С. 77-81.

9. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

УДК 615.8

Евдокимов Д.М.,
Фатьянов С.О., к.т.н.,
Морозов А.С., к.т.н.,
Пустовалов А.П., д.б.н.,
Семина Е.С., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ РЕЗОНАТОРОВ В СВЧ УСТАНОВКАХ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ МОЛОКА НА ФЕРМАХ

Статья посвящена анализу проблем, возникающих при обеззараживании молока на фермах.

Одним из показателей качества молока является его обсемененность болезнетворными микроорганизмами, которые снижают сроки его хранения. Обсемененность молока перед пастеризацией допускается не более 10^6 клеток в 1 $см^3$. Поэтому первичная обработка молока по возможности должна производиться непосредственно на молочно-товарной ферме. Для этого существует множество технологий пастеризации молока. Одним из перспективных способов борьбы с микроорганизмами является нагрев молока в диапазоне волн СВЧ. С электрофизической точки зрения молоко является несовершенным диэлектриком. Оно обладает достаточно высокой диэлектрической проницаемостью и низкой электропроводностью при жирности выше 3%, которая обусловлена свободными ионами вещества. Подобные среды могут быть подвергнуты диэлектрическому нагреву, который связан с поляризацией [1, с. 35, 2, с. 47].

При соответствующем выборе частоты колебаний и параметров камер, в которых преобразуется СВЧ энергия в тепловую энергию, можно добиться более или менее равномерного выделения тепла по всему объему молока.

Важно отметить простоту передачи энергии СВЧ к любой части нагреваемого молока.

Избирательность в нагреве объясняется зависимостью потерь энергии в молоке от длины волны СВЧ генератора, иными словами, тангенс угла диэлектрических потерь является функцией длины волны. Если молоко состоит из многих компонентов, то в большей мере будут нагреваться те части, которые обладают большим тангенсом диэлектрических потерь. Обычно передача тепла происходит путем теплопроводности, конвекции и излучения. СВЧ нагрев существенно ускоряет технологический процесс обработки молока. Экономическая целесообразность применения СВЧ энергии выдвигает определенные требования к СВЧ- генераторам, которые должны будут иметь высокий к.п.д. в диапазоне 0,7-0,9, в непрерывном режиме мощность не менее 1 кВт, обладать высокой степенью надежности и эффективно работать при меняющейся нагрузке.

Рабочую камеру СВЧ прибора, в которой СВЧ энергия воздействует на молоко при анализе необходимо считать электродинамической системой [1, с. 115]. Она должна выдавать рассчитанные параметры электромагнитного поля, которые определяются мощностью поля и его структурой и полностью обеспечивают обеззараживание молока при соблюдении нужных температурных режимов. В целях соблюдения техники безопасности излучение поля не должно попадать в окружающее пространство при заливке и сливе молока из камеры, которая является резонаторной.

Основными задачами при расчете и конструировании рабочей камеры являются задача согласования рабочей полосы частот резонатора и СВЧ-генератора и задача обеспечения равномерного нагрева молока, что может быть обеспечено конструкцией резонаторной камеры [3, с. 81]. Ее объем должен быть большим для обработки необходимого количества молока и полного использования мощности генератора. При полностью заполненном резонаторе молоком с высокой диэлектрической проницаемостью в рамках 60...64 единиц и большим значением tg δ = (0,16 …0,22) значительно уменьшается его добротность, и согласовать ввод энергии, которая могла бы обеспечить передачу СВЧ энергии от генератора на нагрев молока в полном объеме. Оптимальной формой объемного резонатора можно считать отрезки прямоугольной или круглой формы в сечении, замкнутые стенками с обоих концов. Длина волновода должна быть равной целому числу полуволн, умещающегося в нем. На сверхвысокой частоте не представляется возможным создать колебательный контур с хорошими резонансными свойствами. В этом случае используются резонаторы под названием объемные или полые [1, с. 65]. В полых резонаторах возбуждаются колебания различных типов, которые обозначаются как и типы волн в волноводах:

$$i_{рез} = p\lambda_в / 2,$$

где р- целое положительное число.

В резонаторах круглой цилиндрической формы используются колебания типа — H_{011} или E_{010} . В СВЧ диапазоне принято считать основными

параметрами резонатора резонансную частоту ω_0 или собственную резонансную длину волны $\lambda_в = c / f_0$, ненагруженную добротность Q_0 и G - активную проводимость, которая является мерой активных потерь в резонаторе. Основными параметрами объемных резонаторов считают: резонансную частотуω_0, характеристическое сопротивление

$$\rho = \sqrt{\frac{L_{экв}}{C_{экв}}} \ ,$$

и величину, с помощью которой определяют потери в резонаторе $\delta = 1/ Q_0 = pG$ [1, с. 89].

Характеристическое (волновое) сопротивление считается одним из важных параметров объемного резонатора [4, с. 545]. При расчете и конструировании объемных резонаторов надо стремиться к увеличению этого сопротивления за счет увеличения $L_{экв}$ при фиксированной частоте ω_0, а $C_{экв}$ стараются уменьшить. В этом случае уменьшаются потери СВЧ энергии в резонаторе, которые идут на нагрев металлических стенок. В этом случае к.п.д. облучательной установки увеличивается. Собственная резонансная длина волны λ_0 зависит от размеров резонатора и типа колебаний [1, с. 67].

Для резонаторов прямоугольной формы λ_0 можно вычислить по формуле

$$\lambda_0 = \frac{2}{\sqrt{\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} + \frac{p^2}{l_{рез.}^2}}}$$

где a и b - размеры стенок прямоугольного волновода широкой и узкой сооответственно;

$l_{рез.}$- расстояние между металлическими пластинами, закорачивающими отрезок прямоугольного волновода;

m, n и p - положительные целые числа.

Объемные резонаторы обладают положительными качествами: отсутствуют потери на излучение и потери в диэлектрике, маленькие потери в металлических стенках. Это способствует получению высокой собственной добротности Q_0 в диапазоне СВЧ. Приближенно собственная добротность объемного резонатора рассчитывается как двойное отношение объема, где запасается энергия электромагнитного поля, к объему, где она расходуется, т.е. к объему, занимаемому поверхностным слоем во всех стенках резонатора:

$$Q_0 = \frac{2V}{\Delta S},$$

где V - объем резонаторной камеры;

Δ- толщина поверхностного слоя, мкм;

S - площадь внутренних поверхностей стенок резонатора, м^2.

Для диамагнитных материалов [1, с. 106]:

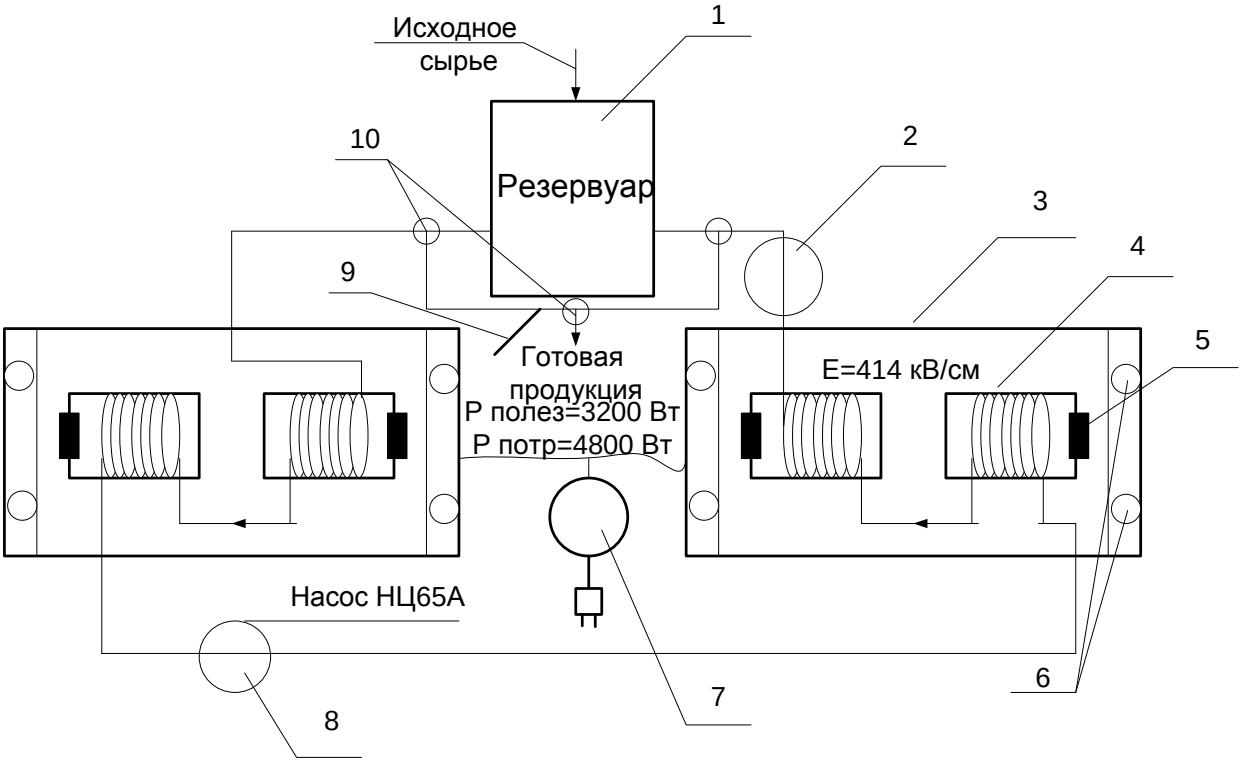
$$\Delta = \frac{66\sqrt{\frac{\sigma_{меди}}{\sigma}}}{\sqrt{f}},$$

где f – частота электромагнитного поля , МГц;

$\sigma_{меди}$ =5,8 • 10^7 См/м - удельная проводимость меди;

σ - удельная проводимость алюминия, из которого изготовлен резонатор составляет 2,979 ·10^7 См/м.

Больше всего молоко будет прогреваться по оси цилиндрического резонатора, т.е. там, где имеется наибольшее значение напряженности электрического поля. Таким образом, нагрев по сечению цилиндрического резонатора будет неравномерным. В связи с этим молокопровод надо располагать спирально вдоль боковой стенки резонатора. Если не обеспечить равномерности в выделении тепла по сечению резонатора, тогда температура будет выравниваться за счет теплопроводности. Чтобы не перегреть молоко в области с мощным полем, необходимо уменьшать мощность СВЧ нагрева и увеличивать время обработки, что сводит к минимуму преимущества использования СВЧ энергии.



1- резервуар; 2 - счетчик молока; 3 - блок СВЧ генераторов; 4 - резонаторная камера; 5 - излучатель; 6 - регулятор мощности и таймер; 7 - ваттметр; 8 - центробежный насос; 9 - датчик температуры; 10 – задвижки.

Рисунок 1– Схема технологического процесса обеззараживания молока с помощью СВЧ нагрева

В основе принципа работы оборудования лежит взаимодействие электромагнитных полей [5 с. 42, 6, с. 26], которые создаются генераторами и молоком, подлежащим термообработке. Под воздействием электрического поля

возникают потоки заряженных частиц, оказывающих биофизическое влияние на молоко. Для увеличения мощности, подводимой к вредному микроорганизму необходимо увеличить частоту и напряженность электрического поля. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от частоты излучения носит резонансный характер и имеет максимум при $\lambda = 1{,}7$ см. При этой частоте вода, содержащаяся в молоке, имеет максимум поглощения. Это поглощение примерно в 10 раз превышает поглощение, которое имеется обычно в СВЧ генераторах на частоте 2450 МГц [7, с. 29]. При подборе частоты электромагнитного поля, приближающуюся к частоте собственных колебаний диполей воды с микроорганизмами, происходит резонансная поляризация. Токи такой поляризации тормозят развитие микробов в молоке. Поскольку частота генератора СВЧ составляет всего 2450 МГц, повысить эффективность нагрева можно путем увеличения напряженности электрического поля. Это позволяет провести пастеризацию, и потом обеззараживание молока.

ИФ излучение неспособно уничтожить бактерии в необходимом объеме, т.к. обеззараживается только поверхность бактерии. Если эта поверхность покрыта даже тонким слоем, бактерии остаются жизнеспособными. Применение рентгеновского излучения позволяет надежно подавить бактерии при слишком больших дозах. Одним из главных достоинств СВЧ излучения, отличающего его от других способов обеззараживания, является воздействие на бактерию изнутри, т.е. как на водосодержащий объект, который насыщается тепловой энергией и гибнет.

Библиографический список

1. Пчельников, Ю.Н. Электроника сверхвысоких частот[Текст] / Ю.Н. Пчельников, В.Т. Свиридов. - М.: Радио и связь, 1981. - 90 с.
2. Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст] / Л.А. Баранов, В.А. Захаров. - М.: КолосС, 2006.- 344 с.
3. Фатьянов, С.О. Математическое обеспечение задач интерпретации результатов косвенных измерений в спектроскопии [Текст] / М.Е. Ильин, А.И. Новиков, С.О. Фатьянов, Е.П. Чураков // Электронное моделирование. – 1991. № 2, Киев. - С.78-88.
4. Фатьянов, С.О. Оптимизация формы ректального облучателя для лечения животных методом УВЧ-терапии [Текст] / А.М. Лавров, С.О. Фатьянов // Сборник научных докладов ВИМ. 2010. Т1. С. 544-553.
5. Бышов Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Издательство РГАТУ – 2012. – 70 с.
6. Бышов Н.В. Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Техника в сельском хозяйстве. – 2012. –№1. – С. 26-27.

7. Бышов Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – №1. – С. 29-30.

8. Быстрова И.Ю., Кулибеков К.К. Сравнительное изучение молочной продуктивности коров при их доении роботами и передвижной доильной установкой. Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. 2017. С. 47-51.

9. Глотова Г.Н. , Киселева Е.В. Влияние доильных установок на качество молока коров. Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. 2016. – С. 309-314.

10. Каширин Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Наука и инновации: векторы развития Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 28-31.

11. Каширин Д.Е. Лабораторное исследование компенсации реактивной мощности электрической сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, М.Б. Угланов, И.А. Мурог, В.П. Воронов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2018. - № 3 (39). - С. 77-81.

12. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

13. Каширин Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Наука и инновации: векторы развития Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 28-31.

14. Каширин Д.Е. Лабораторное исследование компенсации реактивной мощности электрической сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, М.Б. Угланов, И.А. Мурог, В.П. Воронов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2018. - № 3 (39). - С. 77-81.

15. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

УДК62-83:621.69

Фатьянов С.О., к.т.н.,
Морозов А.С., к.т.н.,
Садовая И.И.,
Острогова А.О.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРИВОДОВ И ИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ НАСОСОВ

Статья посвящена анализу работы асинхронного электропривода центробежных и погружных насосов. Важность исследований определена широким переоснащением и усовершенствованием электроприводов в системах водоснабжения в предприятиях российских регионов на принципе применения алгоритмов частотного регулирования и потребностью стабилизации эксплуатационных данных надежности электродвигателей на высоком уровне.

Ведущие разработчики электродвигателей отмечают потребность применения в частотно-регулируемых приводах (ЧРП) специализированных электродвигателей в сельском хозяйстве. Частотно-регулируемые двигатели имеют несколько различий от серийных электродвигателей:

- различается модель пазов ротора;
- количество пар полюсов;
- номинальное напряжение двигателя;
- форма питающего напряжения;
- потребность дополнительного охлаждения;
- наличие импульсных перенапряжений, подшипниковых токов;
- подшипники должны быть рассчитаны на работу в зоне высоких скоростей;
- различные шумы и вибрации для разных скоростей.

Для того чтобы исключить существенную долю добавочных потерь следует применять асинхронные электродвигатели, специально настроенные для работы с питанием от преобразователя частоты. [1, с. 175]. Полное переоснащение систем, использующих серийные двигатели, никак не является допустимым из-за очевидной высокой стоимости данного решения. В наше время на насосных станциях систем водоснабжения используются преобразователи частоты с электродвигателями, методика изготовления которых не предусматривает частотного регулирования.

В ЧРП насосов рекомендовано применять метод скалярного управления. Скалярное управление отличается простотой в настройке и позволяет поддерживать перегрузочную способность и КПД электродвигателя постоянными в широком спектре частот. С помощью скалярного управления возможно управлять группой электродвигателей. Векторное управление никак не считается трудным в настройке, однако требует понимания процесса

управления. [2, с. 58]. При этом для правильного функционирования алгоритма потребуется внедрить в ПЧ параметры электродвигателя. Этот метод дает возможность реализовывать управление вращающимся магнитным полем, что является наиболее результативным, нежели обычное формирование гармонических токов и напряжений фаз. Однако такое увеличение энергетической производительности теряется в общей экономии с уменьшением излишних напоров и затрат систем водоснабжения.

Наиболее важный магнитный поток электродвигателя при питании от ЧП различается от потока при синусоидальном напряжении и в следствие допустимый момент отклоняется на величину, зависящую от характеристик ПЧ и электродвигателя. Генерируемые ЧП гармонические искажения формируют в электродвигателе вращающие асинхронные моменты, кроме того появляются пульсации момента. Пульсирующие составляющие момента имеют все шансы проявлять существенное отрицательное воздействие на работу электродвигателя. Таким образом, они стимулируют вибрацию его механических частей.

Для того чтобы исключить отрицательные результаты резонансов, рекомендуется для электроприводов с небольшим демпфированием трансмиссии четко полагаться на резонансные частоты колебаний механической части. В определенных вариантах с целью проектируемого ЧРП необходимо обозначить полосу недопустимых частот из рабочего спектра ПЧ.

Таким образом, низкая достоверность регулировки при скалярном управлении вполне способна послужить причиной резонансов механической части двигателя, никак не спроектированного с целью использования в ЧРП. Следствием чего может быть снижение эксплуатационных характеристик двигателя и стремительный выход его из строя. Векторное управление обладает большей точностью управления и реализовывает регулирование с помощью величин токов статора и их фазой. Подобное управление в большой степени способно отстраиваться от механических резонансных частот. Это утверждение имеет необходимость в проверке, которую можно выполнить, применяя инновационные ресурсы точного моделирования.

Работа ЧП базируется на идее разделения управляющего сигнала напряжения на прямоугольные импульсы. Реализуется это посредством сверхбыстрых полупроводниковых ключей (IGBT), производящих высокочастотные помехи в широком спектре. [3, с. 221]. Необходима установка дополнительных фильтров для того, чтобы снизить степень данных помех. Помимо этого, полупроводниковые ключи очень быстро переходят из открытого состояния в закрытое, что является фактором возникновения резких скачков напряжения с уклоном $\frac{du}{dt}$ доходящей 10 кВ/мкс. В результате возникает значительная нагрузка на изолированные провода обмоток электродвигателя, что приводит к высокому износу изолирующего слоя. Производителями обеспечивается стабильная работа электродвигателей лишь при значениях производной напряжения питания с условием

$$u' = \frac{du}{dt} < 1\text{кВ/мкс}$$

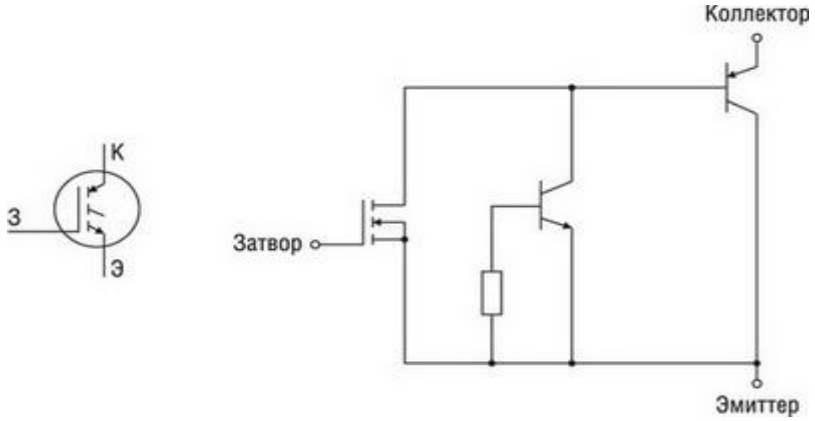
Регулирование значения уклона $\frac{du}{dt}$ осуществляется с помощью синусоидальных фильтров.

Рисунок 1-Типичное поведение электродвигателя, содержащее модуляцию с частотой переключения до 10 кВ/мкс

Внезапное увеличение напряжения, являющееся результатом переотражения волн, способно быть фактором пробоя изоляции обмоток электродвигателя. [4, с. 183]. Необходимо принимать во внимание специфику распространения в проводниках высокочастотных волн при подключении электродвигателя. Волновое сопротивление оказывает большое влияние на характеристики электрического кабеля большой длины. Электропривод генерирует импульсы напряжения, которые в виде отраженных волн поступают на клеммы двигателя. Отражение волн от концов кабеля способно послужить причиной к двойному увеличению выходного напряжения привода. Лаковая изоляция обмоток электродвигателя никак не рассчитана на подобные перегрузки. [5, с. 173]. Это может способствовать пробою изоляции. С целью устранения этого недостатка используют синусоидальные фильтры, которые уменьшают напряжение на клеммах электродвигателя, предотвращая повреждение его обмоток.

Рисунок 2-Синусоидальный фильтр улучшает характеристику $\frac{du}{dt}$ управляемого электропривода

В валу двигателя вероятно возникновение потенциала даже при безупречном синусоидальном напряжении, которое является следствием несимметричной системы питания электродвигателя. [6, с. 52]. Этот потенциал приводит к появлению низкочастотного тока из-за наличия подшипников и заземления. Применение высокочастотных IGBT-транзисторов влечет за собой усложнение решения указанной проблемы. Электроэрозия дорожек подшипников приводит к их стремительному износу. Данную проблему решают установкой синусоидальных фильтров, стабилизаторов подшипниковых токов и использованием особой диэлектрической смазки токоизолирующих подшипниковых муфт.



а) б)

Рисунок 3 - Схемное обозначение IGBT (а) и его эквивалентная схема (б)

Высокочастотные импульсы электропривода вызывают высокочастотные синфазные помехи, являющиеся фактором подшипниковых токов. [7, с. 44]. Любая перемена уровня помех влечет за собой возникновение потенциала на

оси двигателя, при этом есть вероятность прохождения разряда только через подшипники.

Возможность появления высокочастотного подшипникового тока и его амплитуда находятся в зависимости от толщины смазочного слоя и типа смазки. [8, с. 26]. Скорость роста напряжения при переключении и ее размер в промежуточном контуре оказывают прямое воздействие на величину синфазной помехи неявно и влияет на амплитуду подшипниковых токов.

Библиографический список

1.Лезнов, Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках [Текст] / Б.С. Лезнов. –М.: Энергоатомиздат, 2006 – 360 с.

2. Усольцев А.А. Векторное управление асинхронными двигателями [Текст] / А.А. Усольцев. – С-Пб.:Учебное пособие по дисциплинам электромеханического цикла, 2002.

3. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение DJVU [Текст] / П.А. Воронин. –Издательский дом Додэка-XXI, 2001. -384с.

4. Москаленко В. В. Электрический привод: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений [Текст] / В.В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2007 – 368 с.

5. Воробьев, А.Э., Фатьянов, С.О. Анализ причин отказов в работе асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве и в промышленном производстве. Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2017. № 2(5). С. 169-174.

6. Фатьянов, С.О., Миронова К.В. Априорное гарантирующее оценивание параметров при проектировании алгоритмов управления механическими объектами. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2014. № 3(23). С. 52-56.

7. Бышов Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги. [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Издательство РГАТУ – 2012. – 70 с.

8. Бышов Н.В. Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Техника в сельском хозяйстве. – 2012. –№1. – С. 26-27.

9. Каширин Д.Е. Разработка стенда для изучения частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей / Д.Е. Каширин, Ю.Я. Прокопенко // В сборнике: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона Материалы 66-й международной научно-практической конференции. - 2015. - С. 118-121.

10. Каширин Д.Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей / Д.Е.

Каширин, С.Н. Гобелев, Н.Б. Нагаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2017. - № 4(36). - С. 91-95.

11. Каширин Д.Е. Лабораторный стенд для изучения приборов релейной защиты и АПВ / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, С.Н. Гобелев, П.Э. Бочков П.Э. В сборнике: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса Материалы Национальной научно-практической конференции. 2017. С. 86-89.

12. Каширин Д.Е. Лабораторное исследование компенсации реактивной мощности электрической сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, М.Б. Угланов, И.А. Мурог, В.П. Воронов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2018. - № 3 (39). - С. 77-81.

12. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

УДК 631.372

Филькин Н.М., д.т.н.,
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, РФ
Шаихов Р.Ф., к.т.н.,
ФГБОУ ВО «ПГАТУ имени академика Д.Н. Прянишникова», г. Ижевск, РФ

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ПРИВОДА УНИФИЦИРОВАННОЙ МАШИНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА ДЛЯ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Для транспортировки грузов россыпью, навалом и т.п., для применения машины в качестве тягача прицепов и в качестве унифицированного шасси для выполнения различных видов работ (использование стандартных навесных устройств для различных видов передне- и задненавесного оборудования) наиболее перспективным типом является унифицированная машина технологического электротранспорта (УМТЭТ) [1, 2, 3, 4], созданная ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» и АО «Сарапульский электрогенераторный завод», выпуск которой начинается в текущем году (Рисунок 1).

Рисунок 1 – Опытные модели УМТЭТ электротележка и электротягач

При разработке концепции новой унифицированной машины технологического электротранспорта выбор типа привода является в высшей степени основополагающим решением. Наряду с требованиями экономичности, безопасности и компактности особое значение при определении концепции имеют показатели управляемости, устойчивости и тяговой динамики автомобилей с различными типами привода.

Теоретически для двухосной машины технологического электротранспорта существуют три группы и восемь вариантов возможного расположения двигателя и ведущей оси.

Группы следующие:

- привод на передние ведущие колеса;
- привод на задние ведущие колеса;
- привод на все колеса.

Варианты исполнения (Рисунок 2):

- 1 – привод на передние колеса, двигатель установлен продольно перед передней осью;
- 2 – привод на передние колеса, двигатель установлен продольно за передней осью;
- 3 – привод на передние колеса, двигатель установлен параллельно управляемой оси;
- 4 – привод на задние колеса, двигатель установлен за задней осью;
- 5 – привод на задние колеса, двигатель установлен перед задней осью;
- 6 – привод на задние колеса, двигатель установлен параллельно оси;
- 7 – постоянный полный привод на все колеса, двигатель установлен параллельно оси;
- 8 – отключаемый полный привод на все колеса, двигатель установлен параллельно оси.

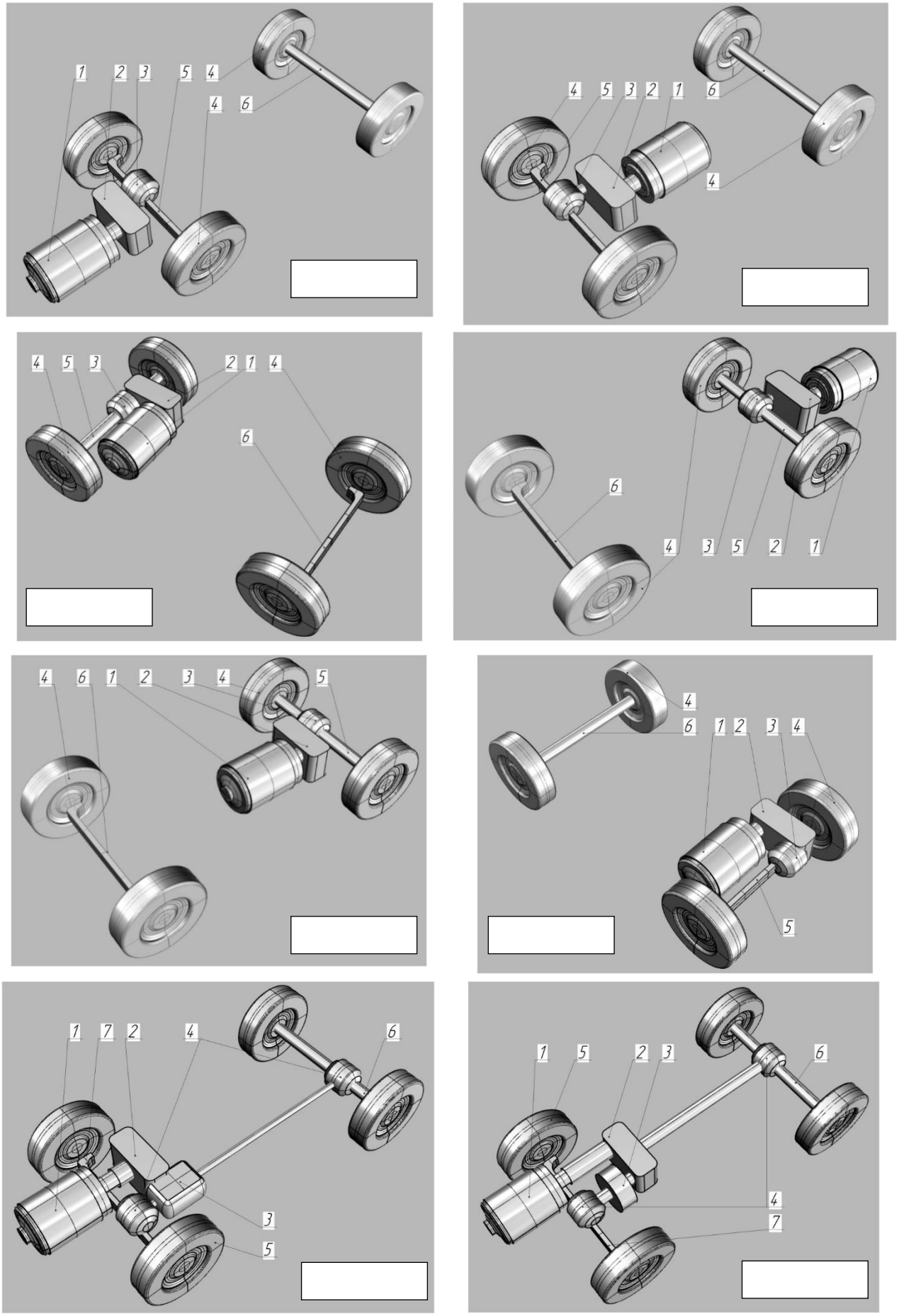


Рисунок 2 – Общие виды возможных вариантов исполнения приводов УМТЭТ

Обозначения на рисунке 2: 1 – тяговый электродвигатель; 2 – колесный редуктор; 3 – дифференциал для вариантов 1-6, раздаточная коробка для варианта 7, муфта включения полного привода для варианта 8; 4 – колесо для вариантов 1-6, колесный редуктор с дифференциалом для вариант 7, 8; 5 – передний ведущий мост для вариантов 1-3, передний управляемый мост для вариантов 4-6, колесо для вариантов 7, 8; 6 – задний ведущий мост; 7 – передний управляемый мост.

Результаты проведенного анализа недостатков и достоинств рассматриваемых вариантов конструкций исполнения приводов УМТЭТ представлены в таблице 1.

Исходя из проведенного анализа и требования к разрабатываемой УМТЭТ, можно сделать выводы:

- привод на передние ведущие колеса не является предпочтительным. Увеличение передней части кузова перед передней осью приведет к уменьшению маневренности и увеличению радиуса поворота технологического электротранспорта. Для вариантов 1, 2 придется использовать гипоидную передачу для изменения направления потока мощности, подводимой от электрического двигателя к ведущим колесам. При нагруженном состоянии на ведущие колеса будет приходиться малая часть веса технологического электротранспорта, что приведет к проскальзыванию ведущих колес на дорогах с малым коэффициентом сцепления шин с полотном дороги. Передняя управляемая ось будет еще и ведущей, что приведет к услужению и удорожанию конструкции переднего моста;

- привод на задние ведущие колеса является предпочтительным, а именно привод на задние колеса с двигателем, установленным над задней осью. Уменьшение задней части кузова приведет к улучшению маневренности и уменьшению радиуса поворота УМТЭТ. Для вариантов 4, 5 придется использовать гипоидную передачу для изменения направления потока мощности, подводимую от электрического двигателя к ведущим колесам. Установка двигателя над задней осью позволит увеличить вес, приходящийся на ведущую ось в ненагруженном состоянии, путем совмещения редуктора и дифференциала, увеличить КПД трансмиссии;

- привод на все колеса не является предпочтительным. Основное назначение разрабатываемой машины технологического электротранспорта является выполнение транспортных работ на дорогах общего пользования и закрытых зонах тепличных комплексов, цехов и т.п., где применение полного привода не целесообразно из-за увеличенного расхода энергии и высокой стоимости элементов конструкции.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующий вывод. Более рационально с точки зрения использования свободного пространства и требований, предъявляемых к унифицированной машине технологического электротранспорта, использовать привод на задние колеса с расположением двигателя параллельно над осью, т.е. вариант 6 исполнения приводов УМТЭТ.

Таблица 1 – Результаты сравнительного анализа конструкций приводов УМТЭТ

Номер варианта	Достоинства	Недостатки
1	Освобождение средней части кузова для возможности размещения большего количества груза или источников питания, увеличение веса машины, приходящего на передние ведущие колеса.	Ухудшение тяговых свойств из-за меньшего веса нагруженной машины, приходящего на ведущие колеса. Увеличение длины свеса передней части, что увеличивает радиус поворота машины. Необходимость применения гипоидной передачи.
2	Освобождение передней части кузова для уменьшения длины свеса, а также возможности размещения водителя и пассажира перед передней осью.	Ухудшение тяговых свойств из-за меньшего веса нагруженной машины, приходящего на ведущие колеса. Использования средней части кузова под размещение электродвигателя приводит к уменьшению объема под накопитель энергии. Необходимость применения гипоидной передачи.
3	Освобождение передней части кузова для уменьшения длины свеса, а также возможности размещения водителя и пассажира перед передней осью.	Ухудшение тяговых свойств из-за меньшего веса нагруженной машины, приходящего на ведущие колеса.
4	Освобождение средней части кузова, возможность размещения накопителей энергии в данной части.	Увеличение длины свеса задней части, что увеличивает радиус поворота машины.
5	Освобождение задней части кузова для уменьшения длины свеса.	Использования средней части кузова под размещение электродвигателя, что уменьшает объем под накопитель энергии.
6	Освобождение средней и задней части кузова путем выбора необходимой компоновки электродвигателя, например, над задней осью. Простой в конструкции и дешевый колесный редуктор цилиндрических зубчатых колес.	Возможное увеличение высоты машины.
7	Увеличение динамического фактора и проходимости машины.	Увеличение расхода энергии на совершение транспортной работы, сложность и дороговизна конструкции.
8	Увеличение динамического фактора и проходимости машины. Повышение КПД трансмиссии в сравнении с постоянным приводом на ведущие колеса.	Увеличение расхода энергии на совершение транспортной работы, сложность и дороговизна конструкции.

Публикация подготовлена в рамках работ по проекту 15.06.01/18ФНМ «Колесные и гусеничные машины», реализуемому на основании Приказа ректора ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова от 29 декабря 2018 г. № 1493 «О грантовой поддержке приоритетных исследований ученых ИжГТУ

имени М.Т. Калашникова» при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

Библиографический список

1. Коршунов, А.И. Системные подходы в конструировании и дизайн-проектировании унифицированной машины технологического электротранспорта (УМТЭТ) [Текст] / А.И. Коршунов, Р.С. Музафаров, М.А. Плетнев и др. // Интеллектуальные системы в производстве: Период. науч.-практ. журнал Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова. – Вып. 2 (23). – Ижевск: ИжГТУ, 2016. – С. 40-47.

2. Филькин, Н.М. Разработка унифицированной платформы напольного электротранспорта [Текст] / Н.М. Филькин, Р.С. Музафаров, А.Ф. Мкртчян и др. // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова: Науч.-теорет. журнал. – Том 20, № 3. – Ижевск: ИжГТУ, 2017. – С. 41-42.

3. Филькин, Н.М. Новая унифицированная машина технологического электротранспорта / Н.М. Филькин, Р.Ф. Шаихов // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе». – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. – С. 139-143.

4. Филькин, Н.М. Унифицированная платформа наземного электротранспорта / Н.М. Филькин [и др.] // Патент на промышленный образец 102998. Приоритет промышленного образца 13.04.2017 г.

5. Каширин Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Наука и инновации: векторы развития Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 28-31.

6. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

7. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Текст] / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. - Рязань, 2019. – 308 с.

УДК 621.316.5

Фокин А.А.,
Писаренко В.Н.,
Жуковский В.О.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

К ВОПРОСУ КОРРЕКТИРОВКИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПОД ТРЕБОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ

В некоторых пределах напряжение можно регулировать, изменяя сопротивление питающей сети [1, 2, 3, 4]. Так, если питающая сеть или ее участок состоит из нескольких параллельных линий, то, отключая в часы минимальных нагрузок одну из таких линий, можно увеличить потерю напряжения в питающей сети и тем понизить напряжение у потребителя.

Снижения реактивного сопротивления цепи и, следовательно, увеличения напряжения при максимальных нагрузках можно добиться, применяя продольную компенсацию индуктивности линии [5, 6, 7].

Продольная емкостная компенсация индуктивного сопротивления передачи возможна при последовательном включении в линию обратного по знаку емкостного сопротивления, при этом результирующее реактивное сопротивление передачи определится как: $X = X_L - X_C$ [8, 9, 10].

При известных параметрах нагрузки напряжение на шинах потребителя до и после компенсации определится зависимостями (для фазных токов и напряжений):

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_1 - \Delta\dot{U} = \dot{U}_1 - \left(\dot{I} \cdot R \cdot \cos\varphi + \dot{I} \cdot X \cdot \sin\varphi\right);$$

$$\dot{U}_2^{'} = \dot{U}_1 - \Delta\dot{U}^{'} = \dot{U}_1 - \left(\dot{I} \cdot R \cdot \cos\varphi + \dot{I} \cdot (X_L - X_C) \cdot \sin\varphi\right).$$

Как видно из формул, при неизменном напряжении на питающем конце линии в случае включения продольной емкостной компенсации напряжение у потребителя будет выше, чем без нее. Это определяется тем, что потери напряжения на реактивном сопротивлении линии в случае компенсации снижаются, то есть:

$$\dot{U}_2^{'} > \dot{U}_2$$

Включение компенсации осуществляется расшунтированием батареи конденсаторов коммутирующим аппаратом.

Кроме неуправляемых устройств продольной компенсации (УПК), зарубежом широко применяются управляемые устройства продольной компенсации (УУПК). УУПК могут быть реализованы на основе использования управляемой тиристорами эквивалентной ёмкости сериесной конденсаторной батареи и на основе последовательного включения СТАТКОМ в линию через согласующий трансформатор.

В линиях дальних передач продольную компенсацию используют для повышения их пропускной способности. Число конденсаторов в батарее для продольной компенсации определяется требуемым уровнем напряжения на приемной подстанции и максимальной нагрузкой линии. В электропередачах

высокого напряжения обычно компенсируют не свыше 40—50% индуктивности линии, так как большая степень компенсации может привести к появлению перенапряжений на конденсаторных батареях, ложным действиям релейной защиты, а при известных условиях и к колебательному режиму (самораскачиванию) синхронных генераторов.

Библиографический список

1. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

2. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

3. Пат. № 2275800 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 28.12.2004; опубл. 10.05.2006, бюл. № 13. – 6с.

4. Каширин Д.Е. Исследование некоторых прочностных характеристик восковой основы пчелиных сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета.- 2011.- № 8. - С. 199-202.

5. Бышов Д.Н. Результаты многофакторного экспериментального исследования дисперсионных свойств перги / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. - №2 (125). – С. 115-121.

6. Каширин Д.Е. Вакуумная сушка перги / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2006. - № 4. - С. 50.

7. Пат. № 93302 РФ. Измельчитель перговых сотов /Д.Е. Каширин. – Заявл. 26.01.2010; опубл. 27.04.2010, бюл. № 12. – 2с.

8.Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

9. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. –5с.

10. Каширин Д.Е. Конвективная сушка перги / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2009.- № 8 - С. 46-47.

11. Шиндин М.П. Повышение качества электроснабжения промышленных потребителей при обрывах фазных проводов / М.П. Шиндин, Д.Е. Каширин, Л.Я. Максименко, Б.М. Будзинский, П.В. Марьин // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 500-502.

12. Шиндин М.П. Совершенствование метода диагностики низковольтных линий электропередач / М.П. Шиндин, Д.Е. Каширин, Л.Я. Максименко, Б.М. Будзинский, П.В. Марьин // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 502-504.

13. Каширин Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Наука и инновации: векторы развития Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 28-31.

14. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

УДК 621.316.5

Фокин А.А.,
Писаренко В.Н.,
Жуковский В.О.,
ФГБОУ ВО РГТАУ, г. Рязань, РФ

АНАЛИЗ СПОСОБОВ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ В НИЗКОВОЛЬТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Все генераторы электростанций оборудованы устройствами автоматического регулирования возбуждения (АРВ). Генератор вырабатывает номинальную активную мощность при отклонениях напряжения от номинального не более ±5%. При больших отклонениях мощность генератора должна быть снижена, по этой причине пределы регулирования напряжения с помощью генераторов ограничены. В связи с изменяющейся нагрузкой системы все генераторы электростанций работают по заданным графикам генерации активной и реактивной мощности. Условия работы электростанций в системе различны. Это влияет и на возможности регулирования напряжения с помощью генераторов.

При работе электрической станции изолированно ее генераторы, подключенные к шинам ГРУ с присоединенной к ним распределительной сетью относительно малой протяженности, осуществляют регулирование напряжения изменением возбуждения.

Этот способ регулирования напряжения на таких станциях является основным средством обеспечения заданного режима напряжения у нагрузок. Пределы регулирования напряжения изменением возбуждения допускаются не ниже 105% номинального в период наибольших нагрузок и не выше 100% номинального в период наименьших нагрузок. При наличии сети высокого напряжения трансформаторы связи генераторов с РУВН предпочтительнее иметь с РПН.

При работе в блоках с трансформаторами связи генераторы непосредственно не связаны с распределительными сетями генераторного

напряжения, а нагрузка собственных нужд обычно питается через трансформаторы с РПН. Эти условия позволяют использовать полностью предел изменения напряжения на блочных генераторах от —5% до + 10% относительно номинального. Трансформаторы связи в блочных схемах применяются без РПН.

На электростанциях, объединенных в энергетическую систему изменения напряжений должны осуществляться согласованно по графику, так как изменение напряжения даже у одной из станций приведет к перераспределению выработки реактивной мощности всех элементах системы [1, 2, 3, 4, 5]. Это условие ограничивает возможности регулирования напряжения в отдельных районах системы, поэтому в мощных системах регулирование напряжения только генераторами станций не является достаточным и требует дополнительных средств.

Одним из распространенных способов регулирования напряжения на шинах подстанции является переключение ответвлений на трансформаторах [6, 7, 8, 9, 10]. С этой целью у обмоток (как правило, высшего напряжения, имеющих меньший рабочий ток) трансформаторов предусматриваются регулировочные ответвления и специальные переключатели ответвлений, при помощи которых изменяют число включенных в работу витков, увеличивая или уменьшая коэффициент трансформации

$$К_{ВН-НН} = \frac{U_{ВН}}{U_{НН}} = \frac{W_{ВН}}{W_{НН}}$$

где $W_{ВН}$ и $W_{НН}$ - число включенных в работу витков обмоток ВН и НН соответственно.

Изменение коэффициента трансформации между обмотками высшего и низшего напряжений позволяет поддерживать на шинах НН напряжение, близкое к номинальному, когда первичное или вторичное напряжение отклоняется по тем или иным причинам от номинального.

Операции переключения секции витков производят на отключенном от сети трансформаторе устройством ПБВ (переключение без возбуждения) либо на работающем трансформаторе непосредственно под нагрузкой устройством РПН (регулирование под нагрузкой). Трансформаторы большой мощности с устройствами ПБВ имеют до пяти ответвлений для получения четырех ступеней напряжения относительно номинального (±2х2,5%) Uном. В зависимости от класса напряжения трансформатора, его исполнения и числа ступеней регулирования применяют различные по конструкции переключатели ответвлений. Они могут быть трехфазными и однофазными.

Однофазные переключатели барабанного типа устанавливаются на каждой фазе обмотки ВН. Контактная система состоит из неподвижных контактов - полых токоведущих стержней, соединенных с ответвлениями от обмоток, и подвижных контактных колец, замыкающих между собой различные пары неподвижных контактов. Контактные кольца перемещаются коленчатым валом, ось которого при помощи изолирующей штанги соединяется с приводом на крышке трансформатора. Переключатель

смонтирован на изолирующих основаниях.

Трансформаторы с РПН имеют большее число регулирующих ступеней и более широкий диапазон регулирования (± 10% Uном), чем трансформаторы с ПБВ.

На крупных подстанциях системного значения при распределении потоков активной и реактивной мощности возникает необходимость в регулировании напряжения по значению и фазе. Регулирование осуществляется специальными агрегатами продольно-поперечного регулирования, при этом в схему вводятся два напряжения, одно из которых совпадает с напряжением сети, а другое сдвинуто на 90°.

Во всех перечисленных случаях регулирования применяются устройства РПН, состоящие из следующих основных частей: переключателя или избирателя, контактора, токоограничивающего элемента (реактора или резистора) и приводного механизма. Процесс переключения регулировочных ответвлений проходит без разрыва цепи рабочего тока трансформатора. Последовательность работы переключающих устройств РПН с реактором (серий РНО, РНТ) и с резистором (серий РНОА и РНТА).

Из рассмотрения работы РПН с реактором видно, что контактор замыкает и размыкает некоторый ток, следовательно, процесс сопровождается горением дуги; контакты избирателя переключаются без разрыва тока, то есть лишь после того, как соответствующая цепь окажется разомкнутой; необходимая последовательность размыкания и замыкания тех и других контактов обеспечивается согласованной работой приводного механизма, приводимого в действие двигателем с реверсивным пускателем; реактор ограничивает циркулирующий ток в процессе коммутации и рассчитан на длительное прохождение номинального тока. Последнее обстоятельство говорит о том, что застревание привода в промежуточном положении, когда ток нагрузки проходит по одной части реактора или когда переключатель находится в положении «мост», для устройств с токоограничивающим реактором не является опасным и повреждений обычно не вызывает. Однако во избежание перегрева контактов в случае неполного их касания РПН необходимо возвращать в основное рабочее положение при первой же возможности.

Реактор и избиратель, на контактах которого дуги не возникает, обычно размещают в баке трансформатора, а контактор помещают в отдельном масляном баке, чтобы не допускать разложения масла электрической дугой в трансформаторе.

Действие устройств РПН с резисторами во многом сходно с работой переключающих устройств с реактором.

Отличие состоит в том, что в нормальном режиме работы резисторы зашунтированы или отключены и ток по ним не проходит, а в процессе коммутации ток проходит в течение сотых долей секунды. Резисторы не рассчитаны на длительную работу под током, поэтому переключение контактов в них происходит быстро под действием мощных сжатых пружин. Вероятность не переключения контактов даже в случае исчезновения питания привода

ничтожно мала. Резисторы имеют небольшие размеры и являются, как правило, конструктивной частью контактора.

Имеются устройства РПН, у которых контактор расположен в отдельном баке на изоляторе, а также устройства так называемой погружной конструкции. Их устанавливают как внутри бака трансформатора, так и в отдельном баке, примыкающем к баку трансформатора. Бак контактора соединяется трубкой с отсеком расширителя.

Библиографический список

1. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

2. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

3. Пат. № 2275800 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 28.12.2004; опубл. 10.05.2006, бюл. № 13. – 6с.

4. Каширин Д.Е. Исследование некоторых прочностных характеристик восковой основы пчелиных сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета.- 2011.- № 8. - С. 199-202.

5. Бышов Д.Н. Результаты многофакторного экспериментального исследования дисперсионных свойств перги / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. - №2 (125). – С. 115-121.

6. Каширин Д.Е. Вакуумная сушка перги / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2006. - № 4. - С. 50.

7. Пат. № 93302 РФ. Измельчитель перговых сотов /Д.Е. Каширин. – Заявл. 26.01.2010; опубл. 27.04.2010, бюл. № 12. – 2с.

8.Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

9. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. –5с.

10. Каширин Д.Е. Конвективная сушка перги / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. - 2009.- № 8 - С. 46-47.

11. Шиндин М.П. Повышение качества электроснабжения промышленных потребителей при обрывах фазных проводов / М.П. Шиндин, Д.Е. Каширин, Л.Я. Максименко, Б.М. Будзинский, П.В. Марьин // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 500-502.

12. Шиндин М.П. Совершенствование метода диагностики низковольтных линий электропередач / М.П. Шиндин, Д.Е. Каширин, Л.Я. Максименко, Б.М. Будзинский, П.В. Марьин // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного

комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 502-504.

13. Каширин Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Наука и инновации: векторы развития Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 28-31.

14. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

УДК 553.53

Хайдаров А.К.,
Асатиллаев Й.М, к.т.н.,
НамИСИ, г.Наманган, Республика Узбекистан

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ПРОИЗВОДЯЩИХ ПРОДУКЦИЮ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТА

Современные научные достижения, соединенные с инженерными идеями, обеспеченные экономическим анализом и прогнозом, позволяют полнее использовать природные богатства Узбекистана. Так, Республика владеет солидными горными массивами Тянь-Шаня, Памира, в недрах которых хранятся миллионы кубических кубометров базальта - сырья на кремневой основе в смеси с окислами алюминия, магния, кальция, бора и других металлов и минералов [1].

Базальт - это уникальный строительный материал, обладающий высокими прочностными, тепло- и звукоизоляционными свойствами. Он практически не реагирует на перепады температур, устойчив во всех агрессивных средах. Мы привыкли воспринимать базальт как отделочный материал, который так же годится для получения щебня, брусчатки, штучного камня. На практике выяснилось, что базальт обладает многими полезными в строительстве и изоляции свойствами. Базальт обладает великолепной устойчивостью в агрессивных средах. Теплоизоляционные материалы из базальтового волокна по всем своим эксплуатационным характеристикам значительно превосходят любые разновидности обычной минеральной ваты, шлаковаты и стекловаты. В настоящее время промышленное производство базальтовых минераловатных теплоизоляционных изделий и конструкций получило широкое распространение. Именно из волокон базальта делаются такие замечательные вещи, как для теплоизоляции труб.

Теплоизоляционные материалы из базальта - это эффективная защита зданий от охлаждения в зимнее время и жары в летнее. Утеплитель из базальта

широко применяется в строительстве зданий и сооружений, используется как огнезащита и тепло и звукоизоляция.

Геологические исследования показывают, что базальт в природе весьма распространенный продукт, и в частности в Узбекистане его в виде горной породы тысячи кубических километров. Являясь продуктам тектонических движений, базальт вобрал в себя многие редко земельные металлы, включая и SiO_2 - кремний. В зависимости от содержания включений в состав базальта изменяется его природный цвет.

Традиционно считается, что процессы переработки природного базальта достаточно сложны, дорогостоящи, требуют значительных капиталовложений.

Однако, известный, очень широкий спектр применения продукции из базальта, его мировая потребность, экологическая чистота производства, выпускающих и формообразующих узлов, эксплуатация которых возможна и в условиях малых производств.

Проблема продвижения базальта как готового продукта заключается не в его свойствах, а в стоимости устройств и печей, формирующих волокнистую массу, например, один комплект установки стоит более 400 000 долларов США.

В свою очередь изделия из базальта необходимы Республике Узбекистан, соседним государствам, а также странам Юго-Восточной Азии, Европы, Америки. Они позволяют решать многие проблемы строительной автомобильной, газовой, нефтяной, химической и других промышленностей. Только теплоизоляционных подушек для нашей республики ежегодного необходимо более 100 000 шт. (одна подушка весит 10±0,5 кг).

Материалы из базальта заменяют глину, мрамор, цемент, асбест, гранит, натуральные волокна, при этом изделия из базальта будут служить человеку на порядок дольше и они экологически чистые.

Другое направление использования базальта - это литье конкретных изделий, например, кирпичей, черепицы, отделочных плит, шифера, цветочных горшков, декоративной посуды, бижутерии и т.д.

На смену гигантских комбинатов по переработке кремнеземных материалов, с их дорогостоящими литейными узлами, линиями получения ваты пряжи, также, сетки, появилась техническая возможность переработки базальта на малых производительных площадях и мощностях.

Базальтовая продукция достаточная легкая, отлитое изделие с зеркальной поверхностью, если надо с барельефным рисунком, влаго-кислотостойкая, выдерживает высокие температуры, хорошо связывается с полимерами, поэтому служит прекрасным наполнителем для композитных материалов, обладает уникальными тепло и звукоизоляционными свойствами. Изделия, изготовленные из базальта, будут служить человеку не одну сотню лет [2, 6, 7, 8].

Для примера эффективности создания производства по переработки базальта в волокнистую массу с супертонким сечением одиночного волокна рассмотрим конкретный технологический процесс, состоящий из основных операций добыча базальта, регулируемая подача на расплав, плавка базальта в

две стадии, волокнообразование, формирование холста или ленты. Все операции связаны друг с другом посредством транспортных переходов и образуют линию непрерывного или дискретного процесса. Машины необходимые для реализации изложенной технологии изготовляются отечественными машиностроительными заводами.

При производительности машин 500 т в год, работе в 3 смены, количество произведенного продукта составит 462 т паковка холста для изоляции теплотрассы или покрытия крыши дома весит 10 кг + 4. Тогда количество подушек получим 46200 шт. При цене одной подушки 3000 сум доход от реализации их составит 138 600 000 сум. Как развитие производства "подушки" проработана возможность формирование нетканого материала с полимерным связующим покрытием холста волокна толщиной 10-15 мм. Переход на нетканое полотно облегчает работу при обматывании труб, покрытии крыши, прокладки междустенных тепловых и звукоизоляционных прослоек и прокладок, обеспечивает хорошую фиксацию изолирующих материалов, в большинстве случаев не требует организации специальных защитных покрытий. Удельный вес 1 $м^2$ холста составляет 260-280 г, поэтому при ширине холста 1 м ±5 см, количество нетканки составляет 1776920 п/м. при цене 1 п/м такой нетканки в 1000 сум доход от реализации составит 177692000 сум. Принимая во внимание, что 80 % оборудования линии будет работать достаточно долгое время, амортизационные отчисления по оборудованию приняли равным 33 %, плюс три стоимости футеровки по восстановлению и работ плавильной печи и волокнообразователя.

Учитывая эксплуатационные расходы, стоимость сырья, транспорта, проектные, конструкционные, пусконаладочные, и другие работы, налоги, включая КДС зарплату, накладные и непредвиденные расходы определили расходную статью: так по первому варианту они составили 106442700 сум, по второму варианту - 129600300 сум. Отсюда рентабельность по первому варианту 30,21 %, по второму варианту - 37.12 %.

Эффект новых технологий достигается модернизацией известной техники. Так при получении супертонких волокон всего четыре-пять лет назад пользовались устройствами предварительного формирования мононитей с последующим их расщеплением. Чуть позже использовали щелевой разлив базальта. Все эти установки стоили значительных сумм, из-за включения в сплав различных устройств дорогостоящих металлов (одна фильера обходилась 6250-360 тысяч условных единиц). Сегодня создана технология формирования супертонких волокон в вихревом "закрученном" потоке, причем расщепление базальта производится сразу, и нет дорогостоящих рабочих элементов. Устройство столь надежно в работе, что не требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Разработанная стратегия направлена на создание малых производств, производящих ограниченный ассортимент продукции из базальта, при внедрении систем с ограниченным числом операций. Это позволяет

значительно упростить и укоротить протяженность линии, экономить энергоресурсы и капитала.

В последующем, производство должно развиваться путем наращивания числа операций с базальтом, дробления и реструктуризации участка, с целью увеличения ассортимента продукции или его качественного перехода в другое состояние. Например, новый "рубероид" по данным европейских информационных служб, обеспечит надёжную теплогидроизоляцию объекта в течении как минимум 50 лет, тогда как современный отечественный "рубероид" служит всего 5-7 лет.

В данной работе приведены сведения о преимуществе базальтового волокна по сравнению с другими инертными материалами, а также, доказано, что современная технология и техника позволяет выгодно и уверенно осваивать процессы переработки базальта на малых предприятиях, продукция которых используется в строительной индустрии, машиностроении, приборостроении, коммуникационных системах, для защиты от тепловых излучений, изготовлении изометоров, диэлектриков, и т.д.

Библиографический список

1. Беляев А. И. Металлургия легких металлов, 6 изд., М., 1970;
2. Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий. − М.: Теплоэнергетик, 2002. − 412 с.
3. Шашкова, И.Г. Основные тенденции развития информационно-коммуникационных технологий в агробизнесе [Текст] / И.Г. Шашкова, Л.В. Романова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы национальной науч.-практ. конф. - Рязань: Изд-во: РГАТУ, 2019. - С. 303-308.
4. Коченов, В.В. Стеклопластиковая и базальтопластиковая композитная арматура [Текст] / В.В. Коченов, В.М. Корнюшин, И.Е. Кущев // Сб.: Новые технологии в науке, образовании, производстве: Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции – Рязань, 2014. – С. 440-447.
5. Щур, А.В. Радиоэкологическая эффективность биологически активных препаратов в условиях Беларуси [Текст] / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько, О.В. Валько, Г.Н. Фадькин, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. 2015. - № 5 (21). - С. 6.
6. Мухиддинов, Д.Х. Внедрение технологии производства композитных материалов (на примере Республики Узбекистан) / А.К. Хайдаров, З.А. Хайдарова, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 217-219.

7. Хайдаров, А.К. Экономическое обоснование развития малых предприятий производящих продукцию на основе базальта / А.К. Хайдаров, М.Э. Кабулов, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 214-216.

8. Хайдаров, А.К. Пути снижения расхода теплоносителя для плавки базальта / А.К. Хайдаров, З.А. Хайдарова, Р.В. Безносюк [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства» – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 217-219.

9. Санникова, М.Л. Материалы с эффектом памяти формы / М.Л. Санникова, Т.В. Вырикова // Материалы 65-й Международной научно-практической конференции «Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы» – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ. 2014. С. 133-137.

УДК 631.171:631.353.722:631.875

Чернаков П.И.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В УМНОЙ ТЕПЛИЦЕ

В настоящее время в мире никакая сфера промышленности и жизнедеятельности не обходится без вовлечения автоматизированных систем и роботов. Данные продукты технического прогресса человечества могут эксплуатироваться в условиях, в которых не всегда может человек, количество ошибок, которые совершают роботизированные механизмы, сводится к минимуму за счёт отсутствия такой проблемы как человеческий фактор. С одной стороны, никакая техника не сможет заменить на рабочем месте простого человека, являющегося профессионалом в своей области, но с другой – сложно отрицать влияние, удобство и, что самое главное, точность выполняемых работ в каждой сфере. Не обошла стороной роботизация и такой важный элемент современной экономики как сельское хозяйство. Для того чтобы сократить затраты на человеческий труд, а также для увеличения объемов производимой продукции в конце 20 и в начале 21 века в некоторых странах стали широко применяться так называемые роботизированные теплицы.

Тепличное хозяйство один из немногих способов обеспечивать население северных и засушливых стран нужным количеством свежих овощей, а также, в некоторых случаях, фруктами. Такие факторы как, промышленные масштабы выращивания плодов в теплицах и количество, задействованного ручного труда на данных производствах снижает производительность, а также повышает стоимость продукции. Автоматизация некоторых элементов агрокомплексов позволит свести большинство издержек к минимуму, а также полностью раскрыть экономический потенциал современных теплиц, в которых одно из важнейших мест занимает система автоматизации микроклимата, и, в частности, система автоматического определения и, что более важно – поддержание требуемой для комфортного выращивания плодов, влажности в теплицах [1, 10, 11].

Плюсы, с которыми сталкиваются потенциальные пользователи системы:

1. Потенциальная возможность трансфера используемых технологий робототехники из военно-промышленного комплекса и секторов машиностроения в сельское хозяйство.

2. Наличие потенциального массового спроса: автоматизированные теплицы могут стать отличительной признаком подсобных личных хозяйств.

3. Использование умных теплиц в вертикальных теплицах.

А также возможные минусы:

1. Неразвитость нормативно-правовой базы и недостаток субсидирования проектов.

2. Высокая стоимость роботизации производственных процессов (особенно на начальных этапах) [1].

В роботизированных теплицах автоматика решает не только проблемы контроля освещения, микроклимата, температуры и влажности почвы, но и обеспечивает различные механические манипуляции с растениями полив, подачу удобрений, использование удобрений и химикатов в случае болезни растений, а также сбор и первичную упаковку урожая. Для выполнения этих задач недостаточно стационарных роботов-манипуляторов – также требуются роботы, способные перемещаться в пространстве, а также взаимодействовать друг с другом. Для обеспечения правильного микроклимата используются такие различные приспособления как датчики влажности наружного и внутреннего воздуха, а также датчики влажности почвы, которые производят сбор данных в нескольких точках, получают и передают данные на блок управления и, при наличии Wi-Fi модуля – пользователю на мобильное устройство.

Мобильность автоматики при использовании в теплице может обеспечить самоходное шасси, оборудованное следующими элементами:

1. небольшими пневматическими колесами, которые, не смотря на диаметр, помогут преодолевать небольшие препятствия;

2. плату расширения UNO R3 для подключения различных датчиков;

3. ультразвуковым сенсором, который обеспечивает правильную ориентацию в пространстве и позволяет избегать столкновения с различными

препятствиями, (используется HC-SR04 – не дорогая и легкая в использовании модель). Модуль ультразвукового датчика HC-SR подходит для проектов где требуется измерение расстояния, точность измерения может достигать 3 мм. Модули содержат ультразвуковые сенсоры, приемник и схему управления;

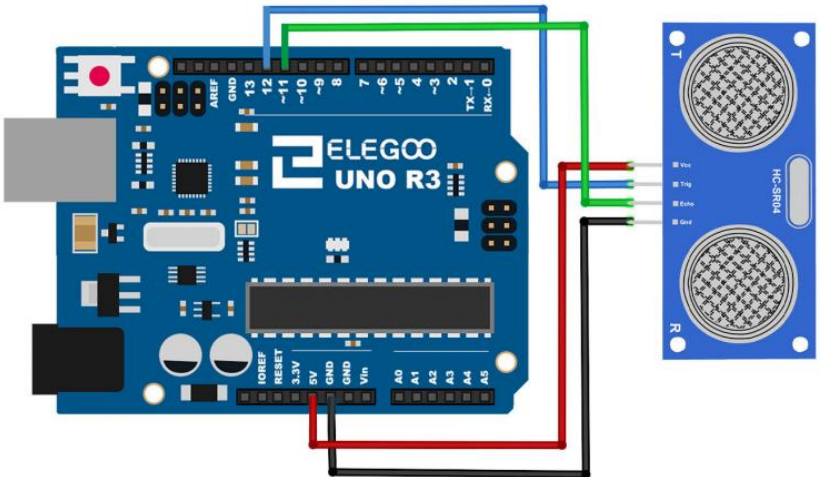


Рисунок 1 – Используемая плата UNO R3 и схема подключения сенсора HC-SR

4. электромотор, питающийся от аккумуляторов;

5. модуль беспроводной связи Bluetooth, позволяющий передавать полученные данные на блок управления, а также на мобильное устройство пользователя;

6. блок датчика воды предназначен для обнаружения воды, который может широко использоваться для определения количества осадков, уровня воды и даже утечки различных жидкостей. Данный блок состоит из трех частей: электронного кирпичного разъема, резистора 1 мОм и нескольких линий оголенных проводов;

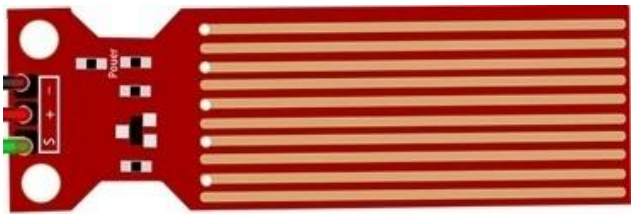


Рисунок 2 – Модуль датчика уровня воды

7. модуль влажности почвы предназначен для определения влажности земли, в которую он погружен. Он позволяет узнать о недостаточном или избыточном поливе культур. Модуль состоит из двух частей: контактного щупа YL-28 и датчика YL-38, щуп YL-28 соединен с датчиком YL-38 по двум проводам. Между двумя электродами щупа YL-28 создаётся небольшое напряжение. Если почва сухая, сопротивление велико и ток будет меньше. Если земля влажная — сопротивление меньше, ток — чуть больше. По итоговому аналоговому сигналу можно судить о степени влажности.

Подключение данного модуля к контроллеру позволяет автоматизировать процесс полива (своего рода "умный полив").

Рисунок 3 – Модуль определения влажности почвы

Кроме контактов соединения с щупом, датчик YL-38 имеет четыре контакта для подключения к контроллеру.

- Vcc – питание датчика;
- GND – земля;
- A0 - аналоговое значение;
- D0 – цифровое значение уровня влажности.

Датчик YL-38 построен на основе компаратора LM393, который выдает напряжение на выход D0 по принципу: влажная почва – низкий логический уровень, сухая почва – высокий логический уровень. Уровень определяется пороговым значением, которое можно регулировать с помощью потенциометра. На вывод A0 подается аналоговое значение, которое можно передавать в контроллер для дальнейшей обработки, анализа и принятия решений.

Датчик YL-38 имеет два светодиода, сигнализирующих о наличие поступающего на датчик питания и уровня цифрового сигналы на выходе D0. Наличие цифрового вывода D0 и светодиода уровня D0 позволяет использовать модуль автономно, без подключения к контроллеру.

Автоматизация при определении такого важного показателя микроклимата как степень влажности почвы плоды позволяют создать практически идеальные условия для выращивания различных плодов. Данное самоходное шасси, учитывая имеющиеся элементы, может свести к минимуму фактическому участию человека. Наличие аккумулятора, пульта управления, зарядной станции, а также функции прокладывания пути, благодаря программированию на языке C/C++, на котором основан язык программирования платы расширения Arduino, позволяет передвигаться роботу без вмешательства. Для передачи данных используется энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия. Класс беспроводных телематических устройств, передающих данные по радиоканалу; основной принцип – цифровая передача данных на сверхузкой частотной полосе на низких скоростях. Особенность технологии – дальность передачи сигнала от конечного устройства до принимающей станции (до 10 км в городской черте и до 40 км на открытой местности); срок работы конечных устройств (более 10 лет без источника внешнего питания); экономичность и простота внедрения решений; отличная масштабируемость за счет практически неограниченного количества

подключаемых датчиков. Технология рассчитана на сбор информации с устройств интернета вещей и осуществления межмашинных коммуникаций (m2m) [2].

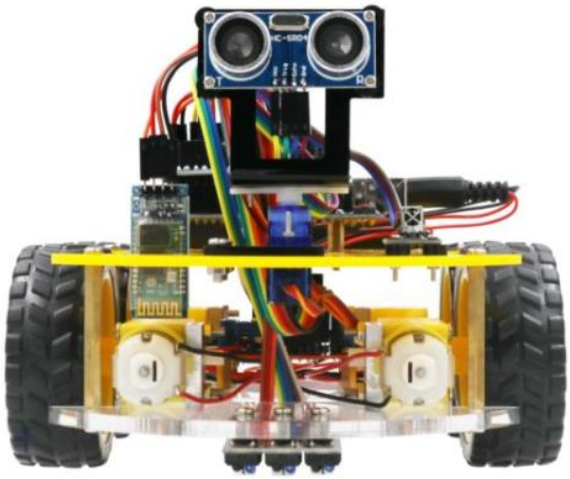


Рисунок 4 – Используемая базовая модель шасси

Принцип работы таков, что перемещаясь по дну теплицы, робот время от времени вводит щуп в почву в нескольких точках в специально оборудованных отверстиях. Полученные данные направляются сначала на плату, а потом и на главный модуль управления теплицей

Также для системы управления микроклиматом в современных тепличных комплексах прикладная программа может быть написана и при помощи другой среды разработки, например, Keil uVision, которая позволяет работать с проектами любой степени сложности, начиная с введения и правки исходных текстов и заканчивая внутрисхемной отладкой кода и программированием постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) микроконтроллера. Благодаря упрощенному интерфейсу, управление становится интуитивно понятным. Среди основных программных средств KeiluVision можно отметить:

- база данных микроконтроллеров, содержащую подробную информацию обо всех поддерживаемых устройствах;
- менеджер проектов служащий для объединения отдельных текстов программных модулей и файлов группы, обрабатываемые по единым правилам;
- встроенный редактор;
- средства автоматической компиляции, компоновки проекта;
- отладчик-симулятор, отлаживающий работу скомпилированный программы на виртуальной модели микропроцессора [3].

Основная задача системы управления микроклиматом в современных тепличных комплексах – удерживать климатические параметры в заданном пользователе диапазоне. Так как большинство компаний ориентируются на крупные производства, то новая система должна создаваться для небольших фермерских хозяйств. В перспективе разрабатываемое технологическое решение будет востребовано на рынке, поскольку архитектура системы позволяет легко изменять её конфигурацию, как в программном, так и в

аппаратном плане, следовательно, на основе данной разработки можно создать несколько модификаций для различных пользователей.

Предложенная система для управления микроклимата в теплице предназначена для:

- контроля влажности и отслеживания внешних метеоусловий,
- программного задания суточного цикла изменения параметров влажности в теплице,
- анализа получаемых данных,
- поддержания заданного влажности в теплицах [4].

Эффекты при использовании данных технологий:

1) Возможность выращивать свежие плоды в достаточном количестве в удаленных северных районах и мегаполисах засушливых стран при минимальных затратах на ручной труд.

2) Повышение управляемости бизнес-процессов в тепличном хозяйстве, более строгое соблюдение стандартов качества и других требований.

3) Последующие преобразование рынка труда: снижение числа рабочих мест в традиционном понимании в сельском хозяйстве и увеличение спроса на квалифицированные кадры в четвертичном секторе экономики.

4)Углубление процессов урбанизации и резервирование традиционных сельхозугодий.

Библиографический список

1.Глобальные Технологические тренды Рациональное природопользование. Сельское хозяйство перемещается в небоскребы. Трендлеттер. – 2015. – 4 с.

2. Стандарт NB-IoT, LPWA, Энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия [Электронный ресурс] – URL: http://www.tadviser.ru;

3. Алалуев Р.В. Основы программирования 32-разрядных микроконтроллеров. – 2015. – 2 с.

4. Пат. РФ №2467557. Система для управления микроклиматом в теплице/ Соколов И.С., Лашин А.П., Лашин Д.А., Соколов М.И. – Опубл. 27.11.2012;

5. К вопросу о возможности использования цифровых технологий в растениеводстве [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Михеев, С.А. Бычкова // Материалы национальной научн. практ. конф. «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» 22 ноября 2018 года : Сб. научн. тр. Часть I. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – С. 51 -56.

6. Применение информационных технологий при подготовке к использованию незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] /И.Ю. Богданчиков, А.Н. Бачурин, М.А. Есенин, А.Н. Михеев / Материалы междунар. научн. практ. конф. «инновационные технологии и технические средства для

АПК» 14-16 ноября 2018 года: Сб. научн. тр. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 291-295.

7. Исследование дальномеров сканирующего устройства в агрегате для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / Н.В. Бышов, И.Ю. Богданчиков, А.Н. Бачурин, К.Н. Дрожжин, А.Н. Михеев / Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – №4. – С. 76-82.

8. Шашкова, И.Г. Основные тенденции развития информационно-коммуникационных технологий в агробизнесе [Текст] / И.Г. Шашкова, Л.В. Романова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы национальной науч.-практ. конф. - Рязань: Изд-во: РГАТУ, 2019. - С. 303-308.

9. Морозова, Л.А. Использование информационных технологий и систем в сельском хозяйстве. [Текст] / Л.А.Морозова. // Сб.: Математические методы и информационные технологии управления в науке, образовании и правоохранительной сфере. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. - Рязань: Академия ФСИН России, 2017. - С. 277-281.

10. Моисеев, П.С. Освещение энергоэффективной теплицы для органического земледелия / П.С. Моисеев, Р.В. Безносюк // Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции 26-27 апреля 2017 г «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве». – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2017. С. 190-193.

11. Мальгина, А.Ю. Совершенствование конструкции гроубоксов / А.Ю. Мальгина, И.Н. Мальгин, С.А. Уразов [и др] // Сборник материалов Международной студенческой научно-практической конференции «Актуальные вопросы применения инженерной науки». – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 46-48.

УДК 631.31

Яковлев С.А., к.т.н.,
Замальдинов М.М., к.т.н.,
Сотников М.В., к.т.н.
ФГБОУ ВО УлГАУ, г. Ульяновск, РФ

НОВОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ТОЧЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

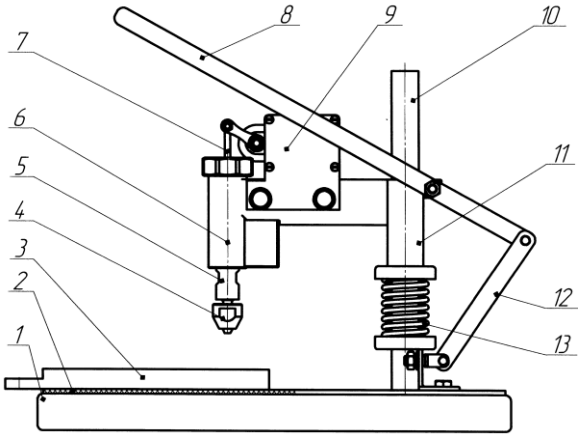
Статья посвящена разработке новых приспособлений и оснастки для проведения процессов точечной электромеханической обработки деталей машин.

Известно, что срок службы деталей машин, обработанных электромеханической обработкой (ЭМО), в значительной мере обеспечивается четким и правильным соблюдением режимов электромеханической обработки

[1, с. 390], применением соответствующего обрабатывающего инструмента [2, с. 75], необходимого оборудования и технологической оснастки [3, с. 465, 8].

На кафедре «Материаловедение и технология машиностроения» Ульяновского ГАУ разработано новое приспособление для точечной электромеханической обработки деталей машин (см. рисунок) [4, с. 2].

Устройство состоит из следующих сборочных единиц и деталей: стола 1, изолятора 2, контактной площадки 3, головки с электрод-инструментом 4, подпружиненного штока 5, телескопической державки 6, стержня 7, верхнего рычага 8, блока управления током с функцией таймера 9, стойки 10, каретки 11, нижнего рычага 12 и пружины 13.



1 – стол; 2 – изолятор; 3 - контактная площадка; 4 - головка с электрод-инструментом; 5 - подпружиненный шток; 6 - телескопическая державка; 7 – стержень; 8 - верхний рычаг; 9 - блок управления током с функцией таймера; 10 – стойка; 11 – каретка; 12 - нижний рычаг; 13 - пружина

Рисунок - Общий вид нового приспособления для точечной электромеханической обработки

Новое приспособление для точечной электромеханической обработки деталей работает следующим образом. Обрабатываемая деталь (например, лемех) устанавливается на изолированную от стола 1 изолятором 2 площадку 3.

На столе установлена вертикальная стойка 10. Вдоль стойки с помощью системы рычагов 8 и 12 в вертикальном направлении перемещается каретка 11. Для возврата каретки в исходное состояние предусмотрена пружина 13.

На каретке установлена телескопическая державка 6 с подпружиненным штоком 5. На штоке установлена головка с электрод-инструментом 4 и стержень 7, который шарнирно соединен с блоком управления с функцией таймера 9 для обеспечения заданного времени электромеханического воздействия на деталь.

К контактной площадке 3 и к головке с электрод-инструментом 4 крепятся токоподводящие кабели установки для электромеханической обработки (на рисунке не показано).

При нажатии на рычаг 8 каретка с телескопической державкой перемещается вниз, сжимая пружину 13. При контакте электрод-инструмента 4 с деталью сжимается пружина телескопической державки (на рисунке не

показано). Шток державки перемещается относительно корпуса державки 6 вверх, шарнирно передавая движение блоку управления с функцией таймера 9.

Силовому источнику для электромеханической обработки подается электрический сигнал, который обеспечивает замыкание электрической рабочей цепи и проводится точечная электромеханическая обработка поверхности.

Выключение электрического тока производит блок управления с функцией таймера 9 через заданное время. Поднятие рычага 8 вверх обеспечивает поднятие каретки с державкой вверх за счет действия пружины 13.

Режимы точечной электромеханической обработки (плотность тока, давление инструмента, время электромеханической обработки), а также материал и форма инструмента принимаются исходя из задач и требований технологического процесса.

Использование контактной площадки исключает необходимость предварительного крепления одного их токоподводящих кабелей к обрабатываемому изделию.

Использование блока управления с функцией таймера позволяет обеспечивать точное время электромеханического воздействия на поверхность детали.

Возможность перемещения каретки относительно стойки в вертикальном направлении позволяет проводить точечную электромеханическую обработку деталей различной толщины.

Предлагаемая конструкция приспособления изготовлена пробной партией и успешно прошла эксплуатационные испытания. У деталей, обработанных с помощью нового приспособления, значительно меняются структура и свойства материала.

Таким образом, применение нового приспособления расширяет область применения и повышает эффективности процесса ЭМО при точечной обработке поверхностей.

Библиографический список

1. Яковлев С.А. Результаты исследования влияния электромеханической обработки на структуру и твердость титана и титановых сплавов [Текст] / С.А. Яковлев, Д.Е. Молочников, М.В. Сотников // Сб. Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-ой Международной науч.-практ. конф. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – Часть II. –С. 388-391.

2. Яковлев, С.А. Влияние электрофизических параметров на электромеханическую обработку деталей машин: монография [Текст] / С. А. Яковлев. – Ульяновск : УВАУ ГА (И), 2014.-129 с.

3. Яковлев, С.А. Влияние электромеханической обработки на структуру и твердость титанового сплава ВТ22 [Текст] / С.А. Яковлев, М.М. Замальдинов, Л.Г Татаров // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2017. -Т. 13. № 10(154). - С. 464-467.

4. Пат. РФ № 188103. Приспособление для точечной электромеханической обработки деталей / С. А. Яковлев, К. Г. Львов, Л. С. Яковлева, М. К. Львов, Д.С. - Опубл. 29.03.2019. – Бюл. № 10.

5. Каширин Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Наука и инновации: векторы развития Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 28-31.

6. Каширин Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 254-257.

7. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Текст] / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. - Рязань, 2019. – 308 с.

8. Горохова, М.Н. Моделирование теплового процесса нанесения покрытий / М.Н. Горохова, Ю.А. Юдаев, М.Л. Санникова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №90. С. 397-407.