

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*Материалы
Международной научно-практической
конференции, посвященной 20-летию кафедры технической
эксплуатация транспорта
12 октября 2020 г.
Том 1*

Рязань
2020

УДК 629
ББК 39
А 437

Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта 12 октября 2020 года. Рецензируемое научное издание. – Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2020. – Том 1 – 299 с.

Редакционная коллегия:

Бышов Н.В. – д.т.н., профессор, ректор ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Успенский И.А. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Борьчев С.Н. – д.т.н., профессор, первый проректор ФГБОУ ВО РГАТУ Российская Федерация;
Рембалович Г.К. – д.т.н., доцент, декан автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Бачурин А.Н. – к.т.н., доцент, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Байбобоев Н.Г. – д.т.н., профессор, Наманганский инженерно-строительный институт, Республика Узбекистан;
Юхин И.А. – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Колотов А.С. – к.т.н., доцент кафедры технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Ушанев А.И. – к.т.н., старший преподаватель кафедры технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Пикушина М.Ю. – к.э.н., доцент, начальник информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Терентьев В.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, заместитель декана автодорожного факультета по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация;
Колошеин Д.В. – к.т.н., доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на автодорожном факультете, ФГБОУ ВО РГАТУ, Российская Федерация.

В Том I сборника вошли материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники», представленные в секциях «Пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной и транспортной техники», «Инженерно-техническое обеспечение предприятий АПК» и «Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники».

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

Содержание

Секция 1. Пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной и транспортной техники

<i>Байбобоев Н.Г., Темиров С.У., Гойшов У.Г.</i> Технологические основы усовершенствования агрегата для подготовки почвы перед посадкой клубней картофеля	7
<i>Бортник А.В., Филюшин О.В., Колотов А.С.</i> Устройства для сцепки машинно-тракторного агрегата с навесным оборудованием.....	12
<i>Борычев С.Н., Куцев И.Е., Кравченко А.М.</i> Применение подкатных колёс для перемещения гусеничных машин по дорогам общего пользования.....	17
<i>Бышов Н.В., Куцев И.Е., Пузевич Н.Л.</i> Методика и результаты сравнительных испытаний арочных рам в картофелеуборочных машинах семейства КПК.....	24
<i>Гаджиев П.И., Махмутов М.М., Алексеев А.И.</i> Проведение расчетов и обоснование профиля рабочей поверхности ножа, обеспечивающей минимальную мощность на единицу ширины захвата	31
<i>Галкин В.Д., Галкин А.Д., Грубов К.А.</i> Сепаратор очистки семян сельскохозяйственных культур по комплексу физико-механических свойств..	36
<i>Губанова А.Р., Шумаев В.В.</i> Некоторые результаты приемочных испытаний сеялки С-7, 2ПМ4	40
<i>Губанова А.Р., Шумаев В.В.</i> К выбору типа опорных и прикапывающих устройств сошниковых групп	44
<i>Зайцев В.Н., Колупаев С.В.</i> Анализ конструкций КПП с двумя сцеплениями автомобилей концерна VAG	48
<i>Захаров Д.А., Карташов А.А., Москвин Р.Н.</i> Обзор методов расчета динамики гибкого ротора на многослойных подшипниках скольжения	51
<i>Канаев А.В., Савельев А.П.</i> Снижение шума в узлах тракторов.....	56
<i>Киргизов Х.Т.</i> Угол установки почвоосдвигающей пластинки к направлению движения.....	62
<i>Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р.</i> Исследования влияния природно-климатических условий на эффективность использования АТС (на примере жаркого сухого климата)	65
<i>Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р.</i> Моделирование типовых маршрутов для проведения испытаний на дороге «Южный автополигон».....	69
<i>Нишионов Б.М., Кежабоев Ш.Ш.</i> Разработка приспособления к чизелю-культиватору для поверхностной обработки почвы.....	73
<i>Нормирзаев А.Р.</i> Создание оборотного плуга для вспашки полей с растительными остатками	78
<i>Песков Е.К., Гамаюнов П.П.</i> Повышение эффективности использования транспортного средства путем изменения конструктивных особенностей автомобиля	84
<i>Полункин А.В., Рязанов К.К.</i> Способы подогрева агрегатов трансмиссии автомобильной и автотракторной техники.....	89

<i>Рогов И.Е., Ананченко Л.Н., Сивоконь В.Е.</i> Усовершенствование системы конденсаторного пуска двигателя внутреннего сгорания.....	93
<i>Семьнин М.В., Кокорев Г.Д., Семьнин В.В.</i> Направления совершенствования силовых приводов автомобилей	97
<i>Сибирёв А.В., Аксенов А.Г.</i> Методология нейронной сети при моделировании технологического процесса работы машины для уборки лука	102
<i>Ступин В.А., Камалетдинов Р.Р.</i> Возможности виртуального моделирования при разработке и оптимизации параметров сельскохозяйственных машин	107
<i>Успенский И.А., Куцев И.Е., Семеренко И.П.</i> Обоснование параметров машин для междурядной обработки картофеля при посадке в условиях Дальнего Востока	114
<i>Хмыров В.Д., Гурьянов Д.В., Гурьянова Ю.В.</i> Ворошитель-погрузчик-обеззараживатель подстилочного навоза.....	118
<i>Худайбердиев Т.Л.</i> Разработка гусеничного мини-трактора с трейлером для садоводства и виноградарства.....	121
<i>Шевкун Н.А., Дранный А.В.</i> Пути развития конструкций активных бороздообразующих рабочих органов машин для посадки саженцев.....	127

Секция 2 Инженерно-техническое обеспечение предприятий АПК

<i>Аль Дарабсе А.М., Маркова Е.В., Черненькая Е.В., Дабабне И.Э.</i> Российский рынок сельскохозяйственной техники: вызовы и возможности	132
<i>Арашаев А.В., Серпокрьлов Н.С., Онкаев В.А.</i> Мобильная установка очистки сточных вод мойки шерсти	138
<i>Дёмочкина Я.И., Карпушкина Ю.Е., Орехова В.И.</i> Ресурсосберегающие технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае	142
<i>Кондакова Н.В., Мозгунова А.А., Серпокрьлов Н.С.</i> Использование механически очищенных сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур	147
<i>Косоруков Д.И., Богдан С.О.</i> Анализ характеристик зерноуборочного комбайна РСМ 161.....	150
<i>Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В., Казарин А.С.</i> Эффективные ингибиторы коррозии для технологических сред на предприятиях АПК.....	156

Секция 3 Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники

<i>Абдурахимов Л.Х., Махмудов Г.Н.</i> Анализ технического состояния элементов стартера автобуса ISUZU.....	163
<i>Антонов А.А., Голубев И.Г.</i> Анализ способов повышения износостойкости и долговечности рабочих органов плугов.....	166
<i>Воробьев Д.А., Горетова М.А., Успенский И.А., Филюшин О.В.</i> Оценка износа тормозных дисков из композиционных материалов	169
<i>Голубев И.Г., Быков В.В., Голубев М.И.</i> Перспективные направления использования цифровых решений при техническом сервисе.....	173

<i>Дерр Е.С., Волченкова В.А., Юхин И.А.</i> Влияние сезонных факторов на техническое состояние автомобильного транспорта.....	177
<i>Дорофеева К.А., Андреев К.П., Непарко Т.А., Жданко Д.А.</i> Воздействие ГБО на срок службы двигателя	181
<i>Дорофеева К.А., Аникин Н.В.</i> Эксплуатация транспортного средства с газобаллонным оборудованием в холодное время года.....	185
<i>Дорофеева К.А., Терентьев В.В., Непарко Т.А., Жданко Д.А.</i> Техническое обслуживание автомобиля с газобаллонным оборудованием.....	188
<i>Дорохин С.В., Азарова Н.А., Рудь В.А.</i> Инновационные транспортные системы как способ трансформации транспортного комплекса.....	191
<i>Зеликов И.Ю., Шуханов С.Н.</i> Анализ методов работоспособности свечей зажигания двигателей транспортно-технологических машин и комплексов ...	195
<i>Кадмата Чибанда Эмери, Федянов Е.А.</i> Эффективность использования дизельного топлива с добавками пальмового масла в сельскохозяйственной мобильной технике.....	201
<i>Кадмата Чибанда Эмери, Федянов Е.А.</i> Использование пальмового масла как альтернативного топлива для сельскохозяйственной мобильной техники в Демократической Республике Конго	206
<i>Квитко К.С., Иванников В.А.</i> Роль транспортно-экспедиционных компаний в процессе доставки груза	210
<i>Колупаев С.В.</i> Основные отказы КПП с двумя сцеплениями автомобилей концерна VAG.....	216
<i>Конкина В.С., Мартынушкин А.Б., Козлов А.А.</i> Доходность автомобильного транспорта как основной элемент повышение эффективности	219
<i>Мартынушкин А.Б., Конкина В.С., Козлов А.А.</i> Эффективность использования оборотного капитала в автотранспортном предприятии	225
<i>Назаров А.А., Устабоев А.Р.</i> Пути оптимизации городского пассажирского транспорта в Узбекистане	231
<i>Назаров А.А.</i> Организация городского заказа на перевозки пассажиров в Узбекистане.....	236
<i>Нарзуллаев К.С.</i> Особенности технического обслуживания двигателя «1,5 MPI DOHC» Шевролет.....	241
<i>Ракул Е.А.</i> Использование методов многокритериальной оптимизации при сравнительном анализе машин для контурной обрезки плодовых деревьев.....	245
<i>Романов В.В., Жебраткина И.Я.</i> Преподавание иностранного языка на автодорожных факультетах.....	249
<i>Ряднов А.И., Фандеев С.Ю.</i> К выбору технологии уборки сена в рулонах	254
<i>Салохиддинов Н.С., Рустамов Р.М.</i> Обоснование технологической схемы картофелекопателя-погрузчика КП-2.....	258
<i>Сахетмырадов Ш.А., Шаммедов М.Н.</i> Полностью автоматизированная автостоянка	263
<i>Семьинин М.В., Кокорев Г.Д., Семьинин В.В.</i> Система диагностирования состояния тормозных механизмов автомобиля в движении	268

<i>Слюсарев М.Н.</i> Влияние ультразвуковой обработки моторного масла на износостойкость агрегатов двигателей мобильной техники при стендовых испытаниях.....	273
<i>Степанова С.В., Полуэктов М.В.</i> Исследование размещения и специализации предприятий автосервиса в г. Волгограде	278
<i>Татаринцев А.Е., Балакина Е.В.</i> Новый метод для определения коэффициента продольного скольжения колеса.....	283
<i>Успенский И.А., Юхин И.А., Лимаренко Н.В.</i> Разработка контрольно-измерительного комплекса оценки энергозатрат электрооборудования транспортно-технологических средств	286
<i>Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В., Казарин А.С.</i> Анализ состояния вопроса разработки боратсодержащих ингибиторов коррозии для растворов синтетических моющих средств.....	291

УДК 631.53

*Байбобоев Н.Г., д.т.н.,
Темиров С.У., к.т.н.,
Гойинов У.Г.
НамИСИ, г. Наманган, РУ*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АГРЕГАТА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПЕРЕД ПОСАДКОЙ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

В мире особое внимание уделяется технологическим процессам подготовки почвы перед посадкой клубней картофеля.

В настоящее время картофель возделывается в 138 странах мира на площади 20–22 млн. га, ежегодно собирается 320–335 млн. тонн картофеля. Средняя урожайность картофеля в мире составляет 150–170 ц/га [1, 5, 6, 7].

Крупнейшими производителями картофеля являются Китай (72,0 млн. тонн), Россия (35,7 млн. тонн), США (17,7 млн. тонн) Германия (11,6 млн. тонн) и Польша (11,2 млн. тонн). В семи странах мира: Голландии, Бельгии, Англии, Дании, США, Германии и Швейцарии – средний урожай составляет 350–400 ц/га и более, а самая низкая урожайность – в Эквадоре (68 ц/га) и Боливии (55 ц/га) [1]. В настоящее время основными факторами повышения урожайности картофеля в мире являются правильный выбор сортов, качественная подготовка почвы по агротехническим требованиям и своевременная посадка. В связи с этим в мире проводятся научные исследования по созданию новых технологий и технических средств для обработки почвы перед посадкой картофеля. Вопросы по изучению разработок почвообрабатывающих машин и параметров рабочих органов были рассмотрены в работах А.И. Наверторт, Р.С. Struik, R. Peters, Н. Krebs, Г.Д. Петрова, А.А. Сорокина, Н.В. Бышова, З.В. Ловкиса, В.И. Клименко и других [8, 9, 10].

В этих исследованиях изучены конструкции, энергетические и агротехнические показатели технических средств подготовки почвы перед посадкой картофеля [11].

Однако в перечисленных исследованиях недостаточно изучены вопросы влияния предпосевной обработки почвы на урожайность и на работу уборочной техники. Поэтому необходимо вести исследования по разработке и обоснованию параметров эффективных технологий и техники для подготовки почвы перед посадкой картофеля [12].

В этом плане важной задачей является осуществление целевых научных исследований по направлениям качественной обработки почвы и

ресурсосбережения путем обеспечения устойчивости работы почвообрабатывающих рабочих органов.

В Узбекистане тоже большое внимание уделяется внедрению современных ресурсосберегающих технологий и техники для подготовки почвы, которые могут обеспечить получение высоких урожаев при механизированной уборке картофеля за счет разрушения прочных почвенных комков до посадки клубней картофеля [2, 3, 4].

В связи с этим мы изучали размерные, прочностные характеристики почвы и разрушаемости прочных почвенных комков до посадки клубней картофеля после вспашки. В результате определили, что средняя длина комков составляет 133 мм, ширина 96 мм, высота (толщина) 106 мм, условный средний диаметр 106 мм, масса в среднем 0,3–0,8 кг. Провели эксперименты для определения твердоститаких комков. Результаты представлены на рисунке 1.

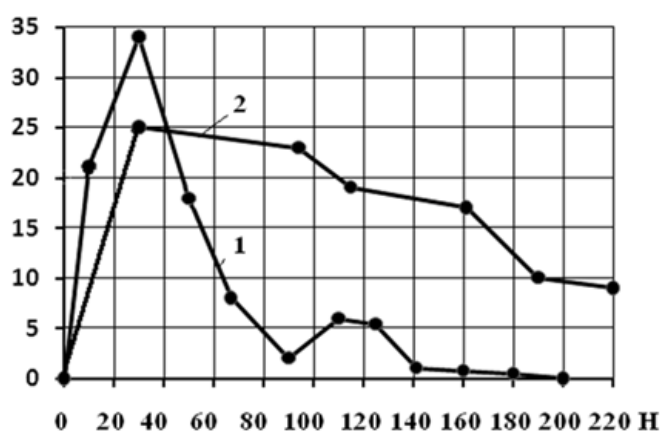


Рисунок 1 – Разрушающая сила при размере комка почвы 50 мм:
1 – при влажности почвы $W=10-12\%$;
2 – при влажности почвы $W=18-20\%$

Как видно из рисунка, твердость комков зависит от влажности почвы.

При влажности почвы 0–12% твердость почвы составляет 2,7 МПа, разрушающая сила комков составляет в среднем 130–160 Н. При влажности почвы 18–20%, твердость почвы составляет 2,15 МПа, разрушающая сила комков составляет в среднем 30–90 Н. Такие свойства комков почвы необходимо учитывать при разработке и обосновании параметров комкоразрушающих рабочих органов.

Поэтому при исследованиях ставилась задача создания такой конструкции колкового барабана, которая обеспечивала бы разрушение комков почвы ударным способом, т.е. надо создать и обосновать параметры рыхлительного барабана с подвижными колками. Основными рабочими органами машины (рисунок 2) являются смонтированные на сварной раме 1 копирующее колесо 2, лемех 3, элеватор 4, рыхлительный барабан 5 с колками 7, планка 6, встряхиватель 8, ведомый 9 и ведущий валы 10 элеватора. Машина работает следующим образом: подрезанный пласт почвы поступает на элеватор, где происходит сепарация мелкой части. Оставшиеся неразрушенные комки почвы поступают на колковый барабан, который,

вращаясь, ударяет по комкам и разрушает их, после чего они сепарируются, и на поле остается мелко измельченный слой почвы.

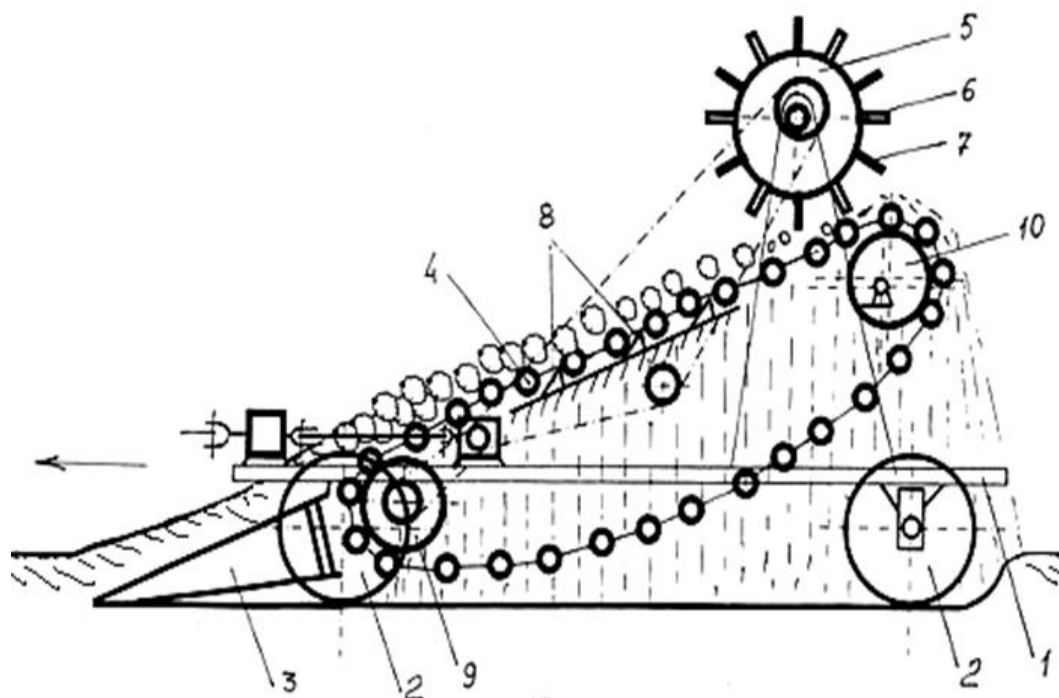


Рисунок 2 – Технологическая схема машины для подготовки почвы перед посадкой картофеля: 1 – рама; 2 – опорное колесо; 3 – лемех; 4 – прутковый элеватор; 5 – комкоразрушающий колковый барабан; 6 – колки; 7 – планка; 8 – встряхиватель; 9 и 10 – ведомый и ведущий валы элеватора

Для эффективной работы агрегата угловая скорость барабана должна быть такой, чтобы создать нагрузку, разрушающую комки почвы, то есть угловая скорость барабана должна удовлетворять условию $\sigma_k > \sigma_p$.

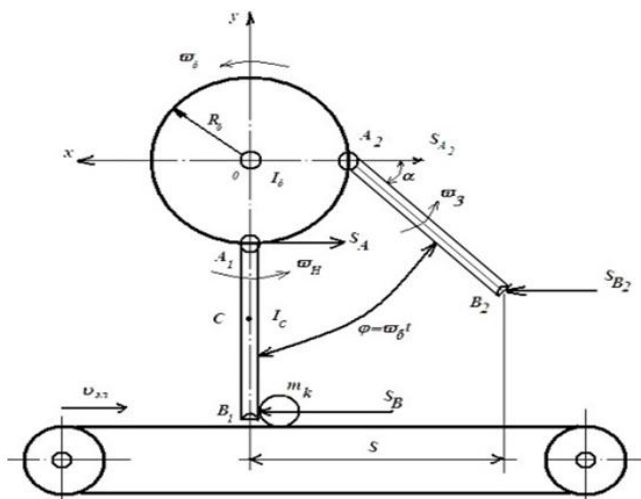


Рисунок 3 – Схема расчета колкового барабана

Для выполнения этого условия колки за время одного оборота барабана должны совершить 0,5; 1,5; 2,5 колебаний.

Это позволяет написать соотношение между периодом вращения барабана и периодом колебаний колка [5]:

$$n_{\sigma} = \frac{1}{2} Z T_{\kappa} \text{ или } \omega_{\sigma} = \frac{4\pi}{T_{\kappa}} \quad (1)$$

Уравнение свободных колебаний колка при принятых ранее условиях можно написать в виде:

$$\ddot{a} = \omega_0^2 \sin \alpha = 0, \quad (2)$$

здесь:

$$\omega_0^2 = \frac{m_{\kappa} \omega_{\sigma}^2 R_{\sigma} c}{I_A}$$

откуда

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{m_{\kappa} \omega_{\sigma}^2 R_{\sigma} c}{I_A}} \quad (3)$$

где $I_A = m_{\kappa} c L_{\kappa}$, с учетом этого получим:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{m_{\kappa} \omega_{\sigma}^2 R_{\sigma} c}{m_{\kappa} c L_{\kappa}}} = \sqrt{\frac{\omega_{\sigma}^2 R_{\sigma}}{L_{\kappa}}}, \quad (4)$$

Период свободных колебаний колка [5]:

$$T_{\kappa} = \frac{2\pi}{\omega_0} \left(1 + \frac{\alpha_{\max}^2}{16} \right), \quad (5)$$

Здесь, α_{\max} – максимальное отклонение колка.

Поставив выражение (5) в уравнение (1), с учетом выражения (4) получим аналитическую зависимость между параметрами колкового барабана:

$$L_{\kappa} = \frac{4R_{\sigma}}{\left(1 + \frac{\alpha_{\max}^2}{16} \right)^2}. \quad (6)$$

Угол отклонения колка барабана по конструктивным соображениям не превышает 110° .

В результате теоретических и экспериментальных исследований при различных значениях R_{σ} и L_{κ} по формуле (6) были определены следующие основные конструктивные параметры барабана: $R_{\sigma} = 0,08$ м; $L_{\kappa} = 0,18$ м; $m_{\kappa} = 0,850$ кг; $I_A = 0,0612$ кг м²; и на основе выражения (6) определены оптимальные соотношения радиус барабана к длине колка барабана в виде: $0,4 < R_{\sigma} / L_{\kappa} < 0,5$, что позволяет эффективной работы колкового барабана.

Таким образом, при обработке почвы экспериментальной машиной оснащенной с подвижными колковыми барабанами мелкоструктурный состав почвы сохраняется до периода уборки картофеля и соотношение почвенной массы фракции с размерами комков до 25 мм к общей массе пробы составляет 85,4%. Урожайность картофеля повышается на 18–20 ц/га. Это объясняется тем, что при обработке почвы экспериментальной машиной развитие клубней происходит в мелкоструктурной почве, и растения лучше обеспечены

кислородом и влагой, что позволяет повысить урожайность картофеля.

Библиографический список

1. Научно-технологические основы совершенствования сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин : Монография / Н.Г. Байбобоев, Н.В. Бышов, Г.К. Рембалович, Ш.Б. Акбаров // Фан ва технология. – Ташкент, 2019. – 144 с.

2. Theoretical substantiation of parameters of elastic intensifiers of separating working bodies of potato harvesting machines/ N.G. Bayboboyev, G.K. Rembalovich, U.G. Goyipov, A.A. Tursunov, Sh.A. Akbarov // IJARSET. – 2019. – № 12. – P. 211-216.

3. Влияние конструктивно-технологической схемы на показатели работы картофелеуборочной машины/ Н.В.Бышов, С.Н. Борычев, М.Ю.Костенко и др. // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 1. – С. 108-113.

4. Байбобоев, Н.Г. Технологические свойства почвы, влияющие на качество работы сельскохозяйственных машин/ Н.Г. Байбобоев, Ю.М. Асатиллаев, А.К. Хайдаров // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 49-53.

5. Лойцянский, Л.Г. Курс теоретической механики/ Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – М. : Наука, 1982. – 352 с.

6. Современный взгляд на производство картофеля/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.А. Симдянкин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128 (04). – Режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/08.pdf>

7. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

8. Кирюшин, И.Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины/ И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Вестник РГАТУ. – 2014. – № 1 (21). – С. 112-114.

9. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев и др. // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С.12-15.

10. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. // Рязань, 2015.

11. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: коллективная монография/ Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ,

2015. – 304 с.

12. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

13. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/ Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства : Материалы Международной научно-технической конференции. – 2011. – С. 455-461.

14. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины/ М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

15. Пат. РФ № 2438289. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Рязанов Н.А., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Оpubл. 10.01.2012; Бюл. № 1.

16. Пат. РФ № 105233, Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции / Булатов Е.П., Успенский И.А., Юхин И.А. и др. – Оpubл. 10.06.2011; Бюл. №16.

УДК 631.37

*Бортник А.В.,
Филлюшин О.В.,
Колотов А.С., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЦЕПКИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА С НАВЕСНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Транспорт – важная составляющая сельского хозяйства любой страны. В мировом сельском хозяйстве интенсивно растет уровень его комплексной механизации на основе широкой автоматизации технологий машинного производства картофеля и другой сельскохозяйственной продукции с использованием методов логистики, точного и интеллектуального земледелия с использованием глобальной спутниковой навигационной системы GPS с целью повышения эффективности, качества работ и обеспечения современных нормативных требований условий труда обслуживающего персонала и экологии [1, 2, 3].

Растет разнообразие технологий производства сельскохозяйственных продуктов и увеличивается число применяемых в них видов и типов машин и оборудования, создаваемых на основе современных материалов и широкой номенклатуры комплектующих изделий, вызванное дальнейшим расширением и углублением исследований свойств сельскохозяйственных культур, их

плодов, особенностей условий выращивания и расширением использования сельскохозяйственной техники [4, 5, 6].

В современных сельхозмашинах широко используются различные сложные механические, гидравлические, электрические, электронные и комбинированные, в том числе автоматические, агрегаты и системы для передачи энергии, управления, регулирования рабочих параметров, обеспечения условий труда операторов и др. [7, 8, 9].

Способность преодолевать крутые склоны с плохим покрытием важна для трактора с прицепом. Проходимость трактора зависит от максимального крутящего момента двигателя, передаточного числа трансмиссии, КПД трансмиссии, диаметра колес, трения качения, площади контакта колес с почвой, сопротивления почвы сдвигу и положения сцепки тракторного прицепа [10].

Существующая система сцепки, используемая в тракторно-транспортном агрегате, имеет фиксированную высоту во время работы. При движении трактора в гору создается нестабильность и чрезмерное скольжение, тогда как при движении под уклон он испытывает чрезмерный занос. Одним из возможных подходов к преодолению этих проблем является оптимизация некоторых эксплуатационных параметров трактора при перевозке. Факторы, которые считаются важными в этом контексте, включают полезную нагрузку, скорость работы трактора, положение точки сцепки, центр тяжести загруженного прицепа, давление в шинах, пробуксовку ведущего колеса, среднюю скорость движения поверхности и расход топлива [11, 12].

«Сельскохозяйственное навесное оборудование или прицеп» от Claas Saulgau GmbH относится к сельскохозяйственному навесному оборудованию или буксирному устройству со сцепными средствами для присоединения к рулю трехточечного навесного устройства трактора (рисунок 1).

Для этого навесное или прицепное оборудование оснащается шариками руля, которые размещаются на нижних тягах трехточечной подвески. Для присоединения сцепного устройства или прицепного устройства трактор с опущенными нижними тягами перемещается к устройству таким образом, чтобы крюки нижних тяг располагались непосредственно под шариками руля. Затем поднимаются нижние тяги, и шарики руля добавляются к фиксатору и фиксируются собачками. Наконец, при необходимости, навесное оборудование или буксирное устройство можно подсоединить к трактору с помощью верхней тяги [13].

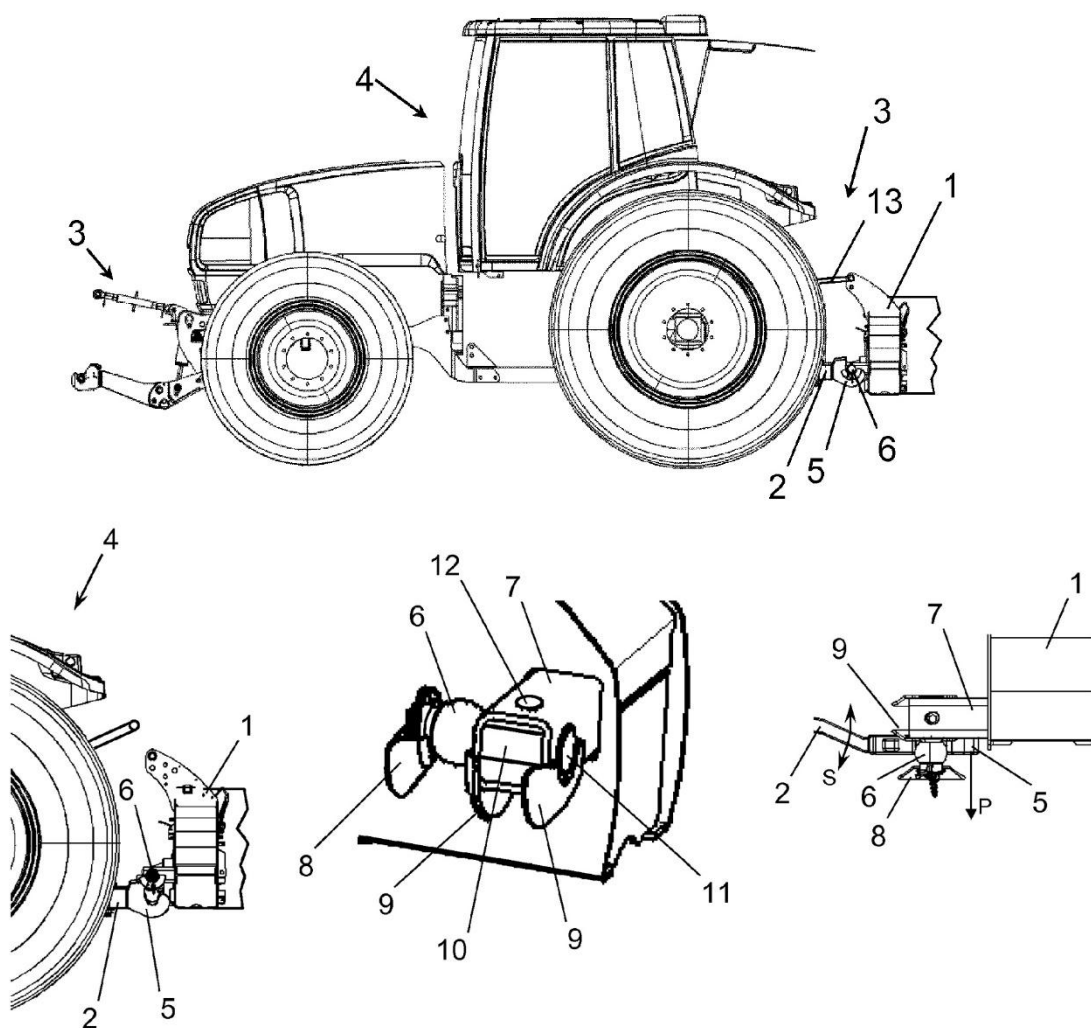


Рисунок 1 – Сцепные средствами для присоединения к рулю трехточечного навесного устройства трактора: 1 – сцепное или прицепное устройство; 2 – нижнее звено; 3 – трехточечная навеска; 4 – трактор; 5 – углубление, крючок; 6 – сцепное средство, шар руля; 7 – скобка; 8,9 – направляющий элемент, поддон; 10 – болт; 11 – отверстие; 12 – винт; 13 – верхнее звено; 15 – часть рамы

В зависимости от требований навесное оборудование или сцепное устройство может дополнительно, как известно, подключаться к ВОМ, гидравлическим и/или электрическим соединением.

Задачей устройства является создание сцепки, с помощью которого упрощается сцепление с трехточечным сцепным устройством трактора.

Прицепные средства десятилетиями использовались в сельском хозяйстве. Обычно агрегат буксируется и приводится в движение тягачом, например, трактором. Вал отбора мощности (ВОМ) трактора обычно обеспечивает механическую мощность для агрегата.

Адаптер дышла (рисунок 2) для соединения шарнирного соединения сельскохозяйственного орудия с тягово-сцепным устройством на тягаче, который обеспечивает свободу угла поворота, относительное продольное и поперечное движение агрегата и транспортного средства в едином шарнирном соединении.

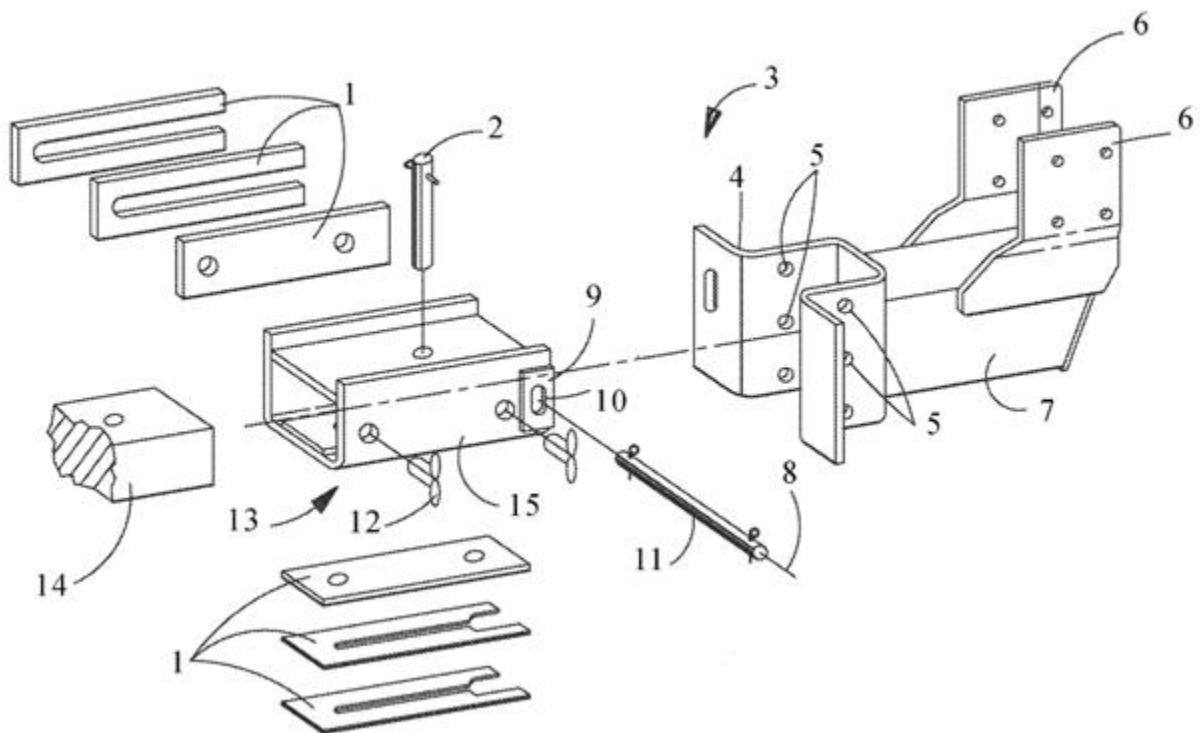


Рисунок 2 – Адаптер дышла для соединения шарнирного соединения сельскохозяйственного орудия с тягово-сцепным устройством на тягаче:

- 1 – регулировочные шайбы; 2 – палец сцепного устройства; 3 – узел адаптера сцепки;
 4 – ножки; 5 – отверстия; 6 – задний разъем; 7 – элемент конструкции; 8 – ось;
 9 – проставка; 10 – поперечное отверстие; 11 – поперечный штифт; 12 – стопорные шайбы; 13 – первая часть рамы; 14 – дышло сцепное устройство; 15 – боковые поверхности

Орудие обычно соединяется с трактором с помощью поворотного дышла. Поворотные сцепные устройства обеспечивают преимущества по сравнению со стандартным штифтовым соединением, поскольку ось рыскания находится дальше тягача, что позволяет выполнять более крутые повороты, чем это допускается при простом штифтовом соединении дышла. Шарнирные сцепные устройства имеют недостаток, поскольку в сцепное устройство для каждого подсоединенного орудия должны быть предусмотрены условия для свободы шага и качения, а существующие методы, включающие отдельные шарнирные соединения для качения и шага, не являются оптимально экономичными. Шарнирные сцепные устройства имеют недостаток, поскольку в сцепное устройство для каждого подсоединенного орудия должны быть предусмотрены условия для крена и качения, а существующие методы, не являются оптимально экономичными.

Проведенный анализ существующих конструкций для сцепки показал, что они не могут в полной мере соответствовать растущим потребностям агропромышленного комплекса. Потому расширение функциональных характеристик и опциональных возможностей существующих моделей устройств для сцепки МТА с навесным оборудованием является актуальной задачей для АПК.

Библиографический список

1. Повышение эффективности использования тракторных транспортных средств на внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции : Монография / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 264 с.
2. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, А.Б. Пименов и др. // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. – С. 45-49.
3. 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. 6-8.
4. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Вестник МГАУ. – 2009. – № 2. – С. 38-40.
5. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств 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). – 2012. – № 04(078). – С. 475-486.
6. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. – № 07(101). – С. 2062-2077.
7. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев и др. // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 12-15.
8. Пат. РФ № 2015101808/11. Тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний / Симдянкин А.А., Попов А.С., Успенский И.А., Юхин И.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н. – Опубл. 20.08.2015; Бюл. № 23. – 2 с.
9. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства/ И.А. Успенский и др. // Нива Поволжья. – 2010. – № 2. – С. 48-50.
10. Аникин Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2009. – С. 18-20.

11. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417- 431.

12. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов : Монография / Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

13. Инновационные решения уборочнотранспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/ Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Сборник научных докладов ВИМ. – М., 2011. – Т. 2. – С. 455-461.

УДК 656

*Борычев С.Н., д.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Куцев И.Е., д.т.н.
НОУ РИБУ, г. Рязань, РФ;
Кравченко А.М., д.т.н.
РВВДКУ им. В.Ф. Маргелова, г. Рязань, РФ*

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДКАТНЫХ КОЛЁС ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН ПО ДОРОГАМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Вопрос транспортировки гусеничных машин по дорогам общего пользования в сезоны полевых работ для предотвращения их повреждения остро встал ещё в середине 1930-х годов, когда при отсутствии необходимых средств транспортировки принимались любые варианты решения данной проблемы. Один из которых, была кратковременная переброска гусеничных машин по подкладным доскам, с последующим движением по грунтовым обочинам.

В конце 1937 г. в НИАБТ была разработана специальная тележка, предназначавшаяся для перевозки гусеничных машин (рисунок 1). Однако она предназначалась штатным перевозочным средством только для неисправных гусеничных машин [1, 2]. По проекту эта тележка могла буксироваться машинами или колёсными тракторами.

Рама тележки (рисунки 1 и 2) была изготовлена из двух швеллеров № 24 (передний и задний концы балок были загнуты вверх). Задние концы балок рамы соединялись с задней кареткой, а передние концы были связаны между собой швеллером № 10, к которому приваривалось ушко с отверстием для закрепления троса при подводе рамы вместе с задней кареткой под буксируемую гусеничную машину [3, 4, 5].

Задняя каретка состояла из двух склепанных между собой швеллеров № 18, образующих ее ось. К концам этой оси были приварены два листа, между

которыми размещался швеллер № 13, имеющий отверстие под ось коромысел. На концах каждого коромысла закреплялись две пары опорных колёс.

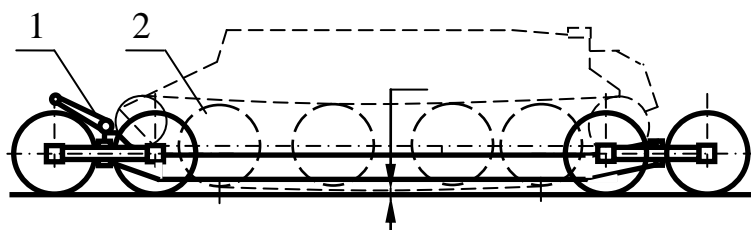


Рисунок 1 – Рама тележки и схема размещения на ней гусеничной машины (вид сбоку): 1 – тележка; 2 – гусеничная машина

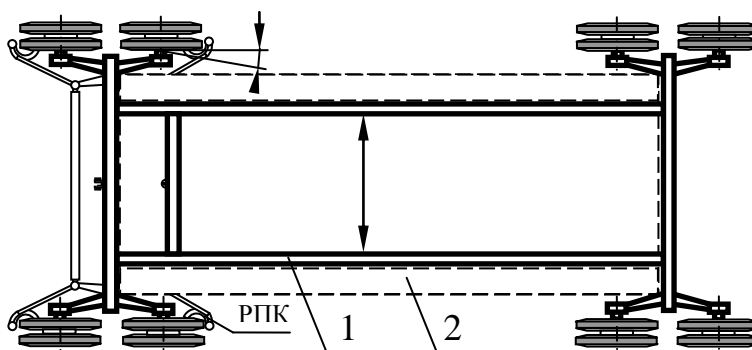


Рисунок 2 – Рама тележки и схема размещения на ней гусеничной машины (вид сверху): 1 – тележка; 2 – гусеничная машина

Всего задняя каретка имела два коромысла с восемью колесами [1]. Основные данные тележки конструкции НИАБТ приведены в таблице 1.

Передняя каретка также состояла из двух склепанных швеллеров № 18. Крепление осей балансиров, устройство балансиров и крепление колес принципиально не отличались от задней каретки. Катки передней каретки соединялись между собой и с буксирным приспособлением через систему рычагов, образующих механизм поворота тележки [6, 7, 8].

Подъемное приспособление включало вал и подъемные рычаги. Когда рама вместе с задней каретой была подведена под аварийную гусеничную машину, к свободным концам рамы тележки подкатывалась передняя каретка.

Таблица 1 – Основные данные тележки конструкции НИАБТ

Длина, мм	7940
Ширина, мм	3390
Высота тележки (по подъемному рычагу), мм	1120
Расчетный вес, кг	3000
Число кареток	2
Число балансиров	4
Число колес	16
Подвеска	жесткая, балансиры имеют вращение на оси, угол перемещения колес (в вертикальной плоскости) – $\pm 25^\circ$

Продолжение таблицы 1

Клиренс, мм	150
Грузоподъемность, кг	13000
Радиус продольной проходимости (расчетный), м	20
Минимальный радиус поворота (расчетный), м	17
Длина прицепной (буксирной) тяги, мм	955
Угол поворота колеса передней каретки	20°
База тележки (расстояние между осями балансиров), мм	5520
Колея, мм	3100

Однако, гусеничный трактор, применяемый для сельскохозяйственных работ – исправен. Поэтому использовать дополнительную единицу колёсной техники – неэффективно [9, 10].

В то же время, все гусеничные трактора оснащены мощной разветвлённой гидравликой в частности главным задним гидроцилиндром, передней и боковыми точками установки гидроцилиндров для установки различного навесного оборудования.

Испытания тележки прошли на НИАБТ полигоне в декабре 1937 г. Они должны были включать пробеги с нагрузкой и без. Пробег без нагрузки проводился по булыжному шоссе (2 км) и на среднепересеченной местности (1,5 км) на территории полигона при температуре окружающего воздуха +3°С. Однако практически сразу была обнаружена трещина сварного шва в месте сварки траверсы с балкой рамы. Кроме того, буксирная тяга при поворотах задевала за буксирующую машину. Колеса передней каретки имели явно недостаточный угол поворота, что приводило к их боковому скольжению при радиусе поворота 12÷15 м. Это не позволило осуществить запланированные испытания пробегом с нагрузкой [1, 11, 12, 13].

В процессе испытаний выявился второй конструктивный дефект – слишком большое расстояние между балками рамы тележки. При малейшем несовпадении продольных геометрических осей нагрузки и тележки, первая картером садилась на балку рамы тележки (расстояние между балками рамы тележки следовало уменьшить l_1 до 1000 мм рис. 2).

Третьим недостатком во время испытаний стало то, что нагрузку на тележке можно было фактически буксировать только по прямой. При повороте колес тележки даже на 10° кривые рычаги передней каретки (РПК) упирались в нагрузку (α_1 рисунок 2), и дальнейшее движение было уже невозможно. Когда нагрузка находилась на тележке, её катки касались земли, что затрудняло буксировку.

Одним из вариантов решения данной задачи является использование комбинированного движителя с сочетанием основного гусеничного и подкатных колёсных опор, для тракторов ДТ-75, ДТ-75С и ДТ-175 представлен на рисунке 3.

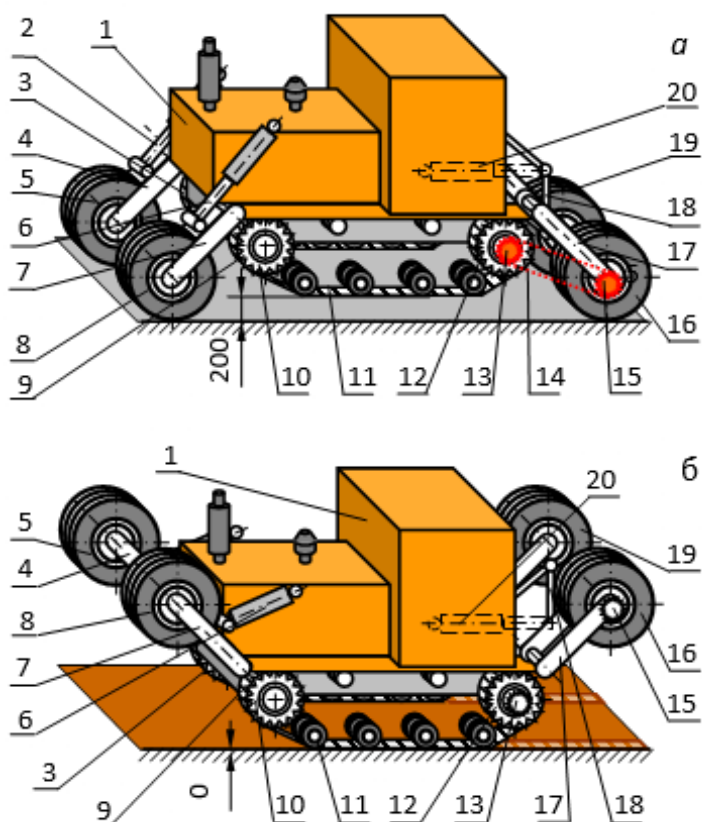


Рисунок 3 – Вариант использования гусеничного трактора с колёсными опускаемыми опорами для транспортного режима по дорогам общего пользования: а – колёсные опоры опущены на дорожном покрытии;

б – колёсные опоры подняты на почве; 1 – гусеничный трактор; 2 – гидроцилиндр правой опоры; 3 – гусеница правая; 4 – балансир правой опоры; 5 – переднее правое колесо; 6 – гидроцилиндр левой опоры; 7 – балансир левой передней опоры; 8 – переднее левое колесо; 9 – левая гусеница; 10 – ленивец; 11 – опорные катки; 12 – ведущая звёздочка левой гусеницы; 13 – ведущая звёздочка левой задней опоры; 14 – цепной контур левой задней опоры; 15 – ведомая звёздочка левой задней опоры; 16 – заднее левое колесо; 17 – балансир левой задней опоры; 18 – трапеция задней навески; 19 – заднее правое колесо; 20 – главный гидроцилиндр

Особенностью применения эксплуатационно-транспортного устройства тракторов (ЭТУТ) является то, что оно специализированное подъемно-транспортным средство с автономным энергообеспечением, которое осуществляется без дополнительной машины – тягача.

ЭТУТ использует стандартные гидроцилиндры и упоры для работы с отвалом, играющие в предлагаемом решении роль балансиров 7 передних колёс 8 (рисунки 3а и 3б), образуя передний опорный неуправляемый мост с независимой подвеской. Задние колёса 16 получают привод через цепную передачу 14, от которой происходит перемещение и поворот трактора, т.к. ведущие звёздочки 13 цепной передачи 14 устанавливаются на ведущие звёздочки гусениц 12.

В отличие от специальной тележки НИАБТ для перевозки гусеничной техники опорные колеса ЭТУТ спереди и сзади расположены не сбоку

от нагрузки, а перед и за ней, что позволяет снизить поперечные размеры ЭТУТ.

Вызываемое увеличение продольных габаритов, не сказывается отрицательно на поперечного вписывания эвакуатора в сложный рельеф. Так как этот недостаток устраняется за счёт отсутствия в составе агрегата тягача. А для компенсирования винтовых перекосов с прицепной сельскохозяйственной машиной можно использовать специальное сцепное устройство, состоящее из двух разнесенных цилиндрических шарниров (они показаны на схеме рисунка 4).

Для буксировки прицепных устройств такому трактору необходимо иметь прицеп с разнесенными осями вращения, чтобы обеспечить подвижность сочленения по прицепной горизонтальной балке (горизонтальная ось вращения) приварной петле (вертикальная ось вращения), так как он поднимается на 0,6 м, что меняет параметры соединения трактор – прицепная с.-х. машина. Прицепы с совмещенными осями вращения, применяемые в сельскохозяйственных машинах, имеют очень малый ресурс из-за абразивного износа. Кроме того, они предназначены для движения по горизонтальной поверхности с малыми угловыми перемещениями ($\pm 2^\circ$).

В предлагаемой конструкции прицепа добавляется ещё одна ось вращения с разнесенными подшипниками скольжения, которая представляет собой цилиндрический шарнир, сводя имеющуюся конструкцию к сферическому шарниру большой грузоподъёмности.

Схема сцепного устройства, предлагаемого для использования в ЭТУТ, представлена на рис. 4. Особенностью данной схемы является установка петли прицепа в нишу передней горизонтальной балки ЭТУТ, что позволяет получить совмещение осей вращения прицепа в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях.

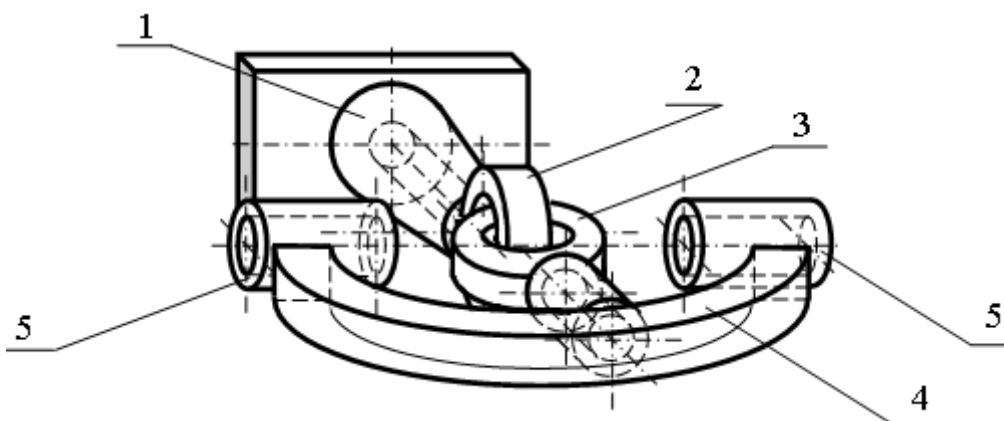


Рисунок 4 – Общая схема сцепного устройства с ЭТУТ и с.-х. машины:
1 – стакан сцепного устройства ЭТУТ с поворотной осью; 2 – сцепное устройство; 3 – прицепная петля с.-х. машины; 4 – ниша передней балки с.-х. машины;
5 – передняя балка с.-х. машины

Для обеспечения совмещения осей в прицепном устройстве ЭТУТ при минимальных габаритах необходимо использовать подшипники скольжения. В качестве примера можно рекомендовать подшипники

скольжения, выполненные из антифрикционных бронз, чугунов, алюминиевых сплавов, сложно-полимерных материалов или модифицированной древесины, выполненной по способу торцевого или контурного гнутья. Наиболее оптимальными с точки зрения принятия ударных нагрузок являются подшипники из модифицированной древесины, которые могут устанавливаться непосредственно стакан сцепного устройства ЭТУТ с поворотной осью и переднюю балку с.-х. машины.

Сущность этих подшипников скольжения заключается в том, что в корпус с установлены вкладыши из прессованных древесных сегментов, пропитанных антифрикционными веществами и закреплены с помощью фиксаторов с возможностью обеспечения постоянной плотности на глубину слоя рабочей зоны сегмента. Благодаря этому достигается постоянная скорость износа в течение срока эксплуатации. Образующаяся продольная щель при установке фиксатора способствует поступлению смазки непосредственно в зону трения и отвода абразивных частиц [3].

На рисунке 5 представлен пример исполнения подшипника скольжения.

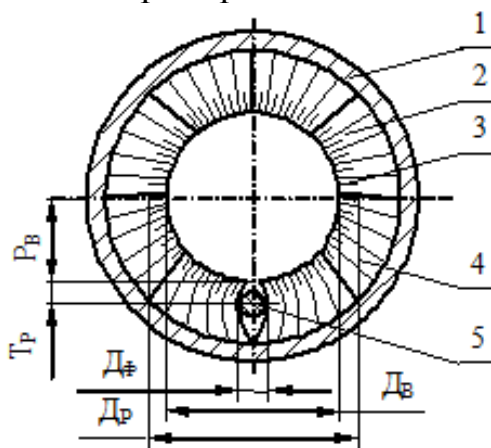


Рисунок 5 – Общая схема подшипник скольжения [3]:

1 – корпус; 2 – вкладыш; 3 – рабочая зона; 4 – нерабочая зона; 5 – фиксатор;
 $D_{\text{ф}}$ – диаметр фиксатора; $D_{\text{в}}$ – внутренний диаметр; $D_{\text{р}}$ – диаметр рабочей зоны

Выводы

1. В эксплуатационно-транспортных устройствах тракторов для снижения поперечных габаритных размеров опорные передних и задних колес расположены не сбоку от трактора, а перед и за ним.

2. С целью компенсации увеличения продольных габаритов для улучшения поперечного вписывания ЭТУТ в сложный рельеф производить за счёт введения в конструкцию сцепного устройства ЭТУТ – с.-х. машина цилиндрического шарнира, который обеспечивал бы относительный поворот ЭТУТ и с.-х. машина в продольном направлении при винтовом копировании рельефа.

3. С целью снижения габаритных размеров сцепного устройства и стоимости ЭТУТ предлагается использовать подшипники из гнuto-прессованной древесины по патенту № 2097613 СИФ 16 С 17/14.

Библиографический список

1. Павлов, М.В. «Скорая помощь» для БТ/ М.В. Павлов, И.В. Павлов // Техника и вооружение. – 2014. – № 11. – 24-25 с.
2. Кущев, И.Е. Разработка разветвляющейся технологии уборки картофеля с обоснованием параметров и режимов работы сепарирующих устройств : дис. ... д-ра техн. наук/ И.Е. Кущев. – Рязань : Отделение полиграфии ИТО РИПЭ Минюста России, 1999. – 467 с.
3. Пат. РФ 2097613 СИФ 16 С 17/14. Подшипник скольжения / Кущев И.Е. – Оpubл. 27.11.97; Бюл. № 33 (76).
4. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.
5. Пат. РФ № 2012157940. Устройство стабилизации кузова транспортного средства / Успенский И.А., Симдянкин А.А., Юхин И.А., Жуков К.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Ильченко А.Ю., Павлов В.А. – Оpubл. 10.06.2014; Бюл. № 16. – 9 с.
6. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, А.Б. Пименов и др. // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. – Киров, 2010. – Вып. 11. – С. 45-49.
7. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Сб.: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : Материалы II Международной научно-производственной конференции. – Пенза, 2009. – С. 135-138.
8. Пат. РФ № 2010119314. Самосвальная кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции/ Успенский И.А., Булатов Е.П., Рембалович Г.К., Кокорев Г.Д., Юхин И.А. – Оpubл. 10.06.2011; Бюл. № 16. – 2 с.
9. Анализ методов разработки технических систем/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Сборник научных статей по материалам III Международной научной конференции. – Саратов, 2016. – С. 74-78.
10. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – 2009. – С. 18-20.
11. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

12. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: коллективная монография/ Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

13. Пат. РФ № 2008139805. Устройство для стабилизации положения транспортного средства / Минякин С.В., Успенский И.А., Юхин И.А., Аникин Н.В., Гречихин С.Ю., Рембалович Г.К. – Опубл. 10.03.2009; Бюл. № 7. – 2 с. : ил.

УДК 631.356.4

*Бышов Н.В., д.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Кущев И.Е., д.т.н.
НОУ РИБУ, г. Рязань, РФ;
Пузевич Н.Л., к.т.н.
РВВДКУ им. В.Ф. Маргелова, г. Рязань, РФ*

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ АРОЧНЫХ РАМ В КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНАХ СЕМЕЙСТВА КПК

В XXI веке стало модным проводить эксперименты на виртуальных моделях в компьютерах, используя достаточно мощные программы. Однако ни одна программа не заменит реальный исследовательский образец, который показывает настоящую машину и процессы в ней происходящие. С этой целью всегда использовались модельные копии в масштабе 1:2, 1:5, 1:10 и т.д. в зависимости от размеров реального объекта. Так в автомобилестроении предпочитали модели 1:2 и 1:5, в судостроении 1:20, 1:50 и 1:100, в строительстве 1:100, 1:200 и 1:1 000. В 1985 году такая потребность возникла по определению максимальной прочности в различных вариантах комбайна КПК-3, создававшегося в то время Рязанским ГСКБ [1, 2, 5, 6].

К сожалению, в СССР конструкторские бюро практически не занимались разработкой своих собственных испытательных стендов потому, что чаще использовали приобретённое универсальное оборудование или делая таковым, имеющиеся специализированные стенды. В общем, это был достаточно рациональный подход, однако он не имел хорошей методической проработки. В частности, в классическом сопротивлении материалов при испытании образцов доводимых до разрушения предполагается, что прочность стенда многократно превосходит прочность исследуемого образца (в 200÷500 раз). А в практике приходилось сталкиваться со случаями, когда прочность стенда была больше прочности исследуемого образца в 2÷5 раз. Поэтому приходилось учитывать деформации стенда [2, 8, 9].

К числу таких случаев относились и испытания моделей рам комбайна КПК-3. Причиной таких испытаний послужило их разрушение по переднему верхнему поперечному брусу, в то время, как почти аналогичная конструкция рамы комбайна КСК-4, имела многолетний ресурс работы [2, 6, 10].

Поэтому для объективной оценки необходимо было быстро провести сравнительные испытания нескольких вариантов для выбора основного перед постановкой машины КПК-3 на производство, чтобы можно было выдерживать максимальные тяговые нагрузки 3 тс (30 кН) в процессе работы с тракторами ДТ-75 [1, 2, 3, 4].

Варианты схем макетов рам картофелеуборочного комбайна КПК-3 приведены на рисунках 1, 2, 3 и 4.

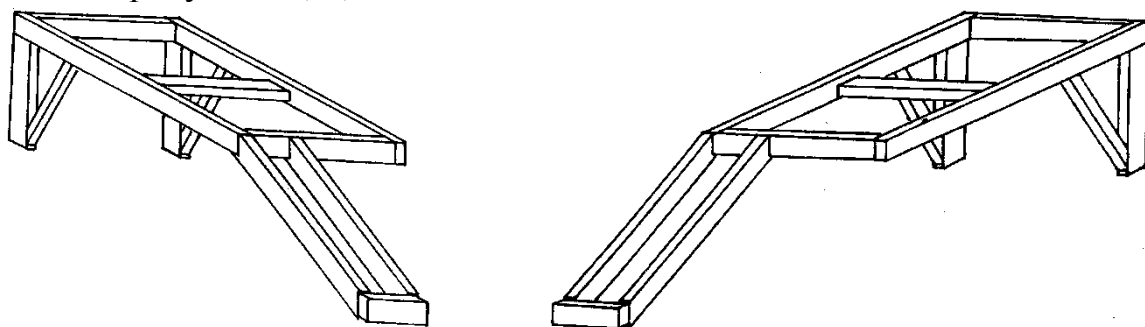


Рисунок 1 – Внешний вид макета эталонной рамы КПК-3 образца 1985 г. (проект ВИМ)

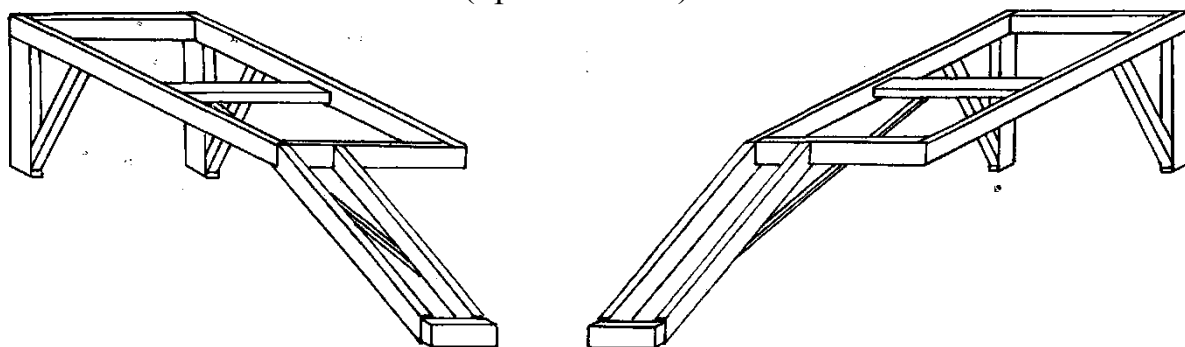


Рисунок 2 – Внешний вид макета эталонной рамы КПК-3 образца 1986 г. с внутренней связью (проект ВИМ)

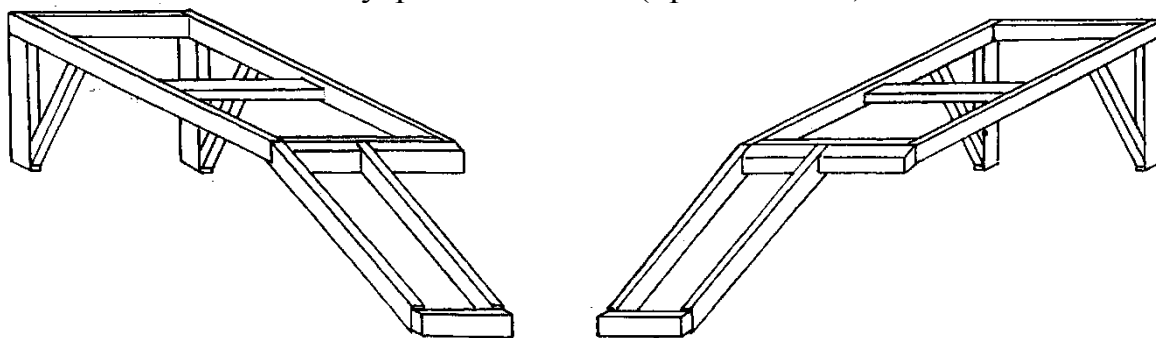


Рисунок 3 – Внешний вид макета эталонной рамы КПК-3 образца 1987 г. 3 с усилением верхнего переднего бруса С-образным профилем (проект ВИМ)

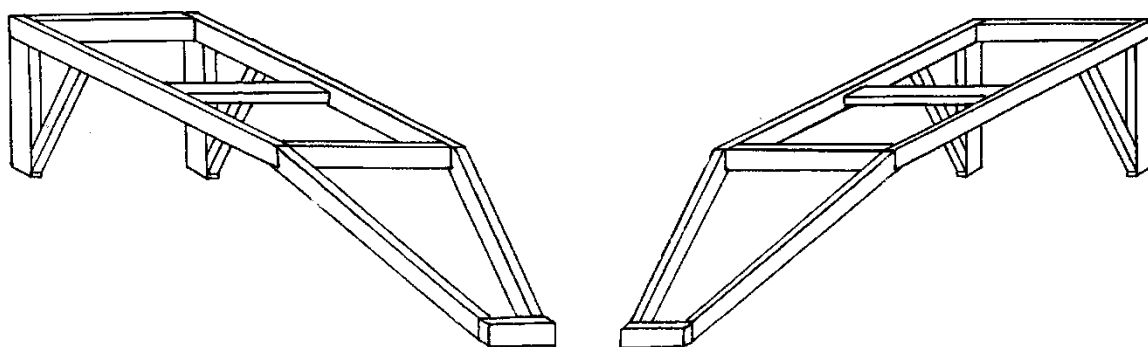


Рисунок 4 – Внешний вид макета эталонной рамы КПК-3 образца 1987 г. 3 с усилением верхнего переднего бруса С-образным профилем (проект ВИМ)

Следует отметить, что это разрушение касалось только 1-го варианта рамы КПК-3 проекта ВИМ образца 1985 года, проект рамы КПК-3 ВИСХОМ испытания выдержал успешно, но он был технологически сложен и требовал специального стапеля для резки и сварки труб. Поэтому в качестве рассматриваемых оставались варианты 2 и 3. Причем второй рассматривался как менее желательный, так как внутренняя связь в раме препятствовала техническому обслуживанию комбайна [11, 12, 13, 14].

Для проведения сравнительных испытаний рам моделей был использован стенд для ресурсного испытания цепных контуров. Схемы и общие виды с изменяемым натяжением и его модернизация показаны на рисунке 5.

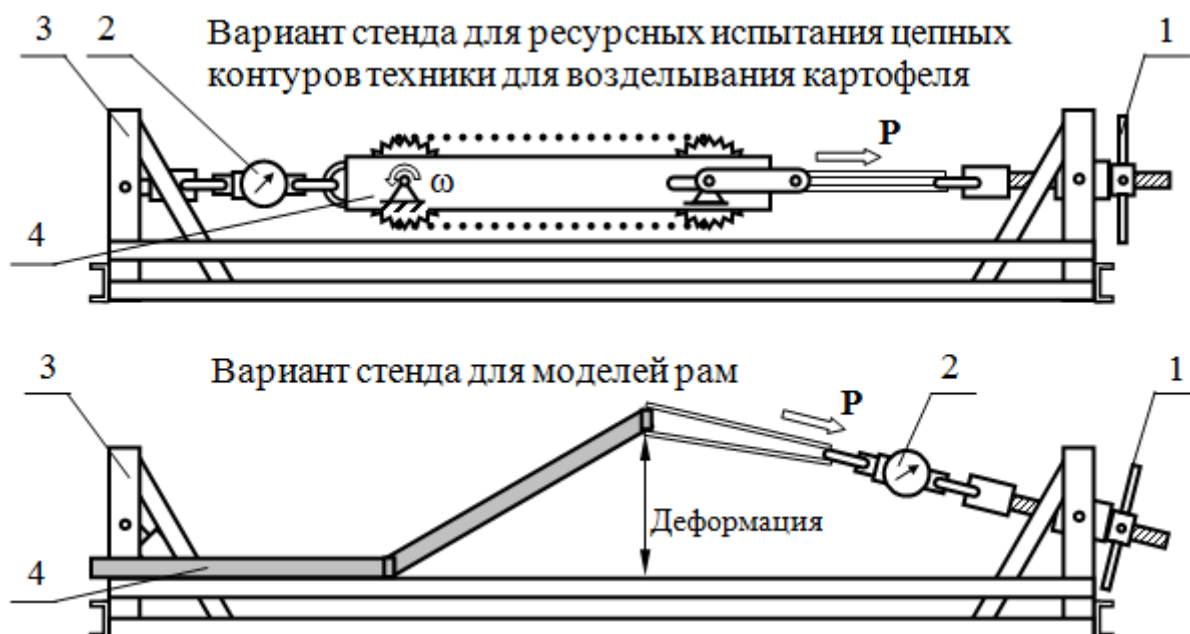


Рисунок 5 – Общий вид схемы преобразования стенда для ресурсных испытаний в стенд для испытания моделей рам картофелеуборочных комбайнов на растяжение с изгибом: 1 – нагрузочный винт; 2 – динамометр; 3 – рама стенда; 4 – исследуемая модель

Конечно, при проведении прочностных испытаний моделей рам сопоставимых по прочности со стендом довести их до разрушения чрезвычайно

трудно. Однако, как часто бывает, это и не нужно делать. Так в данном случае было достаточно по деформации моделей рам определить относительную прочность, чтобы знать – на сколько одна рама прочнее другой, приняв в качестве эталона – базовый вариант раму ВИМ разработки 1985 г.

Результаты испытаний приведены в таблицах 1...2. Причём, если в таблице 1 приведены только максимальные значения деформации рамы относительно стенда, то в таблице 2 приведены деформации, как в центре, так и с краю, которые доказывают то, что передние наклонные брусья арочной рамы картофелеуборочных комбайнов семейства КПК работают на разных деформациях: центральный наклонный брус работает на кручение; крайний наклонный брус работает на изгиб. Данная разница в видах нагрузок при циклическом характере нагружения приводила к тому, что верхний передний поперечный брус рамы профиля 220×100×5 разрывало по месту сварки переднего центрального наклонного бруса и верхнего переднего поперечного бруса через 250÷300 часов работы, что соответствует неполному уборочному сезону.

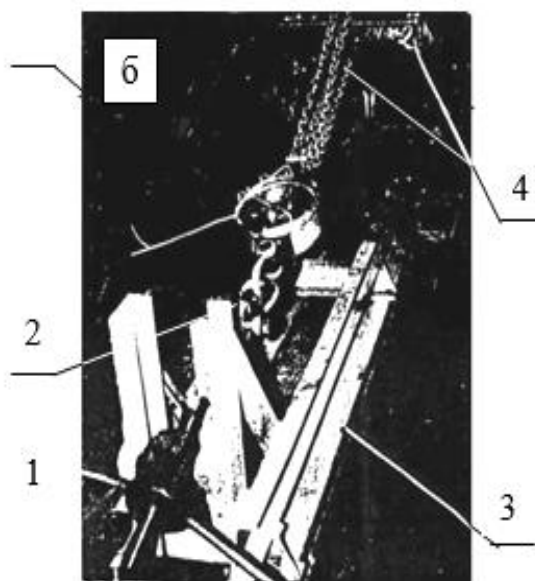
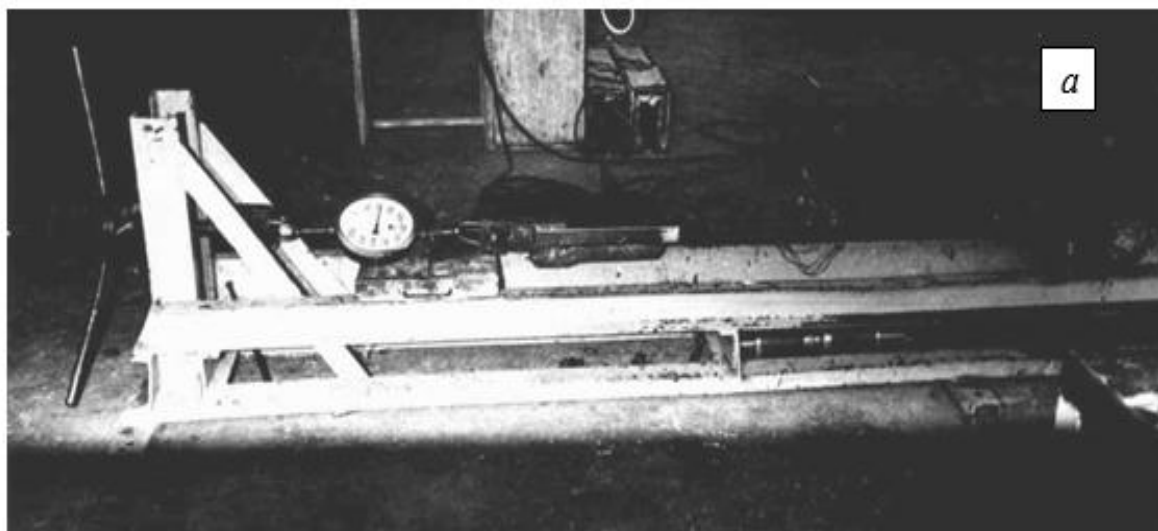


Рисунок 2 – Общий вид стенда для ресурсных испытаний (а), преобразованный в стенд для испытания моделей рам картофелеуборочных комбайнов на растяжение с изгибом (б):
1 – нагрузочный винт; 2 – динамометр;
3 – рама стенда; 4 – исследуемая модель.

Таблица 1 – Экспериментальные данные по деформациям моделей рам картофелеуборочных комбайнов КПК-3

Деформации рамы обычного варианта комбайна КПК-3 (разработка ВИМ 1985 г.).						Деформации рамы усиленного варианта комбайна КПК-3 (разработка ВИМ 1987 г.).					
№ п/п	Усилие приложено к раме, кгс	Контрольный замер в задней части станда, мм	Замер спереди в центре		Деформации рамы в центре, мм	№ п/п	Усилие приложено к раме, кгс	Контрольный замер в задней части станда, мм	Замер спереди в центре		Деформации рамы в центре, мм
			деформации станда вместе с рамой, мм	деформации рамы относительно станда, мм					деформации станда вместе с рамой, мм	деформации рамы относительно станда, мм	
0	0	398	893	608	0	0	402	897	716	0	
1	500	398	884	598	+1	1	500	892	711	0	
2	1000	398	875	589	+1	2	1000	884	703	0	
3	1500	399	868	578	+5	3	1500	876	693	+2	
4	2000	400	865	569	+6	4	2000	868	684	+3	
5	2500	400	863	559	+8	5	2500	865	676	+4	
6	3000	400	862	548	+10	6	3000	855	656	+5	
ост	0	400	891	606	0	ост	0	897	716	0	
Деформации рамы с внутренней связью варианта комбайна КПК-3 (разработка ВИМ 1986 г.).						Деформации рамы эстетического варианта комбайна КПК-3 (разработка ВИСХОМ).					
№ п/п	Усилие приложено к раме, кгс	Контрольный замер в задней части станда, мм	Замер спереди в центре		Деформации рамы в центре, мм	№ п/п	Усилие приложено к раме, кгс	Контрольный замер в задней части станда, мм	Замер спереди в центре		Деформации рамы в центре, мм
			деформации станда вместе с рамой, мм	деформации рамы относительно станда, мм					Деформации станда вместе с рамой, мм	деформации рамы относительно станда, мм	
0	0	401	895	600	0	0	402	830	531	0	
1	500	401	888	593	0	1	500	822	524	-1	
2	1000	401	879	585	-1	2	1000	815	518	-2	
3	1500	401	872	577	0	3	1500	808	511	-2	
4	2000	402	866	570	+1	4	2000	802	504	-1	
5	2500	402	859	563	+1	5	2500	796	496	+1	
6	3000	402	852	554	+3	6	3000	789	489	+1	
ост	0	401	894	599	0	ост	0	827	528	0	

Таблица 2 – Деформации рамы варианта центрально расположенного переднего наклонного бруса комбайна КПК-3 по двум наклонным брусам (разработка ВИМ).

№ п/п	Усилие приложенное к раме, кгс	Контрольный замер в задней части станда, мм	Замер спереди в центре		Замер спереди с краю		Деформации рамы в центре, мм	Деформации рамы с краю, мм
			деформации и станда вместе с рамой, мм	деформации и рамы относительно станда, мм	деформации и станда вместе с рамой, мм	деформации и рамы относительно станда, мм		
0	0	401	889	604	891	533	0	0
1	500	401	882	596	885	526	+1	+1
3	1000	402	873	586	878	520	+2	0
5	1500	402	866	577	871	512	+4	+1 "
7	2000	402	858	567	863	505	+6	0
9	2500	403	851	559	858	498	+8	+1
11	3000	404	840	548	849	498	+10	+3
ост	0	402	886	601	889	531	0	0

В заключении статьи отметим полученный сравнительный результат испытаний арочных рам комбайнов семейства КПК: если в качестве базового варианта принять раму обычноговарианта комбайна КПК-3 (разработка ВИМ 1985 г.) за 1, то в усиленном варианте (разработка ВИМ 1987 г.) её прочность увеличится в 2 раза; соответственно, в варианте усиления рамы внутренней связью варианта (разработка ВИМ 1986 г.) её прочность увеличится в 3,3 раза; в варианте изготовления рамы варианта ВИСХОМ (разработка ВИСХОМ 1985 г.) её прочность увеличится в 3,3 раза.

Библиографический список

1. Бышов, Н.В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин : дис. ... д-ра техн. наук/ Н.В. Бышов. – Рязань : Рязанская ГСХА, 2000. – 414 с.
2. Куцев, И.Е. Разработка разветвляющейся технологии уборки картофеля с обоснованием параметров и режимов работы сепарирующих устройств : дис. ... д-ра. техн. наук/ И.Е. Куцев. – Рязань : Отделение полиграфии ИТО РИПЭ Минюста России, 1999. – 467 с.
3. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины/ Г.Д. Петров. – М. : Машиностроения, 1984. – 320 с.
4. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля/ И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев и др. //Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4 (8). – С. 72-74.
5. Исследование работы модернизированного картофелекопателя/ А.С. Колотов и др. // Сб.: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства : Материалы Международной научно-технической конференции. –

Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 263-266.

6. Бойко, А.И. Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля/ А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й Международной научно-практической конференции 20–21 мая 2014 г. (часть II). – Рязань : РГАТУ, 2014. – С.141-142.

7. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. – Рязань, 2014.

8. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2015.

9. Некоторые аспекты снижения повреждений плодов при уборочно-транспортных работах/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 592-608.

10. Успенский, И.А. Методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы «Samte»/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.В. Бобров и др. // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 7 (181). – С. 44 - 47.

11. Пат. РФ RU 95960 U1, 20.07.2010. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей / Безносюк Р.В., Бышов Д.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А., Борычев С.Н. – Заявка № 2010106584/22 от 24.02.2010.

12. Инновационные решения вторичной сепарации: результаты испытаний в картофелеуборочных машинах/ Безносюк Р.В., Бышов Д.Н., Борычев С.Н. и др. // Вестник РГАТУ. – 2011. – № 4 (12). – С. 34-37.

13. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов : Монография / Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

14. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

ПРОВЕДЕНИЕ РАСЧЕТОВ И ОБОСНОВАНИЕ ПРОФИЛЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НОЖА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ МИНИМАЛЬНУЮ МОЩНОСТЬ НА ЕДИНИЦУ ШИРИНЫ ЗАХВАТА

Проблема основной и предпосадочной обработки почвы особенно актуальна для посадки картофеля на суглинистых и тяжелосуглинистых почвах. От качества обработки почвы зависит будущий урожай. Рыхлая, рассыпчатая земля, без растительных остатков: такая почва получается при использовании почвенных фрез. Однако, не только для обработки почвы применяют данный механизм. Применение почвообрабатывающей фрезы позволяет качественно измельчить и заделать в почву остатки растений, прорыхлить ее или перемешать с минеральными удобрениями [1, 2, 3, 4].

Почвофреза совмещает вспашку, рыхление почвы, измельчение и заделки остатки растений с выравниванием поверхности почвы. Применяется фреза на различных видах почв - от легких песчаных до тяжелых суглинков. Фрезерование тяжелых почв проводят чаще, т.к. именно эта технология более качественно измельчает клёккую, слежавшуюся почву. Целесообразна обработка фрезами целинных или залежных земель. Обработка фрезой улучшает свойства почвы, способствует повышению урожая [5, 6, 7, 11].

Существует два основных метода фрезерования — это попутное и встречное фрезерование (рисунок 1). Попутное фрезерование — это фрезерование, при котором направление движения агрегата совпадает с направлением вектора скорости резания фрезы. При попутном фрезеровании поступательная скорость трактора и угловая скорость вращения фрезы направлены в одну и ту же сторону, при встречном — в разные [8, 9, 10, 12].

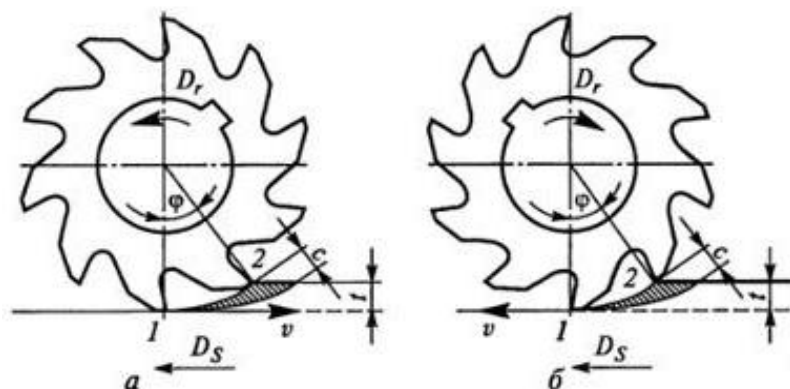


Рисунок 1 – Методы фрезерования: а – встречное, б – попутное

Величина абсолютной скорости фрезы составит:

$$\begin{aligned}
V_a &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_M^2 - 2V_M \cdot \omega t + R^2 \cdot \omega^2 \cdot \sin^2 \omega t + R^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos^2 \omega t} = \\
&= \sqrt{V_M^2 - 2V_M \cdot \omega R \cdot \sin \omega t + R^2 \omega^2} = R\omega \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda^2} - \frac{2}{\lambda} \cdot \sin \omega t + 1} = \\
&= \frac{R\omega}{\lambda} \cdot \sqrt{1 - 2\lambda \cdot \sin \omega t + \lambda^2} = V_M \cdot \sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \cdot \sin \omega t + 1}
\end{aligned}$$

Уравнение (1) показывает, что скорость резания при прямом вращении фрезы с момента врезания ножа в почву ($\alpha \approx 30^\circ$) и до конца отрезания стружки

Для определения силы сопротивления акад. В. П. Горячкин предложил рациональную формулу:

$$P = P_1 + P_2 + P_3, \quad (1)$$

где P_1 – постоянное сопротивление, затрачиваемое для его передвижения – сопротивление холостого хода;

P_2 – сопротивление, затрачиваемое на различные деформации почвенного пласта;

P_3 – сопротивление, затрачиваемое на отбрасывание пласта в сторону.

Сопротивление холостого хода P_1 может быть подсчитано по формуле

$$P_1 = Gf, \quad (2)$$

где G – вес фрезы; f – коэффициент сопротивления передвижению.

Второй член формулы относится к полезным сопротивлениям и учитывает деформации и разрушение обрабатываемого пласта

$$P_2 = kabn, \quad (3)$$

где: k – коэффициент удельного сопротивления почвы, Н/см²;

n – количество ножей;

a, b – соответственно глубина пахоты и ширина захвата.

Удельное сопротивление почвы не является постоянным, и зависит от физико-механических свойств почвы (состава, степени твердости, влажности, засоренности и др.), от глубины обработки, от формы и состояния рабочих поверхностей, от рабочей скорости агрегата и т. п.

Третий член формулы учитывает то сопротивление, которое возникает при сообщении скорости почвенному пласту для его отбрасывания в сторону поля:

$$P_3 = \varepsilon abnv^2, \quad (4)$$

где ε – коэффициент, зависящий от формы рабочей поверхности отвала и свойств почвы;

v – скорость движения агрегата.

Подставив значения составляющих в первое уравнение, получим окончательное выражение рациональной формулы силы сопротивления фрезы:

$$P = Gf + kabn + \varepsilon abnv^2 \quad (5)$$

Тяговое сопротивление фрезы, подсчитанное по данной формуле, является средней величиной. В действительности оно; постоянно колеблется в большей или меньшей степени около среднего значения [13]. Средней величиной тягового сопротивления можно пользоваться для определения количества ножей, который можно агрегатировать с тем или иным трактором, и

других расчетов агрегата. Анализ приведенной формулы не учитывает рельеф местности, поэтому введем эмпирический коэффициент η , учитывающий рельеф местности. Тогда формула преобразуется в следующий вид:

$$P = Gf + kabn + \eta \varepsilon abnv^2 \quad (6)$$

Следовательно, эмпирический коэффициент, учитывающий рельеф местности η , определится:

$$\eta = (P - (Gf + kabn)) / \varepsilon abnv^2 \quad (7)$$

Для удобства выразим $abn=A$ – площадь обрабатываемого пласта за оборот, тогда:

$$\eta = (P - (Gf + kA)) / \varepsilon Av^2 \quad (8)$$

Выразим полученный коэффициент через мощность и энергию (рисунок 2).

Учитывая, что мощность это произведение силы на скорость, а энергия есть отношение мощности на время работы фрезы, получим:

$$N\phi = P/V_0 = P / (V_M \cdot \sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \cdot \sin \omega \cdot t + 1})$$

$$A = N\phi/t = P / (V_M \cdot \sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \cdot \sin \omega \cdot t + 1}) \cdot t$$

$$\eta = (Gf + kA + \varepsilon Av^2) / (V_M \cdot \sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \cdot \sin \omega \cdot t + 1})$$

$$\eta = (Gf + kA + \varepsilon Av^2) / ((V_M \cdot \sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \cdot \sin \omega \cdot t + 1}) \cdot t)$$

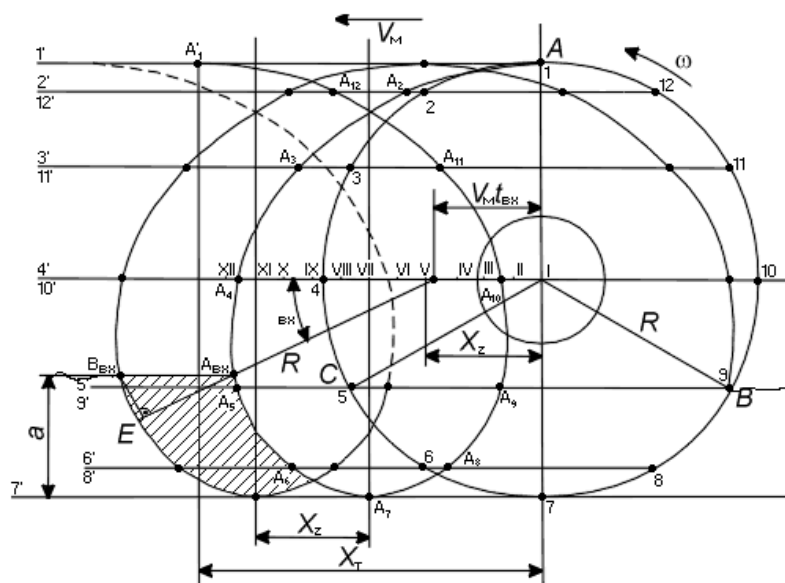


Рисунок 2 – Схема к расчету эмпирического коэффициента η , учитывающий рельеф местности

Экспериментальные исследования, проведенные нами в РГАЗУ (рисунок 3), показали, что значение эмпирического коэффициента находится в пределах 3–5% (рисунок 4).



Рисунок 3 – Экспериментальные исследования по определению эмпирического коэффициента рельефа местности

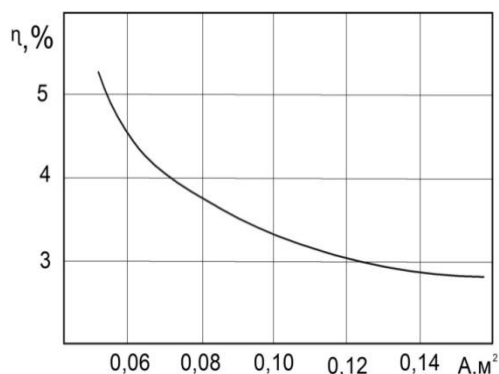


Рисунок 4 – Зависимость эмпирического коэффициента рельефа местности от площади обрабатываемого пласта за оборот

Вывод. С увеличением площади обрабатываемого пласта за оборот коэффициента рельефа местности уменьшается по гиперболической зависимости и составляет в пределах $0,06...0,08 \text{ м}^2$ – 1%, а в пределах $0,10...0,12 \text{ м}^2$ – 0,5 %.

Библиографический список

1. Гаджиев, П.И. Энергосберегающая техника и средства для малой механизации/ П.И. Гаджиев, К.Л. Коваль // Сб.: Решение задач по реализации национальных проектов в развитии кооперации и общества в целом : Материалы Международной научной конференции кооперативных вузов стран СНГ 24 апреля 2008 г. – М. : РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2008.

2. Гаджиев, П.И. Конструктивные особенности фрезы для сплошной обработки почвы/ П.И. Гаджиев, К.Л. Коваль // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета: научный журнал. – РГАЗУ, 2008. – №4 (9). – С.123-126.

3. Гаджиев, П.И. Экологические предпосылки механической обработки почвы/ П.И. Гаджиев, К.Л. Коваль, В.В. Гончаров // Сб.: Обеспечение и рациональное использование энергетических и водных ресурсов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции 19 мая 2009 г. – С.150-153.

4. Гаджиев, П.И. Эффективность обработки почвы фрезой/ П.И. Гаджиев, К.Л. Коваль // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 5. – С.41-42.

5. Сахапов, Р.Л. Влажно- и энергосберегающая технология обработки почвы и посева в остросушливых условиях/ Р.Л. Сахапов, Н.К. Мазитов, Р.С. Рахимов и др. // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 3 (189). – С. 2-6.

6. Кирюшин, И.Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины/ И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2014. – № 1 (21). – С. 112-114.

7. Успенский, И.А. Обоснование рациональных параметров дисковых элементов подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин/ И.А. Успенский, И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) . – 2014. – № 02(096). – С. 323-333. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/24.pdf>

8. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, А.Б. Пименов и др. // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. – Вят. гос. с.-х. акад. – 2010. – Вып. 11. – С. 45-49.

9. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин/ И.А.Успенский, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. – Рязань, 2014.

10. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. // Рязань, 2015.

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

12. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов : Монография/ Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

13. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

*Галкин В.Д., д.т.н.
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ;
Галкин А.Д., д.т.н.
директор ООО «Техноград», ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ;
Грубов К.А.
ООО «Агромаркет», Пермский край*

СЕПАРАТОР ОЧИСТКИ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО КОМПЛЕКСУ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Среди различных принципов и технических средств разделения компонентов сыпучих смесей при уборке и послеуборочной обработке урожая сельскохозяйственных культур [1, 2], наиболее предпочтительным является сепарация по комплексу физико-механических свойств [3, 4, 5]. Машины, реализующие эту операцию, могут быть как мобильными – для обработки семян, находящихся на различных пунктах приема зернового вороха от комбайнов, так и устанавливаться стационарно.

В настоящее время для осуществления этой операции при очистке семян в нашей стране и за рубежом [6, 7, 8] используют пневматические сортировальные столы. Основные технические характеристики и удельные показатели отечественных и зарубежных пневмосортировальных столов приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1– Основные технические характеристики и удельные показатели отечественных пневмосортировальных столов

Модель машины	Производительность, т/ч (на пшенице)/ площадь деки, м ²	Установленная мощность, кВт	Масса, кг	Удельные энергоемкость, кВт.ч/т/ производительность, т/ч* м ²	Удельная металлоемкость, кг.ч/т
ПСС-1	1,0/0,46	3,75	500	3,75/2,17	500
ССП-1,5	1,5/1,8	7,1	750	4,75/0,83	500
БПС-3	3,0/2,0	5,5	740	1,83/1,5	246,7
ПСС-2,5	2,5/1,08	6,6	650	2,64/2,3	260
СПС-5	5,0/1,56	11,75	837	2,35/3,2	167,4
МОС-9	6,0/2,05	16,1	990	2,68/2,92	165

В зависимости от способа воздействия воздушного потока на сыпучий материал, движущийся по колеблющейся деке, имеющей продольный и поперечный углы наклона, машины, помещенные в таблицах 1, 2 и 3, имеют нагнетательные или вакуумные воздушные системы.

Таблица 2 – Технические характеристики и удельные показатели пневматических столов фирмы «PETKUS»

Показатели	KD50	KD60	KD120	KD200	KD300	KD400
Производительность на пшенице, т/ч	0,2	1,5	3	5	7	10
Установленная мощность, кВт	2,65	8,25	12,55	12,55	20,75	24,95
Габаритные размеры, мм:						
- длина	1265	2405	2805	3305	3945	4770
- ширина	600	1115	1872	1872	1972	2418
- высота	1100	1800	1800	1800	2130	2130
Масса, кг	200	1200	1300	1700	2600	3800
Площадь деки, м ²	0,565	2,34	2,76	4,06	5,25	8,12
Удельная производительность, т/ч* м ²	0,35	0,64	1,09	1,23	1,33	1,23
Удельная энергоёмкость, кВт.ч/т	13,25	5,50	4,18	2,51	2,96	2,50

Таблица 3 – Технические характеристики и удельные показатели гравитационных сепараторов компании «Westrup»(Дания)

Марка	Производительность, т/ч (на пшенице) /площадь деки, м ²	Удельная производительность деки, т/ч* м ²	Мощность двигателя вентилятора/дек и, кВт	Удельная энергоёмкость, кВт.ч/т
КА-1200	1,5/0,53	2,83	7,5/0,75	5,50
КА-1500	2,1/0,80	2,63	7,5/0,75	3,93
КА-1900	3,6/1,05	3,43	11,0/1,1	3,36
КА-2200	4,3/1,44	3,00	11,0/1,1	2,81
КА-2600	6,0/2,15	2,79	11,0/1,1	2,01
КА-3300	7,0/2,4	2,92	15,0/3,0	2,57
КА-4400	12,0/3,4	3,53	18,5/3,0	1,79
КА-5500	16,0–18,0/6,1	2,62–2,95	30,0/3,0	2,06–1,83

Перфорированные деки могут быть с рифами или без них. Следует отметить, что используемые машины имеют низкую удельную производительность и высокую энергоёмкость, а также достаточно высокие потери семян основной культуры в отходы (по агротребованиям – до 10%, что составляет более 50% потерь семян всей поточной линией очистки высушенного посевного материала). Удельная производительность отечественных пневмостолов находится в пределах 0,83...3,20 т/ч* м², при удельной энергоёмкости 1,83...4,75 кВт.ч/т. Эти показатели машин фирмы «PETKUS», без лабораторного стола KD50, составляют 0,64...1,33 т/ч* м² и 2,50...5,50 кВт.ч/т. Для машин компании «Westrup» (Дания) удельная производительность составляет 2,63...3,53 т/ч* м², при удельной энергоёмкости 1,79...5,50 кВт.ч/т.

В этой связи основными направлениями совершенствования рассматриваемых машин является повышение удельной производительности, снижение удельной энергоёмкости и сокращение потерь полноценных семян в отходы.

На кафедре сельскохозяйственных машин и оборудования ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ разработан сепаратор семян, схема которого представлена на рисунке 1а, а дека в плане на рисунке 1б [6,7,8].

Сепаратор работает следующим образом. Зерновая смесь, двигаясь по деке 1 (рисунок 1а) разделяется на слои по комплексу свойств, в том числе по плотности, под воздействием колебаний деки и нагнетаемого воздушного потока. При встрече перемещающегося зерна со стенкой 19 (рисунок 1б) деки, примеси, выделенные в верхние слои, перемещаются к стенке 20 и далее попадают к приемнику 16 фракций. По длине приемника 16 фракций распределяются семена и примеси, разделенные по комплексу свойств, в том числе по плотности, которые направляются в отдельные емкости.

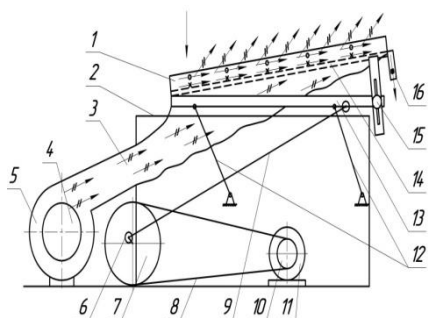


Рисунок 1б – Дека в плане

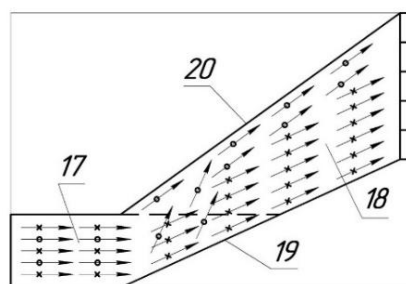


Рисунок 1а – Схема сепаратора

1 – дека с воздуховывающей поверхностью; 2 – рама;

3 – воздушный канал; 4 – заслонка; 5 – вентилятор; 6 – эксцентрик с шатуном 14 и устройством 15 для регулировки продольного угла наклона относительно рамки 13; 7, 10; 8 – ременная передача; 9, 11 – электродвигатель со шкивами; 12 – стойка; 16 – приемники фракций; 17 – зона расслоения подаваемого материала; 18 – зона перемещения фракций; 19, 20 – стенки деки



Рисунок 2– Сепаратор в работе в составе поточной линии послеуборочной обработки семян учебно-научно-опытного поля ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

Лабораторными опытами, проведенными на семенах пшеницы кондиционной влажности, засоренной члениками редьки дикой, определены с использованием методики многофакторного эксперимента при подаче 2,5 т/ч рациональные углы продольного наклона деки – 6...7°, частоты ее колебаний 540-560 мин⁻¹ при поперечном угле наклона 0° и увеличенной амплитуде колебаний – 0,015 м. Достигнута степень выделения примесей не менее 98%

при допустимых потерях семян в отходы. При площади деки $0,27 \text{ м}^2$, мощности двигателей на привод деки и вентилятора с наклонным воздушным потоком $3,75 \text{ кВт}$ удельная производительность сепаратора превысила $9,0 \text{ т/ч*м}^2$, а удельная энергоемкость составила $1,5 \text{ кВт.ч/т}$. Производственные исследования сепаратора проведены на очистке семян пшеницы от овсюга. При снижении удельной нагрузки на деку в два раза среднее значение степени отделения примесей составило 89% при потерях семян в отходы $9,7\%$ [9, 11, 12, 13]. Снижение потерь семян в отходы возможно при использовании поточных линий очистки, реализующих фракционные методы сепарации [10, 14, 15].

Таким образом, разработан сепаратор семян с наклонным воздушным потоком, поперечным углом, равным нулю с декой оригинальной конструкции, позволяющий при повышенной амплитуде колебаний при очистке семян пшеницы от члеников редьки дикой увеличить удельную производительность и снизить удельные энергозатраты при требуемом качестве очистки и допустимых потерях семян в отходы.

Библиографический список

1. Галкин, А.Д. Машины и оборудования послеуборочной обработки зерна и подготовки семян из влажного комбайнового вороха: рекомендации/ А.Д. Галкин, В.Д. Галкин. – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2020. – 47 с.
2. Пат. РФ № 2692641. Навесная сепарирующая машина / Байбобоев Н.Г., Бышов Н.В., Борычев Н., Мухамедов Ж.М., Рахмонов К.Т., Акбаров Ш.Б., Хамзаев А.А., Успенский И.А., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К. – Оpubл. 25.06.2019; Бюл. № 18.
3. Сычугов, Н.П. Машины, агрегаты и комплексы послеуборочной обработки зерна и семян трав : Монография/ Н.П. Сычугов, Ю.В. Сычугов, В.И. Исупов. – Киров : ВЕСИ, 2015. – 404 с.
4. Дринча, В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки/ В.М. Дринча. – Воронеж, 2006. – 384 с.
5. Технологические основы применения пневматических сортировальных столов в сельском хозяйстве/ В.М. Дринча, С.А. Павлов, В.Д. Бабченко и др. – М. : Росельхозакадемия, 2003. – 98 с.
6. Галкин, В.Д. Сепарация семян в вибропневмооживленном слое: технология, техника, использование/ В.Д. Галкин, В.А. Хандриков, А.А. Хавыев. – Пермь, 2017 – 170 с.
7. Параметры и режимы очистки семян на вибропневмосепараторе усовершенствованной конструкции/ В.Д. Галкин, А.Д. Галкин, В.А. Хандриков и др. // Пермский аграрный вестник. – 2020. – №1 (29). – С. 4-12.
8. Пат. РФ № 190119. Вибропневмосепаратор/ В.Д. Галкин, А.Д. Галкин, В.А. Хандриков, А.Ф. Федосеев, М.С. Накаряков. – Оpubл. 14.06.2019; Бюл. № 17.
9. Оценка работы экспериментального вибропневмосепаратора семян в производственных условиях/ В.Д. Галкин, В.А. Хандриков, А.Ф. Федосеев и

др. // Сб.: Агротехнологии XXI века : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию высшего аграрного образования на Урале. Часть 1. – Пермь, 2019. – С. 329-333.

10. Пат. РФ №2340410. Способ разделения зерновых смесей / Галкин В.Д., Галкин А.Д., Хавыев А.А., Басалгин С.Е., Хандриков В.А., Соловьев В.П., Грубов К.А., Галкин С.В. – Оpubл. 10.12.2008; Бюл. № 34.

11. Некоторые аспекты снижения повреждений плодов при уборочно-транспортных работах/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 592-608.

12. Анализ методов разработки технических систем / Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Материалы III Международной научной конференции. – Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2016. – С. 74-78.

13. Инновационные решения вторичной сепарации: результаты испытаний в картофелеуборочных машинах/ Р.В. Безносюк, Д.Н. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Вестник РГАТУ. – 2011. – № 4 (12). – С. 34-37.

14. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов : Монографии / Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2015. – 304 с.

15. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

УДК 631.331

*Губанова А.Р.,
Шумаев В.В., к.т.н.
ФГБОУ ВО ПГАУ, г. Пенза, РФ*

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИЕМОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ СЕЯЛКИ С-7,2ПМ4

В современных условиях при производстве зерновых культур особое внимание необходимо выделять правильному выбору машин и оборудования для производства любой сельскохозяйственной культуры, поэтому проведение производственных испытаний в условиях машиноиспытательных станций является важным элементом при выводе на рынок новых моделей техники [1].

Сеялка С-7,2ПМ4 (рисунок 1), далее сеялка, разработана для посева зерновых культур, среднесеменных бобовых (гороха, люпина и других), крестоцветных (рапса, редьки масличной), клевера, тимофеевки, люцерны и

других семян трав с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений.

Сеялка состоит из рамы, на которой слева и справа шарнирно крепятся две балки с сошниками, а в задней части третья сошниковая секция [2]. В передней части – прицепная рама с карданным валом и вентилятором центробежного типа с отводным воздушным рукавом для зернотуковых аппаратов.



Рисунок 1 – Сеялка С-7,2ПМ4 в агрегате с трактором МТЗ-82 в работе

В средней части рамы установлен двухсекционный бункер с зерновыми и туковыми высевальными аппаратами, расположенными в нижней его части.

На бункере по бокам слева и справа крепятся две распределительные головки с семяпроводами, соединяющимися с сошниками [3].

На боковых сошниковых балках шарнирно крепятся управляемые гидравлической системой трактора раскладывающиеся дисковые маркеры. Управление маркерами осуществляется гидроцилиндрами. В транспортном положении маркеры фиксируются упорами.

Сеялка комплектуется однодисковыми сошниками с копирующими колесами, двумя маркерами, семяпроводами и пружинными боронами [4].

Рама сеялки сварной конструкции и является несущей частью всех узлов, механизмов и систем. Для подъема-опускания рамы сеялки при выполнении технологического процесса посева, по ее бокам шарнирно крепятся два поворотных рычага с опорно-приводными колесами. Управление рычагами осуществляется гидросистемой трактора с помощью двух гидроцилиндров [5].

Сзади сошников на переходных рамках крепятся пружинные бороны. Для выравнивания поверхности поля за сошниками крепятся пружинные бороны, которые регулируются по глубине обработки почвы и углу атаки специальными упорами и ручками.

Прицепная рама предназначена для присоединения сеялки к трактору. На ней установлены: вентилятор с приводом, трубопроводы высокого давления, страховочная цепь и подставка [6].

Стальной бункер имеет два отсека и предназначен для семенного материала и гранулированных минеральных удобрений. Два семенных и два туковысевающих аппарата расположены в нижней части бункера. Бункер защищен от попадания посторонних предметов металлической сеткой и от дождевых осадков металлической крышкой. Под высевальными аппаратами крепятся эжекторы, соединенные с воздухом семяпроводами.

Условия испытаний. Испытания сеялки С-7,2ПМ4 проводились на полях ООО АПК «Комсомолец» Кинельского района Самарской области. Условия испытаний характеризовались как засушливые [7]. В период проведения испытаний влажность почвы не превышала 11,1%, и была значительно ниже требований НД (15-30%). Твердость почвы при этом составляла 1 МПа. Качество крошения взрыхленного слоя характеризовалось мелкокомковатой структурой, преобладали комки почвы размером от 1 до 10 мм (80,8%, по НД – не менее 50%). Отмечалось наличие фракции почвы размером свыше 50 мм (0,8%), недопустимой по НД, что не оказывало отрицательного влияния на качество посева. Почвы были однородными по механическому составу – чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Рельеф полей был ровным, микрорельеф – слабовыраженным [8].

Посевной материал при лабораторно-полевых испытаниях соответствовал ГОСТ на посевные качества семян. Условия испытаний определены по ГОСТ – 20915-2011 и ГОСТ-31345-2017.

Анализ агротехнической оценки. Лабораторно-полевые испытания сеялки С-7,2ПМ4 проводились на посеве озимой пшеницы с нормой высева 220 кг/га. В процессе испытаний сеялка агрегатировалась с трактором МТЗ-82. Испытания проведены на 2-х скоростях движения 9,0 и 10,0 км/ч. Проведенные испытания показали, что минимальная глубина заделки семян составила 27,8 мм (по ТУ – 20 мм). Максимальная глубина заделки семян составила 65,4 мм (по ТУ – 70 мм). При оптимальном заглублении сошников с установочной глубиной заделки семян 60 мм фактически получена средняя глубина заделки семян – 56,4–57,9 мм. При этом сеялка равномерно распределяет семена по глубине; семян, заделанных в слое средней фактической глубины и 2-х соседних односантиметровых слоях, было 89,2–87,2% (по ТУ – не менее 80%). Гребнистость поверхности поля после прохода сеялки (3,2–3,0 см) удовлетворяла требованиям НД (от 3 до 6). Ширина основных междурядий (14,6–14,7 см) соответствовала требованиям ТУ (15,0±1 см). Забивания и залипания рабочих органов почвой не наблюдалось [9, 10, 11].

Таким образом, сеялка С-7,2ПМ4 выполняет технологический процесс с качеством, удовлетворяющим требования ТУ и НД по всем агротехническим показателям.

Агротехническая оценка проведена по ГОСТ 31345-2017.

Библиографический список

1. Результаты стендовых испытаний сошника КСИЛ.273114.071/ М.А. Папшев, В.В. Шумаев, А.В. Кокойко и др. // Сб.: Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Материалы Международной научно-практической конференции. – Том 3 – Пенза : РИО ПГАУ, 2018. – С. 95-98.

2. Губанова, А.Р. Анализ характеристик сеялок/ А.Р. Губанова, В.В. Шумаев // Сб.: Инновационные идеи молодых исследователей

для агропромышленного комплекса России : Материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 66-69.

3. Исследование функциональной и принципиальной схем работы сошника/ М.А. Папшев, А.В. Мачнев, В.В. Шумаев, А.Р. Губанова // Сб.: Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 135-137.

4. Полевые исследования технологического процесса работы ячеисто-дискового высевающего аппарата с цилиндрами на упругодеформируемом кольце/ Н.П. Ларюшин, В.Н. Кувайцев, С.Д. Загудаев и др. // Современные проблемы науки и техники. – 2013. – № 4. – С. 366.

5. Шуков, А.В. Производственные испытания сеялки-культиватора ССВ-3.5/ А.В. Шуков, В.В. Шумаев // Сб.: Образование, наука, практика: инновационный аспект : Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 60-летию ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА». – Пенза : РИО ПГСХА, 2011. – С. 94-96.

6. Исследования комбинированного сошника для посева семян зерновых культур/ В.В. Шумаев, Е.А. Ларина, А.Р. Губанова, А.В. Кокойко // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2 (11). – Т.2. – С. 415-417.

7. Ларюшин, Н.П. Технология и средство механизации посева мелкосеменных масличных культур комбинированными сошниками сеялки. Теория, конструкция, расчет : Монография/ Н.П. Ларюшин, А.В. Шуков, В.В. Шумаев. – Пенза : РИО ПГАУ, 2018. – 178 с.

8. Губанова, А.Р. Анализ характеристик сеялок/ А.Р. Губанова, В.В. Шумаев // Сб.: Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 66-69.

9. Овтов, В.А. Сошник для рядового посева семян и удобрений с сводобообразующей косынкой/ В.А. Овтов, В.В. Шумаев, А.Р. Губанова // Сурский Вестник. – 2019. – № 2 (6). – С. 39-43.

10. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, А.Б. Пименов и др. // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. – 2010. – Вып. 11. – С. 45-49.

11. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. – № 07 (101). – С. 2062-2077. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>

К ВЫБОРУ ТИПА ОПОРНЫХ И ПРИКАТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ СОШНИКОВЫХ ГРУПП

Разнообразие предназначения и требуемых свойств обуславливает большие различия между применяемыми опорными и прикатывающими устройствами сошниковых групп в отношении их конструкции, размеров, соотношения ширины и диаметра, а также формопорной поверхности [1]. При разработке конструкций опорных и прикатывающих устройств сошниковых групп главным образом учитывают следующие требования:

- грузоподъемность, которая зависит в основном от давления воздуха в шине прикатывающего катка и его объема;

- прочность и гибкость кордного каркаса. Максимально допустимое давление воздуха в шине опорного (прикатывающего) катка зависит прежде всего от прочности каркаса. Гибкостью каркаса определяется допустимое минимальное давление воздуха или жесткость материала каркаса;

- сила тяги, которую опорные и прикатывающие устройства сошниковых групп должны обеспечивать. С этой точки зрения особо важными факторами являются формы опорных поверхностей, прочность боковых стенок и сопротивление сдвигу по окружности обода колеса;

- требования в отношении геометрической формы шины – например, ограниченная ширина шин для орудий, предназначенных для работы в качестве опорного или прикатывающего устройства и т. д.;

- возможность эксплуатации при низком давлении воздуха в опорном (прикатывающим) катке с целью предупреждения чрезмерного погружения в грунт и уменьшения сопротивления качению по мягкому грунту;

- износостойчивость и прочность на удар – качества, особенно важные для опорных (прикатывающих) катков, которыми оснащаются сеялки, при их эксплуатации на неровной каменистой почве.

- особые требования к протектору. Выбор рисунка протектора в основном диктуется необходимостью предупреждения таких нежелательных явлений, как забивание протектора липкой почвой, скольжение катка на влажной почве и т. д. [2].

Конструктивные различия опорных (прикатывающих) катков для сельскохозяйственной техники, определяются разницей в предъявляемых к ним требованиях. Пневматические опорно-приводные катки для прикатывания посевов должны обеспечивать плавный ход и при нормальных условиях не должны проскальзывать, а также при эксплуатации на мягкой почве должны обеспечивать меньшее сопротивление качению [3].

Выбор типа опорных (прикатывающих) катков диктуется условиями эксплуатации. К классу малых катков относятся полые не накачиваемые катки (полупневматические) и сплошные шины. Следует отметить, что в целях предупреждения сдвига по окружности обода колеса при большом тяговом усилии более широкие опорные (прикатывающие) катки должны накачиваться до давления воздуха не менее 110 кПа [4].

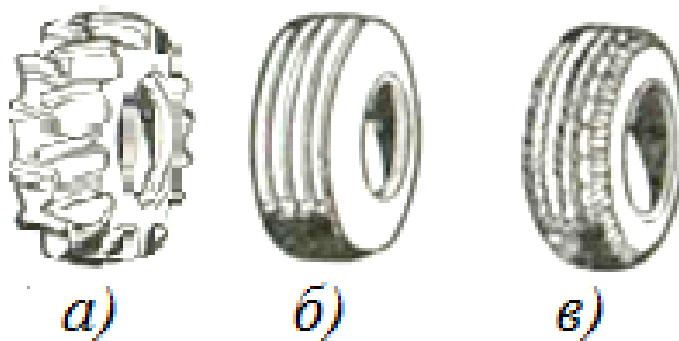


Рисунок 1 – Варианты типов протектора опорных (прикатывающих) катков сеялок

Вариантами типов протектора опорных (прикатывающих) катков. Протектор с грунтозацепами под малым углом к оси (рисунок 1, а). Грунтозацепы подобного протектора, который является видоизмененным вариантом протектора общего назначения, расположены под более острым углом к оси колеса (23° вместо $40\text{--}45^\circ$), благодаря чему несколько повышается сцепление на нелипких почвах, но одновременно усиливается склонность к забиванию промежутков между грунтозацепами. Катки с таким протектором вполне подходят для супесчаных почв, но не обеспечивают плавного привода зерно-туковысевающих аппаратов [5]. Катки сеялок обычно не предназначены для создания большого крутящего момента, поэтому основное назначение протектора шин этих катков предупреждать боковое скольжение. Кроме обычных протекторов с округлыми кромками (рисунок 1, б), часто встречаются зигзагообразные протекторы с острыми кромками (рисунок 1, в). Полу пневматические шины обычно имеют гладкий протектор.

Жесткие катки. Колеса, регулирующие заглубление, опорные колеса и т. п. по большей части представляют собой жесткие стальные колеса без шин. Имеются следующие существенные различия между жесткими колесами и колесами с шинами на мягкой почве сопротивление качению жесткого колеса больше сопротивления качению колеса с шиной сопоставимых размеров, жесткие колеса отличаются наибольшей стабильностью характеристик, качение жестких колес, неспособных поглощать энергию удара, особенно по твердому грунту, сопровождается сильными толчками, жесткие колеса не могут «самоочищаться» подобно колесам с шинами, поэтому их часто оснащают скребками, жесткие колеса отличаются высокой надежностью и не требуют особого ухода [6].

Жесткие колеса могут иметь ободы разной формы. Профиль их чаще всего бывает симметричным с закругленными краями, посередине обода проходит продольный сварной шов. Иногда для особых целей применяются колеса с несимметричным профилем. По окружности колеса может проходить тонкое сильно выступающее кольцо, которое проникает в почву для большего сопротивления боковым силам или обеспечивает лучшее управление [7, 10, 11].

Жесткие катки со сплошной поверхностью часто используются для контроля за глубиной посева, для прикатывания почвы. В общем случае напряжения в пределах площади контакта жесткого катка с почвой гораздо меньше напряжений, возникающих при контакте с почвой шины катка [8, 12].

Катки, которые являются системой из нескольких колес, используются для прикатывания почвы за стерневыми сеялками. На общей оси несколько колес образуют подобие катка. Колеса могут вращаться независимо один от другого, что обеспечивает до некоторой степени самоочищение и позволяет легко выполнять повороты.

Различают два основных типа таких катков [9, 13, 14]:

- с близко расположенными колесами. Ободы колес могут быть в форме буквы V или зубца;

- с одиночно расположенными колесами. К этой группе относят многие виды катков, особенно предназначенные для уплотнения нижних слоев почвы при посеве.

Таким образом, можно сделать вывод, что для привода туковысевающих аппаратов целесообразно применять системы из нескольких катков при прикатывании почвы за сеялками, используя шины с грунтозацепами, а для контроля за глубиной посева, целесообразнее применять одиночные катки с грунтозацепами, поскольку данный тип обеспечивает их самоочищение.

Библиографический список

1. Полевые исследования технологического процесса работы ячеисто-дискового высевающего аппарата с цилиндрами на упругодеформируемом кольце / Н.П. Ларюшин, В.Н. Кувайцев, С.Д. Загудаев и др. // Современные проблемы науки и техники. – 2013. – № 4. – С. 366.

2. Шуков, А.В. Производственные испытания сеялки-культиватора ССВ-3.5/ А.В. Шуков, В.В. Шумаев // Сб.: Образование, наука, практика: инновационный аспект : Материалы Международной научно-практической конференции посвящённой 60-летию ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА». – Пенза : РИО ПГСХА, 2011. – С. 94-96.

3. Пат. РФ №2399187, МКИЗ А01С 7/20. – Сошник для разбросного посева семян и удобрений/ Ларюшин Н.П., Суцев С.А., Лапин В.В. и др. – Оpubл. 20.09.2010; Бюл. № 26.

4. Шумаев, В.В. Новый комбинированный сошник для поуровневого посева семян и внесения удобрений/ В.В. Шумаев, А.Р. Губанова, А.В. Кокойко // Сб.: Инновационные идеи молодых исследователей

для агропромышленного комплекса России : Материалы Международной научно-практической конференции. – Том 3. – Пенза : РИО ПГАУ, 2018. – С. 136-139.

5. Исследование функциональной и принципиальной схем работы сошника/ М.А. Папшев, А.В. Мачнев, В.В. Шумаев, А.Р. Губанова // Сб.: Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 135-137.

6. Губанова, А.Р. Анализ характеристик сеялок/ А.Р. Губанова, В.В. Шумаев // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 66-69.

7. Овтов, В.А. Сошник для рядового посева семян и удобрений с сводобообразующей косынкой/ В.А. Овтов, В.В. Шумаев, А.Р. Губанова // Сурский Вестник. – 2019. – № 2 (6). – С. 39-43.

8. Исследования комбинированного сошника для посева семян зерновых культур/ В.В. Шумаев, Е.А. Ларина, А.Р. Губанова, А.В. Кокойко // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2 (11). – Т.2. – С. 415-417.

9. Ларюшин, Н.П. Технология и средство механизации посева мелкосеменных масличных культур комбинированными сошниками сеялки. Теория, конструкция, расчет : Монография/ Н.П. Ларюшин, А.В. Шуков, В.В. Шумаев. – Пенза : РИО ПГАУ, 2018. – 178 с.

10. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 06 (120). – С. 375-398. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>

11. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. // Рязань, 2015.

12. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. – Рязань, 2014.

13. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции 20–22 ноября 2013 г. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – С. 110-114.

14. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. – № 07 (101). – С. 2062-2077. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>

УДК 631.173.6

*Зайцев В.Н.,
Колупаев С.В., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КПП С ДВУМЯ СЦЕПЛЕНИЯМИ АВТОМОБИЛЕЙ КОНЦЕРНА VAG

Многие производители комплектуют свои автомобили трансмиссиями двух видов – с механической и с автоматической (гидротрансформаторная вариатор и роботизированная) коробкой передач, благодаря тому потребитель имеет возможность выбрать свой вариант с учетом финансовых возможностей и среды эксплуатации автомобиля [1, 5, 6].

По сравнению с гидротрансформаторной автоматической коробкой передач, DSG расходует почти на 20% меньше топлива [2, 7, 8].

Семи ступенчатая КПП DSG с двойным сухим сцеплением более динамична, чем однодисковая механическая коробка передач, при этом она обеспечивает комфорт автоматической КПП.

КПП этого типа имеют ярко выраженную спортивную динамику и дополнительно обеспечивают более высокий КПД по сравнению с классическими АКПП. За счёт применения ряда уникальных инженерных решений обеспечено уменьшение расхода топлива, в том числе и в сравнении с механическими коробками передач [3, 4, 9, 10].

К особенностям конструкции коробки передач DSG относятся:

- до семи передач вперед и одна передача движения назад;
- до 4-х валов и дополнительно один вал для передачи заднего хода;
- автоматическое и секвентальное (Tiptronic) переключение. (Tiptronic – это система позволяет управлять выбором передач вручную, посредством рычага селектора или кнопок на рулевом колесе (в зависимости от комплектации ТС);
- модульная конструкция КП – сцепление, блок Mechatronik и собственно коробка передач выполнены в виде отдельных модулей, (рисунок 1);
- несколько масляных систем для блока Mechatronik и механической части КП;
- отсутствие радиатора охлаждения масла.

КПП типа DSG по конструкции представляют из себя классическую механическую коробку передач. В коробке предусмотрены два ряда передач (1-3-5 и 2-4-6), для каждого из которых предусмотрены отдельные механизмы сцепления: Делительный механизм 1 – сцепление K1, делительный механизм

2 – сцепление. Коробка передач DSG конструктивно состоит из двух первичных и трех вторичных валов (третий вторичный вал необходим для передачи заднего хода). Сцепление K1 служит для передачи силового потока на первый ряд передач, на «нечетные» передачи: 1-я, 3-я, 5-я и 7-я.

Сцепление K2 предназначено для передачи силового потока на второй ряд передач, соответственно «четные» передачи: 2-я, 4-я, 6-я и передачу заднего хода.

Управление сцеплениями осуществляется блоком Mechatronik на шестернях передач КПП DSG предусмотрен стандартный механизм синхронизации и переключения передач как в обычных механических КПП концерна VAG.

При работе КПП одновременно включены две передачи (находятся в механическом зацеплении шестерни двух передач) – по одной в каждом ряду. При этом поток мощности передается только на одну передачу посредством сцепления, только одна передача находится в состоянии взаимосвязи с коленчатым валом двигателя. Для переключения передач незаметных для водителя (реализация принципа переключения передач без разрыва потока мощности) во втором ряду уже включена передача (повышающая или понижающая относительно работающей), поскольку сцепление этой передачи разомкнуто [11, 12].

Переключение между рядами происходит путём выключения одного фрикциона сцепления и одновременного включения фрикциона. Данный процесс осуществляется плавно и настроен специальным образом, чтобы при переключении не происходило разрыва потока мощности, передаваемого колеса автомобиля.

Для реализации работы этих КПП требуется двухмассовый маховик, устанавливаемый на валу двигателя, а от него, через разъемное шлицевое соединение, на входную ступицу сцепления.

Сдвоенное сцепление, как и обычных КПП, расположено в картере сцепления (кожухе). Модуль сцепления состоит из двух фрикционных ведомых дисков, объединённых в один блок.

Крутящий момент от двигателя передаётся через двухмассовый маховик на один из дисков сдвоенного сцепления. Каждый из дисков установлен на своём первичном валу и при не включённой передаче свободно вращается, не взаимодействуя с маховиком двигателя. При включении передачи одно из двух сцеплений начинает передавать крутящий момент от ведущего диска на соответствующий диск сцепления (ведомый диск сцепления) и далее на соответствующий первичный вал.

Сцепление может быть только в двух возможных положениях:

- при неработающем двигателе и в режиме холостого хода оба диска сцепления вращаются свободно;
- в режиме движения замкнут только диск работающей передачи.

Нажимной диск прижимает диск сцепления к маховику двигателя, таким образом, осуществляется передача крутящего момента на первичный вал КПП.

Рычаг выключения сцепления приводится в действие через специальный клапан который встроен в делительный механизм и приводится в действие с помощью гидравлического исполнительного механизма.

При приведении в действие рычага выключения сцепления выжимной подшипник перемещается, преодолевая усилие диафрагменной пружины. Поскольку диафрагменная пружина опирается на корпус сцепления, нажимной диск прижимается к ведущему диску и обеспечивает передачу крутящего момента на первичный вал.

Управление работой роботизированной КПП DSG осуществляется блоком управления (мозгами) - модулем Mechatronik, который установлен в картере коробки передач.

Mechatronik — это блок управления, центральный модуль отличающий эти коробки от МКПП. В нём обрабатываются сигналы всех датчиков которые необходимы для управления работой этой роботизированной КПП, а также управляющие сигналы сигналы других блоков управления автомобиля. На основании сигналов от датчиков и по результатам их обработки блок Mechatronik осуществляет управление работой роботизированной КПП.

Благодаря применению всего выше описанного КПП типа DSG сочетают в себе комфорт управления автомобиля с автоматической трансмиссией при меньшем расходе топлива и меньшей стоимости автомобиля.

Библиографический список

1. Гребенников, А.С. Диагностирование автотракторных двигателей динамическим методом/ А.С. Гребенников. – Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 2002. – 196 с.

2. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Сб.: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : Материалы II Международной научно-производственной конференции. – Пенза, 2009. – С. 135-138.

3. Кокорев, Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1 (14). – С. 39-43.

4. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2012. – № 07 (081). – С. 480-490.

5. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания/ Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 161 с.

6. Кокорев, Г.Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Вестник МГАУ. – 2009. – № 3. – С. 72-75.

7. Алгоритмические особенности автоматизации измерения степени идентичности последовательных циклов и устойчивости работы ДВС по неравномерности вращения коленчатого вала/ А.М. Лукин, В.И. Хавкин, В.К. Яровой // Двигателестроение. – 1984. – № 4. – С. 24-26.

8. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань : РГАТУ, 2013. – 187 с.

9. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.

10. Успенский, И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования/ И.А.Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сб. научных работ студентов РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Рязань, 2011. – Т. 1. – С. 263-269.

11. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции 20–22 ноября 2013 г. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – С. 110-114.

12. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. – № 07 (101). – С. 2062-2077.

УДК 62-233.21-13

*Захаров Д.А.,
Карташов А.А., к.т.н.,
Москвин Р.Н., к.т.н.
ФГБОУ ВО ПГУАС, г. Пенза, РФ*

ОБЗОР МЕТОДОВ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ ГИБКОГО РОТОРА НА МНОГОСЛОЙНЫХ ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

Смазка в подшипниках скольжения имеет большое значение. Роль масляной пленки заключается в восприятии нагрузки между валом и подшипником. Целью является снижение до минимума трения и износа, что обеспечивает создание экономичных условий. Правильное использование вязкостных соотношений имеет первостепенную важность для обеспечения безопасного функционирования подшипников скольжения.

Сложные условия эксплуатации современных машин резко повысили требования к смазочным материалам. В результате этого получила дальнейшее

развитие теории смазочного действия, особенно при граничном трении. Возникла необходимость глубокого изучения механизмов и закономерностей механического и физико-химического действия смазок различного состава при различных условиях трения.

Простейшую модель ротора, представляющую собой симметричный упругий невесомый вал с подшипниками в концевых сечениях и диском, закрепленным в среднем поперечном сечении, называют моделью Джеффкотта. Эту модель, позволяющую, в отличие от «автономной опоры», учесть упруго-массовые свойства вала, часто используют при аналитических и численных исследованиях динамики роторов на подшипниках с одним смазочным слоем, выполненных, например, в работах [5, 6, 7]. Модель ротора на подшипниках с плавающими втулками использована в работах [8, 9]. В первой из них вал принят абсолютно жестким, во второй – упругим.

При построении моделей роторов сложной конструкции обычно применяют метод конечных элементов (МКЭ). Учитывать достаточно сложную геометрию такой конструкции удобно с использованием МКЭ. Поэтому значительная часть работы М.Ю. Темиса [10] посвящена разработке алгоритмов и методов построения конечноэлементной модели вала с n дисками. Однако в расчетной части ее работоспособность продемонстрирована на модели симметричного упругого вала, содержащего в среднем сечении либо один диск, либо одну сосредоточенную массу, то есть, на моделях, не требующих применения метода конечных элементов.

В работе В.Г. Луканенко был использован метод сосредоточенных параметров [11], однако осталось неясным, как определены сосредоточенные массы дискретной модели ротора. В работе Ли [12] массы дискретной модели приняты «равными массам окружающих пролетов вала», однако отсутствие сопоставления собственных частот и форм дискретной и континуальной моделей оставило открытыми вопросы точности построенной пятимассовой модели ротора. Преимущество метода сосредоточенных параметров заключается в том, что он, по сравнению с МКЭ, позволяет обеспечить высокую степень динамического подобия дискретной и континуальной моделей при минимально возможном числе сосредоточенных масс [13] и на порядок уменьшить размерность задачи.

Помимо теоретических расчетов проводятся исследования динамики роторов турбокомпрессоров в рабочем режиме. Рассмотрим нагрузки, действующие при этом на ротор турбокомпрессора. Причины колебаний роторов ТК весьма разнообразны. Наиболее известны следующие возбуждающие силы [14]: силы инерции, обусловленные неуравновешенностью масс ротора и вибрациями основания; силы тяжести ротора; усилия от давлений газа и воздуха на колесах турбины и компрессора; силы, действующие на опорные поверхности цапф со стороны смазочных слоев.

Известно, что воздействие газа, расширяющегося в рабочих каналах турбин, и воздуха, сжимаемого в компрессорной части, в первую очередь, приводит к возбуждению колебаний лопаток. Эти колебания, хотя и

передаются ротору, но, вследствие относительно больших собственных частот лопаток [15, 17], приводят к возбуждению его колебаний с пренебрежимо малыми амплитудами. Так, собственные частоты лопаток ротора турбокомпрессора ТКР-8,5С составляют порядка 8 000 – 10 000 Гц, а рабочая частота вращения ротора не превышает 70 000 об/мин (1167 Гц). Воздействие газовых сил может приводить и к автоколебаниям лопаток (помпажу). Так, при испытаниях образцов турбокомпрессоров ТКР-8,5 на стенде приемосдаточных испытаний наблюдалось значительное увеличение уровня вибраций при оборотах, превышающих 80 000 об/мин, не связанное с конструкцией подшипников. Далее авторы высказали предположение, что увеличение уровня вибраций обусловлено процессами в турбинной и компрессорной частях турбокомпрессора. Однако, как отмечено С.И. Сергеевым [15], часто трудно однозначно установить причину возбуждения автоколебаний и определить, обусловлено ли их появление действием смазочного слоя или гидромеханических сил со стороны перерабатываемой среды. Видимо, по этой причине, в рассмотренных отечественных и зарубежных расчетных работах по динамике роторов ТК на подшипниках с плавающими втулками усилия от давлений газа и воздуха на колесах турбины и компрессора не учитывают.

Таким образом, при расчетах динамики ротора на подшипниках скольжения с плавающими втулками обычно учитывают: центробежные силы инерции, вызванные неуравновешенностью ротора; силы тяжести ротора; нагрузки, обусловленные случайными вибрациями основания; силы, действующие на опорные поверхности цапф со стороны смазочных слоев. Для расчета последних необходимо применение специальных методов.

В создании методов расчета реакций смазочного слоя подшипника скольжения фундаментальную роль сыграли Н.П. Петров и О. Рейнольдс. Независимо друг от друга они исследовали так называемый гидродинамический эффект, суть которого заключается в том, что вал при эксцентричном положении в подшипнике и достаточной частоте вращения действует как насос и непрерывно нагнетает масло в суживающуюся часть зазора, что приводит к появлению давлений в смазочном слое. Самоподдерживающийся процесс создания давлений в масляной пленке носит название гидродинамической смазки. Благодаря этому эффекту при соблюдении определенных условий ротор «всплывает» на смазочном слое и не происходит контакта между поверхностями подшипника и вращающегося ротора при действии на него внешних нагрузок.

Эпюру избыточных гидродинамических давлений в тонком смазочном слое опоры скольжения чаще всего находят из решения дифференциального уравнения Рейнольдса [4] с переменными коэффициентами в частных производных второго порядка:

$$\frac{1}{r^2} \cdot \frac{\delta \sigma}{\delta \varphi} \cdot \left(\frac{h^3 \rho}{12\mu} \cdot \frac{\delta \rho}{\delta \varphi} \right) + \frac{\delta}{\delta z} \left(\frac{h^3 \rho}{12\mu} \cdot \frac{\delta \rho}{\delta z} \right) = \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} \cdot \frac{\delta}{\delta \varphi} \cdot (h\rho) + \frac{\delta}{\delta t} \cdot (h\rho), \quad (1)$$

где r – радиус цапфы, φ , z – угловая и осевая координаты точки смазочного слоя, h , ρ – толщина смазочного слоя и гидродинамическое

давление, ρ , μ , – плотность и вязкость жидкости, t – время, ω_1 и ω_2 – угловые скорости цапфы и втулки.

Функция $h(\varphi, z, t) = h_0(\varphi, z) - e(t) \cdot \cos(\varphi - \delta(t))$ распределения толщины смазочного слоя [4] зависит от установочного зазора $h_0(\varphi, z)$ (расстояния между поверхностями цапфы и подшипника при совпадении их осей), величины смещения $e(t)$ центра цапфы относительно центра подшипника, и величины угла $\delta(t)$, определяющего положение линии, которая соединяет геометрические центры цапфы и подшипника. Величины $e(t)$ и $\delta(t)$ определяют из решения системы уравнений движения элементов ротора (колес, цапф и втулок) и при решении уравнения Рейнольдса полагают известными. Таким образом, система уравнений движения ротора и уравнения Рейнольдса оказываются взаимосвязанными через положение цапфы в подшипнике (толщину $h(\varphi, z, t)$ смазочного слоя) и гидродинамические реакции смазочных слоев.

Точность расчета поддерживающих сил (реакций смазочных слоев) определяется учетом реологических свойств жидкости, в частности величиной динамической вязкости μ и ее зависимостью от температуры. Очевидно, что гидродинамическое трение в смазочном слое приводит к повышению температуры смазочного масла $T(t)$, а подача масла через источники и его утечка в торцы – к снижению $T(t)$ [1, 2, 3, 4]. Также на температуру смазочного материала влияет теплоотвод через вал, втулку и корпус, режим течения масла в окружных источниках, шероховатость и многое другое. При учете этих факторов методы расчета гидродинамических давлений дополняют методами решения термогидродинамической задачи. Определение теплового состояния подшипника возможно при совместном решении уравнения Рейнольдса и уравнения энергии. Однако, в работах [2, 4] показано, что для задач динамики роторов допустимо использовать упрощенный подход, основанный на использовании уравнения теплового баланса и понятия среднеинтегральной температуры смазочного слоя.

Ротор совместно с подшипниками скольжения образует единую колебательную систему. Однако эта система неоднородна и состоит из двух резко отличающихся друг от друга частей – ротора и подшипников скольжения. С одной стороны, воздействие смазочного слоя на цапфы ротора проявляется в виде сил, направление которых не совпадает с перемещением цапфы. С другой – на подшипники со стороны ротора действуют силы инерции и упругого сопротивления, достаточно легко рассчитываемые при известных реакциях смазочных слоев, а внутреннее трение мало по сравнению с вязким трением в жидкостной смазке. Поэтому «целесообразно отделять металлическую часть (ротор) от жидкостной (подшипники скольжения) и изучать движение всей системы как связанные движения двух подсистем» [15, 16]. Для расчета динамики ротора на подшипниках скольжения с плавающей втулкой выполняют пошаговое интегрирование уравнений движения от начальных условий до установления колебаний, последовательно решая на каждом шаге по времени две задачи:

- задачу гидродинамической теории смазки с целью определения реакций смазочных слоев, нелинейно зависящих от перемещений и скоростей элементов ротора, соприкасающихся со смазочным слоем (цапф и втулок), от геометрических размеров подшипника и от свойств жидкости. Для ее решения используют представленные выше методы гидродинамической теории смазки;

- задачу динамики ротора, нагруженного реакциями смазочных слоев, силами собственного веса и центробежными силами инерции, вызванными неуравновешенностью его масс, с целью определения перемещений и скоростей цапф и втулок. Ее решение получают с использованием приведенных выше упруго-массовых моделей ротора.

Библиографический список

1. Бояршинова, А.К. Разработка метода гидродинамического и теплового расчета опор с плавающими невращающимися втулками : дис. ... канд. техн. наук/ А.К. Бояршинова. – Челябинск, 1993. – 185 с.

2. Задорожная, Е.А. Совершенствование и расширение области применения метода расчета динамики и гидромеханических характеристик опор скольжения с плавающими втулками : дис. ... канд. техн. наук/ Е.А. Задорожная. – Челябинск, 2002. – 170 с.

3. Многосеточные алгоритмы интегрирования уравнения Рейнольдса в задачах динамики сложнонагруженных подшипников скольжения/ В.Н. Прокопьев, А.К. Бояршинова, Е.А. Задорожная, А.С. Фишер // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2005. – № 5. – С. 16-21.

4. Прокопьев, В.Н. Прикладная теория и методы расчета гидродинамических сложнонагруженных опор скольжения : дис. ... д-ра. техн. наук/ В. Н. Прокопьев. – Челябинск, 1985. – 455 с.

5. Кельзон, А.С. Динамика роторов в упругих опорах/ А.С. Кельзон, Ю.П. Циманский, В.И. Яковлев. – М. : Наука, 1982. – 280 с.

6. Сергеев, С.И. Динамика криогенных турбомашин с подшипниками скольжения/ С. И. Сергеев. – М. : Машиностроение, 1973. – 392 с.

7. Gash, R. Rotordynamik/ R. Gasch, R. Nordmann, H. Pfutzner. – Germany : Springer, 2007. – 705 p.

8. Boyaci, A. Analytical bifurcation analysis of a rotor supported by floating ring bearings/ A. Boyaci, H. Hetzler, W. Seemann, C. Proppe, J.Wauer // Nonlinear Dynamics. – September, 2009. – Vol. 57, № 4. – P. 497–507.

9. Танака Характеристики устойчивости подшипников с плавающей втулкой/ Танака, Хори // Тр. америк. о-ва инженеров-механиков. Проблемы трения и смазки. – 1972. – № 3. – С. 55–67.

10. Темис, М.Ю. Математическое моделирование упругогидродинамического контакта в подшипниках скольжения при нелинейных колебаниях роторов : дис. ... канд. техн. наук/ М.Ю. Темис. – М., 2006. – 208 с.

11. Луканенко, В.Г. Динамика роторов на упругодемпферных опорах и разработка средств повышения вибробезопасности машин : автореф. дис. ... д-ра техн. наук/ В.Г. Луканенко. – Самара : Изд-во СГАУ, 2002. – 31 с.

12. Ли Динамика ротора на подшипниках с плавающей втулкой/ Ли // Тр. америк. о-ва инженеров-механиков. Проблемы трения и смазки. – 1982. – № 4. – С. 34-42.

13. Слива, О.К. Метод сосредоточенных параметров и его применение в исследовании колебаний рабочих лопаток турбомашин : дис. ... канд. техн. наук/ О.К. Слива. – Харьков, 1967. – 218 с.

14. Сергеев, С.И. Демпфирование механических колебаний/ С.И. Сергеев. – М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1959. – 408 с.

15. Сергеев, С.И. Динамика криогенных турбомашин с подшипниками скольжения/ С.И. Сергеев. – М. : Машиностроение, 1973. – 392 с.

16. Анализ методов разработки технических систем/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Материалы III Международной научной конференции. – Саратов : Издательский дом «Райт-ЭКСПО», 2016. – С. 74-78.

УДК 631.372

*Канаев А.В.,
Савельев А.П., д.т.н.
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П.Огарева», г. Саранск, РФ*

СНИЖЕНИЕ ШУМА В УЗЛАХ ТРАКТОРОВ

Шум различной интенсивности возникает в процессе работы большинства тракторов и является причиной быстрой утомляемости и снижения работоспособности операторов. Длительное воздействие звука высокой интенсивности на человека приводит к потере слуха и инвалидности. В настоящее время требования, предъявляемые к шуму, возникающему при работе трактора, ужесточены. ГОСТ 12.1.003–83 [2, 7] и СанПиН 2.2.4.548-96 [3], приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н [4] установлен допустимый уровень звукового давления внутри кабины трактора, который составляет 80 дБА.

Работоспособность коробки передач стоит на втором месте после двигателя. Трансмиссия – сложный и технологичный агрегат, состоящий из множества деталей, которые в процессе работы и по мере износа могут создавать повышенный шум и паразитную вибрацию. Без правильно функционирующего узла трансмиссии, дальнейшая эксплуатация транспортного средства становится невозможной.

Существуют следующие способы снижения шума: оборудование шумоизолированными кабинами, ограждение двигателей капотами с улучшенными звукоизолирующими и звукопоглощающими свойствами. Используются более эффективные глушители шума выхлопа и всасывания.

Обычная стальная кабина, рационально спроектированная с большой площадью окон, может обеспечить снижение уровня шума на рабочем месте оператора на 30 дБ. Но, если по компоновочным или другим причинам не удалось обеспечить установочных нормативов по уровню шума на рабочем месте, акустические характеристики кабины можно улучшить с помощью следующих мер: увеличить толщину металлического листа нижней части передней стенки кабины в зоне установки педалей (подвесных) или установить в этой зоне двойные листы меньшей толщины; усилить жесткость передних и боковых стоек, а также крепления стекол между стойками и крышей. Основная шумопередающая поверхность в кабине пол. Поэтому необходимо герметизировать пол, изолировать его и размещенные на нем органы управления от рамы или остова, покрыть шумопоглощающим ковриком из тяжелой и плотной резины. Уровень шума на рабочем месте оператора существенно зависит от наклона стенок кабины, а также от способа крепления стекол и панелей. Во всех случаях следует избегать строго параллельных поверхностей, создающих в кабине эффект реверберации [5, 8, 9].

К основным мероприятиям по пассивной шумозащите относят ослабление шума, передающегося посредством твердых сред, звукоизоляцию, вибродемпфирование и звукопоглощение. Первые два мероприятия нацелены в основном на отражение вибрационной и акустической энергии в направлении источника. Следующие мероприятия необходимы для усиления рассеивания вибрационной и акустической энергии посредством ее превращения в тепло.

Звукоизоляция необходима для ослабления передачи шума в воздушной среде. Для этого устанавливаются препятствия между источником шума и участком, куда его проникновение нежелательно. Такие мероприятия особенно важны, если источник и приемник шума находятся в разных средах. Для звукоизоляции используют защитные экраны, переборки, стенки и т. п.

Исходя из причин возникновения шума в работе зубчатых передач, существуют конструктивные и технологические методы снижения шума [1, 3, 4, 10, 11].

К конструктивным методам можно отнести методы связанные с совершенствованием конструкции зубчатых колес, которые позволяют устранить удары и вибрации при зацеплении пар зубьев.

Среди технологических методов снижения шума в работе зубчатых передач рассмотрим основные технологические операции отделочной обработки зубьев. Как рассматривалось ранее, основное влияние на шум зубчатой передачи оказывает точность и качество поверхностей зубьев. Уменьшение шума зубчатой передачи для незакаленных зубчатых колес наиболее эффективно можно обеспечить шевингованием. При этом значительно уменьшаются погрешности окружного шага, направления зуба и отклонения профиля зуба. Для закаленных зубчатых колес наиболее эффективным и производительным методом борьбы с шумом является зубохонингование, обеспечивающее снижение шума передачи на 2–4 дБ. Зубошлифование обеспечивает наиболее высокую точность параметров

зубчатого венца и наименьший уровень шума передачи. Однако данный метод наименее производителен [5, 12].

С возрастанием срока службы шум тракторов усиливается, что вызвано увеличением зазоров, появлением люфтов вследствие износа, повышением шумности двигателя.

Проблему износа коробки передач можно решить несколькими способами, одним из самых распространённых среди которых считается применение специальных противоизносных препаратов. С их помощью можно устранить некоторые проблемы, продлить срок службы коробки передач и избежать дорогостоящего ремонта трансмиссии. Различные типы присадок подходят для разных проблем, поэтому подбирая ее важно точно определить, что гудит в коробке.

Для КПП существуют следующие типы присадок [6, 13]. Депрессаторные присадки используются для уменьшения воздействия окружающей среды на трансмиссионное масло и повышения его эксплуатационных характеристик.

Противозадирные присадки уменьшают трение деталей и повышают их износостойкость. Их можно добавлять на любом этапе эксплуатации масла.

Антикоррозионные присадки снижают влияние негативных факторов на металлические элементы и замедляют процессы окисления масла.

Герметизирующие присадки добавляются в случаях протекания масла через сальники. Они заполняют микротрещины в уплотнителях и восстанавливают их эластичность.

Очистительные присадки применяют за два-три дня до плановой замены масла. Они очищают механизм от нагара и окалины.

Ревитализаторы добавляют когда уже слышен шум со стороны КПП. Они устраняют посторонние звуки посредством заполнения образовавшихся трещин в деталях. Такие присадки не рекомендуется использовать в целях профилактики износа, что доказано многочисленными испытаниями. Эти материалы разработаны для экстренного применения.

В зависимости от состава и свойств трансмиссионных присадок, они могут выполнять разные задачи:

- защищать от окислительных процессов масла;
- замедлять старение смазки;
- обеспечивать более плотное обволакивание деталей коробки;
- противостоять ржавчине и коррозии;
- увеличивать срок службы узлов КПП;
- загущать масло при повышении его температуры;
- оказывать моющих и диспергирующий эффект, противостоя образованию отложений;
- увеличивать устойчивость смазывающего материала к пониженным температурам;
- предотвращать образование пены в масле.

Некоторые присадки следует использовать на постоянной основе, чтобы поддерживать работоспособность деталей коробки передач. Другие подходят

для экстренного применения, чтобы быстро справиться с возникшей проблемой. Не всегда стоит ждать от присадки мгновенного эффекта. Есть множество добавок, которые вступают в реакцию и проявляют себя через некоторое количество пройденных километров. Их действие завязано на физико-химических процессах.

На этапе профилактического использования присадки предотвращают шум посредством снижения износа деталей и обеспечения плавности их движения.

При уже появившихся посторонних звуках присадки заполняют имеющиеся зазоры и трещины, уменьшают трение элементов, восстанавливают небольшие повреждения. Но следует учитывать, что присадки не могут полностью восстановить детали трансмиссии, а только снижают дальнейший износ и предупреждают последующее повреждение деталей.

Противошумные присадки параллельно решают еще ряд задач:

- повышают эффективность работы масляных насосов;
- частично восстанавливают поврежденные поверхности;
- увеличивают ресурс коробки передач;
- восстанавливают упругость резиновых элементов.

В состав антифрикционных присадок входят силикатные соединения, образующие на поверхностях деталей коробки передач, уникальный защитный слой металлокерамики.

Основное отличие присадок состоит в уникальном химическом составе действующего вещества. В состав некоторых входят: керамика в жидком состоянии плюс молекулы кремния. Микротрещины, образующиеся на металлических поверхностях узлов и деталей коробки передач, быстро заполняются сверхпрочным металлокерамическим веществом, в местах появления шероховатостей происходит идеальное выравнивание. Даже после длительной эксплуатации транспортного средства, когда многие детали коробки передач утратили первоначальный вид, добавочный материал способен восстановить их форму и прежние технические характеристики. Основой других продуктов является химическое соединение под названием дисульфид молибдена. Хотя каждый производитель предлагает уникальный состав, если не вдаваться в подробности, общий принцип работы заключается в создании на трущихся поверхностях особого слоя, чтобы снизить трение и обеспечить защиту нагруженных деталей.

Таким образом, при целевом решении задачи снижения уровня шума до нормативных значений есть достаточно апробированных методов. Поэтому необходимо подобрать оптимальный перечень мероприятий для снижения шума.

Библиографический список

1. Лыков, А.В. Исследование шума в работе зубчатых передач и способов его устранения/ А.В. Лыков, А.М. Лахин // ИНЖЕНЕР. – № 1 (21). – Донецк : ДонНТУ, 2016. – С. 146-148.

2. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200291>

3. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>

4. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (с изменениями и дополнениями). – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70583958/>

5. Конструктивные решения по снижению уровня шума в кабине. – Режим доступа: <http://ga-avto.ru/kabinytraktora/16.html>

6. Присадка в КПП от шума: как она работает и как правильно выбрать. – Режим доступа: <https://mirsmazok.ru/transmissionnye-masla/prisadka-v-kpp-ot-shuma-kak-ona-rabotaet-i-kak-pravilno-vybrat/>

7. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2015. – № 04 (108). – С. 1058-1071. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/78.pdf>

8. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

9. Повышение эффективности перевозок плодоовощной продукции в АПК/ Н.В. Бышов и др. // Сельский механизатор. – 2016. – № 5. – С. 38-40.

10. Проблемы и технические решения использования высокопроизводительной транспортной сельскохозяйственной техники/ И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 949-974.

11. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции 20–22 ноября 2013 г. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – С. 110-114.

12. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 07 (101). – С. 2062-2077. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>

13. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №102. – С. 417-431. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

УДК 631.314.4

*Киргизов Х.Т., к.т.н.
НамИСИ, г. Наманган, Узбекистан*

УГОЛ УСТАНОВКИ ПОЧВОСДВИГАЮЩЕЙ ПЛАСТИНКИ К НАПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯ

Почвосдвигающая пластинка должна обеспечить перемещение в сторону перерезанных полкой плоскорежущей лапы корней и остатков растений без сгруживания их перед рабочим органом. Для этого необходимо обеспечить свободное скольжение растений по рабочей поверхности почвосдвигающей пластинки [1, 3, 4].

Условия скольжения корней и остатков растений определяется следующим неравенством [2, 5, 6, 7]:

$$\beta_{\text{п}} < (\pi/2 - \varphi_{\text{к}}) \quad (1.1)$$

где $\beta_{\text{п}}$ – угол установки почвосдвигающей пластинки к направлению движения, град;

$\varphi_{\text{к}}$ – угол трения корней и остатков растений по рабочей поверхности почвосдвигающей пластинки, град.

Однако из условия (1.1) следует, что при заданном значении угла трения, угол $\beta_{\text{п}}$ можно выбрать равной величины, лишь бы он был меньше угла $\pi/2 - \varphi_{\text{к}}$. Следовательно, эта зависимость имеет односторонний характер и поэтому не дает оптимального соотношения между углами $\beta_{\text{п}}$ и $\varphi_{\text{к}}$, обеспечивающего такие условия работы, при которых вероятность скопления корней и остатков растений перед почвосдвигающей пластинкой была минимальной [8, 9, 10].

Значение угла $\beta_{\text{п}}$, при котором обеспечиваются вышеотмеченные условия работы, т.е. вероятность скопления корней и остатков растений будет минимальна, можно определить из условия минимального времени скольжения их по рабочей поверхности почвосдвигающей пластинки [11, 12, 13]. Пусть почвосдвигающая пластинка перемещается из положения I в положение II (рисунок 1).

При этом растение или его корень, находившийся в начале движения в точке A , перемещаясь по направлению равнодействующей силы R (нормальной силы N и силы трения F) в точке B_1 сходит почвосдвигающей пластинки. Определим время, за которое растение сходит с почвосдвигающей пластинки.

$$t = l_{\Pi} / V_c \quad (1.2)$$

где l_{Π} – длина почвосдвигающей пластинки, м;
 V_c – скорость скольжения растений по рабочей поверхности почвосдвигающей пластинки, м/с.

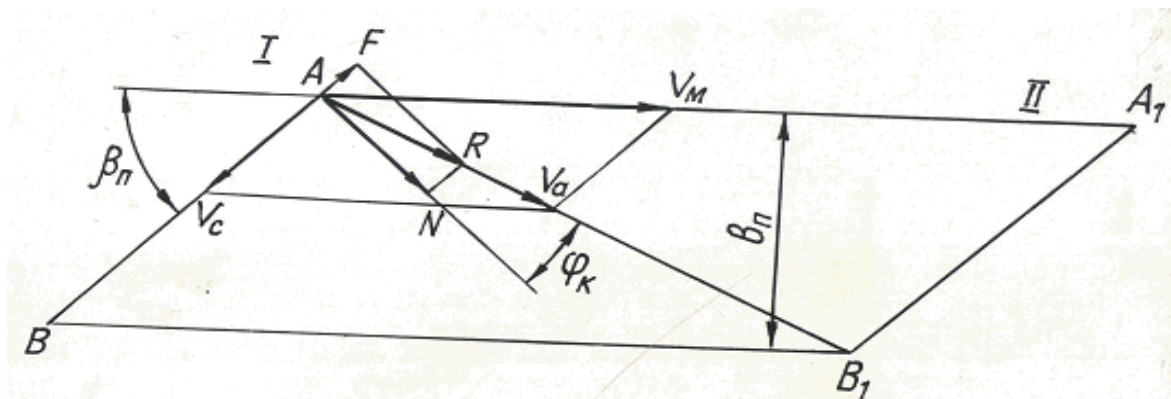


Рисунок 1 – Схема к определению угла установки почвосдвигающей пластинки к направлению движения

Из рисунка 1

$$l_{\Pi} = b_{\Pi} / \sin \beta_{\Pi} \quad (1.3)$$

и

$$V_c = V_M \cos(\beta_{\Pi} + \varphi_{\kappa}) / \cos \varphi_{\kappa} \quad (1.4)$$

где b_{Π} – ширина захвата почвосдвигающей пластинки, м;
 V_M – поступательная скорость движения агрегата, м/с.

С учетом (1.3) и (1.4) выражение (1.2) имеет следующий вид:

$$t = \frac{b_{\Pi} \cos \varphi_{\kappa}}{V_M \cos(\beta_{\Pi} + \varphi_{\kappa}) \sin \beta_{\Pi}} \quad (1.5)$$

Уравнение решено на ПК IBM с помощью программы, составленных на языке BASIC.

На рисунке 2 показана зависимость изменения времени, за которое растение сходит с почвосдвигающей пластинки, от угла β_{Π} при $b_{\Pi} = 20$ см, $V_M = 1,5$ м/с и различных значениях φ_{κ} .

Из графиков видно, что функция $t = f(\beta_{\Pi})$ имеет минимум, причем, чем больше угол трения φ_{κ} , тем меньше значение угла установки пластинки

к направлению движения, при котором время, за которое растение сходит с почвосдвигающей пластинки, будет минимально.

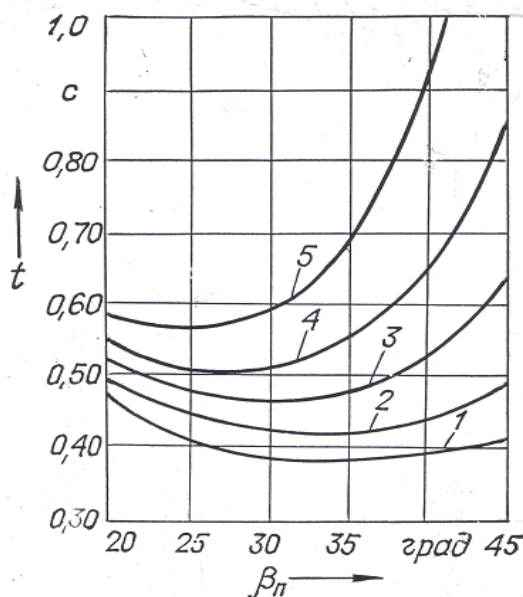


Рисунок 2 – Зависимость времени t , за которое растение сходит с почвосдвигающей пластинки, от угла β_n : 1 – при $\varphi_k = 20^\circ$; 2 – $\varphi_k = 25^\circ$; 3 – $\varphi_k = 30^\circ$; 4 – $\varphi_k = 35^\circ$; 5 – $\varphi_k = 40^\circ$

Для определения значения угла β_n , при котором время скольжения сорняков почвосдвигающей пластинке будет минимально, уравнение (1.5) исследуем на экстремум и получим [3]:

$$\beta_n = \frac{\pi_n}{4} - \frac{\varphi_k}{2} \quad (1.6)$$

Подставляя в это выражение известные значения φ_k , равные $30 \dots 34^\circ$, получим $\beta_n = 28 \dots 30^\circ$.

Таким образом, для того чтобы перед плоскорежущей лапой не происходило скопления растительных остатков и корней угол установки почвосдвигающей пластинки к направлению движения должен быть в пределах $28 \dots 30^\circ$.

Библиографический список

1. Насритдинов, А.А. Агрегат для полосной обработки почвы/ А.А. Насритдинов, Х.Т. Киргизов // Современные научные исследования и инновация. – 2015. – № 12. – С. 43-48.
2. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин/ Г.Н. Синеоков, Н.М. Панов. – М. : Машиностроение, 1977. – 328 с.
3. Хамидов, А.Х. Хлопковые сеялки/ А.Х. Хамидов. – Ташкент : Укитувчи, 1984. – 246 с.
4. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н.В. Аникин,

Г.Д. Кокорев, А.Б. Пименов и др. // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. – Киров : Вят. гос. с.-х. акад., 2010. – Вып. 11. – С. 45-49.

5. Кирюшин, И.Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины/ И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2014. – № 1 (21). – С. 112-114.

6. Успенский, И.А. Обоснование рациональных параметров дисковых элементов подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин/ И.А. Успенский, И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) . – 2014. – № 02 (096). – С. 323-333. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/24.pdf>

7. Некоторые аспекты снижения повреждений плодов при уборочно-транспортных работах/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 592-608.

8. Методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы «Samte»/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.В. Бобров и др. // Техника и оборудование для села. – 2012. – №7 (181). – С. 44-47.

9. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

10. 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.

11. Аникин, Н.В. Факторы, влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2009. – С. 18-20.

12. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов : Монография / Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

13. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

*Кульмухамедов Ж.Р., к.т.н.
Ташкентский АДТ, г. Ташкент, РУ;
Хикматов Р.С., к.т.н.
Ташкентский ГТУ, г. Ташкент, РУ;
Саидумаров А.Р.
НПЦ «Узавтотранстехника», г.Ташкент, РУ*

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТС (НА ПРИМЕРЕ ЖАРКОГО СУХОГО КЛИМАТА)

В основе решения практических задач, связанных с повышением эффективности автотранспортных средств, в данном исследовании принимается современная теория эксплуатационных свойств автотранспортных средств (АТС), являющихся дальнейшим развитием теории автомобиля.

Анализ современного состояния теории АТС показал, что по некоторым специфическим вопросам в условиях жаркого климата, она не может считаться достаточной для решения поставленных выше задач.

Основные задачи, разработки теоретических основ исследования особенностей работы АТС, в условиях жаркого климата связаны, прежде всего, с выявлением основных воздействующих факторов условий жаркого климата.

Внешние воздействующие факторы (ВВФ) – это явления и процессы внешние по отношению к изделию или его составным частям, которые вызывают или могут вызвать ограничения или потери работоспособности изделия в процессе эксплуатации.

В зависимости от характера воздействия на изделия и в частности на АТС, все ВВФ делятся на механические, климатические, другие природные, биологические и др.

Из приведенных факторов выделены те, которые имеют влияние на АТС в условиях жарко-сухого климата, а именно:

- атмосферное давление (в частности пониженное), изменение давления;
- температура среды (в частности повышенная), изменение температуры до 45°C в течение суток;
- влажность воздуха (в частности пониженная);
- поток воздуха (ветер, скорость достигает штормового – 12 м/с, ураганного – 30 м/с).

В работах [1, 2, 3, 4] показано, что для оценки и контроля уровня эксплуатационных свойств и их изменения при работе автомобилей в различных условиях эксплуатации, необходимо раскрытие цепочки причинно-следственных связей, начиная с взаимосвязи комплексов характерных дорожных, природно-климатических и других факторов с потенциальными свойствами автомобиля, в результате которых формируются численные значения измерителей (показателей) эксплуатационных свойств

автомобиля. Эти показатели позволяют перейти к объективной оценке, нормированию и прогнозированию уровня качества автомобиля и его конструкции в конкретных условиях эксплуатации составлять результаты эксплуатации автомобилей в различных дорожных и климатических условиях.

Для определения влияния природно-климатических факторов на показатели тягово-скоростных свойств и топливной экономичности АТС необходимо выделить основной критерий, наиболее полно определяющий атмосферные условия при его эксплуатации. Таким критерием является температура окружающей среды [5, 7, 8, 9, 10].

На основе этого анализа и результатов собственных исследований составлена схема (рисунок 1) воздействия вышеотмеченных климатических факторов на эффективность АТС [6, 11, 12, 13].

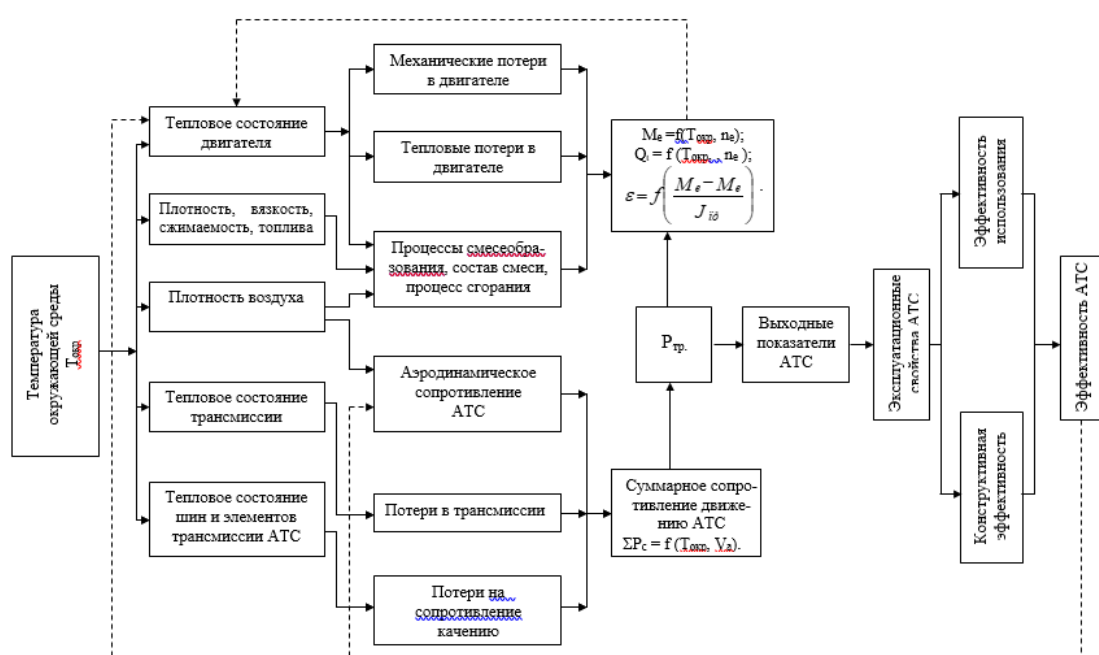


Рисунок 1 – Схема воздействия температуры окружающей среды на эффективность АТС

Из рассмотренной схемы видно, что климатические условия воздействия на эффективность АТС происходит вследствие изменения показателей работы двигателя и сил сопротивления движению, а именно: силы сопротивления качению, силы сопротивления воздуха, силы трения трансмиссии. Поэтому основной задачей в области теории эксплуатационных свойств является установление следующих функциональных зависимостей:

$$T_{окр} = f(M_e; G_T; P_{Tr}; \Sigma P_c) \quad (1)$$

Следовательно, цель работы формируется как решение комплексной научно-технической проблемы пути повышения конструктивной эффективности и эффективности использования АТС в условиях жарко-сухого климата.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач.

1. Разработать методологическую концепцию исследования влияния природно-климатических условий на эффективность АТС.

2. Проанализировать факторы определения особенностей условий эксплуатации в регионе жарко-сухого климата (применительно к Узбекистану) и типизировать эти условия.

3. Разработать комплекс аппаратур для экспериментальных исследований, состоящих из систем оперативной регистрации параметров движения (СОРП) и спутниковых GPS; комплекс приборов для дорожных испытаний АТС (с использованием компьютерной техники).

4. Провести экспериментальные исследования и оценить степень влияния основных факторов жарко-сухого климата на показатели ТСС и ТЭ, и как следствие, на конструктивную эффективность.

5. Математически описать закономерности влияния основных факторов жарко-сухого климата на технические параметры АТС, определяющие изменения показателей ТСС и ТЭ в этих условиях.

6. Доработать математическую модель движения АТС в условиях жарко-сухого климата (применительно к Узбекистану).

7. Определение рациональных технических путей повышения эффективности использования АТС, с применением внешних аэродинамических устройств, в условиях жарко-сухого климата.

8. Провести исследование микроклимата кабин водителя с целью улучшения его параметров и обеспечения необходимого уровня работоспособности водителя.

9. Разработать мероприятия по повышению конструктивной эффективности АТС, эксплуатирующихся в условиях Узбекистана.

Библиографический список

1. Техническая справка. Разработка методов и средств испытаний и исследований автомобильной техники в условиях жаркого (в том числе тропического) климата и высокогорной местности. Отчет А 5358. ЦНИАП НАМИ. – Дмитров, 1985. – 345 с.

2. Загарин Д.А. Определение влияния температуры окружающей среды на скоростную характеристику двигателя/ Д.А. Загарин, Д.Р. Кульмухамедов // Сб.: Глобальное партнерство как условие и гарантия устойчивого развития : Материалы Международного научно-технического семинара 22–23 октября 2019 г. –Ташкент : ТИПСЭАД, 2019.

3. Кульмухамедов, Д.Р. Научные основы повышения эффективности автотранспортных средств в условиях жарко-сухого климата : Монография/ Д.Р. Кульмухамедов. – Ташкент: «Тафаккур каноти», 2018. – 304 с.

4. Зимелев, Г.В. Теория автомобиля/ Г.В. Зимелев. – М. : Машгиз, 1959. – 313 с.

5. Резник, Л.Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации/ Л.Г. Резник, Г.М. Ромалис, С.Т. Чарков. – М. : Транспорт, 1989. – 128 с.

6. Литвинов, А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств/ А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М. : Машиностроение, 1989. – 240 с.

7. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев и др. // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С.12-15.

8. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Сб.: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : Материалы II Международной научно-производственной конференции. – Пенза, 2009. – С. 135-138.

9. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам/ А.С. Колотов и др. // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 255-256.

10. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 3. – С. 92-96.

11. 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 ВИМ. – М. : 2011. – Т. 2. – С. 455-461.

12. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции 20-22 ноября 2013 г. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – С. 110-114.

13. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта /И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. – № 07 (101). – С. 2062-2077. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>

*Кульмухамедов Ж.Р., к.т.н.
Ташкентский АДТ, г. Ташкент, РУ;
Хикматов Р.С., к.т.н.
Ташкентский ГТУ, г. Ташкент, РУ;
Саидумаров А.Р.
НПЦ «Узавтотранстехника», г. Ташкент, РУ*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ МАРШРУТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ДОРОГЕ «ЮЖНЫЙ АВТОПОЛИГОН»

При установлении соответствия представленных участков дорог типовым эксплуатационным маршрутам, наиболее объективным является определение их статистических характеристик [1, 5, 6, 7].

Исследования проводились с целью получения необходимых статистических случайных процессов при различных скоростных режимах работы автомобилей, а также расходов топлива. Полученные данные использованы при разработке методов физического и математического моделирования испытаний автомобилей на скоростные свойства и топливную экономичность, с целью проверки соответствия их параметров заданным условиям эксплуатации [2, 3, 8, 9].

Проведение испытаний на реальных маршрутах требует огромных материальных затрат и времени. Поэтому целесообразно создание ездовых циклов. Опыт НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» показывает, что испытания АТС на ездовых циклах позволяют получить достоверные данные при сравнительных испытаниях [4, 10, 11].

Для разработки ездовых циклов требуется информационное и математическое обеспечение испытаний.

Информационное обеспечение, приведенное на рисунке 1, включает:

1) блок 1 – базу данных по условиям эксплуатации АТС, где хранятся и накапливаются в определенной последовательности и взаимосвязи, данные по дорожным и климатическим условиям, интенсивности движения, помехонасыщенности и т.п. для дорог Среднеазиатского региона;

2) блок 2 – базу данных по режимам работы АТС, где содержатся результаты экспериментальных исследований режимов работы агрегатов и автомобиля в целом, а также температурных режимов агрегатов и систем при различных температурах окружающей среды. Здесь же хранятся и технические характеристики АТС.

Математическое обеспечение испытаний включает:

1) блок 3, содержащий библиотеку программ ПК:

- для типизации маршрутов испытаний и создания ездового цикла;
- для обработки экспериментальных данных;

- для выполнения стандартных функций: систему управления базой данных, выдачи информации в алфавитно-цифровой и графической формах на дисплеях и принтерах, печати текстов;

2) блок 4 – обработку вновь поступающей информации по условиям эксплуатации, экспериментальных данных по режимам движения и температурным режимам агрегатов и систем АТС, получение оценок вероятностных характеристик;

3) блок 5 – моделирование движения АТС на реальных маршрутах с учетом условий жаркого климата;

4) блок 6 – диалоговую систему разработки моделей маршрутов с учетом особенностей дороги «Южный автополигон». Здесь же формируется режим движения, по вероятностным характеристикам, близкий к типизированному. Производится выбор управляемых факторов. Определяется режим движения для дороги «Южный автополигон» путем варьирования управляемых факторов;

5) блок 7 – систему расчетного подбора скоростного режима движения конкретного АТС в заданных условиях;

6) блок 8 – проведение экспериментов на дороге «Южный автополигон» для моделирования и разработки окончательных рекомендаций по эксплуатационным режимам движения с использованием результатов расчетных исследований;

7) блок 9 – сравнение полученных данных (в блоке 8) с результатами испытаний на реальных маршрутах. В блоке 9 предусмотрено возвращение к блоку 8 для проведения повторных экспериментов с целью внесения корректировок и выбора окончательного варианта режима движения АТС.



Рисунок 1 – Общая логическая структурная схема получения модели маршрута для сравнительных испытаний АТС на дороге «Южный автополигон»

Все работы по созданию ездового цикла разделены на два этапа [11, 12, 13].

Первый этап – воспроизведение на ПК режимов движения АТС и получение значений управляемых параметров.

Второй этап – реализация рекомендованных режимов на дороге полигона и их корректировка.

Первый этап включает в себя:

- выбор управляемых параметров;
- определение режимов движения АТС на определенном отрезке пути с равнинным продольным профилем;
- получение режимов движения АТС, соответствующих реальным условиям эксплуатации, путем вариации управляемых факторов.

Второй этап предусматривает:

- проведение испытаний на дороге полигона по рекомендованным значениям управляемых факторов;
- сравнение результатов, полученных в ходе испытаний на дороге полигона, с результатами на реальном маршруте;
- повторное проведение экспериментов с целью корректировки управляемых параметров до достижения реальных режимов движения.

На основе результатов расчетных исследований при движении АТС по реальным маршрутам в качестве управляемых факторов для создания ездовых циклов приняты: общая длина цикла, длина каждого отрезка цикла, количество отрезков, начальное и конечное значения скорости движения для режимов разгона и замедления, длина пройденного пути на каждой ступени коробки передач и получение их значений.

Полученные значения управляемых факторов позволили разработать предполагаемые операционные карты режимов движения автобусов, грузовых и легковых автомобилей при моделировании магистральных и городских условий.

Согласно этим операционным картам проведены испытания по рекомендованным значениям управляемых факторов на дороге полигона. Путем сравнения полученных данных на дороге полигона с результатами испытаний на реальном маршруте внесены корректировки в операционные карты.

Статистические исследования условий движения на автомобильных дорогах изучаемого региона дали возможность провести их типизацию и установить основные характерные параметры дорожных, транспортных и природно-климатических условий типичного маршрута, которые могут быть использованы в моделировании движения АТС в условиях жарко-сухого климата.

Испытания показали, что режим движения АТС при высоких температурах окружающей среды существенно отличается от режима движения при стандартных условиях. Это является следствием влияния температуры окружающей среды на работу агрегатов и узлов АТС [5].

Обобщение и статистическая обработка результатов испытаний АТС на реальных маршрутах Центрально-Азиатского региона показали

необходимость создания ездовых циклов, отличающихся от стандартизованных. Предложенные ездовые циклы отличаются от стандартизированных и позволяют учесть влияние температуры окружающей среды на работу агрегатов и узлов, температурного режима салона, подкапотного пространства, кабины АТС и т.д.

Библиографический список

1. Эрбеков, Ш.И. Повышение топливной экономичности и производительности автопоездов путем уменьшения аэродинамического сопротивления движению: дис. ... канд. техн. наук/ Ш.И. Эрбеков. – М., 1993. – 107 с.

2. Кульмухамедов, Д.Р. Научные основы повышения эффективности автотранспортных средств в условиях жарко-сухого климата : Монография/ Д.Р. Кульмухамедов.– Ташкент: «Тафаккурканоти», 2018. – 304 с.

3. Фаробин Я.Е. Влияние температуры окружающей среды на производительность автопоездов/ Я.Е. Фаробин, Д.Р. Кульмухамедов, Ш.И. Эрбеков // Автомобильная промышленность. – 1992. – № 12. – С. 8-9.

4. Техническая справка. Разработка методов и средств испытаний и исследований автомобильной техники в условиях жаркого (в т. ч. тропического) климата и высокогорной местности. Отчет А 5358. ЦНИАП НАМИ. – Дмитров, 1985. – 345 с.

5. Justification of the methodology for the formation of the structure and characteristics of the trunk routes driving cycle of trucks in a hot – dry climate/ J.R. Kulmukhamedov, R.S. Khikmatov, Sh.I. Erbekov, A.R. Saidumarov, Y.J. Kulmukhamedova // EuropeanScienceReview № 9-10 September. – OktoberVienna, 2019.

6. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам/ А.С. Колотов и др. // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 255-256.

7. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Сб.: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : Материалы II Международной научно-производственной конференции. – Пенза, 2009. – С. 135-138.

8. Надежность сельскохозяйственного транспорта при выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных работ/ Г.Д. Кокорев, С.Н. Кулик, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сб.: Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2 : Материалы VI Международной научно-практической конференции 18-20 мая 2010 года. – Пенза, 2010. – С. 47-51.

9. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/ Г.К. Рембалович и др. // Сборник научных докладов ВИМ. – М. : 2011. – Т. 2. – С. 455-461.

10. Навигация транспорта с использованием RFID-технологии/ Н.В. Бышов, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, А.Х. Мусли // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы X Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2017. – С. 17-23.

11. Byshov, N. A. Simdiankin, I. Uspensky. Method of Traffic Safety Enhancement with Use of RFID Technologies and its Implementation Original Research Article/ N. Byshov, A. Simdiankin, I. Uspensky // Transportation Research Procedia. – 2017. – V.20. – Pp. 107-111.

12. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции 20-22 ноября 2013 г. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – С. 110-114.

13. Транспортная инфраструктура/ Н. В. Бышов и др. // Рязань, 2012. – 234 с.

14. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения/ Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.

УДК 631.3.031

*Нишионов Б.М.,
Кежабоев Ш.Ш., д.т.н.
НамИСИ, г. Наманган, РУз*

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К ЧИЗЕЛЮ-КУЛЬТИВАТОРУ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Чтобы превратить сельское хозяйство в эффективный, стабильный и высокопроизводительный сектор, важно вести управление хозяйством в научно обоснованной системе и повышать продуктивность сельского хозяйства. Для этого необходимо повысить плодородие почвы, использовать эффективные технологии и технические средства при ее возделывании. При выполнении этих задач необходимо повышать продуктивность сельского хозяйства с учетом научно-технического прогресса, лучших практик хлопководства и последовательных достижений науки.

Приняты широкие меры по сокращению затрат труда и энергии в сельскохозяйственном производстве, экономии ресурсов, возделыванию сельскохозяйственных культур на основе передовых технологий и разработке высокоэффективной сельскохозяйственной техники, включая низкоэнергетическую подготовку полей к посеву и качество всех

технологических процессов. Особое внимание уделяется разработке технических средств, обеспечивающих его реализацию. Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017–2021 гг. включает, в частности, «...дальнейшую модернизацию орошаемых земель для модернизации и ускоренного развития сельского хозяйства, развития мелиоративных и оросительных сетей, в первую очередь интенсивных подходов к сельскохозяйственному производству. Внедрение современных водо- и ресурсосберегающих агротехнологий, широкое использование высокоурожайной сельхозтехники». Одной из важных задач при реализации этих задач, включая техническую и технологическую модернизацию качественных почвообрабатывающих машин для поверхностной обработки почвы, является получение высоких урожаев и снижение их стоимости [1, 7, 8].

При подготовке почвы к посеву ранней весной основной упор делается на хлопчатник. Предпосевная обработка почвы на хлопководческих участках – одна из самых трудоемких операций, на которую приходится 14,9 ... 20,9% от общей стоимости.

Перед посевом обработка почвы начинается с промывки солевым раствором (зона III) и орошения (зона II). Это предотвращает подъем солей и влаги на поверхность почвы и обеспечивает созревание пахотного слоя, после чего его несколько раз обрабатывают чизелем-культиватором в присутствии бороны. Это связано с тем, что однократная обработка чизельным-культиватором не дает ожидаемого результата. В некоторых случаях чизельный культиватор обрабатывают до трех раз с добавлением зубчатой бороны.

В зависимости от условий подготовки пашни к посеву должны проводиться различные технологические операции, а для этого внесение в поле соответствующих агрегатов, чрезмерное уплотнение под действием колес тракторов и машин, увеличивается вредная, запыленная часть, изменяется водопроницаемость почвы [2, 3, 9, 10].

Многократное прохождение агрегатов в поле наносит большой ущерб, особенно в засушливом климате, где почвы малогумусовые. Под механическим воздействием агрегатов при разложении органического вещества вместе с влагой испаряется или вымывается водой. Поэтому метод минимальной обработки почвы (ресурсосберегающие технологии) получил широкое распространение и стремительно распространяется по всему миру.

Чтобы уменьшить проход агрегата в поле, удобно использовать комбинированные машины, которые могут выполнять несколько операций за один проход.

Многолетний практический опыт и научные исследования подтверждают, что при использовании чизель-культиватора с зубчатой боронкой сначала чизель-культиватор размягчает почву на глубину 15–20 см, затем зубчатая борона обрабатывает почву на глубину 4 ... 6 см как гребешок. Однако большие куски почвы, перемещаемые чизельным культиватором, не могут быть достаточно раздавлены зубчатой боронкой, и бороны в комковатом поле работают прыгая по поверхности почвы. Некоторые авторы утверждают, что

зубчатая бороныколят лишь 5–8% комков на поверхности поля. Таким образом, при каждой обработке на поверхности почвы остаются комки. Оставшиеся стебли и не раздробленные комки негативно влияют на посев и всхожесть семян [4].

В настоящее время во многих развитых зарубежных странах чизель-культиватор используют в сочетании с различными роторными умягчителями, избавляясь от зубчатой бороны. Такие рабочие органы при контакте с почвой при ударе дробят крупные комки и пласт, уплотняют почву, частично выравнивают ее, устраняют пустоты в почве, удерживают влагу.

Среди комплексных агротехнических мероприятий одна из основных задач – обработка почвы перед посадкой с целью получения высококачественного урожая сельскохозяйственных культур. Его цель – измельчение крупных комков и измельчение почвенной стружки, обеспечение ровности слоя почвы на заданной глубине, на которую следует засеять семена, выравнивание поверхности поля, избавление от сорняков, смешивание минеральных удобрений, повышение микробиологической активности почвы, рыхление, уплотнение поверхностного слоя и др. В то же время поддерживая влажность в пахотном слое. Как известно, хлопкосеющие районы Республики Узбекистан делятся на три зоны по почвенно-климатическим условиям, механическому составу почвы, технологии ее возделывания, типам техники и требованиям к ней.

Во всех хлопководческих регионах ранние весенние боронования являются одной из важнейших агротехнических мер и определяют будущее урожая. Научные исследования и передовой опыт многих научных учреждений [5] показывают, что если в землю вовремя не обрабатывать, почва становится обезвоженной, в результате почва недостаточно уплотняется во время культивации, не сохраняя накопленную влагу, поле покрывается дикими сорняками. Поэтому ранневесенний боронования следует проводить в сжатые сроки (2...3 дня) при спелости поверхностного слоя почвы. Проведение ранневесенних боронований в период приведет к накоплению влаги. При затягивании обработки на 10 дней существует опасность испарения 200 ... 300 м³ влаги с гектара, при задержке более 1000 м³[4, 5, 6, 11]. Состав почвы сохнет и затвердевает, затрудняя процесс измельчения. Ранние весенние обработка играют важную роль в борьбе с сорняками.

Необходимость изучения боронования основано на выбор конструкции роторных измельчителей, отвечающих целевым агротехническим требованиям к выбору конструкции, обосновать исследования усовершенствованных конструкций и их параметров.

Из анализа проведенных исследований можно сделать вывод, что много исследований было проведено по прутковым, вращательным и роликовым боронам, которые были подробно рассмотрены в типах рабочих органов. Их параметры определены экспериментально и теоретически. Они проводились в основном в средних и легких почвенных условиях.

Некоторые исследователи рекомендовали комбинированные рабочие элементы в тяжелых и средних почвенных условиях. Было отмечено, что относительно предпочтительны прутковые и роторные бороны, которые обычно можно назвать роторными боронами. Также не проводились специальные исследования для выбора типов совмещенных рабочих органов предлагаемых роторными боронами изучения их параметров. Они использовали существующие простые резьбовые и вращающиеся рабочие органы или зубчатые и дисковые бороны.

Необходимо изучить форму соединения прутковых (проволоки) и зубьев, параметры барабана, скорость движения, удельный вес барабана, что необходимо для повышения агротехнических характеристик и снижения энергоэффективности бороны.

Прутковые роторные измельчители бывают разных видов и форм. Условия и параметры их использования требуют особого опыта и теоретических исследований для обеспечения требуемого качества обработки в зависимости от типа и состояния почвы, ее физико-механических свойств, выбора типа и параметров роликовых пластификаторов.

Для выбора оптимального типа роторного измельчителя сначала были подготовлены роторы, оснащенные Г-образными лопастями и лопастями, и сравнены друг с другом. Роторный измельчитель, оснащенный лопастями Г-образной формы, состоит из вала, Г-образных лопаток, прикрепленных к нему (приваренных) дисков и болтов к дискам, состоящих из лопастей, а роторный измельчитель, снабженный лопастями, состоит из оси в квадратной формы и лопастей, прикрепленных к ней под разными углами. Оба роторных измельчителя вращаются под действием сил реакции, которые они создают в результате того, что их лезвия и лопаты соприкасаются с землей.

При взаимодействии рабочих органов с почвой в ней возникают различные напряжения. Если эти напряжения достигают критического значения, в почве наступает состояние разложения. В результате фрагментации почвы образуются комки разного размера. В результате исследований мы пришли к выводу, что на тяжелых и средних почвах следует применять комбинированные формы рабочих органов. Они пошагово воздействуют на разрезы. Сначала ведущий и одновременно почва обрабатываются дополнительным ножом для обработки, в следующем процессе основное обрабатывающее лезвие протыкается на твердые и крупные куски комков и измельчает их на куски. После направляющие и ведомыми ножами диск с плотно удерживающими ножами частично выравнивает и окончательно измельчает пласт и комки, также обеспечивает дополнительную обработку с шлифованием. Затем смягчающий вал закончит заключительный процесс. Он скользит и измельчается на мелкие кусочки, которые измельчаются на куски, а дробление частично уплотняется, то есть работает как глыбодроб и завершает процесс.

Настоящая работа посвящена выбору и определению типов и параметров размягчающей бороны с роликовыми ножами для работы вместе с чизельным культиватором на хлопковых и вторичных посевах.

Библиографический список

1. Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017–2021 годах. –Ташкент, 17 января 2019 года.

2. Нормирзаев, А.Р. Воздействия движителей колесных и гусеничных тракторов на урожайность сельхозкультур/ А.Р. Нормирзаев, А.Д. Нуриддинов // Сборник статей двадцать второй международной научной конференции. – Техноконгресс, 2018. – С 7-11.

3. Нормирзаев, А.Р. Воздействия на почву ходовых систем МТА и их оценка/ А.Р. Нормирзаев, А.Д. Нуриддинов, Ж. Маннонов // Мировая наука. – 2018. – № 5 (14). – С. 515-518.

4. Курбанов, Э.С. Выбор типа и обоснование параметров рыхлителя навесного бороновального агрегата для зоны хлопкосеяния : дис. ... канд. техн. наук. – Янгиюль, 1990. – 163 с.

5. Тухтакузиев, А. Исследование и обоснование параметров зубовой бороны для работы на повышенных скоростях движения в зоне хлопководства : дисс. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 1979. - 144 с.

6. Рудаков, Г.М. Технологические основы механизации сева хлопчатника/ Г.М. Рудаков. – Ташкент : Фан, 1974. – 161 с.

7. Успенский, И.А. Обоснование рациональных параметров дисковых элементов подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин/ И.А. Успенский, И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) . – 2014. – № 02(096). – С. 323-333.

8. Исследование работы модернизированного картофелекопателя/ А.С. Колотов и др. // Сб.: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства : Материалы Международной научно-технической конференции. – 2015. – С. 263-266.

9. Некоторые аспекты снижения повреждений плодов при уборочно-транспортных работах/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 592-608.

10. Методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы «Samte»/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.В. Бобров и др. // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 7. – С. 44-47.

11. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный

УДК 631.31

*Нормирзаев А.Р., к.т.н.
НамИСИ, г. Наманган, РУ*

СОЗДАНИЕ ОБОРОТНОГО ПЛУГА ДЛЯ ВСПАШКИ ПОЛЕЙ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОСТАТКАМИ

В Республике Узбекистан проведены огромные работы, направленные на обеспечение хлебной независимости. В частности, посевы зерновых на орошаемых землях резко расширены и доведены до 1 млн. га.

Климатические условия страны позволяют выращивать и получать на полях, освободившихся от зерновых, высокие урожаи большинства овощных и кормовых культур, как повторных. При этом большую роль играет фактор времени – быстро подготовив почву, раньше закончив сев, можно полнее использовать время, тепло и влагу для получения высоких урожаев повторных культур. Следовательно, выбор правильной технологии подготовки почвы под повторные посевы и технических средств для ее осуществления в сжатые сроки является актуальным и имеет важное народнохозяйственное значение [7, 8, 9].

После уборки зерновых культур на поле остается значительное количество растительной массы. При вспашке таких полей существующие плуги часто забиваются, качество пахоты ухудшается, снижается их сменная производительность из-за затрат времени при остановках агрегата для устранения забоев [10, 11].

В настоящее время в хозяйствах после уборки зерновых собираются лишь часть соломы на корм скоту. Основная же масса растительных остатков остается на поверхности поля. Её в основном сжигают, причиняя вред почве, микроорганизмам, мелким животным, что кроме затрат времени ухудшает экологию. Поэтому оставшуюся солому необходимо запахивать в почву. Качественная её заплата, приводит за счет анаэробного гниения к улучшению структуры и уменьшению плотности сложения почвы. Это в свою очередь облегчает в дальнейшем работу почвообрабатывающих и посевных машин.

В связи с вышеизложенным, исследования, направленные на обоснование параметров дополнительного рабочего органа к плугу для пахоты полей со значительным количеством растительных остатков, обеспечивающего их полную и глубокую заделку в почву, повышение качества вспашки, устранение забивания растительными остатками рабочих органов плуга является актуальной задачей и имеет большое народнохозяйственное значение.

В соответствии с этим, целью работы является создание плуга с обоснованным набором, расположением и параметрами рабочих органов,

исключающими его забор при вспашке полей с пожнивными остатками и улучшающими их заделку в почву.

Основная обработка придает почве комковатую структуру, способствует накоплению влаги за счет атмосферных осадков и поливов, подавляет жизнеспособность сорной растительности и вредителей сельхозкультур, создает благоприятные условия для развития полезных почвенных бактерий.

Вспашка как самый распространенный прием основной обработки почвы, преследует три основные цели: оборачивание, рыхление и перемешивание почвенного пласта.

Главная цель вспашки – создание наиболее благоприятных условий для накопления влаги и питательных веществ в почве, оптимального воздушного и теплового режима. Все это способствует повышению плодородия почвы и получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Вспашка также способствует вовлечению в кругооборот питательных веществ из нижних горизонтов почвы и стимулированию микробиологических процессов [15].

Развитие земледелия тесно связано с совершенствованием почвообрабатывающих машин и орудий. Вместе с изменением взглядов на глубину вспашки, способы и задачи основной обработки почвы, изменялись почвообрабатывающие рабочие органы и машины в целом.

Вспашка плугом представляет первую и самую главную технологическую операцию, с которой начинается ряд последующих. Современный плуг кажется простым, но в действительности представляет собой разумно созданное сельскохозяйственное орудие, которое путем совершенствования в течении столетий приобрело настоящую форму. Технологический принцип его работы основан на оборачивании пласта определенной ширины и толщины, хотя не всегда достигается полное оборачивание.

В зависимости от типа, мелиоративного состояния и давности освоения, разные почвы требуют применения различных технологий их обработки.

Полный оборот пласта необходим для глубокой заделки навоза, растительных остатков, минеральных и органических удобрений.

В настоящее время, с целью приобретения хлебной независимости Республики, значительные площади засеваются зерновыми культурами за счет снижения посевов хлопчатника. После уборки зерновых на поверхности почвы остается значительное количество биомассы растительных остатков, как связанных с почвой в виде стерневого фона, так и не связанных беспорядочно или упорядочено лежащих на поверхности почвы стеблей. Такое же наблюдается и после уборки овощных культур и картофеля.

Уборка растительных остатков или их сжигание увеличивают агросроки подготовки почвы к севу.

Своевременная заплата соломы сразу после уборки урожая в сочетании с немедленной предпосевной подготовкой почвы и посевом промежуточной культуры увеличивает ее урожайность и даёт значительные экономические преимущества [1, 13].

Вспашка в летний период производится обычными плугами, ярусными плугами и плугами для гладкой вспашки.

Ровная поверхность вспаханного поля дает возможность равномерно по всему полю без затоплений, качественно проводить промывание и вегетационные поливы, существенно экономить оросительную воду, снизить уровень грунтовых вод, повысить производительность труда поливальщиков, а также качество работы предпосевных почвообрабатывающих орудий и посевных агрегатов.

На выровненной и слитной пашне создаются благоприятные условия для дружного роста возделываемых культур и одновременного созревания урожая [2, 14].

Исследованиями установлены следующие главные недостатки плугов общего назначения [3]. Они не обеспечивают полный оборот пласта, следовательно, не заделывают на требуемую глубину растительные и пожнивные остатки; борозда всегда наполовину засыпана почвой, вследствие чего растительные остатки, органические удобрения, семена, розетки корней люцерны и корневища сорняков заделываются мелко, основная масса их остается в горизонте 0...13 см. Они плохо справляются с подрезанием розеток корней люцерны и других растений.

Кроме того, при работе этих плугов не достигается высококачественная вспашка на глубину более 27 см [4]. Переоборудование же их в двухъярусные позволяет увеличить глубину вспашки до 32 см, причем ее качество улучшается незначительно.

Как указывают некоторые авторы [5] серийными плугами общего назначения, оборудованными предплужниками, на многих полях, из-за сильного полегания хлебов и некачественной уборки соломы, пахать практически невозможно, так как они часто забиваются растительными остатками. Склонность к забиванию объясняется тем, что стойка предплужника, расположенная между корпусами, значительно уменьшает подрамное межкорпусное пространство, необходимое для прохождения почвы и растительных остатков. Вследствие частых остановок агрегата для очистки плуга сильно ухудшается качество пахоты, снижается производительность и повышается утомляемость механизаторов. Поэтому механизаторы зачастую работают без предплужников, что хотя и уменьшает забиваемость плугов, однако значительно ухудшает заделку пожнивных остатков в почву.

С введением в севооборот повторных и промежуточных культур появилась необходимость вспашки полей в летний период, когда поверхностный слой почвы пересушен и значительно уплотнен, поэтому применение плоских дисковых и черенковых ножей для исключения забоев плугов приводит к их выглублению и, как следствие, ухудшению заделки растительных остатков.

Процесс забоя начинается в зоне крепления стоек корпусов верхнего и нижнего ярусов к раме плуга. Растительные остатки лавинообразно

накапливаются в этой зоне, прессуются и в итоге происходит выглубление плуга и ухудшение качества их заделки.

Основной причиной забоев плуга является расположение грядилей и стоек верхних корпусов вблизи их полевых обрезов. Во время работы растительные остатки, поднимаясь вдоль полевого обреза корпуса попадают на его стойку, обволакивают ее и накапливаясь заполняют пространство между грядилем, стойкой и полевым обрезом верхнего корпуса [6].

Устранить этот недостаток можно путем смещения стоек верхних корпусов в правую сторону на 100...150 мм от их полевых обрезов и применяя раму, элементы которой располагались бы на достаточно большом расстоянии от полевых обрезов верхних корпусов [6].

В последнее время уделяется большое внимание вопросу уменьшения расстояния между корпусами. Это вызвано тем, что для современных энергонасыщенных тракторов требуются широкозахватные плуги, которые при общепринятой расстановке корпусов по ходу получают значительной длины. Увеличение длины широкозахватного плуга нежелательное явление, так как при этом увеличивается металлоемкость, ухудшаются маневренность и копирование рельефа поля [7].

Расстояние между корпусами для снижения металлоемкости должно быть минимальным, однако обеспечивающим нормальную работу плуга без забивания. У анализируемых зарубежных плугов оно не меньше, чем у отечественных плугов общего назначения. Для создаваемых отечественных многокорпусных оборотных плугов расстояние между корпусами увеличивать нецелесообразно, так как на забиваемость большее влияние оказывает не только это расстояние, но и высота расположения рамы.

Продольное расстояние между корпусами навесных плугов обуславливает их металлоемкость, габариты, агрегатируемость, а также тяговое сопротивление. Последнее объясняется тем, что с одной стороны, увеличение этого расстояния приводит к увеличению массы плуга, естественно и к увеличению усилия, затрачиваемого на протаскивание его в борозде, что видно из рациональной формулы В.П. Горячкина, а с другой стороны, чрезмерное уменьшение этого расстояния приводит к заклиниванию обрабатываемого пласта почвы между смежными корпусами, что вызывает увеличение тягового сопротивления и забивание плуга почвой. Существующие двухъярусные плуги по сравнению с плугами общего назначения имеют повышенную массу и тяговое сопротивление. Поэтому обоснование рационального продольного расстояния между корпусами с учетом размещения (поперечного смещения) корпуса верхнего яруса имеет большое значение для минимизации тягового сопротивления двухъярусного плуга.

Однако выбор анализируемых конструктивных параметров плугов определяется не только соображениями снижения металлоемкости, а в большей степени агротехническими требованиями на качественное и устойчивое выполнение технологического процесса.

Забои приводят к нарушению технологического процесса, забившаяся масса не самоликвидируется и по мере накопления начинает поднимать плуг, выглубляя его из почвы.

Обработка задернелых почв существующими плугами как с предплужниками, так и без них не обеспечивает надлежащего качества вспашки.

Эффективность уничтожения корневищных сорняков при вспашке зависит от полноты оборота пласта. У обычных плугов ширина предплужника равна 2/3 ширины основного корпуса, в связи с чем при вспашке этим плугом полного оборота пласта и заделки сорняков на дно борозды не достигается [8].

На основании анализа технической литературы и патентной документации сформулирована рабочая гипотеза, которая заключается в следующем – исключить забои оборотного плуга растительными остатками и сорняками можно, если вынести корпуса за пределы плоскости рамы, отвальные поверхности лево- и правооборачивающих корпусов соединить между собой и перед их полевыми обрезами установить дополнительные рабочие органы, очищающие путь их движения от растительных остатков и сорняков, а так же обосновать основные параметры такого плуга [9, 10].

Технологический процесс работы оборотного плуга со сферическими дисковыми предплужниками и обтекателями, установленными на полевомобрезе лево- и правооборачивающих корпусов, отвальные поверхности которых соединены между собой, заключается в следующем. Растительные остатки на поверхности почвы и корни в верхних слоях пласта, разрезаются сферическим дисковым предплужником и вместе с верхним слоем почвы сбрасываются в борозду, образованную предыдущим корпусом, очищая от них зону движения полевого обреза последующего корпуса с установленными на нём обтекателями. Корни, поднимаемые по полевому обрезу из нижних слоев пласта, перемещаются на обтекатель, который исключает их надлом и способствует соскальзыванию надломанных корней частью полевого обреза, расположенного ниже обтекателя. При этом обтекатель не увеличивает тяговое сопротивление плуга, так как движется по борозде, образованной дисковым предплужником.

Анализ способов, позволяющих исключить забивание плугов показывает, что в основном применяются следующие конструктивные решения: стойки удаляются от полевого обреза в сторону отваливаемого пласта; корпуса выносятся из-под плоскости рамы; на полевой обрез устанавливаются обтекатели; перед полевым обрезом корпусов устанавливаются дополнительные рабочие органы, очищающие путь их движения от растительных остатков и сорняков.

Библиографический список

1. Штаусс, В. Солома за комбайном/ В. Штаусс. – М. : Колос, 1966. – 18 с.
2. Захаров, И.К. К созданию фронтальных плугов/ И.К. Захаров // Труды НПО ВИСХОМ. – 1990. – С. 20-26.

3. Кондратюк, В.П. Двухъярусная пахота – прогрессивная технология основной обработки почвы под хлопчатник. – М. : Колос, 1968.
4. Кашкаров, А.К. Приемы создания мощного пахотного слоя на орошаемых сероземах Средней Азии. МСХ СССР. – Ташкент, 1957.
5. Тукубаев А.Б. Угლოსимы к плугам для каменистых почв/ А.Б. Тукубаев, Ш.К. Усманов // Механизация хлопководства. – 1980. – № 2. – С. 14-15.
6. Ибраимов, Р.И. Усовершенствовать унифицированность двухъярусного плуга/ Р.И. Ибрагимов. – НТО, 1978.
7. Смирнов, А.Ф. К задаче уменьшения расстояния между корпусами плуга/ А.Ф. Смирнов // Перспективы развития почвообрабатывающих машин и орудий. – М., 1975. – С. 41–44.
8. Решетников, Ф.И. Глубокая двухъярусная вспашка/ Ф.И. Решетников // Хлопководство. – 1971. – № 9. – С. 13-14.
9. Энергоресурсосберегающий комбинированный агрегат для обработки почвы/ А.Р. Нормирзаев, Н. Байбобоев, А. Насритдинов, А. Нуриддинов // Вестник РГАТУ. – 2014. – № 3. – С. 45-48.
10. Нормирзаев, А.Р. Изготовления плуга общего назначения для вспашки полей с растительными остатками/ А.Р. Нормирзаев // Материалы Республиканской научно-практической конференции 25-26 ноября 2008 г. – Самарканд, 2008. – С. 69-72.
11. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля/ Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2011. – № 10 (074). – С. 596-606.
12. Пат. РФ № 2013113332/13. Выкапывающий рабочий орган картофелеуборочного комбайна / Успенский И.А., Симдянкин А.А., Колотов А.С., Кирюшин И.Н., Бышов Н.В., Бoryчев С.Н.. – Оpubл. 27.11.2013; Бюл. № 3.
13. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции. – Владимир, 2013. – С. 110-114.
14. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 07 (101). – С. 2062-2077.
15. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АВТОМОБИЛЯ

На сегодняшний день проблемы снижения потребления природных ресурсов и улучшения экологических показателей окружающей среды становятся все более острыми. Автомобильный парк страны стремительно растет. Поэтому основные требования к двигателю внутреннего сгорания (ДВС) – это улучшение их экономичности и экологичности [1, 3, 4, 5]. Одним из путей решения по улучшению экономических и экологических показателей ДВС, является сжатый природный газ – метан. Метан – это природный газ, который не имеет запаха и является одним из простейших углеводородов. ГБО одним из первых получило широкое распространение в нашей стране. Объяснялось это относительной простотой и дешевизной заправки автомобилей этим типом топлива, а также его доступностью [6, 7, 8].

Сжатый природный газ, или CNG, является природным газом под давлением. Сжатый природный газ является самым чистым из доступных альтернативных видов топлива для сжигания. Транспортные средства, работающие на природном газе, выбрасывают до 30% меньше парникового газа, чем бензиновые или дизельные транспортные средства. Использование топлива на сжатом природном газе значительно снижает расходы владельцев транспортных средств. Природный газ в среднем на 40–60% дешевле, чем дизельное топливо или бензин [9, 10, 11].

Метан, в отличие от бензина, не нужно подвергать дополнительной обработке после выработки. Достаточно компрессионной установки, которая способна сжать газ до уровня в 210 Па. После сжатия, с будущим топливом проводят подготовительные действия:

- 1) проводят очистку от примесей;
- 2) добавляют одорант для получения запаха;
- 3) немного высушивают.

Чтобы утечка газа была вовремя обнаружена, в него добавляют специальную присадку (одорант) этилмеркаптан. Именно благодаря ему, в случае утечки, мы чувствуем знакомы всем «запах газа». После окончания подготовительных процедур, газ охлаждают и заправляют в специальные транспортировочные баллоны, в которых топливо доставляют до автозаправочных станций.

К плюсам этого топлива относят:

1) высокое октановое число, по разным оценкам от 108 до 120. Это положительно влияет на динамику автомобиля и увеличивает срок эксплуатации двигателя;

2) метан легче воздуха, это значит, что при утечке газ будет испаряться в атмосферу, а не собираться под автомобилем, как пропанобутановая смесь;

3) газ имеет постоянный и качественный состав, в отличие от пропанобутановой смеси, которая может быть летняя или зимняя, с большим либо меньшим преобладанием компонентов смеси;

4) метан не подвержен влиянию температуры окружающей среды, автомобиль работает стабильно и при температуре -30° и при температуре $+40^{\circ}$ градусов;

5) считается, что взрывоопасная концентрация этого газа в воздухе достигается при величине более 5%, что вдвое больше, нежели у пропана. Поэтому принято говорить о том, что метан более безопасное топливо нежели пропан.

Одним из минусов считается КПД такого вида топлива. В среднем двигатель автомобиля сжигает на 10–20% газа больше, нежели бензина, при этом потеря мощности автомобиля может составлять от 5 до 25–30%. Связано это с тем, что метан имеет меньшую теплоотдачу, нежели бензин, а при попадании в цилиндры двигателя занимает там больший объем [2, 12, 13].

Проводя исследование в транспортной компании «Поволжье-экспресс», занимающейся перевозкой сборных грузов по городу Саратову и городам Саратовской области, нам удалось рассмотреть преимущества и недостатки в установке ГБО на природном газе – метан. В нашем исследовании принимал участие автомобиль итальянской марки Fiat модели Doblo. Его технические характеристики: тип двигателя – бензиновый, рабочий объем – 1368 см³, максимальная мощность – 77 л.с. при 6000 об/мин. На автомобиль установим ГБО сжатого природного газа – метан. Технические характеристики ГБО: Баллон стальной бесшовный для компримированного природного газа cng2-g-406-80-20b. Баллон изготовлен из стали марки 34crmo4. Рабочее давление – 20 (204). Расчетное давление – 30 (306). Пробное давление – 30 (306). Резьба горловины – w 28.8. Температура окружающей среды при эксплуатации – -40° – $+65^{\circ}$ C. Длина – 840 мм. Диаметр – 406 мм. Вместимость – 80 л. Вес – 64 кг. Приведем статистические данные исследуемого транспорта (таблица 1).

Таблица 1 – Статистика транспорта Fiat Doblo за май 2020 года.

Отчет	Отчет по автомобилю
Объект	Fiat B 241 CO 164
Начало интервала	2020-05-01 00:00:00
Окончание интервала	2020-05-31 23:59:59
Временная зона	GMT +4:00
Пробег в поездках	3258.37 км
Продолжительность стоянок	26 дней 1:03:28
Средняя скорость в поездках	27 км/ч
Макс. скорость в поездках	120 км/ч

Транспортное средство работает в городском цикле, поэтому объем потребляемого топлива на 100 километров составляет 9.2 литра бензина. Цена бензина на май 2020 года за 1 литр АИ-92 марки «Лукойл» составляет 43,58 руб. По статистическим данным полученным со спутников, километраж пройденный автомобилем за май 2020 года составил 3 258,37. Автомобиль потребил 299,77 литров. Сумма по заправкам составила 13 063,98 руб. Установка ГБО в июне 2020 года, в период с 01.06 по 21.06 позволило получить положительный экономический эффект.

На бензиновое топливо в отчетный период было затрачено 500 рублей, этой суммы достаточно на ежедневный прогрев двигателя в рабочие дни. Пробег в поездках составил 2 338,85 км, в литрах, при условии заправкой бензиновым топливом составляет 215 л.

Таблица 2 – Статистика транспорта Fiat Doblo с 01.06 по 21.06.2020 г.

Отчет	Отчет по автомобилю
Объект	Fiat B 241 CO 164
Начало интервала	2020-06-01 00:00:00
Окончание интервала	2020-06-21 23:59:59
Временная зона	GMT +4:00
Пробег в поездках	2338.85 км
Продолжительность стоянок	16 дней 17:44:26
Средняя скорость в поездках	23 км/ч
Макс. скорость в поездках	125 км/ч

Сумма при неизменных ценах на бензин 9377,29 рублей. При заправке газом метан, цена которого составляет за куб 16,30 рублей, и установленном нами баллоном на 80 литров, полный баллон заправляется на сумму в 305 рублей и позволяет проехать около 230 километров. Данные по показателям расхода топлива приведены в таблице 1, отчетный период рассмотрен май 2020 года. В связи с тем, что отчетный период полный и статистические данные закрыты в полном объеме.

Таблица 3 – Показатели расхода топлива в сравнении.

Бензин	Сумма, руб.	Метан	Сумма, руб.
1 км	4 руб.	1 км	1,3 руб.
Май 2020 г. = 3 258,37 км	13 033,48 руб.	Май 2020 г. = 3 258,37 км	4 235,88 руб.

Стоимость ГБО вместе с регистрацией в ГИБДД составила 52 000 руб. На первый взгляд сумма большая, но при регулярном использовании транспортного средства срок окупаемости, по данным статистики нашего автомобиля, составит 6 месяцев. Сжатый природный газ нетоксичен и быстро рассеивается. Он имеет более высокую температуру воспламенения, чем бензин и дизельное топливо, что снижает вероятность случайного воспламенения. Двигатели, работающие на природном газе, могут снизить уровень шума до 50% по сравнению с дизельными двигателями. Это обеспечивает более

длительный срок службы вашего двигателя и экономит много денег. Использование природного газа в качестве автомобильного топлива в России неуклонно растет. Российский рынок газомоторного топлива имеет значительную емкость для роста, чему способствуют:

- огромные запасы природного газа и развитая газораспределительная сеть, обеспечивающая надежные поставки газа в качестве моторного топлива в долгосрочной перспективе;
- внедрение энергоэффективных видов топлива на транспорте, в том числе путем перевода легкового и коммунального транспорта на природный газ в городах с населением более 100 000 человек;
- растущее разнообразие оборудования, работающего на природном газе, и расширение инфраструктуры газовых заправок;
- низкая цена на природный газ по сравнению с обычным топливом [3].

Природный газ является фундаментальным игроком в низкоуглеродном будущем: чистое сжигание, низкий уровень выбросов углекислого газа (CO_2), технологическая зрелость, доступность и конкурентоспособная стоимость топлива являются ключевыми факторами для повышения роли природного газа. Благодаря сжато-природному газу (CNG) и сжиженному природному газу (LNG) можно поддерживать полный спектр приложений, от небольших городских автомобилей до грузовиков дальнего следования, а также в морском секторе. Природный газ в качестве транспортного топлива предлагает важные преимущества для потребителей, окружающей среды и экономики. Он обеспечивает быстрый и экономичный способ достижения ключевых целей, включая декарбонизацию автомобильного транспорта и улучшение качества воздуха в городах. Природный газ - это незамедлительная альтернатива нефти, с более низкими выбросами парниковых газов, чем у любого другого углеводородного топлива, и практически не выделяет загрязняющих веществ, которые все больше загрязняют воздух в районах с плотным движением. Автомобили, работающие на природном газе, тише по сравнению с дизельным двигателем и предлагают более низкую совокупную стоимость владения по сравнению с обычным топливом. Технология, используемая в автомобилях, работающих на природном газе, продумана и безопасна. Установка ГБО на метане, позволяет ощутимо экономить на топливе. Для автомобилей задействованных в сферах перевозки, особо выгодно устанавливать ГБО. В первую очередь это сокращает выброс в атмосферу вредных элементов, которые выбрасываются при использовании бензина. Но есть и ряд минусов, которые в процессе исследования были выявлены:

- уменьшение мощности двигателя на 15–25%;
- износ двигателя (информация не точная);
- опасность взрыва баллона;
- баллон занимает большую площадь в кузове;
- простой на АГЗС (в связи с географией распространения АГЗС).

Несмотря на ряд минусов, которые мы получили в результате исследования, совместно с научным руководителем, мы пришли к выводу, что

использование ГБО на метане, экономически эффективно. Проведя ряд исследований за 2019–2020 гг., около 20% автомобилей перешли на использование газа метана. Крупные автоконцерны с заводского выпуска устанавливают ГБО, что позволяет получить больший экономический эффект при эксплуатации транспортного средства.

Библиографический список

1. Гамаюнов, П.П. Основные способы снижения токсичности отработавших газов двигателей/ П.П. Гамаюнов, С.А. Алексеев, К.Н. Каймульдин // Научное обозрение. – 2014. – № 3. – С. 125-130.
2. Баранов, В.П. Анализ: как влияет установленный на бензиновый двигатель газ – положительные и отрицательные стороны/ В.П. Баранов. – Режим доступа: <https://4x4expert.ru/>
3. Неменова, Ю. Газовый фактор/ Ю. Неменова // Сибирская нефть. – № 99 (март 2013).
4. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.
5. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Сб.: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : Материалы II Международной научно-производственной конференции. – Пенза, 2009. – С. 135-138.
6. Универсальные транспортные средства для выполнения транспортнопогрузочных работ при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции/ Н.В. Бышов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 09 (093). – С. 1231-1242.
7. Vyshov, N.V. et all. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – № 13 (10). – Pp. 3502-3508.
8. Инновационные решения уборочнотранспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/ Г.К. Рембалович и др. // Сборник научных докладов ВИМ. – М. : 2011. – Т. 2. – С. 455-461.
9. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.
10. Навигация транспорта с использованием RFID-технологии/ Н.В. Бышов, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, А.Х. Мусли // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы X Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2017. – С. 17-23.

11. Пат. РФ RU 2607852 С. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Голиков А.А., Старунский А.В., Акимов В.В. и др. – Заявка № 2015124080 от 12.10.2015.

12. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Вестник МГАУ. – 2009. – № 2 (33). – С. 38-40.

13. 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.

14. Дорофеева, К.А. Особенности применения метана в качестве одного из перспективных видов топлива для автомобильного транспорта/ К.А. Дорофеева, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 29-34.

15. Аникин, Н.В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте/ Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 25-29.

УДК 62-681

Полункин А.В., к.т.н.,

Рязанов К.К.

Академия ФСИН России, г. Рязань, РФ

СПОСОБЫ ПОДОГРЕВА АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ И АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Россия – страна с относительно холодным климатом. Территория нашей страны расположена в четырёх климатических поясах: умеренном, субтропическом, арктическом и субарктическом. Около 70% всей территории страны относится к зоне с холодным и очень холодным климатом.

Отрицательные температуры окружающего воздуха являются причиной нарушения теплового режима агрегатов автомобиля. В частности нарушается тепловой режим агрегатов трансмиссии, а именно: коробки перемены передач (КПП), раздаточной коробки (РК) и редуктора главной передачи, что приводит к более быстрому износу деталей трансмиссии. Увеличение вязкости трансмиссионного масла при резко отрицательных температурах воздуха напрямую будет влиять на увеличение расхода топлива, что является важнейшим показателем при оценке расхода топлива двигателя внутреннего сгорания.

Основным источником тепла при работе агрегатов трансмиссии является трение в шестеренчатых парах, подшипниках, а также вязкостное трение масла [2], т.е. фактически разогрев трансмиссионного масла и элементов трансмиссии начинается происходить только после начала движения транспортного средства.

Исследованиями НИИАТа установлено, что саморазогрев масла в КПП происходит в течение первых 30-40 минут движения автомобиля, затем температура масла стабилизируется, при этом изменение температуры масла происходит на величину до 15 градусов [1].

Согласно исследованиям при температуре окружающего воздуха минус 30°C, температура масла в коробке перемены передач автомобиля КАМАЗ-5320 не превышает значения 8°C даже после 1,5 часов работы [6].

На основании вышеуказанных исследований можно сделать вывод, что саморазогрев масла не позволяет обеспечить оптимальный температурный режим работы трансмиссии [2]. Поэтому для качественной эксплуатации редукторов и шестеренчатых пар трансмиссии в условиях отрицательных температур в большинстве случаев будет целесообразен дополнительный источник энергии, который будет поддерживать оптимальный тепловой режим работы элементов трансмиссии с учетом всех потерь энергии в окружающую среду.

На сегодняшний день известны некоторые устройства, которые могут обеспечивать тепловой режим агрегатов трансмиссии автомобильной и автотракторной техники посредством использования энергии отработавших газов.

Известно устройство для подогрева картера КПП теплом отработавших газов (патент на ПМ № 74605). Данное устройство позволяет вторично использовать тепло двигателя транспортного средства для подогрева картера КПП. Недостатком данного устройства можно отметить изменение конструкции системы выпуска отработавших газов транспортного средства [3]. Т.е. в конструкцию выхлопной системы необходимо добавить как минимум один контур, проходя через который выхлопные газы будут попадать в теплообменник, подогревая картер коробки передач и доводя масло в КПП до необходимой вязкости. Данная конструкция может увеличить сопротивление выхлопных газов и как следствие падение мощности двигателя. К недостаткам можно отнести понижение КПД в условиях сильных ветров. Также недостатком будет являться повышенный уровень пожароопасности.

Известна система для тепловой подготовки и поддержания оптимального теплового режима агрегатов трансмиссии и элементов подвески (патент на ПМ № 119086) [2]. Установлено, что используемая для подогрева жидкость, теряет свою скорость в теплообменнике из-за его конструктивной особенности в виде расположения теплообменных ребер по спирали. Также установлено, что жидкость имеет низкий КПД теплоотдачи агрегатам трансмиссии вследствие использования в данной конструкции неизолированных жидкостных магистралей.

Система автоматического поддержания оптимальных температур рабочих жидкостей и масел в агрегатах и узлах самоходных машин (патент на изобретение № 2500899) обеспечивает подогрев агрегатов и узлов самоходных машин, однако, не лишена недостатков [4,8]. К основным недостаткам можно отнести снижение КПД теплообмена при наличии большого числа контуров теплопередачи, а также сложность подачи трансмиссионного масла для его нагрева непосредственно в теплообменник из-за высокой начальной вязкости.

Известна система обеспечения теплового режима редукторов механической трансмиссии транспортного средства (патент на ПМ № 130058). Предложенная авторами конструкция позволяет использовать теплоту отработавших газов для подогрева агрегатов трансмиссии, однако, конструкция импортующих теплообменников не обеспечивает необходимую рекуперацию теплоты отработавших газов для нагрева промежуточного теплоносителя [5, 9].

В настоящее время также известны устройства, которые обеспечивают тепловой режим агрегатов трансмиссии, используя СВЧ-нагреватели жидкости.

Для увеличения эффективности нагрева используют СВЧ-нагреватель (патент на ПМ № 82506). Устройство просто в изготовлении и установке на агрегаты трансмиссии. Оно работает от бортовой сети транспортного средства. Наряду с этим использование СВЧ-излучения для подогрева масла имеет ряд недостатков. Для исключения случаев возгорания масла в агрегатах трансмиссии необходимо проведение дополнительных мер по устранению взаимодействия СВЧ-волн с металлом при работе устройства, так как в конструкции имеется большое количество металлических деталей.

Используют систему управления тепловым режимом агрегатов транспортных средств, взятую за прототип, в основе которой лежит СВЧ-нагреватель (патент на ПМ № 120714). Система предназначена для поддержания температуры масла в агрегатах транспортных средств, таких как двигатель внутреннего сгорания, коробка перемены передач, редуктор главной передачи и т.п. при эксплуатации в регионах с суровыми климатическими условиями [7, 10]. Система имеет ряд недостатков: работа от бортовой сети и использование энергии сжатого воздуха исключает универсальность применения системы для предпускового подогрева агрегатов на всех типах автомобилей; эффективность работы источника СВЧ-энергии снижается на величину потерь электроэнергии в преобразователе напряжения.

Известен способ подогрева трансмиссионного масла посредством электрических подогревателей (патент на ПМ № 73281). Подобная конструкция устройства позволяет быстро подогревать трансмиссионную жидкость. Установка ТЭНов в картеры агрегатов трансмиссии достаточно проста и не требует изменения конструкции [7]. Однако и этот способ имеет недостатки. Постоянный контакт поверхности ТЭНа с трансмиссионным маслом приводит к подгоранию последнего и как следствие ухудшение его свойств. Образование нагара на поверхности электронагревательного элемента приводит к сокращению срока его службы. Плюс ко всему, электрические нагреватели

питаются от бортовой сети транспортного средства и потребляют значительное количество электроэнергии.

Известно устройство для тепловой подготовки агрегатов автомобилей в зимних условиях (патент на ПМ № 2480617), которое представляет собой воздушный обогреватель, соединенный металлическим воздуховодом с газо-воздушной магистралью из металлического рукава. Газо-воздушная магистраль служит для передачи горячих продуктов сгорания от воздушного нагревателя, расположенного в кабине транспортного средства, непосредственно к корпусам агрегатов трансмиссии, что позволяет автономно производить тепловую подготовку всех агрегатов трансмиссии. Основным недостатком этого метода является необходимость установки в кабине воздушного нагревателя, что требует определенного пространства и на порядок повышается пожароопасность.

При использовании автомобильной и автотракторной техники в климатических зонах с резко отрицательными температурами совсем не просто обеспечить необходимый тепловой режим агрегатов трансмиссии. Проведенный анализ существующих устройств подготовки агрегатов трансмиссии к работе при низких температурах показывает, что они имеют как преимущества, так и недостатки. В настоящее время на первый план ставятся задачи по обеспечению оптимальных температурных условий работы всех систем двигателя внутреннего сгорания, а подогрев трансмиссионных жидкостей в агрегатах отводится на второй план. Однако эксплуатация транспортных средств в условиях низких температур приводит к быстрому износу механизмов и шестеренчатых пар в агрегатах трансмиссии, а также с повышением вязкости трансмиссионных масел, повышается и расход топлива. Поэтому вопрос обеспечения теплового режима агрегатов трансмиссии является актуальным.

Подогрев агрегатов трансмиссии значительно снизит износ деталей трансмиссии, за счет снижения сил сопротивления в трущихся деталях и оптимизации вязкости масел при отрицательных температурах воздуха, а также снижение расхода топлива ДВС.

Библиографический список

1. Покровский, А.И. Эксплуатация автомобиля с карбюраторными двигателями в условиях низких температур / А.И. Покровский, А.А. Букин, Д.Ф. Гаврилов. – М. : Автотрансиздат, 1961. – С. 28-30.
2. Пат. РФ № 119086. Система подогрева механической трансмиссии и подвески транспортного средства / Долгушин А.А., Курносов А.Ф., Шведов С.П. – Оpubл. 10.08.2012; Бюл. № 22.
3. Пат. РФ № 74605. Трансмиссия транспортного средства / Долгушин А.А., Черкасов А.Б. – Оpubл. 10.07.2008; Бюл. № 19.
4. Пат. РФ № 2500899. Система автоматического поддержания оптимальных температур рабочих жидкостей и масел в агрегатах и узлах

самоходных машин / Крохта Г.М., Иванников А.Б. – Оpubл. 10.12.2013; Бюл. № 34.

5. Пат. РФ № 130058. Система обеспечения теплового режима редукторов механической трансмиссии транспортного средства / Долгушин А.А., Курносов А.Ф. – Оpubл. 10.07.2013; Бюл. № 19.

6. Долгушин А.А. Изменение теплового режима коробки перемены передач грузовых автомобилей / Долгушин А.А., Курносов А.Ф., Шведов С.П. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 2. – С. 14-15.

7. Пат. РФ № 120714. Система управления тепловым режимом агрегатов транспортных средств/ Долгушин А.А., Шведов С.П., Курносов А.Ф. – Оpubл. 27.09.2012; Бюл. № 27.

8. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта / Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Сб.: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : Материалы II Международной научно-производственной конференции. – Пенза, 2009. – С. 135–138.

9. Повышение эффективности перевозок плодоовощной продукции в АПК / Н. В. Бышов и др. // Сельский механизатор. – 2016. – № 5. – С. 38-40.

10. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань, 2015.

УДК 62-573.1

*Рогов И.Е. к.т.н.,
Ананченко Л.Н. к.т.н.,
Сивоконь В.Е. к.т.н.
ФГБОУ ВО ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, РФ*

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНДЕНСАТОРНОГО ПУСКА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Введение. Основной задачей аккумулятора является обеспечение необходимой энергии для работы стартера. Стартер является электродвигателем постоянного тока, поэтому в момент пуска, когда его скорость вращения равна нулю, пусковой ток максимален, и составляет порядка сотни ампер, а иногда и больше. Этот ток потребляется стартером от аккумуляторной батареи, которая должна его надежно выдать. Величина пускового тока очень важна, так как от нее зависит величина крутящего момента стартера [3, 4, 5, 6].

Таким образом, для надежного пуска двигателя внутреннего сгорания, аккумуляторная батарея должна выдать значительный ток. Но это не всегда оказывается возможным – получению пускового тока достаточной величины мешает ряд факторов [7, 8]:

- недостаточный заряд АКБ. При многократных частых поездках аккумуляторная батарея не успевает зарядиться в достаточной степени;

- старение АКБ. При этом появляется сульфатация пластин АКБ, и растет ее внутреннее сопротивление;

- холодное время года. На холоде емкость АКБ снижается, а внутреннее сопротивление растет, что приводит к уменьшению пускового тока. Такая ситуация является наиболее опасной, так как с одной стороны, снижается крутящий момент стартера, с другой стороны, сопротивление вращению со стороны запускаемого двигателя увеличивается. Поэтому невозможность повернуть стартер на морозе – явление достаточно частое. Оно приводит к отказу двигателя – его просто невозможно завести.

Решением этой проблемы является использование для пуска двигателя совместно с аккумуляторной батареей специального пускового конденсатора большой емкости (ионистора). Конденсатор имеет устройство, абсолютно отличное от АКБ, и в нем происходят совершенно другие физические процессы. В результате конденсатор способен отдавать импульсный ток большой величины. Настолько большой, чтобы осуществить надежный запуск двигателя в любых условиях [9, 10, 11].

Преимущества ионисторов:

- малое внутреннее сопротивление;
- большой ток разряда не вызывает стрессовых состояний;
- большой срок службы;
- нет ограничений по количеству циклов заряд/разряд;
- широкий диапазон рабочих температур;
- быстрый процесс заряда и разряда;

Авторами был предложен способ конденсаторного пуска двигателя внутреннего сгорания [1]. А также была показана возможность снижения емкости пускового конденсатора с целью уменьшения его габаритов и стоимости [2]. Однако есть возможность улучшить работу системы конденсаторного пуска.

Постановка задачи: улучшить условия запуска двигателя внутреннего сгорания, увеличив долю использования пускового конденсатора и обеспечив «бесшовный» переход с питания стартера от конденсатора на питание стартера от АКБ.

Методы решения поставленной задачи. Структурная схема системы конденсаторного пуска ДВС показана на рисунке 1, а временные диаграммы работы системы на рисунке 2.

Пусковой конденсатор является автономным независимым узлом. Он отделен и от аккумуляторной батареи, и от бортовой сети автомобиля, и может подключаться к ним по командам устройства управления. В исходном состоянии выключатели S1, S2 и S3 отключены. Пусковой конденсатор С изначально заряжен и готов к запуску двигателя. На первом этапе запуска двигателя замыкается выключатель S2. Пусковой конденсатор подключается к стартеру и приводит его во вращение. Поскольку конденсатор способен отдать большой ток, то ток через стартер достигает максимальной величины, пусковой крутящий момент стартера максимален, и стартер начинает

вращаться. Поскольку конденсатор С заряжен до напряжения, превышающего напряжение на АКБ, пусковой крутящий момент стартера, питающегося от конденсатора, превышает тот крутящий момент, который мог бы у него быть при питании от АКБ.

Как только напряжение на разряжающемся конденсаторе становится равным напряжению на аккумуляторе, замыкается выключатель S1, и к стартеру параллельно с конденсатором подключается аккумуляторная батарея. Поскольку стартер уже набрал обороты, то потребляемый им ток сравнительно невелик. Этот ток не является экстратоком для аккумулятора, поэтому работа АКБ происходит без стрессов. При питании стартера от АКБ, последняя разряжается, но напряжение на ней падает в гораздо меньшей степени, чем на конденсаторе. В результате ток конденсатора быстро уменьшается до нуля, разряд конденсатора прекращается, и начинается его заряд от АКБ. В этот момент выключатель S2 размыкается, и конденсатор отключается.

Таким образом, обеспечивается «бесшовный» переход с питания стартера от конденсатора на питание стартера от АКБ, предотвращающий прерывание тока питания стартера. Стартер продолжает работу, питаясь от АКБ одну-две секунды, после чего двигатель запускается. Графики изменения токов и напряжений в системе конденсаторного пуска показаны на рисунке 3.

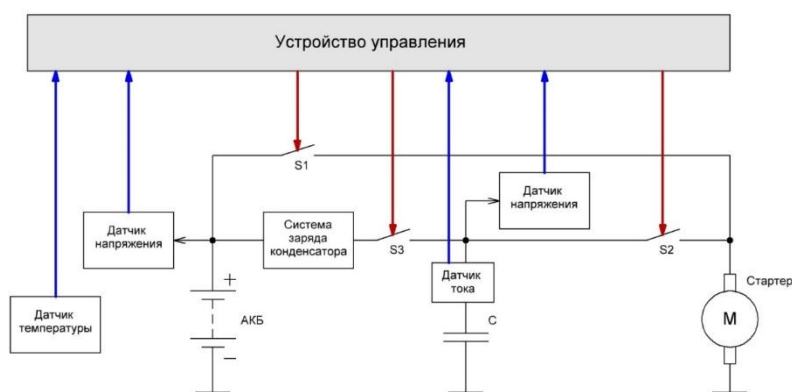


Рисунок 1 – Структурная схема системы конденсаторного пуска ДВС

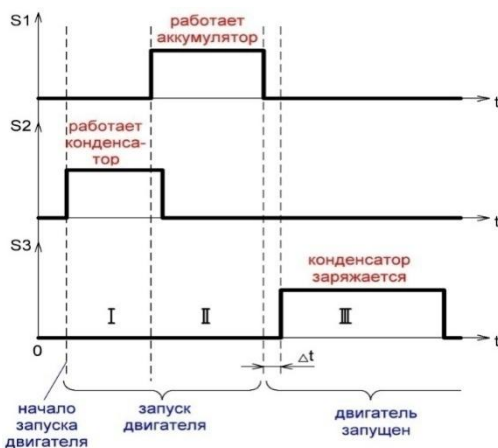


Рисунок 2 – Временные диаграммы работы системы конденсаторного пуска

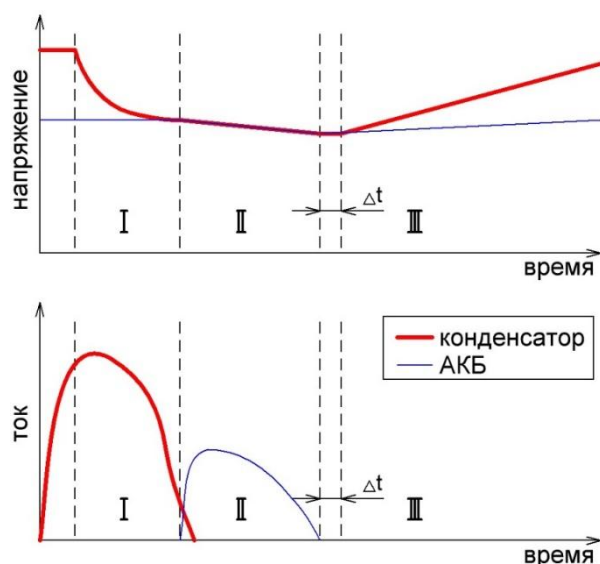


Рисунок 3 – Графики изменения токов и напряжений в системе конденсаторного пуска

После запуска двигателя через небольшой промежуток времени Δt , равный примерно 5...20 секунд замыкается выключатель S3, и начинается заряд пускового конденсатора от бортовой сети автомобиля через специальное устройство, обеспечивающее повышенное напряжение на конденсаторе. Эта задержка времени имеет следующие цели:

1) переходные процессы в генераторе должны закончиться, и он должен выйти на нормальный режим работы;

2) двигатель должен запуститься и надежно заработать. Зарядный ток конденсатора достигает значительной величины, соответственно генератор, отдающий такой ток, создает значительный момент сопротивления на своем валу. Если заряд конденсатора начать сразу после запуска двигателя, двигатель может заглохнуть.

Библиографический список

1. Рогов, И.Е. Система оптимизации запуска двигателя внутреннего сгорания/ И.Е.Рогов, Д.С. Беляков // Сб.: Вестник научных конференций. – Тамбов, 2018. – С.162-163.

2. Рогов, И.Е. Оценка емкости ионистора в системе запуска двигателя внутреннего сгорания/ И.Е. Рогов, Д.С. Беляков // Сб.: Научный альманах. – Тамбов, 2018. – С.64-67.

3. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники. Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.

4. Оценка фильтрующего элемента фильтра тонкой очистки топлива на основе изменения разряжения в топливопроводе системы питания COMMON RAIL/ А.А. Симдянкин, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. //

Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 10. – С. 211 – 221.

5. Основные принципы диагностирования мсхт с использованием современного диагностического оборудования/ П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский // Сборник научных работ студентов РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», 2011. – С. 263-269.

6. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань, 2015.

7. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов и др. – Рязань, 2015.

8. Byshov, N., A. Simdiankin, I. Uspensky. Method of Traffic Safety Enhancement with Use of RFID Technologies and its Implementation Original Research Article/ N.Byshov, A. Simdiankin, I. Uspensky // Transportation Research Procedia. – 2017. – V. 20 – Pp. 107-111.

9. Успенский, И.А. Методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы «Samte» /И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.В. Бобров и др. // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 7 (181). – С. 44-47.

10. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам/ А.С. Колотов и др. // Сборник научных работ студентов РГАТУ, 2011. – С. 255-256.

11. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – С. 110-114.

УДК 629.113.004.53

*Семьин М.В.,
Кокорев Г.Д., д.т.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Семьин В.В., к.т.н.
ФГБОУ ВО РВВДКУ, г. Рязань, РФ*

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИЛОВЫХ ПРИВОДОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Автомобильная техника является одним из основных транспортных средств, обеспечивающих подвижность сельскохозяйственных механизмов и их качественное применение по прямому назначению.

Значительная часть парка автомобильной техники монтируется

на автомобильных шасси, одним из основных показателей которых является подвижность, которая характеризуется способностью исправных и работоспособных машин к быстрому перемещению в различных дорожных и климатических условиях при выполнении поставленных задач [1, 12, 13].

В связи с необходимостью повышения подвижности, требования к автомобилю в целом и его системам и агрегатам постоянно возрастают.

Кроме того, на готовность автомобильной техники к использованию по назначению влияет эффективная техническая эксплуатация последней, которая напрямую связана со своевременным предупреждением и выявлением отказов и неисправностей, за счет развитой системы диагностирования [2, 3, 4, 5]

Условия работы двигателя, а также динамические, экономические и эргономические параметры автомобиля в значительной степени определяются конструкцией сцепления и коробки передач, а также особенностями их совместной работы. При этом необходимо отметить, что для образцов автомобильной техники наиболее целесообразно такое техническое решение, которое позволяло бы при высоких показателях тягово-динамических свойств и эргономики обеспечить достаточную надежность и простоту в эксплуатации.

В этой связи представляется целесообразным рассмотрение тенденций развития трансмиссий колёсных машин с целью определения наиболее оптимального решения по формированию состава и структуры силового привода современных и перспективных образцов автомобилей.

На современном этапе ведется большая работа по разработке и усовершенствованию трансмиссий автомобильной техники.

Стоит отметить, что гидродинамические трансмиссии не получили широкого распространения на базовых образцах автомобилей, применяемых в сельском хозяйстве, поскольку диапазон трансформации момента при удовлетворительном коэффициенте полезного действия не превышает 2–3, что в данном случае является неприемлемым [6, 8, 9].

Более широкое распространение находят гидромеханические трансмиссии (ГМТ), которые сочетают гидродинамический преобразователь и механическую коробку передач. Гидромеханическая трансмиссия позволяет улучшить комфортабельность автомобиля, облегчает условия работы водителя, защищает трансмиссию от перегрузок и ударов, дает возможность полнее использовать мощность двигателя.

Применяемость ГМТ значительно ниже применяемости механических трансмиссий. Такое положение объясняется присущими ГМТ недостатками:

- низкий коэффициент полезного действия (КПД) (от 0,75 до 0,8) при недостаточном диапазоне трансформации;
- значительные габариты трансмиссии;
- топливная экономичность до 12% хуже, чем у ступенчатых трансмиссий;
- сложность и значительная стоимость производства.

В настоящее время ведутся серьезные теоретические и

экспериментальные исследования по применению гидрообъемных трансмиссий (ГОТ) [7].

Гидрообъемные трансмиссии обеспечивают бесступенчатое регулирование скорости и крутящего момента в довольно широком диапазоне. Ее использование возможно получение практически неограниченного числа передаточных чисел, обеспечение длительной и устойчивой работы под нагрузкой при малой частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Наряду с этими преимуществами ГОТ имеет существенные недостатки:

- невысокий КПД (от 0,7 до 0,8), который при повышении температуры рабочей жидкости выше плюс 100 °С уменьшается;
- значительные габариты, уменьшение которых возможно за счет повышения рабочего давления, что резко снижает долговечность уплотнений;
- недостаточная приспособляемость к работе в условиях высоких и низких температур;
- расход топлива значительно выше, чем у ступенчатых передач;
- сложность конструкции и значительная стоимость изготовления;
- недостаточная надежность гидравлических трубопроводов при работе в условиях переменных (пульсирующих) давлений.

Перспективным направлением является также применение электрических трансмиссий (ЭТ). Электрические трансмиссии типа «генератор - двигатель» имеют ряд преимуществ, важнейшими из которых являются: долговечность; возможность при определенных условиях полностью использовать мощность двигателя и возможность автоматического регулирования силы тяги и скорости автомобиля в широком диапазоне при значительном облегчении нагрузки на водителя.

Недостатками существующих типов ЭТ постоянного потока являются относительно низкий КПД и большая удельная нагрузка на единицу передаваемой мощности.

Наибольшее распространение как в мировом так и в отечественном автомобилестроении получили ступенчатые механические трансмиссии. Неоспоримыми их преимуществами являются простота конструкции, низкая стоимость, высокий КПД и надежность.

Наиболее устойчивой тенденцией развития конструкции трансмиссий современных грузовых автомобилей является применение механических коробок передач с большим числом ступеней. Для увеличения числа ступеней в механических коробках передач используют, как правило, два пути: применение делителей и демультипликаторов.

Объединяя в один узел делитель и основную коробку передач с планетарным демультипликатором, можно получить до 16 передач на выходе из коробки передач. Иногда в функции таких систем входит и управление тормозом-замедлителем [7, 10, 11].

Достаточно широкое применение нашли вариаторные трансмиссии, в которых передаточное число изменяется двумя шкивами с раздвижными коническими элементами.

Одним из вариантов, объединяющих преимущества механической и автоматической трансмиссий, является автоматизированная механическая коробка передач с двойным сцеплением. Управление такой коробкой передач осуществляется перемещением рычага селектора в положение, соответствующее последующей передаче «вверх» или «вниз». В такой коробке передач крутящий момент от маховика двигателя передается на два многодисковых сцепления, связанных с соответствующими соосными ведущими валами, один из которых проходит внутри другого.

Параллельно ведущим валам расположено два ведомых вала. С одним из ведущих валов жестко связаны ведущие шестерни нечетных передач (1, 3, 5), а с другим – ведущие шестерни четных передач (2, 4, 6 и передача заднего хода). На ведомых валах находятся шестерни постоянного зацепления соответствующих передач, которые могут жестко соединяться с ведомыми валами с помощью синхронизаторов.

При трогании автомобиля с места электронный блок дает команду, включая первую передачу, а затем первое сцепление, после чего крутящий момент передается на один из ведомых валов коробки передач, который через ведущую шестерню приводит во вращение ведущую шестерню главной передачи. Главная передача через дифференциал приводит во вращение ведущие колеса автомобиля и одновременно раскручивает второй ведомый вал, на котором расположены синхронизаторы, включающие четные передачи.

За время разгона на первой передаче при достижении скорости и за счет простого переключения сцеплений на параллельном ведомом валу включается вторая передача. Переход на последующие передачи происходит аналогично, без разрыва потока мощности, неизбежного в простых коробках передач.

Автомобили с такими коробками передач показывают хорошие результаты по динамике разгона и топливной экономичности в сравнении с автомобилями, оснащенными обычными механическими коробками передач.

Главное отличие от механической коробки передач заключается в том, что процесс вывода одной шестерни из зацепления и процесс замыкания второй происходит синхронно. Время переключения значительно сокращается, ведь поток мощности при смене передач практически не прерывается.

Уровень развития техники и технологий производства ее агрегатов в настоящее время создал предпосылки для рассмотрения возможности массового производства таких коробок передач в целях комплектования ими серийных, современных и перспективных образцов автомобильной техники, используемой в сельском хозяйстве.

Библиографический список

1. Васильченков, В.Ф. Автомобильная техника. Теория эксплуатационных свойств. Книга 2/ В.Ф. Васильченков, Ю.И. Журихин и др. – Рыбинск : Издание АОТ «РДП» – АРП, 2016. – С.32-36.

2. 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.

3. 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. Том 1. – Рязань, 2011. – С. 263–269.

4. Кокорев, Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1 (14). – С. 39-43.

5. Кокорев, Г.Д. Диагностирование дизельных двигателей методом цилиндрического баланса/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2009. – № 8. – С. 45-46.

6. Гоняев, В.С. Конструкция автомобильной техники. Ч. 2. Анализ конструкции АМН и ВГМ/ В.С. Гоняев, С.В. Демихов, В.Ф. Васильченков. – Рязань : РВВДКУ, 2019. – С.53-57.

7. Дэниэлс, Джеф Современные автомобильные технологии/ Дэниэлс Джеф. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2016. – С. 123-129.

8. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.

9. Диагностика современного автомобиля/ Ю.Н. Храпов, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 04 (118). – С. 1001-1025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/61.pdf>

10. Проблемы и технические решения использования высокопроизводительной транспортной сельскохозяйственной техники/ И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 949-974.

11. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

12. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Вестник МГАУ. – 2009. – № 2 (33). – С. 38-40.

13. 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.

МЕТОДОЛОГИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА

На показатели качества работы машинно-технологических комплексов в агропромышленном комплексе оказывают влияние определяющее число факторов: почвенно-климатические условия, типы используемых рабочих органов, глубина хода и т. Д. [1, 2, 7, 10, 11, 12, 13].

При выборе параметров для контроля и сигнализации работы машинно-технологического комплекса необходимо минимальное наличие данных параметров. Контролироваться должны параметры, значения которых влияют на ход технологического процесса, чем обеспечивается его оперативное управление, пуск и останов [8, 9]. Данными параметрами обычно являются все регламентные и выходные параметры.

Контролируются также входные параметры, изменения которых приводят к возмущениям, поступающим на вход объекта управления.

Входными параметрами машинного производства лука являются факторы (X) внешней среды, внутренние регулируемые параметры (U), оказывающие влияние на качественные показатели работы машинно-технологического комплекса и эффективность (W) их работы (рисунок 1).

В связи с тем, что наиболее трудоемким технологическим процессом производства луковых культур является уборка – рассмотрим более подробно функциональную схему уборочной машины (рисунок 2), с целью определения возможных вариантов повышения показателей качества работы.

Машина для уборки лука состоит из следующих основных функционирующих элементов различного исполнения: подкапывающего рабочего органа (П), рабочего органа первичной сепарации (УП), а также рабочего органа, интенсифицирующего процесс сепарации убираемой продукции от крупных почвенных комков (УК), кроме того в современных конструкциях уборочных машин предусмотрены устройства вторичной сепарации корнеплодов от соизмеримых с ними почвенных комков и выгрузного транспортера /валкоукладывающего устройства (УТ).

Решение проблемы повышения качества уборки лука видится с одной стороны в экстенсивном развитии и совершенствовании технических средств, способствующих повышению качественных показателей выполнения технологического процесса уборки, что приводит к повышению их материалоемкости, за счет механического наращивания массы сепарирующих устройств.



Рисунок 1 – Концептуальная технико-технологическая модель машинного производства лука:

В – вспашка; ФВ – фрезерование + выравнивание; ИД – инкрустация и дражирование семян; СУ – загрузка в транспортное средство семян и удобрений; ТП – транспортировка к месту посева семян и удобрений; ЗС – загрузка сеялки; ПУ – посев+внесение удобрений; УК – укладка капельной ленты и трубопровода; ЗР – применение средств защиты растений; СЛ – смотка капельной ленты; ОЛ – обрезка листьев лука и сорняков; ПК – подкапывание корнеплодов и укладка его в валок; ВК – подбор из валков и погрузка в транспортное средство ТС; ТХ – транспортировка к месту хранения; ОП – отделение примесей, обрезка листьев, сортировка по фракциям; ЗХ – закладка на хранение; Xп, Xуп, Xук, Xув, Xут, Xуз – функции внешнего воздействия на технологические процессы вспашки, фрезерования, инкрустации и дражирования семян, загрузки в транспортное средство семян и удобрений, транспортировки к месту посева семян и удобрений, загрузки сеялки, посеву и внесению удобрений, укладки капельной ленты и трубопровода, применению средств защиты растений, смотки капельной ленты, обрезки листьев лука и сорняков, подкапыванию корнеплодов и укладки его в валок, подбору из валков и погрузки в транспортное средство ТС, транспортировки к месту хранения, отделению примесей, обрезки листьев, сортировки по фракциям, закладки на хранение; Zп, Zуп, Zук, Zув, Zуз и Zут – функция состояния технологических процессов вспашки, фрезерования, инкрустации и дражирования семян, загрузки в транспортное средство семян и удобрений, транспортировки к месту посева семян и удобрений, загрузки сеялки, посеву и внесению удобрений, укладки капельной ленты и трубопровода, применению средств защиты растений, смотки капельной ленты, обрезки листьев лука и сорняков, подкапыванию корнеплодов и укладки его в валок, подбору из валков и погрузки в транспортное средство ТС, транспортировки к месту хранения, отделению примесей, обрезки листьев, сортировки по фракциям, закладки на хранение; Уп, Ууп, Уук, Уув, Ууз и Уут – функции управляющего воздействия технологических процессов вспашки, фрезерования, инкрустации и дражирования семян, загрузки в транспортное средство семян и удобрений, транспортировки к месту посева семян и удобрений, загрузки сеялки, посеву и внесению удобрений, укладки капельной ленты и трубопровода, применению средств защиты растений, смотки капельной ленты, обрезки листьев лука и сорняков, подкапыванию корнеплодов и укладки его в валок, подбору из валков и погрузки в транспортное средство ТС, транспортировки к месту хранения, отделению примесей, обрезки листьев, сортировки по фракциям, закладки на хранение; Yп, Yуп, Yук, Yув, Yуз и Yут – результирующие параметры технологических процессов вспашки, фрезерования, инкрустации и дражирования семян, загрузки в транспортное средство семян и удобрений, транспортировки к месту посева семян и удобрений, загрузки сеялки, посеву и внесению удобрений, укладки капельной ленты и трубопровода, применению средств защиты растений, смотки капельной ленты, обрезки листьев лука и сорняков, подкапыванию корнеплодов и укладки его в валок, подбору из валков и погрузки в транспортное средство ТС, транспортировки к месту хранения, отделению примесей, обрезки листьев, сортировки по фракциям, закладки на хранение

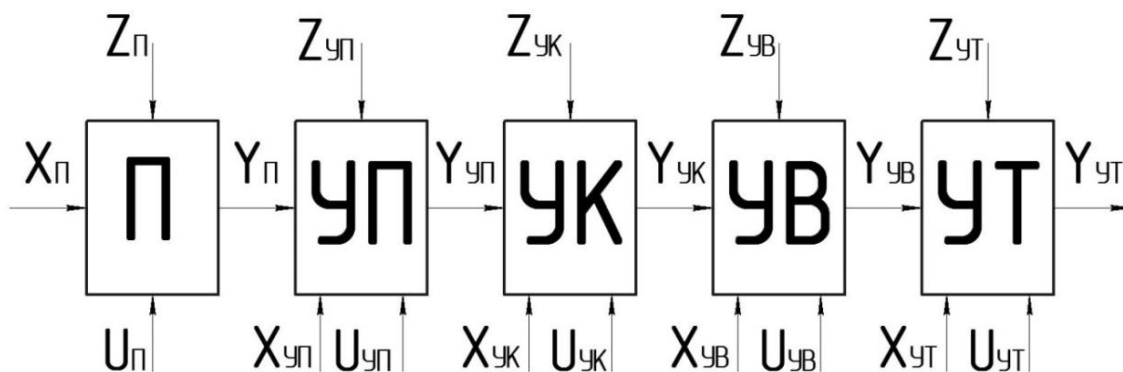


Рисунок 2 – Функциональная схема машины для уборки лука:

П – подкапывающий рабочий орган; УП – рабочий орган первичной сепарации; УК – рабочий орган первичной сепарации с интенсификатором; УВ – рабочий орган вторичной сепарации; УТ – валкоукладывающее устройство или выгрузной транспортер; $X_p, X_{чп}, X_{чк}, X_{чв}$ и $X_{чт}$ – функции внешнего воздействия подкапывающего рабочего органа, рабочего органа первичной сепарации, рабочего органа первичной сепарации с интенсификатором сепарации, рабочего органа вторичной сепарации и валкоукладывающего устройства; $Z_p, Z_{чп}, Z_{чк}, Z_{чв}$ и $Z_{чт}$ – функция состояния подкапывающего рабочего органа, рабочего органа первичной сепарации, рабочего органа первичной сепарации с интенсификатором сепарации, рабочего органа вторичной сепарации и валкоукладывающего устройства; $U_p, U_{чп}, U_{чк}, U_{чв}$ и $U_{чт}$ – функции управляющего воздействия подкапывающего рабочего органа, рабочего органа первичной сепарации, рабочего органа первичной сепарации с интенсификатором сепарации, рабочего органа вторичной сепарации и валкоукладывающего устройства; $Y_p, Y_{чп}, Y_{чк}, Y_{чв}$ и $Y_{чт}$ – результирующие параметры подкапывающего рабочего органа, рабочего органа первичной сепарации, рабочего органа первичной сепарации с интенсификатором сепарации, рабочего органа вторичной сепарации и валкоукладывающего устройства

С другой стороны, в повышении уровня интеллектуальности и быстродействия отзывчивости функционирующих элементов уборочной машины на изменяющиеся условия внешней среды и регулированием их технологических и режимных параметров. Под изменением условий следует понимать изменение природных условий, условий эксплуатации или перемещение конструкции в пространстве. А реакцией на изменение условий является изменение функциональных характеристик устройства выполнения технологического процесса.

Согласно результатам исследований основоположника земледельческой механики В.П. Горячкина имеем, что: «Все физические явления и процессы имеют три стадии развития: начальная с положительным ускорением (по вогнутой кривой), средняя по инерции (по прямой или близкой к ней) и конечная с отрицательным ускорением (по выпуклой кривой)» [3].

В связи с тем, что функция активации f искусственного нейрона, как правило, принадлежит к классу сигмоидальных функций [4, 5, 6], которые имеют две горизонтальные асимптоты и одну точку перегиба, что представляет собой графическое отображение (рисунок 3) развития сельскохозяйственного процесса машинно-технологического комплекса рассмотрим методологию нейронных сетей с позиции возможности прогнозирования показателей

качества работы, как отдельных функционирующих элементов, так и машины в целом.

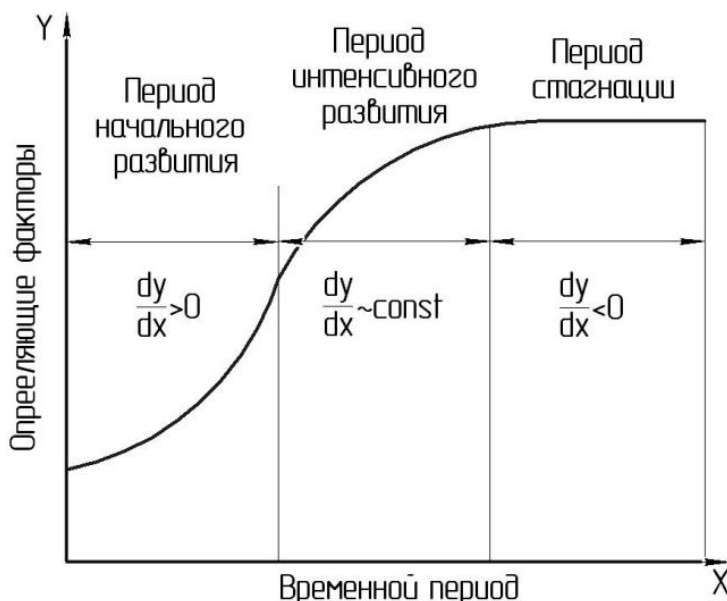


Рисунок 3 – Графическое изображение развития сельскохозяйственного процесса

Идентичные с нейронной сетью процессы и объекты машины для уборки лука представлены в таблице 1, что позволяет обеспечить использование математического аппарата теории искусственных нейронных сетей при моделировании технологического процесса работы машины для уборки лука и следовательно, дальнейшего прогнозирования показателей качества её работы.

Таблица 1 – Объекты (процессы) – аналоги искусственных нейронных сетей и машины для уборки лука

№ п/п	Объект (процесс) – аналог (искусственная нейронная сеть)		Изучаемый объект (процесс)	
	Операция	Функция	Операция	Функция
1	Обучение искусственной нейронной сети	Настройка весов и порогов всех слоев	Регулировка технологических и режимных параметров	Настройка функционирующих элементов машины на оптимальный режим работы
2	Воспроизведение искусственной нейронной сети	На этапе воспроизведения происходит обработка информации, следующая за обучением, при этом веса и пороги, как правило, не изменяются	Технологический процесс работы	Воздействие функционирующих элементов, направлено на изменение исходных свойств лукопочвенного вороха

Продолжение таблицы 1

3	Многослойная искусственная нейронная сеть (персептрон) состоит из 3 слоев: первого входного, второго скрытого и третьего выходного	Первый входной слой принимает и передает входной сигнал на второй скрытый слой. Второй скрытый слой преобразует входной сигнал и передает на выходной слой. Третий выходной слой выдает сигналы для интерпретатора и пользователя	Машина для уборки лука включает в себя набор неоднородных функционирующих элементов (рабочих органов), представляющих машину как единую динамическую систему	Функционирующий элемент (рабочий орган) машины для уборки лука предназначен для выполнения полезной работы
4	Функционирование искусственной нейронной сети основано на топологии – архитектуры слоев и связей между нейронами	Искусственные нейроны могут быть соединены друг с другом различными методами, что создает разнообразие нейронных сетей с различной архитектурой, правилами обучения и возможностям	Функционирующие элементы (рабочие органы) машины для уборки лука имеют различные конструктивные исполнения и компоновки	Устройство функционирующих элементов (рабочих органов) зависит от условий работы машины для уборки лука

Таким образом, представленные выше предпосылки свидетельствуют о том, что для поиска и оптимизации конструктивно-технологических параметров машин для уборки лука и повышения показателей качества уборки, требуется обеспечить оптимальное соотношением внутренних нерегулируемых параметров отдельных рабочих органов при повышении показателей качества уборки, в установленных конструкцией пределах для чего необходимо наличие основных закономерностей по прогнозу критериев качества работы машины для уборки лука, что возможно обеспечить моделированием процесса работы машины для уборки лука в виде искусственной нейронной сети.

Библиографический список

1. Кухарев, О.Н. Энергосберегающие технологии ориентированной посадки сельскохозяйственных культур: на примере лука и сахарной свеклы : дис. ... д-ра техн. наук/ О.Н Кухарев. – Пенза, 2006. – 417 с.
2. Горячкин, В.П. Собрание сочинений в 3-х т./ В.П. Горячкин. – М. : Колос, 1965. – Т. 1. – С. 720.
3. Жалнин, Э.В. Постулаты В.П. Горячкина и их дальнейшее развитие/ Э.В. Жалнин // Вестник МГАУ. – 2008. – № 2. – С. 15-21.
4. Галушкин, Н.И. Теория нейронных сетей/ Н.И. Галушкин. – М. : ИПРЖР, 2000. – 416 с.

5. Комашинский, И.В. Нейронные сети их применение в системах управления и связи/ И.В. Комашинский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2003. – 94 с.

6. Цельсов, Н.Ю. Нейронные сети как метод оценки кредитоспособности заемщика/ Н.Ю. Цельсов // Научно-технический вестник МГТУ им. Баумана. – 2015. – № 77. – С. 16-25.

7. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев и др. // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 12-15.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616091. Экспертная система диагностирования дизеля КамАЗ 740/ Г.Д. Кокорев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Е.А. Карцев и др. – 2011 г.

9. Навигация транспорта с использованием RFID-технологии/ Н.В. Бышов, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, А.Х. Мусли // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы X Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2017. – С. 17-23.

10. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

11. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля/ И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев и др. // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4 (8). – С. 72-74.

12. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2014. – № 07 (101). – С. 2062-2077.

13. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

УДК 631.53.01

*Ступин В.А.,
Камалетдинов Р.Р., д.т.н.
ФГБОУ ВО БГАУ, г. Уфа, РФ*

ВОЗМОЖНОСТИ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Применительно к вопросам разработки и оптимизации параметров сельскохозяйственных машин наиболее широко используются: математическое,

имитационное (более узко компьютерное) модели. Вместе с тем повышение уровня исследовательских работ неизбежно ведёт к усложнению моделей, и решение которых зачастую возможно лишь численными методами. При этом создание и модификация программных решений или адаптация ее к новой задаче, наряду с значительными затратами временных ресурсов, требует высокой квалификации исполнителя как в программной, так и в предметной областях и выходит за рамки возможностей одного человека. Это привело к созданию вычислительных пакетов нового поколения, использующих стандартизованные способы ввода-вывода исходных данных, визуализации процессов и анализа полученных результатов. К первым таким пакетам, предназначенным для инженерного анализа и численного моделирования в области деформируемого твердого тела, механики жидкости и газа, электромагнетизма и др., можно отнести программное обеспечение ANSYS. Позже появились специализированные пакеты – NASTRAN, LS-DYNA, STAR-CD, Flow Vision, ADAMS, EDEM и т.д. В настоящее время данные пакеты используются во многих областях науки и производства, однако они, за исключением единичных случаев, не нашли применения при разработке и усовершенствовании рабочих процессов и конструктивно- технологических параметров сельскохозяйственных машин [1,2,3].

Разработка моделей и проведение виртуальных экспериментов в данных средах предполагает создание 3D образа объектов исследования и описание его характеристик [7,8,9]: геометрических размеров, физико-механических свойств, способов соединения, начального положения элементов модели, значений действующих сил и моментов и может быть представлен в виде диаграммы приведенной на рисунке 1.



Рисунок 1 – Последовательность действий при разработке виртуальной модели и выполнении машинного анализа рабочего процесса

В качестве примера рассмотрим виртуальную модель копирующего лемеха с замедлением расчетная схема и фрагмент машинного эксперимента и которой приведена на рисунке 2.

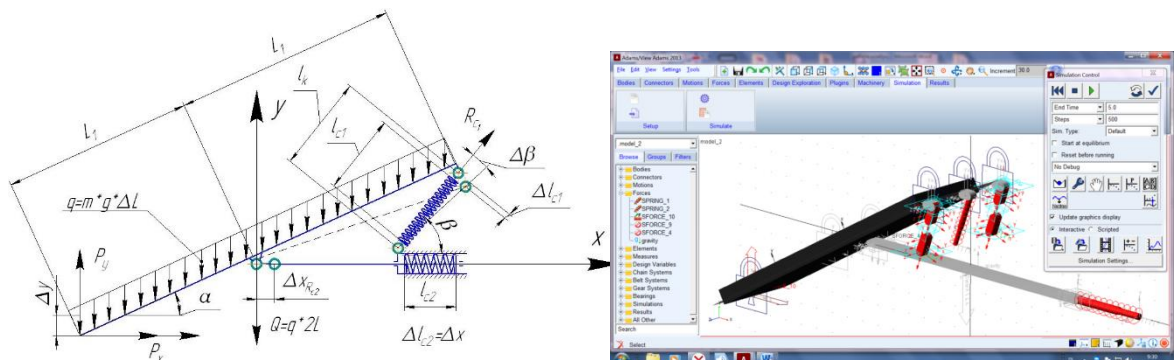


Рисунок 2 – копирующий лемех с замедлением: а- расчетная схема; б- виртуальная модель

На первом этапе машинных экспериментов проводилась оценка перемещения режущей кромки лемеха в вертикальной плоскости под воздействием гармонических возмущений амплитудой от 100 до 500 Н и частотой от $3,14 \text{ с}^{-1}$ до $18,84 \text{ с}^{-1}$. Данные диапазоны охватывают практически весь возможный интервал вариаций гармоник внешних воздействий на режущую кромку в полевых условиях [4, 5, 6].

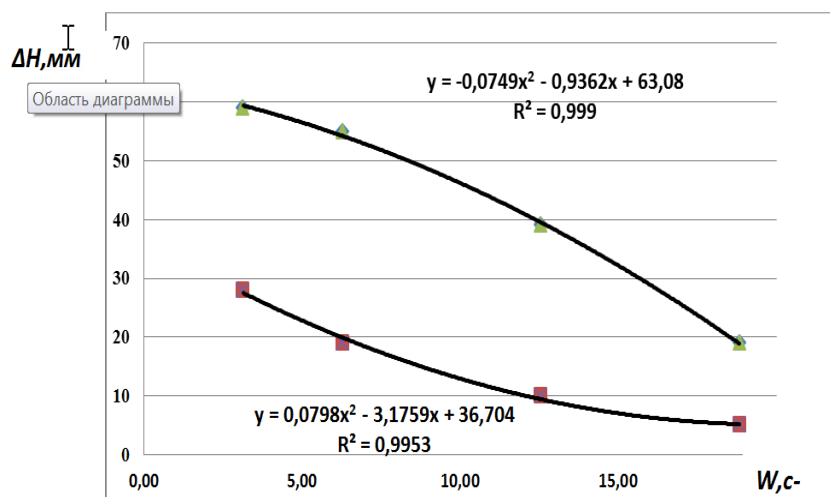


Рисунок 3 – Диапазоны перемещения ΔH режущей кромки: 1 – одноконтурного, 2 – двухконтурного (усовершенствованного) копирующих лемехов, в зависимости от частоты ω вертикального гармонического воздействия $P=200 \text{ Н}$.

Так же была проведена оценка вероятности подачи переуплотнённых почвенных частиц на сепаратор. Фрагмент машинного эксперимента по машинному анализу контактных усилий ADAMS/PostProcessor представлен на рисунке 4.

Результаты машинных экспериментов на виртуальной модели показали, что среднее контактное усилие в двухконтурном значительно меньше и составляет в среднем 120 Н, а в одноконтурном копирующем лемехе 160 Н. При этом пиковые нагрузки (превышающие 500 Н) и соответственно срез переуплотнённой почвы при данном рельефе происходит в первом случае

десять, а во втором лишь три раза, что позволяет предположить о вероятности снижения попадания в исходный ворох переуплотнённых почвенных частиц не менее чем в два раза по сравнению с неподвижным лемехом, т.е. жестко закрепленном на раме.

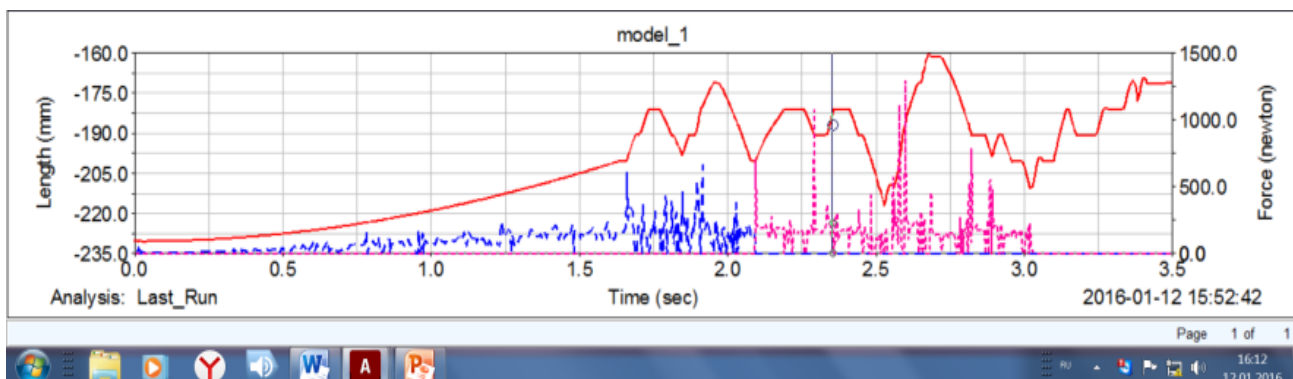


Рисунок 4 – Фрагмент машинного эксперимента по машинному анализу контактных усилий ADAMS/Post Processor

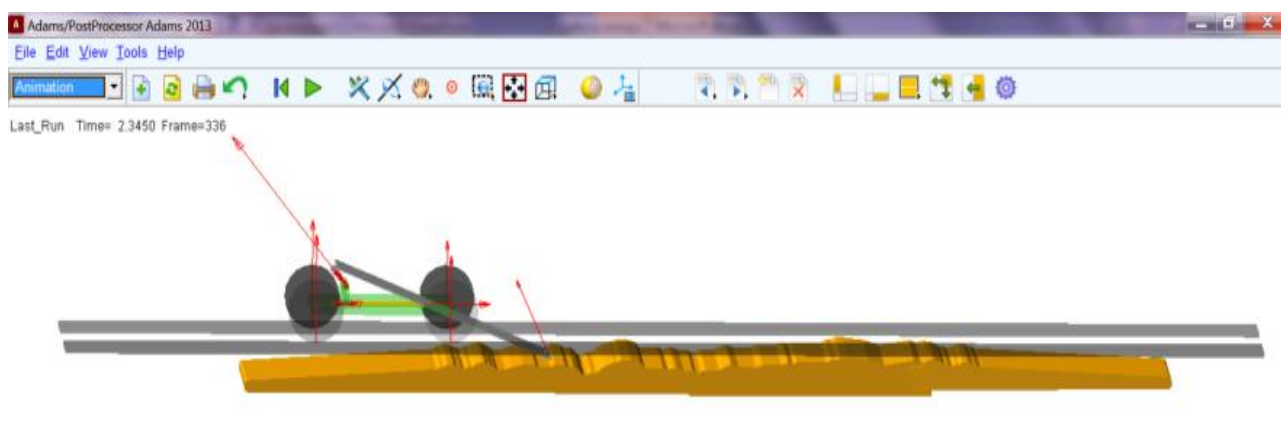


Рисунок 5 – Фрагмент машинного эксперимента по анализу контактных усилий

Рабочий процесс протравливания семян заключается в контактном взаимодействии поверхностей зерновок при их взаимном перемещении. И чем больше взаимодействие зерновок между собой, тем больше показатели закрепления протравливателя на поверхности семян. Известно, что зерновка, а точнее сказать слой семян, в процессе перемешивания неизбежно будет совершать движение по некоторой траектории. В результате этого перемещения зерновки должны взаимодействовать или контактировать между собой и чем больше количество контактов зерновок, тем лучше протекает рабочий процесс протравливания. В зависимости от типа конструкции протравливателя и заданных динамических параметров рабочего процесса протравливания, траектория перемещения слоя зерновок может меняться или оставаться постоянной [11, 12, 13].

Основной рабочий орган шнекового протравливателя является спираль или шнек. На рисунке 6 показано фрагмент вариального эксперимента

по анализу процесса движения семенного слоя в протравливателе шнекового типа с углом наклона цилиндра к горизонту в +30 градусов.

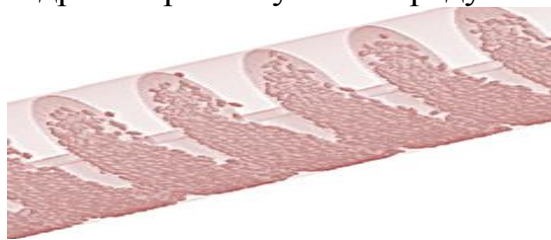


Рисунок 6 – Виртуальная процесс движение слоя семян в протравливателе шнекового типа

Частота вращения шнека в представленном виртуальном эксперименте 12 рад/сек., длина цилиндра 4 метра (при диаметре 250 мм), материал цилиндра и шнека выбрана сталь. Указанные характеристики и параметры для проведения эксперимента взяты из типовых устройств для протравливания семян шнекового типа. Выявлено что при вращении шнека происходит формирование равномерного волнового слоя семян, однако, верхние слои перемешиваются только между собой, в то время как нижележащие слои фактически находятся в неподвижном состоянии и взаимно не контактируют, т.е. взаимодействие поверхностей зерновок происходит только в верхних слоях зернового слоя. Нижний и средний слои просто перемещаются вдоль внутренних стенок цилиндра и контактное взаимодействие поверхностей зерновок не происходит в должном объеме, создавая условия для образования дополнительных разрушительных сил способных нанести травмы семенам, тем самым повысить общие показатели травмированности семян.

Анализ контактов зерновок между собой в среде EDEM графически можно представить в виде круговой диаграммы приведенной на рисунке 7.

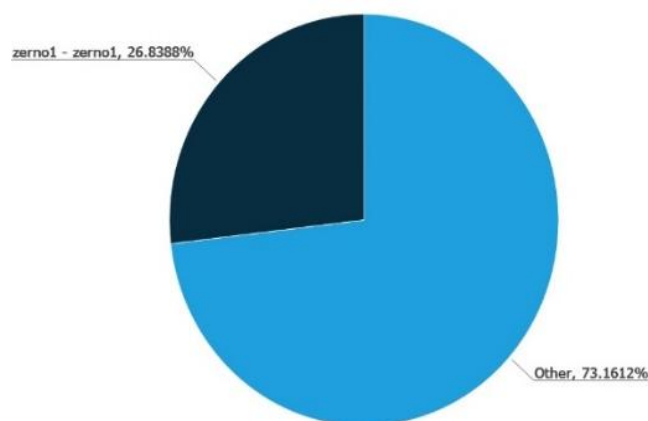


Рисунок 7 – Количество взаимодействий (контактов) в процентном соотношении: 1 –зерна с зерном; 2 – с шнеком и стенками цилиндра

Как следует из полученных результатов, от общего количество контактов зерна с зерном составляют лишь 26%, а основное взаимодействие происходит с шнеком и стенками цилиндра, что подтверждается количеством контактов с другими поверхностями 74%. При этом поверхность зерновки сильно повреждается о внутренние стенки цилиндра протравливателя. С увеличением

частоты вращения шнека, разрушительно воздействующие силы на зерновку только увеличиваются. Со снижением частоты вращения, уменьшаются, но не исчезают совсем. Также следует отметить, что и увеличивается время перемешивания семян, что сказывается на производительности.

На рисунке 8 представлен график траектории движения зерновок по трем осям координат.

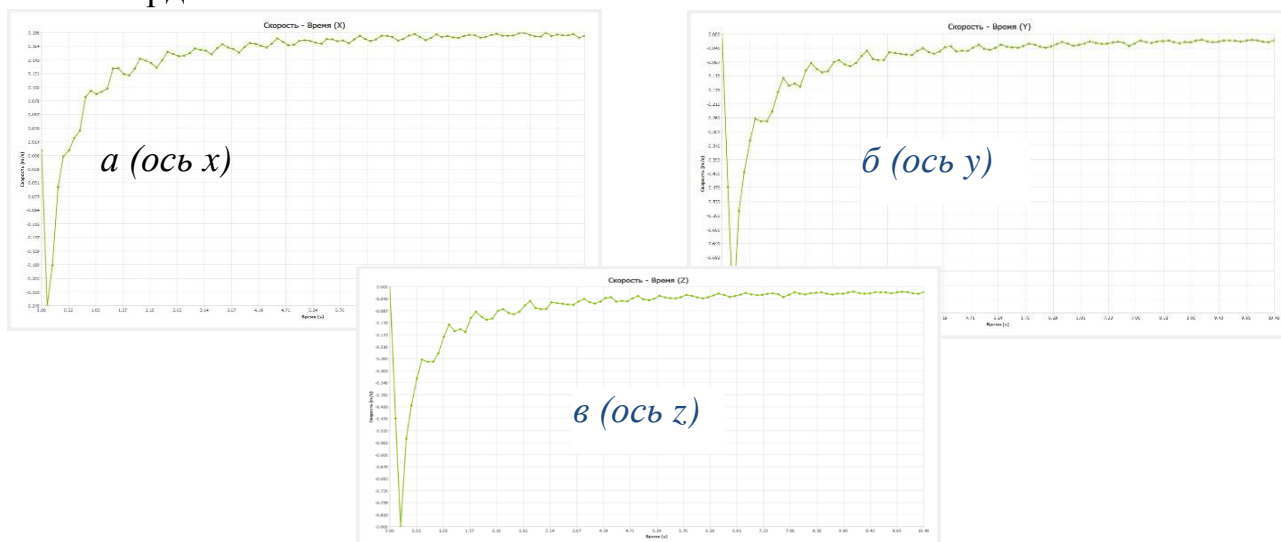


Рисунок 8 – Перемещение слоя семян в протравливателе шнекового типа по осям координат (поток) и количество соприкосновений поверхностей семян

При перемещении семян в шнековом протравливателе поверхность зерновки сильно повреждается, в следствии контакта с рабочими органами о внутренние стенки цилиндра протравливателя.

Похожие результаты анализа показывают и при потоковом перемешивании семян пшеницы в протравливателе шнекового типа. При сравнении непрерывной и порционной подачи наблюдаются лишь незначительные изменения траектории перемещения зернового слоя и увеличения количества контактов не более чем на 2%.

В целом, шнековые протравливатели непригодны в современном агропромышленном производстве для протравливания семян ввиду их повышенной степени травмирования семян и низкой производительностью протравливания для выполнения агротребований к семенному материалу для зерновых культур.

Использование пограмных средств виртуального моделирования значительно сокращает время и откывает новые возможности для поиска новых конструктивных решений и оптимизации параметров разрабатываемых сельскохозяйственных машин.

Библиографический список

1. Мударисов, С.Г. Повышение качества обработки почвы путем совершенствования рабочих органов машин на основе моделирования

технологического процесса : дис. ... д-ра техн. наук/ С.Г. Мударисов. – Челябинск : ЧГАУ, 2007. – 351 с.

2. Камалетдинов, Р.Р. Разработка методологии комплексной оценки эффективности сельскохозяйственного производства на основе имитационного моделирования с учетом биоклиматических, технологических и социально-экономических условий/ Р.Р. Камалетдинов // Отчет о выполнении научно-исследовательской работы по заказу МСХ РФ за счет федерального бюджета РНТД № 01200853489. –Уфа : Башкирский ГАУ. – 2008. – 88 с.

3. Камалетдинов, Р.Р. Объектно-ориентированное имитационное моделирование в среде теории информации (информационное моделирование)/ Р.Р. Камалетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2012. – Т. 1. – № 14. – С. 186-194.

4. Иофинов, А.П. Структура моделей системы управления качеством технологических процессов сельскохозяйственных машин/ А.П. Иофинов // Тракторы и сельхозмашины. – 1980. – № 3. – С. 25.

5. Совершенствование проектирование машин для биологической обработки сельскохозяйственных культур микробиологическими продуктами/ В.А. Ступин, Р.Р. Камалетдинов, И.И. Габитов и др. // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – Vol. 13. – Pp. 6500-6504.

6. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев и др. //Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 12-15.

7. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.

8. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. – Рязань, 2014.

9. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) – 2016. – № 06 (120). – С. 375-398. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>

10. 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 // Сб.: Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2 : Материалы VI Международной научно-практической конференции 18–20 мая 2010 года. – С. 47-51

11. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/ Г.К. Рембалович,

Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Сб.: Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства : Материалы Международной научно-технической конференции. – 2011. – С. 455-461.

12. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: коллективная монография/ Н.В. Бышов и др. – Рязань : Изд-во РГАТУ, 2015. – 304 с.

13. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

УДК 623:656

*Успенский И.А., д.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Куцев И.Е., д.т.н.
НГОУ РИБУ, г. Рязань, РФ;
Семеренко И.П., к.т.н.
ФГБОУ ВО РВВДКУ, г. Рязань, РФ*

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ДЛЯ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПОСАДКЕ В УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Важной проблемой картофелеводства в условиях Дальнего Востока является повышенная влажность почвы, которая требует увеличенных междурядий 80 и 90 см. При этом основными тракторами для пропашных культур там остаются машины либо Белоруссии, либо Китая классов 1,4 тс (14 кН) и 2,2 тс (22 кН). Однако, данный регион, не смотря на большие площади, очень мало заселён. Поэтому для него нужна такая техника, которая обеспечит высокое производство данной культуры при малом числе работников [1, 2, 3, 4].

Одним из вариантов решения данной проблемы является использование гусеничных тракторов ДТ-175 на узких гусеницах класса 3 тс (30 кН), а также модернизированных тракторов классов 5 тс (50 кН) и 8 тс (80 кН). На рисунке 1 показан пример агрегата из гусеничного трактора с плоскорезом для обработки посадок картофеля до всходов ростков с междурядьем 90 см.

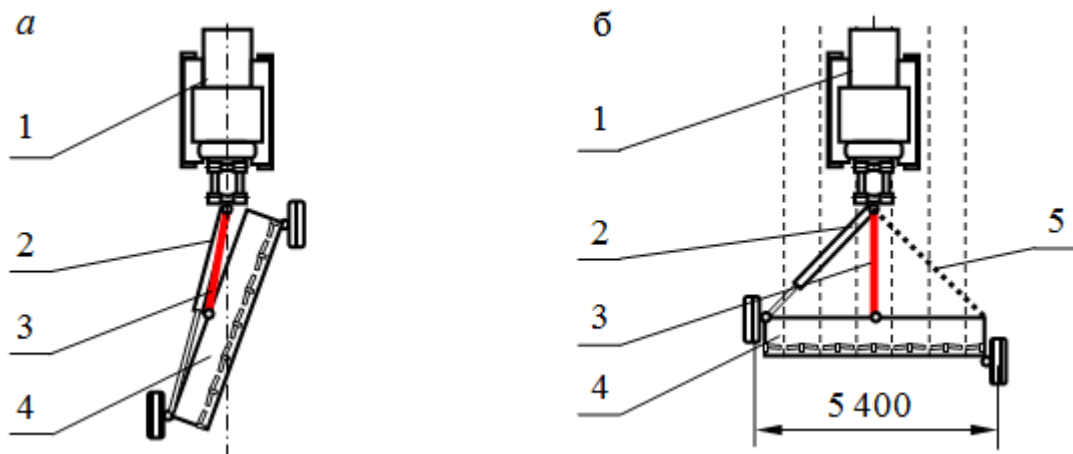


Рисунок 1 – Составление агрегата из гусеничного трактора с плоскорезом:
a – транспортное положение; *б* – рабочее положение;
 1 – трактора класса 5 тс; 2 – длинно ходовой гидроцилиндр;
 3 – тяга; 4 – плоскорез; 5 – раскос (ставится во время работы)

Основной особенностью для междурядной обработки посадок картофеля в условиях Дальнего Востока является то, что при довсходовой обработке приходится рыхлить почву с междурядьями 90 см, собирая для этого лапы плоскореза в пакеты (рис. 2).

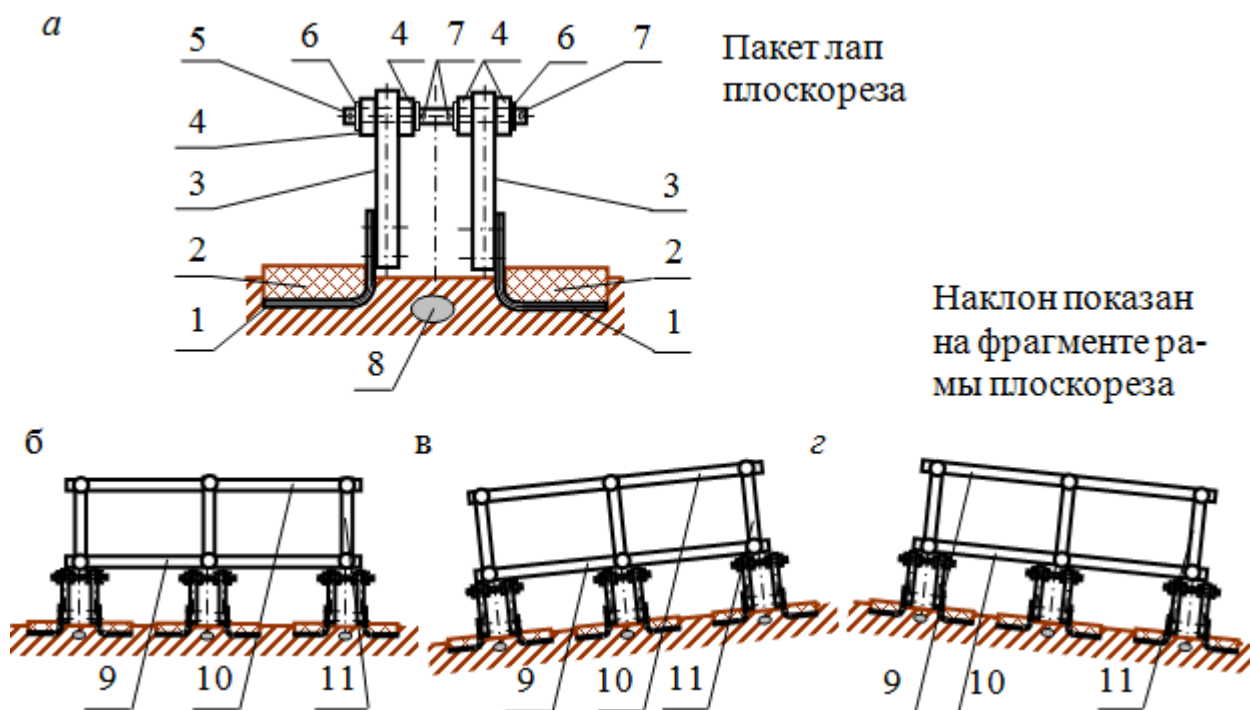


Рисунок 2 – Плоскорез с двухуровневой рамой для посадок картофеля и его наклоны в поперечной плоскости: *a* – сочетание лап плоскореза; *б* – лапы плоскореза без наклона; *в* – наклон вправо; *г* – наклон влево; 1 – лапа плоскореза правая; 2 – подрезанный пласт почвы; 3 – стойка; 4 – балансир; 5 – квадратный палец; 6 – квадратная шайба; 7 – шплинт; 8 – клубневые строчки; 9 – нижняя несущая балка рамы; 10 – верхняя балка рамы; 11 – вертикальная стойка рамы

Кроме того, следует учитывать, что плоскорезы для слепой обработки посадок картофеля с междурядьями 60 и 70 см универсальны, а на междурядья 80 и 90 см – специализированы [5, 6]. Поэтому их рамы, с целью повышения прочности и одновременного облегчения конструкции, могут иметь двухуровневую конструкцию. Эта задача решается за счёт увеличения момента сопротивления в вертикальной и поперечной плоскостях изгиба. В случае требования по ограничению габарита по высоте рама делается одноуровневой, но за счёт использования более крупных профилей она получается тяжелее. Например, двухуровневая рама изготавливается: нижний уровень – из профиля $100 \times 100 \times 6$, верхний – из профиля $50 \times 50 \times 2$, с разносом уровней 500 мм стойками из профиля $50 \times 50 \times 2$; одноуровневая изготавливается из профиля $220 \times 150 \times 5$ или из профиля $150 \times 150 \times 8$.

Поэтому здесь достаточно жёсткая конструкция, не использующая перекоса в горизонтальной плоскости, а использующая лишь наклон в поперечной плоскости [7, 8, 9]. Симметричность расположения тяги относительно сопротивления лап плоскореза определяется фиксированной конструкцией рамы с помощью раскос 5 (рисунок 1). Более того на каждый блок плоскорезов ставится индивидуальное копирующее колесо, которое задаёт глубину хода лап плоскореза данного блока, чтобы не порезать клубни при большой ширине захвата, когда блоки лап плоскореза ориентируются на раму и не учитывают микрорельеф поля. То есть способны заглубляться или выглубляться за счёт воздействия рамы плоскореза реагирующей опорными колёсами на микронеровности поля [10, 11, 12, 13].

Кроме этого, серьёзную помощь могли бы оказать трактора Кировского завода К-701, поставленные на гусеничный ход. Ширину, используемых гусениц, можно было бы уменьшить до 30 см, что позволило бы тракторам К-701 хорошо вписываться в борозды посадок картофеля на Дальнем Востоке даже при расстояниях между грядками 80 см, а давление на почву при этом снизится за счёт длины гусениц. То есть, будет повторен вариант Т-150, только в более мощном исполнении при $N = 300$ л.с. (220 кВт) и тяге на крюке $P_{кр} = 8$ тс (80 кН). Тогда имея такой мощный трактор можно было бы реализовать идею КПК-4 [1, 2, 3] без дополнительных ведущих мотор-колёс и производить уборку на скорости 4,5 км/час, что соответствовало бы производительности 1,6 га/час чистого времени. Кроме того, при рабочей ширине захвата 3,6 м для посадок с междурядьями 90 см можно было бы увеличить массу комбайна на сдвоенных каретках (как в варианте ККМ-4) до 8 т установив на него бункер ёмкостью 4 т, а раму сделать с симметричными передними наклонными брусками (по типу комбайна КСК-4).

Таким образом, основным трактором для возделывания картофеля на Дальнем Востоке станет гусеничный вариант К-701, который сможет взять на себя всю линейку комплекса машин выращивания картофеля:

- 12-ти корпусной прицепной роликовый плуг (ширина захвата 4,2 м);
- 3-х рядная машина для внесения органических удобрений (ширина захвата 2,7 м, грузоподъёмность 16 т);

- 12-ти рядный плоскорез (ширина захвата 10,8 м);
- 12-ти рядный культиватор-окучник полунавесной (ширина 10,8 м);
- 6-ти рядную сажалку со сдвоенными аппаратами (ширина 5,4 м);
- 6-ти рядный прицепной опрыскиватель (ширина захвата 5,4 м, грузоподъемность 16 т);
- 4-х рядная шаговая поливочная машина (ширина 3,6 м, грузоподъемность 16 т);
- 12-ти рядный измельчитель ботвы (ширина 10,8 м);
- 4-х рядный прицепной картофелеуборочный комбайн (ширина 3,6 м).

Библиографический список

1. Бышов, Н.В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин : дис. ... д-ра. техн. наук/ Н.В. Бышов. – Рязань : Рязанская ГСХА, 2000 – 414 с.
2. Куцев, И.Е. Разработка разветвляющейся технологии уборки картофеля с обоснованием параметров и режимов работы сепарирующих устройств : дис. ... д-ра. техн. наук/ И.Е. Куцев. – Рязань : Отделение полиграфии ИТО РИПЭ Минюста России, 1999. – 467 с.
3. Анализ методов разработки технических систем/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Материалы III Международной научной конференции. – Саратов : Издательский дом «Райт-ЭКСПО», 2016. – С. 74-78.
4. Пат. РФ № 95960. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей/ Безносюк Р.В., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. – Опубл. 20.07.2010; Бюл. № 20.
5. Пат РФ № 2010100253/22. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Безруков Д.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Пименов А.Б., Юхин И.А., Николотов И.Н. – Опубл. 10.08.2010; Бюл. № 22. – 2 с.
6. Повышение эффективности использования тракторных транспортных средств на внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань, 2012.
7. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля/ Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) – 2011. – № 10 (074). – С. 596-606. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>
8. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, А.Б. Пименов и др. // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы III Международной

научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение». – Киров : Изд-во Вятская ГСХА, 2010. – Выпуск 11. – С.45-49.

9. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев, К.А. Жуков// Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 12-15.

10. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля/ И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев и др. //Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4 (8). – С. 72-74.

11. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар, 2013. – № 05. – С. 866-876.

12. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: коллективная монография/ Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2015. – 304 с.

13. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

УДК 631.333.92

*Хмыров В.Д., д.т.н.,
Гурьянов Д.В., к.т.н.,
Гурьянова Ю.В., д.с.-х.н.
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, РФ*

ВОРОШИТЕЛЬ-ПОГРУЗЧИК-ОБЕЗЗАРАЖИВАТЕЛЬ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Основной задачей сельскохозяйственного производства является снижение плотности почвы, повышение плодородия, улучшение структуры, получение высококачественной продукции. Минеральные удобрения снижают в почве гумус, кроме того повышают плотность почвы, способствуют накоплению нитратов и закреплению в почве вредных веществ, как тяжелые металлы и радиоактивный стронций. Применение органических удобрений приводит к очищению почвы от гербицидов и пестицидов, повышает плодородие почвы и улучшает структуру. Сырьем для производства органических удобрений являются органические отходы сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности [1, 2, 3, 4].

Основными компонентами для производства органических удобрений являются подстилочный, полужидкий и жидкий навоз, помет, торф, дефекат, выжимки яблок, солома зерновых и крупяных культур, солома, отходы зерновых культур, шелуха подсолнечника, гречки, проса, ботва сахарной свёклы и других овощных культур. Большие объёмы подстилочного навоза накапливаются в полевых хранилищах и в помещениях при содержании свиней на глубокой подстилке, кур, уток, индеек и гусей при напольном содержании и овец в овчарнях и вольерах [5, 6, 7].

Для сбора, погрузки и обеззараживания подстилочного навоза предлагается ворошитель-погрузчик-обеззараживатель подстилочного навоза (Патент № 171982) [1, 8, 9].

Ворошитель-погрузчик-обеззараживатель состоит из рамы 3, на которой смонтированы игольчатые диски ворошители 1, шнеки питатели 2, выгрузной транспортер 4, распылители 9 и бак с обеззараживающей жидкостью 8. Ворошитель-погрузчик работает следующим образом. При внедрении в пласт подстилочного навоза в хранилище или в вольерах пассивные игольчатые диски 1 вкалываются в пласт навоза, деформируют и снижают его плотность. Затем подстилочный навоз направляется к шнекам 2 винтовой спиралью левого и правого вращения подстилочный навоз подается в выгрузное окно 11 и на выгрузной транспортер 4. На выгрузном транспортере подстилочный навоз опрыскивается через распылители 9 специальным раствором и бака 8, который обеззараживает подстилочный навоз. После обеззараживания подстилочный навоз укладывается в бурты, аэрационные цеха и биореакторы на дозревание [2]. В результате получается высококачественное органическое удобрение.

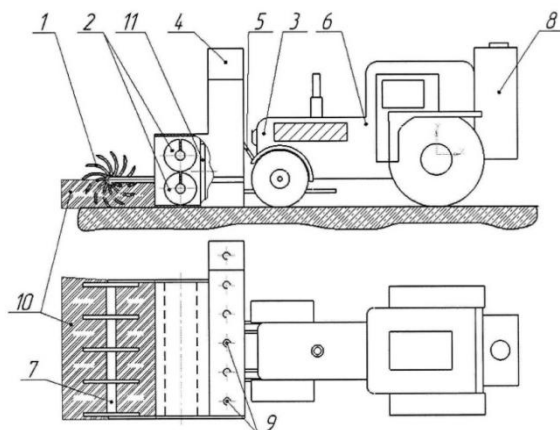


Рисунок 1 – Ворошитель-погрузчик-обеззараживатель подстилочного навоза:

- 1 – игольчатые диски, 2 – шнеки, 3 – рама, 4 – выгрузной транспортер, 5 – навеска,
 6 – трактор, 7 – вал, 8 – бак, 9 – распылители, 10 – пласт подстилочного навоза,
 11 – выгрузное окно

Насыпная плотность подстилочного навоза после формирования буртов представлена на рисунке 2.

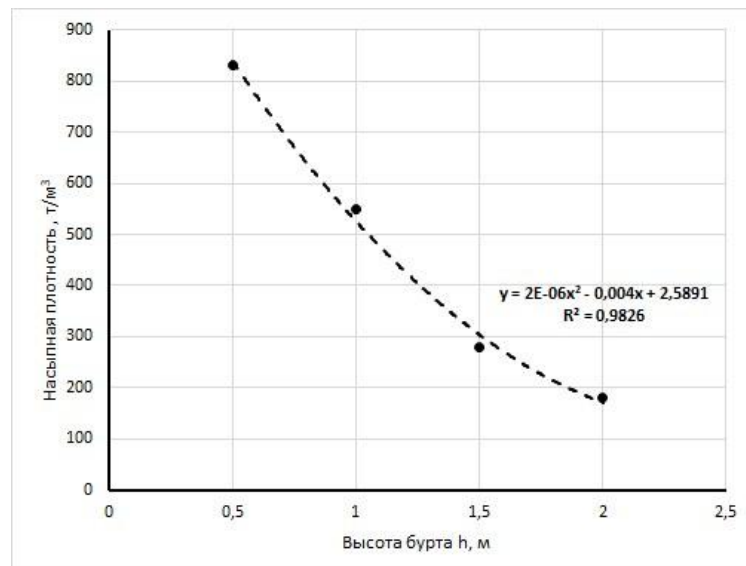


Рисунок 2 – Зависимость насыпной плотности подстильного навоза от высоты бурта

Из графика, представленного на рисунке 2, видно, что насыпная плотность подстильного навоза с увеличением высоты бурта уменьшается и находится в пределах 180...830 т/м³.

Зависимость производительности ворошителя-погрузчика-обеззараживателя от скорости движения представлена на рисунке 3.

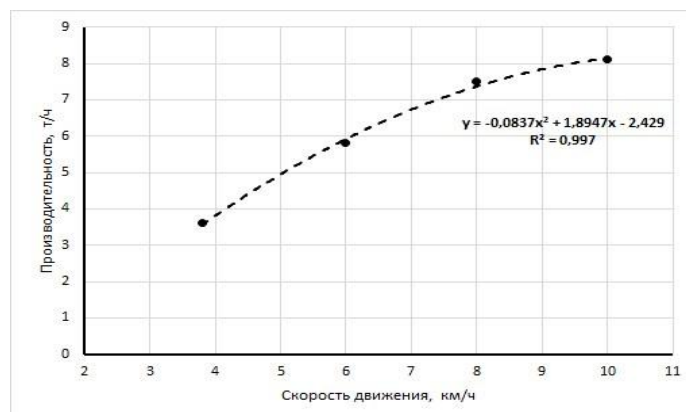


Рисунок 3 – Зависимость производительности от скорости движения ворошителя-погрузчика-обеззараживателя

Из графика, представленного на рисунке 3, видно, что при увеличении скорости движения производительность ворошителя-погрузчика-обеззараживателя увеличивается и при скорости 10 км/ч снижается, так как шнеки питателя не справляются с подаваемой массой [3].

Библиографический список

1. Пат. РФ № 171982. Ворошитель-погрузчик обеззараживатель подстильного навоза / Хмыров В.Д., Труфанов Б.С., Куденко В.Б.,

Щегольков А. В. – Оpubл. 23.06.2017.

2. Подготовка подстилочного навоза к аэрации в цехах и биореакторах/ В.Д. Хмыров, Д.В. Гурьянов, Ю.В. Гурьянова, Г.П. Аннагулыев // Вестник Мичуринского ГАУ. – № 4. – 2017. – С. 103-107.

3. Гурьянов, Д.В. Поточный способ обеззараживания и переработки подстилочного навоза, помета в органическое удобрение/ Д.В. Гурьянов, В.Д. Хмыров, Ю.В. Гурьянова // Сб.: Наука и общество в условиях глобализации : Материалы VII Международной научно-практической конференции (Уфа, 15-16 апреля 2020 г.). – Уфа, 2020. – С. 37-39.

4. Экспериментальная оценка достоверности оптимальных параметров активатора обеззараживания жидких отходов животноводства/ Н.В. Бышов, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Лимаренко // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 8 (266). – С. 28-31.

5. 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 ВИМ. – М. : 2011. – Т. 2. – С. 455-461.

6. Исследование распределения плотности вероятностей патогенных маркеров свиного бесподстилочного навоза/ Н.В. Бышов, Н.В. Лимаренко, С.Д. Фомин и др. // Известия НВ АУК. – 2019. – № 4 (56).

7. Проблемы и технические решения использования высокопроизводительной транспортной сельскохозяйственной техники/ И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 949-974.

8. Пат. РФ 161488. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / О.В. Филюшин, А.А. Голиков, И.А. Успенский и др. – Оpubл. 20.04.2016; Бюл. № 11.

9. Пат. РФ № 2015101808/11. Тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний / Симдянкин А.А., Попов А.С., Успенский И.А., Юхин И.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н. (RU). – Оpubл. 20.08.2015; Бюл. № 23. – 2 с.

УДК 631.362 .36

*Худайбердиев Т.Л., к.т.н.
НамИСИ, г. Наманган, РУ*

РАЗРАБОТКА ГУСЕНИЧНОГО МИНИ-ТРАКТОРА С ТРЕЙЛЕРОМ ДЛЯ САДОВОДСТВА И ВИНОГРАДАРСТВА

В зарубежных странах для садоводства и виноградарства применяются разные гусеничные и колёсные трактора, однако они являются дорогими, а также запасные части к ним стоят дорого, причём двигатели этих тракторов работают на дизельном топливе, тоже стоят дорого. Перевозка гусеничных

тракторов осуществляется специальным трейлером [1, 2, 3, 4].

Разработкой специального трактора для садоводства и виноградарства занимаются многие учёные и специалисты мира. Учёными Наманганского инженерно-технологического института и электросварщиком Х. Ходиназаровым был разработан и изготовлен опытный образец гусеничного мини-трактора «Багбан» (Садовник) с самоходным трейлером (рисунок 1) [5, 6].

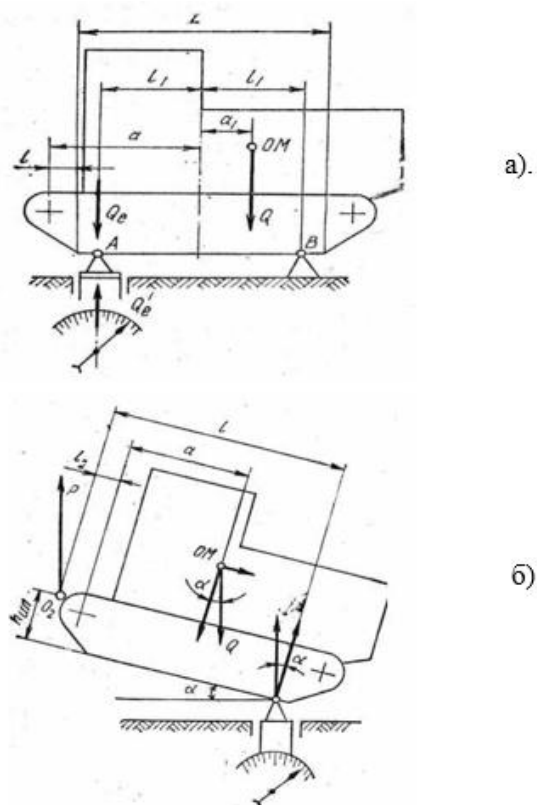


Рисунок 1 – Схема к определению координат центра тяжести гусеничного мини-трактора

Данный гусеничный трактор предназначен для выполнения работ как, вспашка, чизелование, частичная планировка, каналообразование и обратная засыпка канала, опрыскивание деревьев, погрузка и разгрузка контейнеров и других работ в садоводстве и виноградарстве [7, 8].

Предлагаемый трактор имеет карбюраторный двигатель мощностью 95 л.с. от легкового автомобиля ГАЗ-24 «Волга», где установлена пропановая газовая установка и работает на пропановом газе, что не требуется дизельное топливо [9, 10].

Основной новизной мини-трактора является то, что для перевозки (транспортировки) гусеничного мини-трактора разработан самоходный колёсный трейлер, который двигается за счёт вала отбора мощности от двигателя мини-трактора, что не требуется дополнительного транспортного средства для перевозки [11, 12, 13].

Использование гусеничного мини-трактора с самоходным трейлером осуществляется следующим образом.

Приехав на поле гусеничный трактор своим ходом спускается с трейлера и освобождает его. На трактор навешивается сельскохозяйственная машина и выполняется определённая работа. Освобожденный самоходный трейлер можно использовать как помещение для отдыха фермера, для чего вручную устанавливаются на него вертикальные дугообразные стойки-каркасы и после установки целиком закрывается тентовым материалом типа палатки. В самоходном трейлере с трёх сторон имеются раскладные скамейки и по середине имеется раскладной стол для отдыха и других нужд [14, 15].

Кабина трактора имеет разборные и сборные стойки регулируемые по вертикали с тентом, для быстрой ручной сборки, с целью предотвращения помолок плодовых ветвей деревьев кабиной.

После завершения работ гусеничный трактор своим ходом поднимается на трейлер и останавливается (при этом двигатель не выключают), в кабине с помощью специального рычага автоматически соединяется карданный вал привода на задний мост трейлера и после этого трактор вместе с трейлером двигается с места.

Теоретические предпосылки. При определении координат центра тяжести мини-трактора использованы известные теоретические исследования [1, 2].

Для определения вертикальной координаты «а» центра тяжести мини-трактор устанавливают на две опоры с расстоянием между ними $2L$ (рисунок 1.а). Одна опора должна сидеть на измерительных весах. От неподвижной точки В берётся момент:

$$2lQ'e = Q(1 - a_i);$$

$$\frac{2lQ}{iQ} = \frac{1}{e}$$

$$Q_e = Q'e$$
(1)

Вертикальная координата «а» центра тяжести мини-трактора определяется следующим образом:

$$a = l + \frac{l}{2} + a$$
(2)

Для определения высоты h центра тяжести с крюка мини-трактора поднимают и отклоняют на определённый угол α (рисунок 1.б). Удобно подвешивать с заднего крюка трактора, потому что данные координат крюка l_2 и $l_{ил}$ всегда приводятся в технической характеристике трактора. Относительно точки Q_2 от всех действующих сил берётся момент.

$$Q \cos \alpha (a + l_2) + Q \sin \alpha (h - h_{ил}) - Q_0 \cos \alpha l + Q \sin \alpha h_{ил} = 0$$

Отсюда
$$h = \operatorname{ctg} \alpha \left(\frac{Q}{Q_0} l - a + l_2 \right) - h_{ил} \left(\frac{Q}{Q_0} - 1 \right)$$
(3)

Горизонтальная координата центра тяжести гусеничного трактора определяется известным методом. Для этого одну сторону задней гусеницы ставят на весы и определяют тяжесть приходящую на эту гусеницу $Q_e=Q'$.

В результате получим следующее уравнение:

$$Q_e \cdot B = Q (0.5B - e).$$

отсюда

$$e = B(0.5 - \frac{Q}{Q'} \epsilon) \quad (4)$$

При использовании трактора в различных условиях большое значение имеет повышение вертикальной устойчивости, причём не снижая управление трактора. Для повышения вертикальной устойчивости трактора рекомендована, что можно повышать базовую высоту но при этом следует снизить высоту ходовой части.

У гусеничного трактора распределение тяжести от центра давления по опорной продольной длине определяет его устойчивость (рисунок 2).

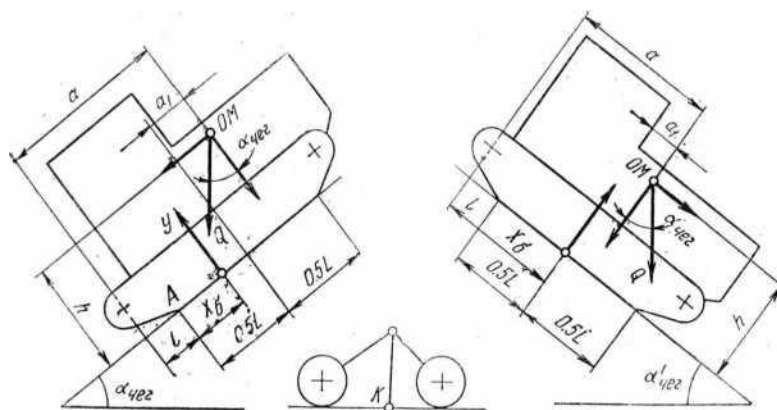


Рисунок 2 – Схема к определению продольной устойчивости гусеничного мини-трактора

Если трактор имеет половинчатую жёсткую навеску, то он может перевернуться на вертикальной оси крайнего опорного катка вокруг соприкосновения с точкой почвы.

В результате чего для гусеничного мини-трактора получим следующее:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{\text{чез}} &= \frac{a-l}{h} = \frac{0.5L+a}{h} \\ \operatorname{tg} \alpha'_{\text{чез}} &= \frac{0.5L-a}{h} \end{aligned} \right\}$$

(5)

Вес опытного образца гусеничного мини-трактора составляет 2 000 кг, вес плуга 140 кг, общий вес трактора при вспашке составляет 2 140 кг, вес трейлера – 1 160 кг, общий вес мини-трактора с трейлером составляет 3 200 кг.

Гусеничный мини-трактор с трейлером в 2017 году был показан на Республиканской выставке инновационных идей и технологий в Экспоцентре (г.Ташкент), а также по телевидению. Мини-трактор новой конструкции заинтересовал многих специалистов, фермеров и учёных.

Однако указанный мини-трактор с трейлером имеет ряд конструктивных недостатков, что подлежит к доработке и следует научного обоснования основных параметров и режимов работы рабочих узлов.



Рисунок 3 – Мини-трактор

В настоящее время в НамИТИ ведутся научно-исследовательские работы по устранению конструктивных недостатков и расширению использования мини-трактора в сельском хозяйстве.

Библиографический список

1. Колчин, А.И. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей/ А.И. Колчин, В.П. Демидов. – М. : Высшая школа, 2003.
2. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля/ И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев и др. // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4. – С. 72-74.
3. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного

средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

4. 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 ВИМ. – М. : 2011. – Т. 2. – С. 455-461.

5. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. – Рязань, 2014.

6. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2015.

7. Пат. РФ 2607852 С. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Голиков А.А., Старунский А.В., Акимов В.В. и др. – Заявка № 2015124080 от 12.10.2015.

8. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

9. Некоторые аспекты снижения повреждений плодов при уборочно-транспортных работах/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 592-608.

10 Успенский, И.А. Методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы «Samte»/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.В. Бобров и др. // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 7 (181) – С. 44-47.

11. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2009. – № 2 (33). – С. 38-40.

12. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К.А. Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина. – 2013. – С. 60-63.

13. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутрихозяйственных перевозках/ В.В. Бычков,

И.А. Успенский, И.А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469.

14. Аникин, Н.В. Устройство для снижения колебаний грузовой платформы/ Н.В. Аникин, С.В. Колупаев, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8.– С. 31.

15. Пат. РФ № 2008139805. Устройство для стабилизации положения транспортного средства / Минякин С.В., Успенский И.А., Юхин И.А., Аникин Н.В., Гречихин С.Ю., Рембалович Г.К. – Оpubл. 10.03.2009; Бюл. № 7. – 2 с.

УДК 631.33

*Шевкун Н.А., к.с-х.н.,
Драный А.В., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, г. Москва, РФ*

ПУТИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ АКТИВНЫХ БОРОЗДООБРАЗУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН ДЛЯ ПОСАДКИ САЖЕНЦЕВ

Активные рабочие органы имеют довольно широкий спектр применения в конструкции почвообрабатывающих машин (почвенные фрезы, ротационные плуги, бороздообразующие рабочие органы посадочных машин), мелиоративной технике (каналокопатели, планировщики и т.д.), землеройной технике. Преимущество активных рабочих органов в сравнении с пассивными заключается в хорошем крошении и перемешивании обрабатываемой почвы, выравнивании ее поверхности. Существенным их недостатком является высокая энергоемкость и сложность конструкции. Поэтому активные почвообрабатывающие органы наиболее целесообразно применять в тех случаях, когда необходимо получить хорошо оструктуренную почву.

Активные почвообрабатывающие рабочие органы можно классифицировать: по расположению оси вращения; их размещению относительно продольной оси симметрии машины; по виду исполнительного органа (рисунок 1).

Отдельного внимания заслуживают активные бороздообразующие рабочие органы, которые нашли свое применение в посадочных машинах, применяемых в садоводстве и лесной промышленности [1, 6, 7]. Анализ конструкций машин показывает, что в них реализуются все виды исполнительных органов (цепочно-скребковые, дисковые, лопаточные, барабанные, шнековые). Их сравнение показывает, что они конструктивно более сложны, требуют наличия дополнительного привода и в зависимости от типа имеют ограничения либо по ширине образуемой борозды, либо по глубине обработки почвы. В основном эти ограничения обусловлены габаритными размерами самого рабочего органа.

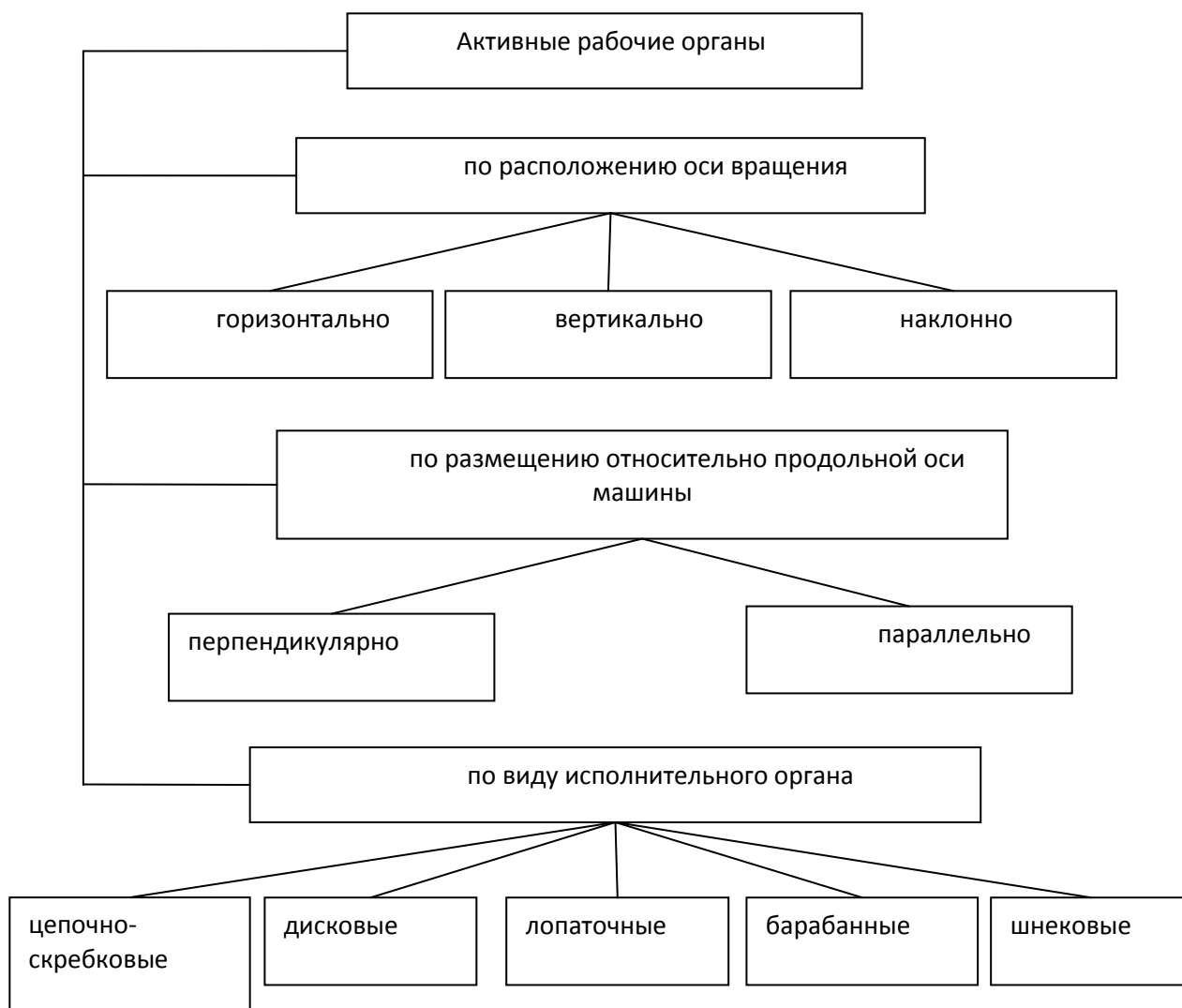


Рисунок 1 - Классификация активных почвообрабатывающих рабочих органов

Наиболее выгодную позицию, из представленных активных почвообрабатывающих рабочих органов, занимают шнековые. Данный тип рабочих органов довольно широко используется в конструкциях мелиоративных машин - каналокопателях, планировщиках. Свое применение они нашли и в конструкциях машин для посадки саженцев в качестве бороздообразующих рабочих органов выполненных в виде цилиндрических или конических шнеков. Анализ формы шнека показывает, что применение конических шнеков является более выгодным, так как они могут осуществлять стабильное вращательно-поступательное движение, имеют переменную производительность по длине шнека, что необходимо при условии загрузки по всей его длине и уменьшают влияние переменных нагрузок, возникающих за счет самообрушения грунта [2, 8, 9]. Винтовая поверхность шнеков, применяемых в качестве бороздообразующих рабочих органов, имеет прямолинейную форму с постоянным углом ее подъема.

В работах А.И. Долгих, А.А. Дудко, В.С. Сухорукова и др. применительно к мелиоративным машинам рассматривались вопросы резания и перемещения грунта шнековыми рабочими органами [3, 4, 10]. Ими было

установлено, что на энергоемкость резания почвы влияют ее свойства и эксплуатационные параметры шнека, в частности удельный вес грунта, геометрические параметры шнека, скорость движения и производительность. В частности мощность, расходуемую на резание почвы и величину энергоемкости транспортирования грунта можно определить по предложенным ими формулам

$$N_p = 2,29 \cdot 10^{-7} A \cdot \lambda^{-7} \cdot \Pi_{ш}, \quad (1)$$

где N_p – мощность, расходуемая на резание почвы, кВт·ч; A – постоянный коэффициент, зависящий от характера грунта; λ – подача шнека, м/об; $\Pi_{ш}$ – производительность шнека, м³/ч.

$$N_{mp} = \Pi_{ш} L_{ш} (L_{ш} + l_{ш}) \gamma_z \frac{f_z \cos^2 \delta_{np} \sqrt{v_{mp}^2 + \left(\frac{v_{об}}{3600}\right)^2} + f v_{mp}}{144 \cdot 10^5 v_{mp} l_{ш}}, \quad (2)$$

где N_{mp} – энергоемкость транспортирования грунта, кВт·ч; $L_{ш}$ – длина рабочей части шнека, м; $l_{ш}$ – шаг шнека, м; γ_z – удельный вес грунта в естественном состоянии, Н/м³; f_z – коэффициент трения грунта по грунту; δ_{np} – угол между нормальной реакцией винтовой поверхности в центре давления грунта на ось шнека; v_{mp} – осевая скорость потока грунта, м/с; $v_{об}$ – скорость поступательного движения шнека, м/ч; f – коэффициент трения грунта по поверхности витков.

Затраты мощности на резание почвы, при заданной производительности машины, можно частично снизить за счет ее предварительного рыхления. Это приводит к снижению плотности почвы и следовательно мощности на резание. При использовании шнековых рабочих органов в машинах для посадки саженцев этого добиваются установкой перед шнеком рыхлящий нож или стрельчатую лапу [5, 11].

Для снижения затрат мощности на транспортирование грунта авторами [3, 4] предложено использовать винтовые поверхности шнеков криволинейной формы т.к. это позволяет большую часть потока грунта транспортировать по своей поверхности как по желобу, не контактируя с боковой стенкой борозды (при резании и перемещении грунта в горизонтальной плоскости). В связи с этим энергоемкость транспортирования грунта криволинейной винтовой поверхностью при всех прочих равных условиях будет всегда меньше энергоемкости транспортирования грунта прямолинейной винтовой поверхностью.

На основании рассмотренного материала целесообразно провести дополнительные исследования по использованию активных бороздообразующих рабочих органов машин для посадки саженцев представляющих собой шнек конической формы оснащенный винтовой поверхностью криволинейной формы с целью оценки снижения энергоемкости

процесса резания почвы и влияния конической формы винтовой поверхности шнека на качество крошения почвы.

Библиографический список

1. Бычков, В.В. Состояние и перспективы механизации садоводства/ В.В. Бычков, Г.И. Кадыкало, Н.А. Шевкун // Сб.: И.В. Мичурин и агротехнические аспекты производства плодов и овощей на современном этапе: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Великого преобразователя природы И.В. Мичурина (28–30 сентября 2005 г.). – Воронеж: ВГАУ, 2005. – С. 115-126.

2. Дудко, А.А. Определение геометрических параметров фрезы откосообразователя с дополнительным возвратно-поступательным движением вдоль своей оси/ А.А. Дудко // Организация, технология и механизация мелиоративных работ. – Саратов, 1993. – С. 78-82.

3. Долгих, А.И. Снижение энергоемкости транспортирования грунта шнековыми рабочими органами/ А.И. Долгих // Организация, технология и механизация мелиоративных работ. – Саратов, 1993 – С. 44-51.

4. Сухоруков, В.С. Выбор формы образующей рабочей поверхности шнека для вертикального перемещения материала/ В.С. Сухоруков, М.А. Ковырягин, Б.С. Нурмаганбетов // Организация, технология и механизация мелиоративных работ. – Саратов, 1993. – С. 86-93.

5. Пат. РФ №2288559. Рабочий орган для подготовки почвы и посадки саженцев / Шевкун Н.А., Бычков В.В. – Опубл. 10.12.2006; Бюл. № 34.

6. Основные требования к техническому уровню тракторов, транспортных средств и прицепов на долгосрочную перспективу / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И. А. Успенский и др. // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: Материалы Международной научно-практической конференции 21–22 марта 2013 г. – Минск: Изд-во БГАТУ, 2013. – С. 200-202.

7. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, А.Б. Пименов и др. / Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича. – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. – С. 45-49.

8. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля) / С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. // Рязань, 2015.

9. Некоторые аспекты снижения повреждений плодов при уборочно-транспортных работах / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 592-608.

10. Методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы «Samte»/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.В. Бобров и др. // Техника и оборудование для села. – 2012. – №7 (181). – С. 44-47.

11. 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.

УДК631.17:658.152

*Аль Дарабсе А.М.,
Маркова Е.В., к.э.н.,
Черненко Е.В., к.п.н.,
Дабабне И.Э.
ИАТУ УлГТУ, г. Ульяновск, РФ*

РОССИЙСКИЙ РЫНОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Производство сельскохозяйственной техники – один из стратегически важных секторов национальной экономики, во многом обеспечивающий продовольственную безопасность страны. Современное общество сталкивается с продовольственными проблемами, следовательно, с проблемами развития аграрной экономики, а также с проблемами производства современной сельскохозяйственной техники, конкурентоспособной с зарубежными аналогами; следовательно, проблема изучения российского рынка сельскохозяйственной техники не только актуальна, но и имеет стратегическое значение [1,7,8]. В статье анализируется состояние российского рынка сельхозтехники, который сегодня критически монополизирован. В то же время, полностью сформировавшиеся в ее системе негативные тенденции могут оказать негативное и существенное влияние на продовольственную безопасность страны (когда покупатели не имеют надлежащего рыночного выбора сельскохозяйственной техники; при энергичных манипуляциях с ценами продавцов; информационная недостаточность, а также отсутствие информации – равные условия рыночного поведения для разных производителей). Авторы считают, что разрешить эти тенденции невозможно без активного и осторожного вмешательства государства именно в процессы формирования высококонкурентной деловой среды. Кроме того, необходимо разработать концепцию сопутствующих инфраструктурных разработок при производстве и реализации сельскохозяйственной техники; что позволит оптимизировать возможности отечественных производителей [2, 9].

Функции рынка сельскохозяйственного оборудования как институциональной среды включают, прежде всего, увеличение ВВП, удовлетворение спроса на сельскохозяйственное оборудование внутри страны, обеспечение возможностей трудоустройства для рабочей силы, сохранение конкурентных преимуществ производителей сельскохозяйственного оборудования внутри страны. Можно сказать, что эти функции практически не выполняются.

Сегодня институт российского рынка сельхозтехники дисфункционален из-за полярности позиций основных участников, отсутствия согласованных

интересов как между самими производителями, так и между производителями и потребителями. Улучшение дисфункциональности возможно только при учете интересов потребителей (пока отсутствие инфраструктуры свидетельствует о игнорировании их интересов); участник, который первым начнет вести поворот, будет доминировать; но в целом этот институт может победить только в прекращении «войны» в контексте более тесного сотрудничества. Инфраструктура рыночных отношений между отечественными производителями слабее, чем у иностранных, поэтому не только сегодня действия иностранных предпринимателей могут характеризоваться большей эффективностью, но благодаря этому в будущем у последних будет больший потенциал для развития.

В целом общество сталкивается с грядущими продовольственными проблемами; и уже сегодня в нашей стране стратегическое значение имеет развитие агропромышленного комплекса и, соответственно, производство сельскохозяйственной техники, способной конкурировать с зарубежными аналогами. Поэтому вопрос изучения российского рынка сельхозтехники не только актуален, но и имеет стратегическое значение [3, 11].

Для исследования российского рынка сельхозтехники объединим два подхода. Первый подход основан на традиционном анализе. Итак, остановимся на особенностях спроса (факторы, определяющие его динамику на конкретном рынке, уровень удовлетворения, степень и характер эластичности); особенности поставок (количество производственных предприятий, поставляющих сельхозтехнику в нашу страну, их ресурсы и возможности, научно-технический потенциал, загруженность мощностей, характер конкуренции между ними, отношения с государством).

Второй подход основан на анализе скорости и степени трансформаций в контексте конкретного учреждения, уровня формализации для определения степени контроля (чем больше неформальный компонент, тем больше контроля должно быть), упоминаний области учреждения (индексы полярности и взаимодополняемости, типизированные и воспроизводимые в контексте ее институтов, наличия заменителей или сервитутов).

Объединив эти два подхода, мы можем изучить характер спроса и предложения с традиционной точки зрения, делая упор на вероятную динамику, анализируя элементы инфраструктуры как процессы, обеспечивающие безопасность функционирования конкретного рынка (предотвращение разрушительных потрясений), а также функциональность рынка в контекст страны. Проанализировав рынок в заданных пределах, мы сможем оценить не только его функциональность, но и наличие условий настройки с учетом социальных и экономических интересов страны [4, 12, 13].

Во-первых, необходимо определить природу рынка в отрасли с точки зрения конкуренции, поскольку это дает нам понимание доминирующих характеристик поведения основных участников рынка. Общеизвестно, что чем выше степень монополизации рынка, тем больше рынок становится зависимым от действий определенных определяющих групп и тем меньше его можно

прогнозировать с точки зрения применения рыночных закономерностей и правил.

Проанализируем степень монополизации, используя в качестве ориентира косвенные меры рыночной власти предприятия, применяемые в теории отраслевых рынков (индексы Херфиндаля - Хиршмана, концентрация на трех крупнейших компаниях авторов, относительная концентрация также по пяти крупнейшим компаниям). как показатель реальной энтропии рыночных долей).

Российский рынок сельхозтехники включает в себя три существенные группы с точки зрения предложения [5, 14]:

- 1) российские производства;
- 2) иностранные производства;
- 3) симбиотические предприятия по производству сельскохозяйственной техники.

Маркетинговая инфраструктура предполагает организацию дилерской сети, установление контактов с компаниями, изучающими особенности потенциальных клиентов и возможности их привлечения, предоставление клиентской базы данных, а также систем взаимоотношений с лизинговыми компаниями. Эти компоненты действительно не разработаны. Об этом свидетельствует как растущий индекс неудовлетворенного спроса на сельхозтехнику, так и политика позиционирования как демонстрации собственных конкурентных преимуществ перед потребителями.

Ситуация со спросом усугубляется депрессивным экономическим положением аграриев из-за низкой рентабельности агропромышленного комплекса, а также низким уровнем заработной платы, что не позволяет в полной мере удовлетворить нынешние потребности в сельхозтехнике [6].

В этом контексте они пытаются активизировать спрос на оборудование в стране, развивая кредитную культуру, стимулируя лизинговые отношения, которые активно внедряются; но высокие риски деятельности аграриев делают этот процесс стагнирующим. Сами производители могут помочь аграриям, предлагая оборудование по справедливой цене даже для животноводства – с чем у нас сегодня проблемы (отсутствие приемлемой номенклатуры продукции) – как фактор диверсификации рисков из-за неблагоприятных погодных условий, а также платежеспособности аграриев. уменьшение.

В таких непростых для аграриев условиях ценовой фактор определяет спрос. Однако рост ассоциаций в этой отрасли, увеличение административных расходов, а также расходов на него предопределили картельные цены, т.е. завышенные, отражая в значительной степени потери клиентов и расходы бюджета.

Ценовая эластичность высока, потому что, согласно теории, авторы, эластичность падает в условиях роста потребления и жесткой борьбы за потребителя между производителями; а способность наших аграриев потреблять, особенно в нынешний кризисный период, наоборот снижается; следовательно, они не являются привлекательной целевой аудиторией, за которую производители должны бороться. Поэтому зарубежные

производители предпочитают концентрировать свое внимание на рынках других стран, а их представительства в нашей стране являются лишь одним из элементов диверсификации; а отечественные производители предпочитают дожидаться более выгодных условий для реализации своей продукции. В связи с этим становится печальной закономерностью, большая часть инвестиций направляется на развитие складских помещений, что в нынешних условиях нецелесообразно. Склады необходимы только в условиях высокой потребительской стоимости товаров и соблюдения прогнозов устойчивого потребления, которых сегодня нет.

Ситуация с производителями усугубляется катастрофическим износом основных средств на уровне 80–100%; Уровень перевооружения здесь составляет не более 3% в целом по стране. Производственные мощности позволяют производить гораздо больше сельхозтехники, чем могут приобрести аграрии, что не позволяет производителям полностью реализовать свой потенциал. Загруженность мощности около 15%. В условиях текущего кризиса этот показатель резко снижается. Отечественные производители сельхозтехники из-за недостаточных конкурентных преимуществ техники по сравнению с зарубежными производителями используют отнесение многих районов к конкретным производителям - зонам ответственности Агромашхолдинга. Тем не менее рынок все больше заполняется импортным оборудованием. Ключевыми элементами их успеха на нашем рынке являются высокое качество оборудования, доступное оперативное обслуживание, отсутствие завышенных цен из-за спекуляций на фондовом рынке [1].

Правительство проводит политику протекционизма в отношении рынка сельхозтехники. Правительство также оказывает поддержку; так, в частности, принято решение о выделении 34 млрд рублей на кредитование машиностроительных предприятий. Государственная поддержка отрасли будет продолжена; стимулирует желание получать больше бюджетных денег; но в то же время это может привести к уклонению от уплаты налогов с изменением форм присвоения прибыли.

В настоящее время такую позицию правительства нельзя считать оправданной по ряду причин. Во-первых, не удовлетворяется спрос аграриев. Во-вторых, рынок можно охарактеризовать как дисфункциональность, связанную с избытком избыточного количества товаров и в то же время их нехваткой [2].

При этом нет развитой сервисной сети, есть сложности с конвертацией валюты; сложные политические отношения с Украиной; и иностранные конкуренты вторгаются на рынок Казахстана. Иностранные производственные предприятия применяют косвенные формы помощи в виде экспортных субсидий, предоставляя казахстанской стороне возможность приобретать товары на выгодных условиях кредитования. Есть еще одна активно используемая форма – это предоставление казахстанским банкам кредитов иностранными коммерческими банками для рефинансирования импорта. Стоимость кредита ниже, чем при использовании традиционной схемы (3%

вместо 15%), что создает ценовое преимущество в размере 33%. Кроме того, для данного рынка актуальна сезонность, следовательно, существуют разрывы в движении средств. Кредиты необходимы, чтобы выровнять все вышеперечисленное. Реальная ситуация усугубляется следующими факторами. В последнее время российское общество столкнулось с серьезными проблемами, напрямую связанными с замедлением темпов развития агропромышленного комплекса, что привело к необходимости создания и модернизации производства современного оборудования с высокими показателями качества; которые, несомненно, имеют стратегическое значение для отечественной экономики. Современный российский рынок сельхозтехники можно считать дисфункциональным, поскольку существует обширная сфера противоправных действий субъектов правонарушения. Выявлены основные проблемы рынка сельхозтехники, нарушающие функциональные связи системного уровня в рамках эффективного предпринимательского бизнеса, т. е. Незаконный захват; рост числа организаций с недолгим сроком работы (фирм-однодневок), стимулирующих незаконные способы продажи техники; сброс; растущее количество налоговых правонарушений. Согласно анализу положения различных участников рынка сельскохозяйственной техники, существуют следующие проблемы: несоответствие спроса и предложения этого рынка на структурном уровне; полярность позиций ключевых участников; отсутствие согласованных интересов как у производителей, так и у производителей и потребителей; инфраструктура рыночных отношений отечественных производителей развита слабее, чем инфраструктура зарубежных; так что действия последних более эффективны не только в настоящее время, но и в будущем.

Библиографический список

1. Аль-Дарабсе, А.М.Ф. Реализация концепции программы автоматизации управленческого учета/ А.М.Ф. Аль-Дарабсе, Е.В. Маркова // Сб.: Актуальные проблемы финансов глазами молодежи : Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – 2017. – С. 31-33.

2. Аль-Дарабсе, А.М.Ф. Автоматизированный метод обучения студентов инженерных специальностей/ А.М.Ф. Аль-Дарабсе, Е.В. Маркова // Сб.: Технологическое развитие современной науки: тенденции, проблемы и перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2018. – С.4-6.

3. Маркова, Е.В., Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Методика оценки уровня конкурентоспособности продукции инновационного предпринимательства/ Е.В. Маркова, В.В. Морозов, А.М.Ф. Аль-Дарабсе // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2013. – № 1 (24). – С. 47-54.

4. Морозов, В.В. Системный анализ и моделирование процессов управления организационно-техническими системами/ В.В. Морозов,

А.М.Ф. Аль-Дарабсе // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2009. – № 2 (24). – С. 234-237.

5. Морозова, Е.В. Моделирование деятельности инновационного образовательного комплекса/ Е.В. Морозова, А.М.Ф. Аль-Дарабсе // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. – 2011. – Т. 13. – № 2-2. – С. 306-310.

6. Al Darabseh, A.M.F. High-techboard integrated management system in hovercraft complex/ Al Darabseh A.M.F., Markova E.V., Volskov D.G // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития : Материалы V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 12-16.

7. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al. – 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 341 012145.

8. Пат. РФ № 2010100253/22. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Безруков Д.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Пименов А.Б., Юхин И.А., Николотов И.Н. – Оpubл. 10.08.2010; Бюл. № 22. – 2 с.

9. Пат. РФ 161488. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / Филюшин О.В., Голиков А.А., Успенский И.А. и др. – Оpubл. 20.04.2016; Бюл. № 11.

10. Бышов, Н.В. Современный взгляд на производство картофеля/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.А. Семдянкин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 128 (04).

11. 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.

12. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля/ И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев и др. // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4 (8). – С. 72-74.

13. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К.А. Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина. – 2013. – С. 60-63.

14. Устройство для снижения колебаний грузовой платформы/ Н.В. Аникин, С.В. Колупаев, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8. – С. 31.

15. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

16. Анализ процесса выгрузки сельскохозяйственной продукции из усовершенствованного кузова тракторного прицепа/ С.В. Колупаев, И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2015. – № 08 (112). – С. 778-801.

17. Воздействие перевозимого груза на колебания автомобиля/ В.Н. Чекмарев, И.А. Успенский, С.Н. Борычев, Н.В. Аникин // Сб.: Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века. К 55-летию Рязанской ГСХА. – Рязань, 2004. – С. 170-171.

УДК 631.171

*Арашаев А.В.,
Серпокрылов Н.С., д.т.н.
ФГБОУ ВО ДГТУ, г. Ростов-н/Д, РФ;
Онкаев В.А., к.т.н.
ФГБОУ ВО КалмГУ, г. Элиста, РК, РФ*

МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЙКИ ШЕРСТИ

Согласно полученным результатам экспериментальных исследований мобильная установка мойки шерсти должна иметь: узел мойки и отжима шерсти, узел очистки моченных вод, включающий накопитель, электрокоагулятор, сборник плавающих веществ, отстойник, сорбционный фильтр, накопитель очищенных вод, насосы для перекачки вод, дегидратор шлама.

Исходные данные для расчета мобильной установки

В качестве примера для расчета мобильных очистных сооружений сточных вод мойки шерсти принята фермерская овцеводческая ферма на 800 голов, расположенная в районе г. Элиста [2, 3]. Расчетный расход $q_{\text{мах.час}} = 8,7 \text{ м}^3/\text{ч}$. Подача сточных вод осуществляется по самотечному трубопроводу от стационарного модуля мойки и отжима шерсти, не входящие в оборудование модульной установки.

Время пребывания сточной жидкости в усреднителе 1,5 ч.

1. Усреднитель

Усреднитель представляет собой прямоугольную емкость, выполненную из ПНД, габаритами, м: 2,7 х 2,4 х 2 и объемом 13 м^3 . Время пребывания сточной жидкости в усреднителе 1,5 ч.

2. Тонкослойный отстойник (рисунок 1)

Согласно рекомендациям [1, 3, 8] расчетная гидравлическая крупность взвешенных веществ принимается $U_0 = 6 \text{ мм/с} = 0,216 \text{ м/ч}$.

Производительность тонкослойного модуля Q_T :

$$Q_T = (8,7 \cdot K_э \cdot H_б \cdot L_б \cdot U_0) / (K_с \cdot H_я), \quad (1)$$

где $K_э$ – коэффициент использования объема;

$H_б$ – высота тонкослойного блока, м;

L_b – длина секции, м;

U_0 – гидравлическая крупность задерживаемых частиц (мм/с);

K_c – коэффициент сноса выделенных частиц, принимаемый при плоских пластинах – 1,2; при рифленых пластинах – 1;

H_a – высота яруса тонкослойного модуля, м [4].

$$Q_T = (8,7 \cdot 0,6 \cdot 0,826 \cdot 0,832 \cdot 0,216) / (1,2 \cdot 0,826) = 0,94 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Скорость потока воды

$$V_p = Q_T / (B_b \cdot L_b \cdot \cos\alpha + B_b \cdot L_p), \quad (2)$$

где V_p – скорость рабочего потока, м/ч;

Q_T – объем потока, м³/ч ;

B_b – ширина тонкослойного блока, м;

L_b – длина тонкослойного блока, м;

L_p – расстояние между пластинами, м;

α – угол наклона пластин.

$$V_p = 0,94 / (0,826 \cdot 0,832 \cdot \cos 45^\circ (0,707) + 0,826 \cdot 0,006) = 1,91 \text{ м/ч}$$

С учетом распределительных и сборных каналов и лотков сточной воды, плавающих и согласованности при компоновке сооружений на мобильной установке габаритные размеры отстойника равны:

$$L_э \times B_э \times H_э = 1,3 \times 1,0 \times 1,0, \text{ м}.$$

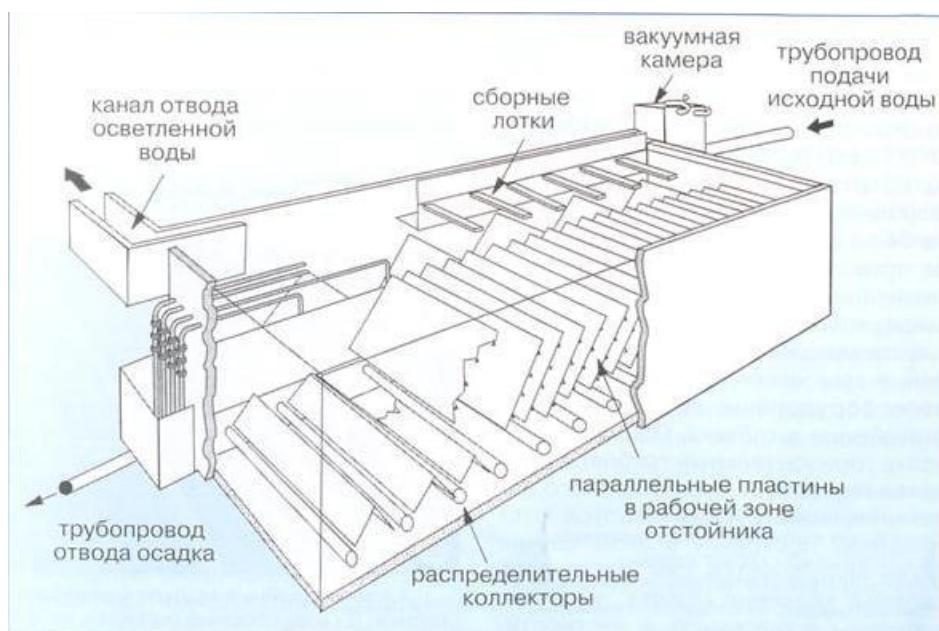


Рисунок 1 – Тонкослойный отстойник

3. Накопительная емкость (рисунок 2)

Назначение – накопление очищенных сточных вод для повторного использования на мойку шерсти. Подача сточных вод с расходом $q_{\text{мах. час}} = 8,7$ м³/ч осуществляется по самотечному трубопроводу от сорбционного фильтра. Принимаем накопительную емкость на 1,5 часа пребывания очищенных вод, таким образом, требуется емкость объемом 13 м³.

Размеры сооружения составляют, м: 2,7 x 2,4 x 2.

В целях экономии полезной площади под технологическое оборудование в мобильной установке мойки возможным вариантом может быть складывающийся вариант накопителя объемом 13–15 м³ [7].



Рисунок 2 – Складной накопитель мобильной установки

4. Дегидратор шлама (рисунок 3)

Принимаем шнековый обезвоживатель осадка АМКОН ES-302, расход твердой фазы до 9 м³/ч и концентрацией загрязнений по взвешенным вещества до 35 000 мг/л. Размеры, м: (LxВxН) 3,25x1x1,85



Рисунок 3 – Дегидратор шлама

Обезвоженный шлам имеет влажность 70–72% и может быть использован для производства удобрений и/или пеллет в рамках экологизации фермерских овцеводческих хозяйств [3, 6]. Режим работы дегидратора устанавливается во время проведения пуско-наладочных работ.

Мобильные очистные сооружения для очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти обладают технической новизной и составили предмет изобретения [5, 9, 10].

Формула изобретения по патенту RU (11) 2 2675556.

Выводы

1. Экспериментально обоснована технология очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти тонкослойным отстаиванием, электролизом и сорбцией, по полученным результатам была разработана мобильная установка и технология очистки с повторным использованием очищенной воды, на которую получен патент РФ.

2. Стоимость строительства мобильных очистных сооружений дешевле строительства стационарных в 2.5 раза, но выше (5,5%) затраты на эксплуатацию.

3. Разработанная технология очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти с помощью мобильной установки дает толчок к развитию фермерского овцеводства

4. Для повышения уровня экологической безопасности и экономичности фермерских овцеводческих хозяйств предлагается, как рабочая гипотеза, организация производства промышленных продуктов из навоза овец: 1 – гранулированное удобрение; 2 – топливные гранулы – пеллеты; 3 – сорбент в виде фиксированных по размерам фракций. Гипотеза требует экспериментального подтверждения.

5. Установку по производству продуктов из навоза овец рекомендуется выполнять мобильной для поочередного обслуживания ряда овцеводческих ферм; оборудование размещается в передвижных модулях, размером 3 x 6 x 2.8 м, смонтированных на автоплатформах, для производства удобрения и топливных пеллет необходим 1 модуль, для производства сорбента – 2 модуля.

Библиографический список

1. Исследование особенностей протекания сорбционных процессов в обработке воды с высоким солесодержанием/ А.В. Арашаев, В.Ю. Борисова, В.А. Онкаев и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2016. – Вып. 46 (65). – С. 95 -101.

2. Экологические проблемы при строительстве очистных сооружений Элистинской фабрики первичной обработки шерсти/ А.В. Арашаев, Н.С. Серпокрылов, В.А. Онкаев, А. В. Онкаев. // Сб.: Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2018» : Материалы XI Международной научно-практической конференции. – Новочеркасск : Изд-во «Лик», 2018. – С. 246-251.

3. Экологизация овцеводческих ферм аридных территорий (на примере Республики Калмыкия)/ Е.В. Вильсон, Н.С. Серпокрылов, В.А. Онкаев, А.В. Арашаев // Сб.: Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2019» : Материалы XII Международной научно-практической конференции. – Новочеркасск : Изд-во «Лик», 2019. – С.19-28.

4. Ионно-солевой комплекс глинистых грунтов и его изменение при выщелачивании солей/ А.А. Дорджиёв, А.Г. Дорджиёв, М.М. Сангаджиёв и др. // Инновации и инвестиции. – Москва : Изд-во ООО «Русайнс», 2018. – № 3.– С. 208-212.

5. Крашенников, Е.В. Способ очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти/ Е.В. Крашенников, Н.С. Серпокрылов, В.В. Корниенко, А.В. Арашаев.

6. Фактор качества воды водных объектов Калмыкии и здоровье населения республики/ М.М. Сангаджиёв, О.В. Эрдниева, А.Н. Бадрудинова,

А.В. Арашаев // Geologiya, Geografiyai Globalnaya Energiya (Geology, Geography and Global Energy) Physical Geography and Biogeography, Soil Geography and Landscape Geochemistry 70. – 2016. – № 2 (61). – С. 70-75.

7. Водоохраные технологии как источник воздействия на ОС / Н.С. Серпокрылов, В.А. Онкаев, А.В. Арашаев и др. // Сб.: Природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы его рационального использования : Материалы V региональной студенческой научно-практической конференции 25-27 апреля 2018 г. – Элиста : Изд-во Калм. ун-та, 2018. – С.117-123.

8. Анализ методов разработки технических систем/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Материалы III Международной научной конференции. – Саратов : Издательский дом «Райт-ЭКСПО», 2016. – С. 74-78.

9. Byshov, N.V. Parameters of Optimized System of Technological Process of Waste Water Disinfection of Livestock Enterprises in Integrated Physico-Chemical Effects/ N.V. Byshov, I.A. Uspensky, I.A. Yukhin et al // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – № 341. – 6 p. – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/341/1/012140>

10. Экспериментальная оценка достоверности оптимальных параметров активатора обеззараживания жидких отходов животноводства/ Н.В. Бышов, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Лимаренко // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 8 (266). – С. 28-31.

УДК631.5(470.620)

*Дёмочкина Я.И.,
Карпушкина Ю.Е.,
Орехова В.И.*

ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ

Полив любых сельскохозяйственных культур неразрывно связан с мелиоративно-водохозяйственным комплексом, имеющимся на Ставрополье. Он представляет собой сложный объект, в который входят 18 государственных систем, 2500 единиц гидротехнических сооружений, 51 водохранилище и водоёмы, с полезным объёмом воды два миллиарда кубических метров. Управление ФГБУ «Ставропольмелиоводхоз» эксплуатирует 3500 километров каналов, обеспечивая водными ресурсами потребности предприятий сельского и жилищно-коммунального хозяйства, промышленного и гидроэнергетического производства [1, 4, 6, 7].

Ставропольский край занимает лидирующие позиции по производству зерна на душу населения. За прошедшие 3 года увеличилось производство

семян подсолнечника и сахарной свеклы. На сегодняшний день сельскохозяйственные предприятия Ставрополя выращивают 18 видов различных сельскохозяйственных культур – зерновые, бобовые, масличные. В соответствии с государственной программой развития мелиорации земель, площади орошаемых территорий увеличились до 5000 гектаров. Механизированный полив является основным видом орошения земель и осуществляется с помощью машин типа PIVOT. На орошаемых территориях выращивают кукурузу, сою, зерновые и овощные культуры. Главная доля аграрной продукции выращена в сфере растениеводства и составляет (68,5%) [1, 2, 8].



Рисунок 1 – Система сооружений для орошения полей (PIVOT)

Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур для всех категорий хозяйств составляет 8,4 млн тонн. Аграрные компании получили урожайность 79% зерновых, зернобобовых культур; 88,2% сахарной свеклы, 82,2% винограда, 81,9% семян масличных культур, 57,3% плодов и ягод, 44,1% картофеля и овощей. Часть фермерских хозяйств, в том числе индивидуальных предпринимателей в производстве зерна составляет 20,9%, овощей 31,3%, масличных 18,1% [1, 3, 9, 10].

На основе ЗАО «СХП «Агроинвест» в Ипатовском районе благодаря компании Иррико в 2013 году началось внедрение оросительных систем для зерновых и овощных культур. Соблюдение норм полива позволяет избежать засоления и заболачивания почвы, подъема грунтовых вод, и, что не менее важно, вдвое, а то и втрое сэкономить потребление воды. Самое главное, что следить за работой дождевальными машинами и управлять ими можно удаленно, так как вся информация о работе системы орошения поступает на рабочий стол компьютера или смартфона в режиме онлайн [1, 2, 11].

Повысить эффективность орошения можно благодаря постоянному наблюдению за уровнем поливной нормы. Датчики измерения осадков размещены на орошаемых полях и передают через 3G на интерфейс рабочего стола необходимую информацию. Система не только поливает поля, но и

питает их, внося в почву жидкие удобрения. Это технология называется фертигация. Она способствует полному поглощению удобрений растениями и тем самым помогает избежать непродуктивных потерь [1, 2, 12, 13].

Важную роль в развитии агропромышленного комплекса Ставропольского края, решении социальных проблем села занимают организации малого и среднего предпринимательства. В 2010 году их численность составила 20192 единиц (в том числе фермерских хозяйств – 14 982 и индивидуальных предпринимателей – 5 210), что составляет 101,4% к 2008 году. Каждый год в организациях малого и среднего предпринимательства производится более 1,1 млн. тонн зерновых и зернобобовых культур, что составляет более 16% от общего объема производства зерна в крае, подсолнечника 15%, картофеля 92%, овощей 82% и плодов 72% к общему объему производства данных культур [1, 5, 14].

Использование мелиорации в сельском хозяйстве даёт стабильную прибавку валовому сбору и, соответственно, возрастает прибыль от реализации продукции. Возможность развития орошаемого земледелия на Ставропольском крае огромна, на сегодняшний день имеется 2,5 млрд. м³ ресурсной воды, которой хватит на 1 млн. га орошаемых земель, а это дополнительная растениеводческая продукция на 5 млн. тонн, общей стоимостью 55 млрд. рублей. Программой развития мелиорации Ставропольского края определена задача до 2024 года увеличить площадь орошения на 100 тыс. га. При этом более 30 тыс. га орошения будут экспортно-ориентированными. Расходы на ввод такого объема орошаемых земель составят более 25 млрд. рублей, а объем государственной поддержки необходим в размере не менее 50% или 12,5 млрд. рублей, что позволит окупить затраты в течение 3–4 лет [1, 2].

Появление и развитие мелиорации в крае позволило создать зоны для гарантированного выращивания многих сельскохозяйственных культур, обеспечило экологическое равновесие большой территории и комфортное проживание населения региона. По данным краевого министерства сельского хозяйства в 2018 году на развитие мелиорации было выделено 246 миллионов рублей из федерального бюджета, что в свою очередь составило 60% от прямых понесенных затрат. За четыре года в реализации программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» количество садоводческих организаций края выросло в одиннадцать раз [1].

Мелиорация способствует не только увеличению валового продукта на пашне, но и росту продуктивности пастбищ. В ООО «Заветное» Георгиевского района имеются 1340 гектаров поливных угодий, на которых возделываются овощные, зерновые и технические культуры. Их урожайность также на порядок выше, чем с аналогичных культур, выращенных в богарных условиях [4, 5].

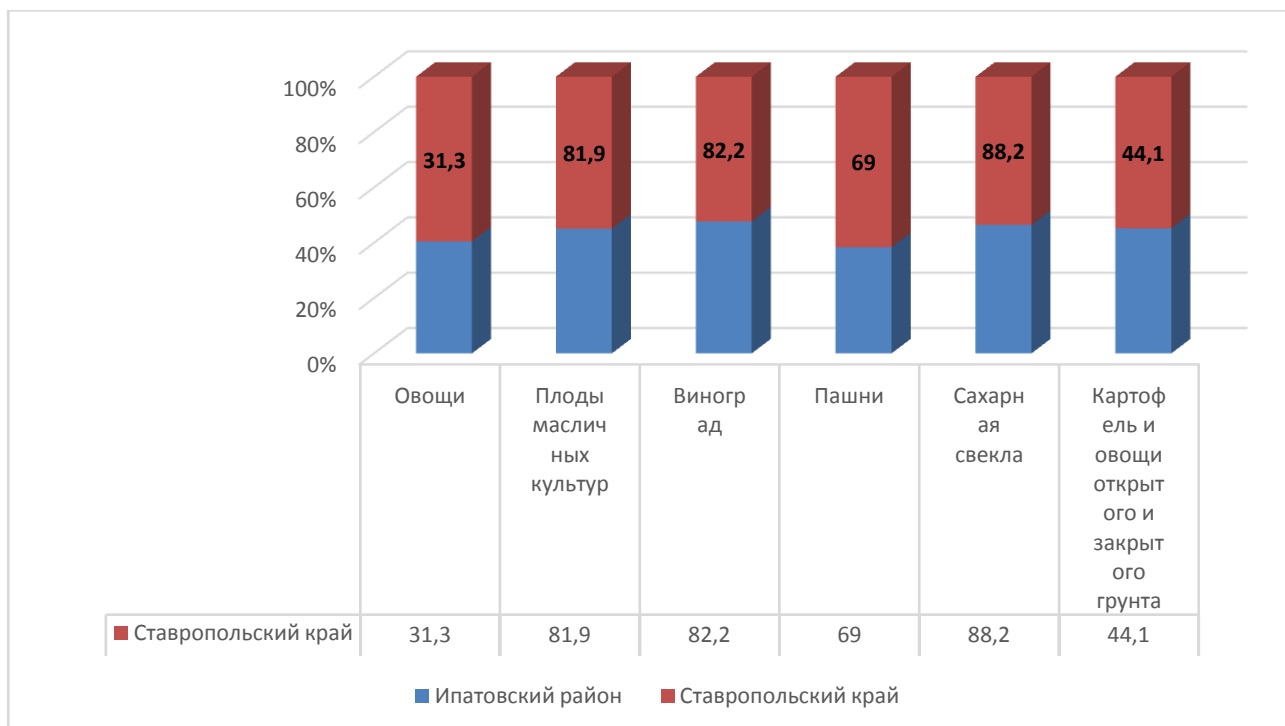


Рисунок 2 – График процентного соотношения производства сельскохозяйственной продукции

Использование мелиорации в сельском хозяйстве, даёт стабильную прибавку валовому сбору и, соответственно, возрастает прибыль от реализации продукции. В хозяйствах, где применяется интенсивная технология земледелия, результаты ещё выше. В целях экономической эффективности на орошении лучше всего возделывать свёклу сахарную, подсолнечник, кукурузу на зерно, которые обеспечивают хорошую прибыль товаропроизводителям и способствуют быстрой окупаемости затрат, которые были вложены в реконструкцию мелиоративных земель, срок окупаемости составляет три-пять лет. Это говорит о том, в крае есть все предпосылки для того, чтобы инициативно восстанавливать поливные участки, ООО «Золотая» Нива» Красногвардейского района, ООО «Заветное» и ООО «Изобилие» Георгиевского, ЗАО СХП «Агроинвест» Ипатовского и ООО «Агрсахар» Изобильненского, ООО СП «Джалга» Апанасенковского районов работают по пути выращивания наиболее рентабельных на орошении культур [1].

Библиографический список

1. Об утверждении государственной программы Ставропольского края «Развитие сельского хозяйства». – Режим доступа: <http://pravo.stavregion.ru/docs/7549>
2. Романова, Д.С. Открытый источник для управления водными ресурсами: включая возможности MODFLOW-OWHM в среде моделирования FREEWATGIS/ Д.С. Романова, В.И. Орехова // Сб.: Научное обеспечение

агропромышленного комплекса : Материалы 75-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2019 год. – 2020. – С. 225-227.

3. Кондратенко, Л.Н. Расчет количества семян необходимого для определенной площади посева/ Л.Н. Кондратенко, М.Е. Герасименко // Сб.: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Материалы IV Всероссийской (национальной) научной конференции. – Новосибирск, 2019. – С. 35-37.

4. Иванов, С.В. Влияние удобрений на рост и развитие растений/ С.В. Иванов, К.Е. Деркач, Л.Н. Кондратенко // Сб.: Студенческие научные работы землеустроительного факультета : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – 2019. – С. 93-97.

5. Павлюченков, И.Г. Влияние органических веществ на плодородие почв/ И.Г. Павлюченков, В.А. Саркисян, В.И. Орехова // Сб.: Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса : Материалы Международной научно-практической конференции. – с. Соленое Займище, 2020. – С. 452-454.

6. Современный взгляд на производство картофеля/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, А.А. Семдянкин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128 (04). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/08.pdf>

7. Проблемы и технические решения использования высокопроизводительной транспортной сельскохозяйственной техники/ И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 949-974.

8. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 06 (120). – С. 375-398. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>

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

10. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation/ N.V. Byshov, S.N. Borychev, D.E. Kashirin, G.D. Kokorev, M.Y. Kostenko, G.K. Rembalovich, A.A. Simdyankin, I.A. Uspensky, A.I. Ryadnov, R.A. Kosul'nikov, A.V. Shemyakin, I.A. Yukhin, I.K. Danilov // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – 13 (10). – Pp. 3502-3508.

11. 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.

12. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля/ И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев и др. // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4 (8). – С. 72-74.

13. 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.

14. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: коллективная монография/ Н.В. Бышов и др. – Рязань : Изд-во РГАТУ, 2015. – 304 с.

УДК 628.381.4

*Кондакова Н.В.,
Мозгунова А.А.,
Серпокрылов Н.С., д.т.н.
ФГБОУ ВО ЮРГПУ (НПИ), г. Новочеркасск, РФ*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Сельское хозяйство – важнейший сектор экономики многих стран. Данная отрасль является основным потребителем пресной воды в мире. Большая часть потребляемой воды используется для ирригации [1].

В настоящее время среди стран Европы Россия занимает лидирующую позицию по объему пресной воды, однако отдельные регионы испытывают нехватку ресурса, что связано с неравномерным его распределением. Так южные регионы недостаточно обеспечены водой из-за отсутствия развитой системы забора и транспортировки из водоемов. Ярко выражен дефицит на Крымском полуострове, где одной из причин выступает засоление водоносных горизонтов из-за откачки грунтовых вод на прибрежных территориях.

Техногенные причины дефицита пресной воды для мелиорации связаны с загрязнением водоемов и нерациональным использованием технологий (нарушением режимов эксплуатации систем орошения, старением оборудования, перегрузок и т.д.).

Актуальной является проблема поиска альтернативных источников водообеспечения сельского хозяйства.

Использование промышленных, бытовых очищенных сточных вод позволит экономить водные ресурсы, а также увеличить урожайность выращиваемых сельскохозяйственных культур. Экономичность использования

обеззараженных сточных вод состоит в том, что для водоподготовки требуются минимальные дополнительные затраты на очистку (при условии наличия действующих канализационных очистных сооружений).

Согласно СанПиН 2.1.7.573-96 для орошения могут использоваться хозяйственно-бытовые, производственные и смешанные сточные воды, но только после очистки их на сооружениях механической и биологической очистки [2].

Альтернативным видом специально организованных угодий являются земледельческие поля орошения (ЗПО), в оросительные системы которых входят индивидуальные очистные сооружения механической и биологической очистки сточных вод. Качество поливных вод в ЗПО также регламентируется [2].

Основными критериями, определяющими перспективы использования очищенных сточных вод для целей орошения, является их количество и качество. Объемы поливной воды должны быть постоянны, не должны зависеть от погодных условий, чтобы обеспечить надежность поливов во время всего вегетационного периода.

Степень загрязнения сточных вод зависит от характера производства, вида перерабатываемого сырья, а также технологического процесса промышленных предприятий. Поэтому перед использованием очищенных сточных вод важно проверять их химический и качественный состав. Нормы и требования к качеству очищенных сточных вод регламентируются следующими документами [2, 3, 4].

При оценке, полученной после очистки сточной воды для орошения, учитывают ряд факторов. Влияние на культуры различной поливной воды будет зависеть не только от ее химического состава, но и от механических и агрохимических свойств почвы, степени дренированности участка, работы поливной системы, глубины залегания грунтовых вод и т.д. Прежде всего, оценивают уровень допустимой минерализации оросительной жидкости. По общей минерализации поливную воду можно охарактеризовать следующим образом:

- растворимых солей не более 400 мг на 1 л – хорошая оросительная вода;
- растворимых солей 1000 мг на 1 л, требует осторожного подхода, учета всего комплекса условий ее использования;
- растворимых солей от 1000 до 3000 мг на 1 л, уже опасна из-за возможности накопления солей в почве;
- растворимых солей 4000 мг на 1 л и более, засоляет почву [5].

Очищенные сточные воды обладают значительным запасом органических веществ, которые могут быть использованы в качестве удобрений. По сравнению с неорошаемыми участками содержание органического вещества в пахотном слое почвы повышается в отдельных случаях на 0,3–1%. Благодаря такому сочетанию, орошение обеззараженными стоками позволяет повысить плодородие почвы и обеспечивать высокие устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, особенно овощей, картофеля и сеяных трав [6].

Промышленные сточные воды можно использовать в качестве питательной среды для культивирования дешевой биомассы, богатой белками, витаминами и другим полезными веществами. Базу очистных сооружений для очистки сточных вод от механических примесей, можно использовать в качестве «фермы» по выращиванию микроводорослей и высших водных растений. Одновременно сточная вода очищается от различных загрязнений. Очищенную воду и биомассу можно использовать в различных отраслях народного хозяйства. Биомассу можно использовать в растениеводстве, животноводстве, рыбоводстве, медицине, а также подвергать комплексной переработке для получения из них ценных продуктов [7].

Анализ литературных данных выявил, что при орошении сельскохозяйственных полей механически очищенными бытовыми сточными водами не происходит заметного накопления в почве подвижных химических соединений, органических веществ, патогенных микроорганизмов. Органические и сложные химические соединения сточных вод трансформируются макро- и микроорганизмами почвы в более простые формы. Отечественный и зарубежный опыт показал, что полив такими очищенными сточными водами (в соответствии с питательными потребностями выращиваемых культур) или совсем не требует внесения минеральных удобрений или их расход минимален. Таким образом использование очищенных сточных вод для полива сельскохозяйственных культур дает возможность утилизировать стоки под воздействием жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, воздуха, солнечных лучей и других факторов [8].

С точки зрения санитарно-экологической безопасности наиболее эффективными являются оросительные системы с закрытой сетью, с применением внутрипочвенного способа полива с подачей воды через систему трубок-увлажнителей, заложенных на глубину 0,25–0,35 м. Внутрипочвенное внесение сточных вод улучшает санитарно-гигиенические условия труда, исключая загрязнение верхних слоев почвы патогенными микроорганизмами, а при правильном режиме орошения глубина промачивания не превышает 1 м, это не дает возможность загрязнения грунтовых вод, если они расположены на большей глубине. Прибавка урожайности при внутрипочвенном поливе составляет примерно 7%, а экономия воды – 30%.

Таким образом, рациональное использование очищенных сточных вод в качестве вторичного сырья имеет не только природоохранное, но и экономическое значение. Обезвреживание и утилизация сточных вод на полях орошения является наиболее надежным и дешевым способом охраны водных ресурсов [9, 10].

Библиографический список

1. Борисова, В.Ю. Анализ повторного использования сточных вод в сельском хозяйстве/ В.Ю. Борисова, Н.В. Кондакова, Л.Я. Хайсерова // Сб.: Новая наука: современное состояние и пути развития : Материалы

Международной научно-практической конференции. – Агентство международных исследований, 2016. – С. 295-297.

2. СанПиН 2.1.7.573-96 Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000109>

3. ГОСТ 17.1.2.03-90 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012477>

4. НТП-АПК 1.30.03.02-06 Нормы технологического проектирования оросительных систем с использованием сточных вод. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200083455>

5. Радов, А.С. Практикум по агрохимии/ А.С. Радов, И.В. Пустовой, А.В. Корольков. – М. : Агропромиздат, 1985.

6. Ринкон, Р. Экономическая эффективность использования сточных вод в сельском хозяйстве : автореф. дис. ... канд. экон. наук/ Р. Ринкон. – Москва, 1961.

7. Буриев, С.Б. Биотехнологические методы очистки возвратно-сточных вод с целью использования в сельском хозяйстве/ С.Б. Буриев, Е.К. Хайитов, Н.Э. Рашидов // Сб.: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар, 2015. – С. 237-239.

8. Ерхов, Н.С. Мелиорация земель/ Н.С. Ерхов, Н.И. Ильин, В.С. Мисенев. – М. : Агропромиздат, 1991. – 319 с.

9. Гарипова, Р.Ф. Практика устройства сельскохозяйственных полей орошения как способ утилизации хозяйственно-бытовых, промышленных стоков и проблема техногенного загрязнения/ Р.Ф. Гарипова // Сб.: Научный журнал КубГАУ. – 2006. – № 23 (7).

10. Исследование распределения плотности вероятностей патогенных маркеров свиного бесподстилочного навоза/ Н.В. Бышов, Н.В. Лимаренко, С.Д. Фомин и др. // Известия НВ АУК. – 2019. – 4(56). – С. 215-227.

УДК 220.101

*Косоруков Д.И.,
Богдан С.О.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА РСМ 161

РСМ 161 – современный 2-барабанный комбайн, занимающий в линейке продуктов «Ростсельмаш» промежуточное место между роторным семейством Торум и однобарабанной серией Акрос. РСМ 161 (рисунок 1) позиционируется как спецтехника 6 класса, но по практически всем чертам она выдает принципиально более высшие свойства. Не обращая интереса на то, именно

собственно что на рынке модель была увидена сравнительно не например давным-давно, клиенты демонстрируют значительный забота к ней [1, 2, 3, 4].

В начале уборочной страды, 17 июля 2015 года, с Зерноградского ареала Ростовской области, компания «Ростсельмаш» запустила масштабный демо-тур бодрого комбайна. «РСМ-161» прошёл полевые испытания во большого количества большущих хозяйствах ключевых сельскохозяйственных регионов страны. Суммарное расстояние, которое он преодолел за время тура, приравнивается 6 530 км. Демо образец «РСМ-161» обработал 122 гектара посадочных площадей и убрал 390 тонн зерновых культур. Комбайн проходил проверка на полях с различной урожайностью и в регионах с различными климатическими аспектами [5, 6, 7]. Сюда вошли и высокоурожайные поля Башкортостана, и завышенная влажность Омской области. Любой год компания задумывает продавать не менее четырёхсот единиц «РСМ-161». Например как во время демо тура бодрая сельхозмашина отработала достаточно достойно, в что количестве и в тех аспектах, когда другие комбайны в поле не выходить не имели вероятность. «РСМ-161» в начале позиционировался как комбайн для большущих хозяйств, для регионов с высокой урожайностью; «не боящийся» сложных агроклиматических аспект уборки – данных, как высокая влажность, засоренность, соломистость [8, 9].



Рисунок 1 – Комбайн Акрос РСМ 161

Наружно РСМ 161 значимо выделялся от иных товаров «Ростсельмаш». При разработке внешнего вида комбайна применялся «геометрический» манера, проворно набирающий известность. В системы модели находились 22 патентованных заключения, а создатели нарекли технику адептом свежей времена [10, 11].

РСМ 161 предназначается для сбора зерновых (крупяных и колосовых), пропашных, бобовых и масличных культур. За сезон комбайн имеет возможность обработать до 2000 гектаров площади (производительность – до 45 тонн в час). Прогрессивная схема «барабан-битер-сепаратор-битер», использованная в технике, разрешает исполнять главные операции с большущий производительностью. Эксплуатировать машину возможно на равнинной плоскости с уклоном не больше 8 градусов в ведущей зерносеющей зоне.

Комбайн RSM 161 – свежая модель в линейке бренда «Ростсельмаш». Автомат предлагается в нескольких комплектациях и с обилием настроек.

Особенности комбайна:

1) низкая цена покупки, ремонтных и профилактических операций. Зарубежные аналоги получатся дороже в 2-3 раза;

2) надежность ведущих составляющих. Ресурс работы модели важно повыше, чем у иных российских комбайнов;

3) высочайшая производительность. Спецтехника безупречно подойдет для больших организаций и фермерских хозяйств, потому что демонстрирует высшую рентабельность при значимых размерах работ;

4) развитая дилерская сеть, позволяющая в краткие сроки исполнить починку или же выбрать вспомогательное оснащение;

5) высокое качество уборки. По данному показателю РСМ 161 не уступает лидерам своего класса.

Дефектов у комбайна буквально нет. Единым минусом техники считается наименьшая «бережливость» по отношению к зерновой массе в сопоставлении с зарубежными аналогами.

Габаритные габариты (без жатки):

- длина – 9 250 мм;
- ширина – 3 500 мм;
- высота – 4 000 мм;
- дорожный просвет – 450 мм.

Базисная масса техники с пустующим топливным баком оформляет 21 400 кг. Авторитет жатвенной части – 1 890 кг, подборщика – 920 кг, транспортной телеги – 1 400 кг. Скорость в процессе уборки лежит в границах 8–11 км/час.

Эксплуатационные свойства:

- ширина захвата жатки – 6 000 / 7 000 / 9 000 мм;
- диаметр барабана – 800 мм;
- угол охвата предбарабанья – 124 градуса;
- площадь сепарации – 7,1 кв.м;
- емкость бункера – 10 500 л;
- скорость выгрузки – 115 л/сек;
- высота выгрузки – 5 500 мм.

Показатели производительности:

- зерновые культуры – 45 000 кг/час;
- подсолнечник – 17 450 кг/час;
- озимая пшеница – 20 130 кг/час;
- кукуруза на зерно – 36 240 кг/час

Двигатель

RSM 161 оснащается зарубежной силовой аппаратурой Cummins QSL 9. Дизельная конструкция содержит несложную систему и невысокие издержки на сервис. В серийную комплектацию входят охлаждающий компрессор и датчик затраты горючего. В моторе используется топливная система Common

Rail, улучшающая характеристики динамики. Между иных индивидуальностей агрегата значатся охлаждающая система «воздух-воздух» и топливный фильтр с ресурсом работы 500 моточасов. Форсунки мотора находятся отвесно, собственно что улучшает смесеобразование и сгорание горючего.

Свойства мотора Cummins QSL 9:

- рабочий размер – 9 л;
- номинальная мощность – 360 л.с.;
- количество цилиндров – 6 (рядное расположение);
- запас вращающего этапа – 25%.

Топливный бак рассчитан на 1000 л. Настолько большущий размер совместно с экономичностью мотора дают возможность эксплуатировать комбайн без дозаправки до 2 смен.

Прибор и особенности эксплуатации

РСМ 161 сберег конструктивную преемственность с другими продуктами «Ростсельмаш». В состав комбайна зашли надлежащие составляющие: ходовая часть; мотор; жатка с пропускной наклонной камерой; молотильный устройство Tetra Processor; соломотряс с домолачивающим механизмом; очистная система Opti Flow; измельчитель-разбрасыватель; кабина оператора Luxury Cab.

В базисной версии модель укомплектована колесным шасси с шинами, имеющими самодействующий контроль давления. По заказу вполне вероятно переоснащение ходовой части и подмена нормальной элемента на полугусеничный движитель. Похожие версии используются на переувлажненной территории. Управление ходом исполняется при помощи гидростатической коробки с 3-ступенчатой коробкой скоростей.

В жатвенной части модели RSM 161 используются жатки Power Stream. Их использование совместно с фирменным режущим установкой, базирующихся на планетарном редукторе, понижает издержки зерновой массы по причине осыпания. Кроме базисных жаток, используются надлежащие адаптеры:

- РСМ-161.27-31 для уборки зерновых культур;
- ПСП-1210-35 для работы с подсолнечником;
- ППК-121-29 для сбора кукурузы.

Монтаж/демонтаж оборудования производится максимально элементарно за счет использования в системы единственного гидравлического разъема. Все жатки, используемые в РСМ 161, имеют функцию копирования рельефа, собственно что разрешает эксплуатировать технику на земли со трудной геометрией без немаловажного уменьшение скорости. Агрегатирование комбайна вполне вероятно с адаптерами массой до 4 500 кг и длиной до 9 000 мм. Наклонная видеочамера свежего поколения, дополненная ускоряющим битером, гарантирует высшую производительность для всех обликов культур.

В комбайне используется свежая обмолачивающая система Tetra Processor с 2 барабанами. Для товаров «Ростсельмаш» аналогичная сборка считается инноваторским заключением. В молотильный тамбур скошенная множество попадает на скорости 8,5 м/сек. Высокоинерционный тамбур

большущего поперечника и подходящее месторасположение трудящихся органов продельывают линию движения движения вороха больше мягкой. За счет сего миниатюризируется процент испорченного зерна и травы. Ведущей обмолот изолирует до 70% зерна, транспортирующий битек и барабан-сепаратор – 20–25%. Колос, пропущенный при обмолоте, поступает в домолачивающее прибор, что наиболее понижается риск перегрузки молотильно-сепарирующего механизма. Система перед выгрузкой вороха на чистку выдает 90–95% сепарации скошенной массы.

6-клавишный соломотряс демонстрирует высшую эффективность за счет большущий амплитуды шатаний. 2-скоростной привод разрешает применить разнообразную скорость в зависимости от на подобии урожая (3 400 об/мин – для зерновых культур, 1 800 об/мин – для кукурузы).

В РСМ 161 используется улучшенная очистная система Opti Flow. 2-каскадная схема с патентованной подвеской решет (площадь – 7,1 кв.м) совместно с массивным потоком воздуха делают лучше процесс чистки. На верхнем решетке используется способ «волнового» решета, когда гребенки имеют разнообразные габариты. Данное запатентованное заключение предутверждает застревание на решетках колосьев и содействует равномерному рассредотачиванию невесомого струи. В системе используется 2-поточный турбовентилятор, регулируемый из салона. Настройка решет снова же производится из кабины оператора оператора.

РСМ 161 оснащается емким бункером на 10500 л, позволяющим уменьшить количество циклов разгрузки. У бункера наличествует модернизированная система выгрузки, позволяющая трудиться с машинами с высотой бортов выше 4 м. Абсолютная разгрузка исполняется за 2 минутки. Для экономии горючего привод дробилки в процессе выгрузки отключается.

Комбайн оснащается новой кабиной оператора Luxury Cab, превосходящей по размерам иные кабины оператора оператора «Ростсельмаш» на 30%. кабина оператора содержит стеклоочиститель с омывателем, электрорегулировку зеркал и панорамное остекление. Изнутри поставлены 2 кресла (для оператора и штурвального). Салон оборудован дополнительными опциями для учета персональных индивидуальностей водителя. Изнутри снова же наличествуют отсеки для сбережения собственных вещей, морозильник и климат-контроль. 3-составная управляющая колонка содержит регулирование вылета и просто подстраивается под дела оператора. Главные функции управления присутствуют на пульте, интегрированном в справедливый локотник, и джойстике. спецтехника оборудована доработанным ассистентом Adviser III с 10-дюймовым экраном и свежим интерфейсом. Система непрерывно держит под контролем главные процессы, выдавая всю информацию на экран. функционально доступна система видеонаблюдения за точками выгрузки.

На основании проведенного анализа, российский зерноуборочный комбайн РСМ АКРОС 161 не уступает по качеству зарубежным аналогам, а по ценовым качествам является более экономически выгодным.

Библиографический список

1. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора И.Н. Аринина. – 2013. – С. 110-113.
2. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2060-2075.
3. Синицин, П.С. Основные принципы диагностирования мсхт с использованием современного диагностического оборудования/ П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский // Сб.: Сборник научных работ студентов РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, РГАТУ, 2011. – С. 263-269.
4. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань, 2015.
5. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2015.
6. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 443-458.
7. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств 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. – 2012. – № 78. – С. 227-238.
8. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках/ Н.В. Бышов и др. // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 88 (04). – С. 519-529 – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/35>
9. Бышов, Н.В. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники. Совершенствование системы диагностирования/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань : РГАТУ, 2013.
10. Инновационные решения уборочнотранспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/ Г.К. Рембалович,

Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 1. – С. 23-25.

11. 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.

УДК 620.197

*Фадеев И.В., к.т.н.,
Садетдинов Ш.В., д-р хим.н.
ФГБОУ ВО ЧГПУ, г. Чебоксары, РФ;
Казарин А.С.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

Обязательным элементом многих технологических процессов на предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) являются технологические среды (ТС), которые представляют собой водные растворы кислот, щелочей, солей и некоторых органических соединений. Кроме этого, товарные ассортименты технологических сред включают индустриальные масла, некоторые нефтяные фракции с присадками, эмульсолы (представляющие собой грубодисперсные эмульсии в воде), а также композиции, образующие в воде микроэмульсии или прозрачные растворы [1, 2, 3, 4, 5, 6].

К настоящему времени разработано и освоено большое количество технологических сред, которые используются для обработки металлов резанием, для очистки металлической поверхности, например, от масляных загрязнений и окалины, для получения магнетитных покрытий на стали и в качестве закалочных сред [7]. Планируется расширение производства технологических сред для более полного обеспечения потребностей народного хозяйства и, в том числе, предприятий АПК. Массовый характер использования ТС в машиностроительных и металлообрабатывающих отраслях промышленности и на предприятиях АПК обуславливает необходимость разработки новых, более эффективных водосмешиваемых технологических сред. В их составы могут входить эмульгаторы, ингибиторы коррозии, биоциды, противозадирные присадки, электролиты и связующие вещества. Известно, что метабораты лития, натрия и калия повышают противокоррозионные свойства синтетических моющих средств (СМС), а тиокарбамид является компонентом смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) [8-11, 21]. Также известно, что действие противокоррозионных, смазывающих, моющих и некоторых других свойств присадок возрастает, если их брать комплексно в оптимальных соотношениях.

В целях подбора новых, эффективных композиций технологических жидкостей были исследованы системы $\text{LiBO}_2 - \text{CS}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaBO}_2 - \text{CS}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ и $\text{KBO}_2 - \text{CS}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C методами физико-химического анализа [12-14]. Изотермическая среда создавалась в термостате ТС-24 с точностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Равновесие в системе устанавливалось через 6-8 часов. В жидкой и твердой фазах химический анализ проводили на борат-ион и азот тиокарбамида методами, описанными в [15-17]. Состав истинных твердых фаз находили графически по Скрейнемакерсу. Плотность определяли пикнометрически, вязкость – визкозиметром Оствальда-Пинкевича, показатель преломления – на рефрактометре ИРФ-22.

Экспериментальные результаты по растворимости и свойствам жидких фаз приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Растворимость и свойства жидких фаз системы LiBO_2 (NaBO_2 , KBO_2) – $\text{CS}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C

Жидкая фаза, масс. %		Плотность, $d \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	Показатель преломления, n	Вязкость, $\eta \cdot 10^{-3}$ н·сек/м ²	Твердый остаток, масс. %		Твердая фаза
MeBO ₂	CS(NH ₂) ₂				MeBO ₂	CS(NH ₂) ₂	
LiBO₂ – CS(NH₂)₂ – H₂O							
3,04	-	1,043	1,344	0,894	25,70	-	LiBO ₂ ·8H ₂ O
2,92	4,16	1,054	1,352	0,986	25,23	0,26	LiBO ₂ ·8H ₂ O
2,60	10,53	1,069	1,370	1,235	25,05	0,36	LiBO ₂ ·8H ₂ O
2,53	10,56	1,072	1,374	1,248	15,06	37,20	LiBO ₂ ·8H ₂ O+CS(NH ₂) ₂
2,56	10,54	1,074	1,374	1,250	5,67	70,04	LiBO ₂ ·8H ₂ O+CS(NH ₂) ₂
2,51	10,55	1,075	1,374	1,253	0,78	86,88	CS(NH ₂) ₂
1,58	11,08	1,056	1,372	1,146	0,32	90,12	CS(NH ₂) ₂
-	14,20	1,042	1,371	1,064	-	100	CS(NH ₂) ₂
NaBO₂ – CS(NH₂)₂ – H₂O							
21,99	-	1,246	1,387	4,028	47,75	-	NaBO ₂ ·4H ₂ O
20,56	4,97	1,386	1,395	4,116	46,38	0,43	NaBO ₂ ·4H ₂ O
19,42	10,39	1,410	1,401	4,228	46,14	0,90	NaBO ₂ ·4H ₂ O
19,38	10,37	1,412	1,401	4,231	36,50	16,21	NaBO ₂ ·4H ₂ O+CS(NH ₂) ₂
19,40	10,36	1,413	1,401	4,236	22,08	46,30	NaBO ₂ ·4H ₂ O+CS(NH ₂) ₂
19,37	10,38	1,411	1,401	4,235	0,60	98,64	CS(NH ₂) ₂
11,57	11,08	1,246	1,385	2,924	0,38	99,12	CS(NH ₂) ₂
-	14,20	1,042	1,371	1,064	-	100	CS(NH ₂) ₂
KBO₂ – CS(NH₂)₂ – H₂O							
18,42	-	1,120	1,356	1,478	100	-	KBO ₂
17,68	4,86	1,134	1,369	1,450	99,42	0,35	KBO ₂
16,15	9,97		1,376	1,394	99,06	0,48	KBO ₂
16,12	9,98	1,148	1,382	1,341	60,68	25,86	KBO ₂ +CS(NH ₂) ₂
16,14	9,96	1,150	1,382	1,346	21,13	72,06	KBO ₂ +CS(NH ₂) ₂
16,11	9,98	1,155	1,382	1,343	0,47	99,20	CS(NH ₂) ₂
7,41	11,80	1,078	1,376	1,184	0,32	99,48	CS(NH ₂) ₂
-	14,20	1,042	1,371	1,064	-	100	CS(NH ₂) ₂

Как следует из таблицы 1, бораты и тиокарбамид оказывают взаимное высаливающее действие. Эвтонические растворы характеризуются следующими составами: 2,53% метабората лития и 10,56% тиокарбамида; 19,38% метабората натрия и 10,37% тиокарбамида; 16,12% метабората калия и 9,98% тиокарбамида. Все три раствора имеют щелочную реакцию: рН равны 7,20; 7,55 и 8,20, соответственно.

Кривые растворимости рассматриваемых систем состоят из двух ветвей (см. рисунок 1, где в качестве примера иллюстрируется диаграмма растворимости системы $\text{NaBO}_2 - \text{CS}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C), отвечающих полям кристаллизации исходных компонентов: $\text{LiBO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaBO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, и $\text{KBO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

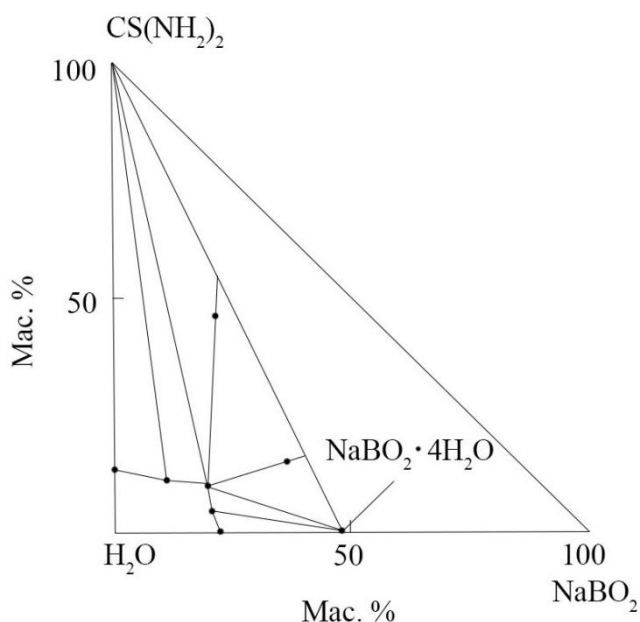


Рисунок 1 – Диаграмма растворимости системы

$\text{NaBO}_2 - \text{CS}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C

Ход изменения изотерм растворимости указывает на то, что содержание боратов в растворе находится в парболической зависимости от концентрации тиокарбамида и аналитически описывается уравнениями:

$$y_1 = 0,0036x^2 - 0,168x + 3,02;$$

$$y_2 = 0,0046x^2 - 0,5983x + 21,46;$$

$$y_3 = 0,0016x^2 - 0,1706x + 18,40;$$

где y_1, y_2, y_3 – масс.% $\text{LiBO}_2, \text{NaBO}_2, \text{KBO}_2$, соответственно;

x – масс.% $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$.

Изотермы плотности, вязкости и показателя преломления подтверждают вид кривой растворимости и также распадаются на две ветви. На основе полученных данных по составу эвтонического раствора, при котором достигается максимальная концентрация компонентов при совместном присутствии, подобраны противокоррозионные композиции, которые применяются в технологических средах и являются важным технологическим свойством.

Противокоррозионные свойства разработанных боратных композиций изучены путем исследования скорости коррозии стали 3 в 3%-м растворе NaCl при добавлении LiBO_2 и $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ в соотношении 4:1 (состав № 1), NaBO_2 и $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ в соотношении 2: 1 (состав № 2) и KBO_2 и $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ в соотношении 2: 1 (состав № 3) в количестве 30 г/л.

Испытания процесса коррозии стали 3 в растворах проводили методом, описанным в работах [18, 19]. Подготовленные шлифованные и обезжиренные образцы погружали в стеклянные сосуды, заполненные 3%-м водным раствором хлорида натрия без ингибиторов и с добавлением 30 г/л в отдельности боратных присадок при соотношении объема раствора к поверхности металла 18-20 мл/см². Образцы в количестве 3-5 выдерживали в растворах 8 ч, затем извлекали и оставляли на воздухе 16 ч. Это составляло один цикл. Проводили 5 циклов испытаний (120 ч).

Скорость коррозии (K) вычисляли по убыли массы образцов, отнесенной к единице поверхности за единицу времени по формуле

$$K = m_0 - m / S \cdot t,$$

где m_0 и m – масса пластинки до и после опыта, соответственно, г;

S – площадь пластинки, м²;

t – время проведения опыта, ч.

Коррозионные испытания показали, что скорость коррозии стали 3 в испытуемых растворах после 24 ч и 120 ч испытаний в 3%-м водным растворе хлорида натрия составляла, г/м²·ч: 0,0874 и 0,0497. При добавлении в раствор противокоррозионных добавок составов № 1, № 2 и № 3 по отдельности, скорость коррозии понижалась и составляла через 24 ч и 120 ч, г/м²·ч: 0,0186 и 0,0051 в присутствии состава № 1; 0,0076 и 0,0033 – состава № 2; 0,0038 и 0,0019 – состава № 3. Из представленных данных следует, что состав № 3 в большей степени замедляет скорость коррозии и по этому показателю они располагаются в ряду: состав № 3 > состав № 2 > состав № 1.

На рисунке 2 приводится влияние испытуемых составов на скорость коррозии стали 3 в 3%-м растворе хлорида натрия.

В ряду противокоррозионных составов № 1, № 2, № 3 степень защиты (Z) составляет 89,74%; 93,36% и 96,18%, а коэффициент торможения коррозии (γ) – 9,75; 15,06 и 25,16 соответственно (после 120 часов испытания). На основе полученных данных по коррозионным испытаниям можно заключить, что разработанные составы на основе метаборатов лития, натрия, калия и тиокарбамида являются эффективными ингибиторами коррозии.

Водные растворы LiBO_2 и $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ (состав № 1), NaBO_2 и $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ (состав № 2) и KBO_2 и $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ (состав № 3) в количестве 30 г/л были испытаны в качестве смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) на операции шлифования при различных режимах работы на плоскошлифовальном станке 3Г-71. Подачу СОЖ в зону резания осуществляли высоконапорной струей при расходе жидкости 30 л/мин.

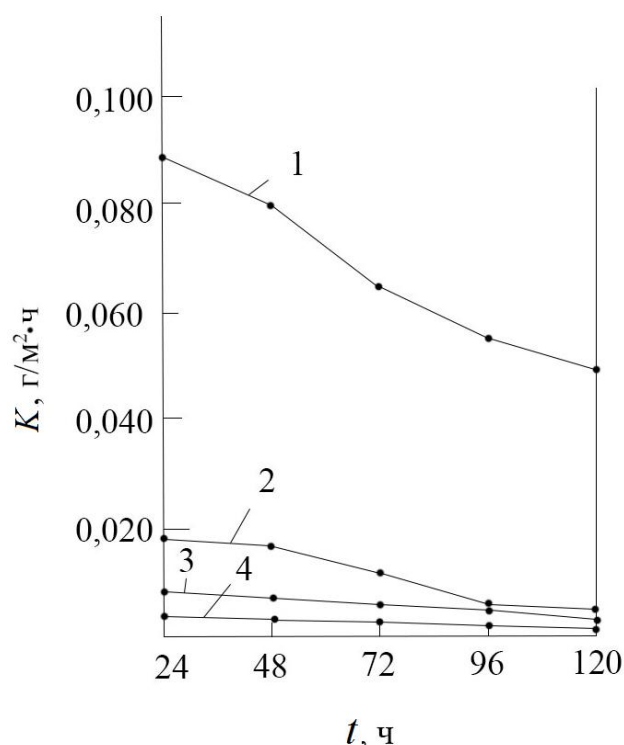


Рисунок 2 – Влияние боратных композиций на скорость коррозии стали 3: 1–3%-й водный раствор NaCl; 2–3%-й водный раствор NaCl + 30 г/л состав № 1; 3–3%-й водный раствор NaCl + 30 г/л состав № 2; 4–3%-й водный раствор NaCl + 30 г/л состав № 3

Результаты испытаний водных составов № 1, № 2 и № 3 по их влиянию на качество обработанных поверхностей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели шероховатости обработанных поверхностей с применением водных составов № 1, № 2 и № 3, мкм

Состав СОЖ	Марка обрабатываемой стали	Показатели шероховатости обработанных поверхностей, мкм
1	Ст. 20	2,16
2	Ст. 20	2,07
3	Ст. 20	2,05
1	Ст. 45	2,08
2	Ст. 45	1,97
3	Ст. 45	1,95
1	40Х	1,98
2	40Х	1,90
3	40Х	1,89
1	30ХГС	1,90
2	30ХГС	1,84
3	30ХГС	1,82
1	50ХН	1,78
2	50ХН	1,72
3	50ХН	1,70

Экспериментальные данные таблицы 2 показывают, что показатели шероховатости обработанных поверхностей с применением экспериментальных

растворов составов № 1, № 2 и № 3 отвечают требованиям практики по применению СОЖ [20].

Библиографический список

1. Тлехусеж, М.А. Экологически чистые СОЖ для обработки металлов резанием/ М.А. Тлехусеж, Л.Н. Сороцкая, Л.А. Солоненко // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 7–4. – С. 727-730.

2. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники/ Н.В. Бышов, С.Д. Полищук, И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. – 2019. – № 2. – С. 257-262.

3. Фадеев И.В. Разработка синтетических моющих средств на основе боратов для очистки поверхности металла/ И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов, И.Е. Илларионов // *Чебоксары*. – 2016. – 185 с.

4. Пат. РФ 2629023. Моющая композиция для очистки металлических поверхностей / Илларионов И.Е., Фадеев И.В., Ременцов А.Н., Садетдинов Ш.В. – Заявка № 2016143245 от 02.11.2016.

5. Повышение противокоррозионных свойств растворов синтетических моющих средств для мойки деталей/ Н.В. Бышов, И.В. Фадеев, Г.А. Александрова, Ш.В. Садетдинов // *Известия Международной академии аграрного образования*. – 2019. – № 45. – С. 20-24.

6. Enhancing the antimicrobial properties of borates in coolant fluids/ I.A. Uspensky, I.V. Fadeev, L.Sh. Pestrayaeva, Sh.V. Sadetdinov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science The proceedings of conference AgroCON-2019*. – 2019. – С.012143.

7. Фадеев, И.В. Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств/ И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // *Автотранспортное предприятие*. – 2014. – № 6. – С. 54-56.

8. Фадеев, И.В. Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей в присутствии некоторых боратов/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // *Грузовик*. – 2017. – № 1. – С. 17-20.

9. Bergmann M. Advanced roll-gap lubrication solutions in hot and cold rolling/ M. Bergmann, K. Krimpelstätter, C. Pröll // *European Steel Technology and Application Days (ESTAD) Conference*. – 2017. – Pp. 81–90.

10. Фадеев, И.В. Применение тетраборатов лития, натрия, калия в качестве экологически чистых добавок к моющим средствам/ И.В. Фадеев, В.В. Белов, Ш.В. Садетдинов // *Известия Международной академии аграрного образования*. – 2015. – № 21. – С.52-55.

11. Reactions of boric acid with methyl-, ethyl-, and phenylhydrazines/ Sh.V. Sadetdinov, G.P. Pavlov, Yu.N. Klopov и др. // *Russian Journal of inorganic Chemistry*. – 1998. – Т. 43. – № 5. – С. 787-790.

12. Скворцов, В.Г. Система $\text{NaBO}_2 - \text{NaNO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ при 20 и 40°C/ В.Г. Скворцов, Ш.В. Садетдинов // Журнал неорганической химии. – 1977. – Т. 22. – № 7. – С. 2015-2016.
13. Reactions of boric acid with methyl-, ethyl-, and phenylhydrazines/ Sh.V. Sadetdinov, G.P. Pavlov, Yu.N. Klopov и др. // Russian Journal of Inorganic Chemistry. – 1988. – Т. 43. – № 5. – С. 787-790.
14. Система борная кислота – роданид (нитрат, сульфат) аммония – вода при 25°C/ В.Г. Скворцов, А.К. Молодкин, Р.С. Цеханский и др. // Журнал неорганической химии. – 1985. – Т. 30. – № 3. – С. 826-829.
15. Исследование растворимости и ингибиторного действия систем пентаборат натрия – этилендиамин – вода при 25°C/ И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов, В.К. Половняк // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 5. – С. 13-17.
16. Растворимость и твердые фазы в системе дицинкгексаборат – карбамид – вода/ В.К. Половняк, Ш.В. Садетдинов, А.И. Катанаев, Р.С. Миргазитова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 9-12.
17. Системы $(\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7 - \text{N}_2\text{H}_4\text{CO} (\text{N}_2\text{H}_4\text{CS}) - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C/ В.Г. Скворцов, Ш.В. Садетдинов, А.К. Молодкин и др. // Журнал неорганической химии. – 1979. – Т. 24. – № 7. – С. 2009-2012.
18. Влияние тетрабората аммония на коррозионную усталость стали 10/ В.И. Михайлов, Ш.В. Садетдинов, В.Г. Скворцов и др. // Защита металлов. – 1979. – Т. 15. – № 6. – С. 706-708.
19. Фадеев, И.В. Влияние моноэтаноламинтетрабората аммония в составе защитного покрытия на электрохимическое поведение стали 08 кп/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2016. – № 12. – С. 15-20.
20. Пат. РФ 2047655, 10.11.1995. Концентрат смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки металлов / Булыгина О.Т., Поленов А.Д., Скворцов В.Г., Садетдинов Ш.В., Сусликов В.Л., Михайлов В.И., Сюзбаева В.В. – Заявка № 5008319/04 от 02.07.1991.
21. Пат. РФ № 2015152746/05. Пистолет-распылитель / Анурьев С.Г., Киселёв И.А., Ушанев А.И., Малюгин С.Г., Попов А.С. – Оpubл. 10.03.2016; Бюл. № 7. – 9 с.

УДК 656.1

Абдурахимов Л.Х.,
Махмудов Г.Н., к.т.н.
ТГТУ, г. Ташкент, РУ

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТАРТЕРА АВТОБУСА ISUZU

Система пуска двигателей внутреннего сгорания автобусов ISUZU в зависимости от комплектации состоит из аккумуляторной батареи и стартера стандартной конструкции (двигателя постоянного тока, тягового реле и механизм привода) [1, 4, 5, 6]. В то же время привод стартеров модели S25-168 установленных для запуска двигателей 4HG1 автобусов ISUZU имеет оригинальную конструкцию (рисунок 1). Муфта свободного хода имеет наружный венец с шестерней. Конец вала якоря выполнен в виде шестерни, которая находится в постоянном зацеплении с наружной шестерней муфты свободного хода. Таким образом, эта зубчатая пара представляет собой пара рядный редуктор с наружным зацеплением шестерен, что позволяет заметно увеличить передаточное отношение между стартером и двигателем, повысить эффективность пуска даже при низких температурах окружающей среды.

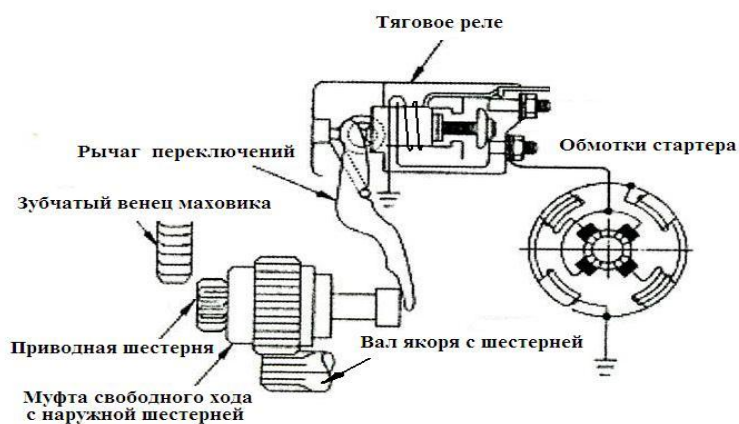


Рисунок 1 – Механизм привода стартера S25-168 автобусов ISUZU

Стартер работает следующим образом. При включении пускового контакта стартера тяговое реле замыкает контактные болты и подключает к обмоткам электродвигателя аккумуляторную батарею. Одновременно с этим тяговое реле с помощью рычага привода выдвигает шлицевой шток с приводной шестерней, которое входит в зацепление с маховиком.

При вращении якоря электродвигателя вращающий момент передается только в одном направлении. После пуска ДВС срабатывает муфта свободного хода и разъединяет якорь от пары ведущая шестерня-маховик, предотвращая тем самым "разнос" якоря стартера. После отключения пускового контакта стартера торсионная пружина выводит ведущую шестерню из зацепления с маховиком и возвращает ее в исходное положение [7, 8, 9]. Изменение технического состояния системы пуска автомобилей объясняется появлением отказов, которые могут возникать постепенно или внезапно [10].

Постепенный отказ характеризуется постепенным изменением одного или нескольких заданных параметров элемента. Например, постепенное ухудшение качество коммутации из-за износа щеток и поверхности пластин коллектора. То же относится к возникновению короткого замыкания обмоток из-за старения изоляционных материалов.

Внезапный отказ характеризуется скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров элемента, определяющих работоспособность системы. К таким отказам относят поломки и разрывы конструкционных материалов.

Появление этих отказов могут возникать из-за износа и достижения предельного состояния или старения конструкционных материалов что вызывает выход из эксплуатации системы. Нарботка на такой отказ называется ресурсом или предельным состоянием.

Предельное состояние наступает у одного объекта данного наименования через наработку l_1 , второго l_2 , третьего l_3 и т. д. Нарботки l_1, l_2, l_3 рассматривают как случайные величины из-за сложности или невозможности в аналитической форме их определить, что объясняется множеством факторов, влияющих несколько по разному в каждом конкретном случае [2].

Для анализа изменение технического состояния, например определения потребности в замене элементов, сборочных единиц, агрегатов на планируемый период по парку машин, или планирования производства запасных частей требуется знать среднюю наработку — средний ресурс и как группируются частные ресурсы около среднего. Так возникает необходимость в знании закона распределения наработок на предельное состояние. Под законом распределения случайных величин понимают всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины l и соответствующими им плотностями вероятности $f(l)$, функциями $F(l)$, вероятностями $P(l)$ или интенсивностью $\lambda(l)$. Каждая из перечисленных зависимостей однозначно определяет закон распределения.

В процессе изучения изменение технического состояния элементов системы пуска элементы системы условно разделены на две группы: элементы, имеющие контролируемые параметры (высота щеток, наружный диаметр коллектора якоря, внутренние диаметр подшипников скольжения) и элементы не имеющего контролируемого параметра (муфта свободного хода, вилка механизма привода и т. д.)

Для определения закономерности изменения технического состояния системы пуска автобусов ISUZU нами накоплена статистическая информация об отказах и износе элементов системы.

Количество подконтрольных автомобилей определялось в зависимости от решаемой задачи в соответствии с ГОСТ 27.410-87 «Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность», исходя, из этого минимальное число подконтрольных автомобилей составило, $n=35$ шт. при доверительной вероятностью $\beta=0,9$ и относительной погрешности $\delta=0,1$ [3].

В процессе исследования были установлены следующие основные виды неисправностей:

- 1) неисправности в коллекторно-щеточном узле, сильный износ или загрязнение поверхностей коллектора и щеток;
- 2) пробуксовка или забоины в шестерне муфты свободного хода;
- 3) межвитковые замыкания и замыкание на корпус обмоток возбуждения стартера;
- 4) поломка вилки механизма привода;
- 5) замыкание в обмотках тягового реле стартеров или подгорание поверхностей силовых контактов;
- 6) механические поломки якоря и крышек.

Причиной возникновения этих неисправностей является воздействие следующих факторов:

- эксплуатационные износы в элементах системы;
- влияние окружающей среды, высоких температур и запыленности воздуха;
- отсутствие своевременного технического обслуживания;
- случайные факторы.

Неисправности по первой причине проявляются в процессе эксплуатации и они связаны с эксплуатационным износом и старением элементов. Этот фактор является постоянным и неизбежным. Второй фактор – это влияние высоких температур и запыленности на надежность элементов системы пуска. В настоящее время проводится исследование, по определению влияния второго фактора на техническое состояние элементов системы пуска.

Библиографический список

1. Руководство по эксплуатации автобусов ISUZU. – Токио : ISUZU MOTORS LIMITED, 2003.
2. Техническая эксплуатация автомобилей/ Е.С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М. : Наука, 2001. – 535 с.
3. Набоких, В.А. Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 256 с.
4. 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 КубГАУ. – № 04 (078). – С. 48-497.

5. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 81. – С. 390-400.

6. 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. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 161 с.

7. Инновационные решения уборочнотранспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/ Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 1. – С. 23-25.

8. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань, 2010. – 186 с.

9. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ – 2014. – № 07 (101). – С. 2062 – 2077.

УДК 631.31

*Антонов А.А.,
Голубев И.Г., д.т.н.
ФГБОУ ВО МГТУ, г. Мытищи, РФ*

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЛУГОВ

В 2019 г. на российском рынке плугов динамика производства характеризовалась положительной направленностью, показывая рост 2,4% в сравнении с уровнем 2018 года. В 2019 г. импорт плугов увеличился на 21,6% по отношению к предыдущему году. Наиболее активными поставщиками плугов на российский рынок являлись Франция, которая продала импортерам плугов на сумму 5,2 млн. долл, Германия (3,5 млн. долл) и Беларусь (1,2 млн. долл). Российская продукция отправлялась преимущественно в страны Казахстан, Беларусь и Узбекистан, суммарная доля которых составила 89,84% от всего объема вывезенного товара (или 2,75 млн. долл) [1, 3, 4]. Плуги работают в условиях абразивного изнашивания, и их долговечность в значительной мере определяется ресурсом рабочих органов. Эксплуатационно-технологические показатели плугов не всегда отвечают заявленным производителем потребительским свойствам. В процессе эксплуатации они подвергаются неравномерному изнашиванию, что снижает

ресурс деталей и увеличивает затраты на их замену, Например, по данным некоторых ученых ФГБОУ ВО МГТУ им. Н. Э. Баумана, средняя наработка на отказ долотообразных лемехов П-702 (ПНЧС) колеблется от 5 до 20 га. По данным источника [2, 3, 4, 5], наибольшая интенсивность износа лемехов по массе на песчаных почвах с каменистыми включениями составляет 260–450 г/га, а на песчаных и супесчаных почвах без каменистых включений снижается до 100–260 г/га, что свидетельствует об увеличенной потере массы металла этих деталей за время эксплуатации, которая может составлять 30 % и более от их первоначальной массы [2, 6].

Для повышения долговечности разрабатываются новые конструкции рабочих органов и применяются различные упрочняющие технологии [3, 4, 5, 7]. Основным методом упрочнения рабочих органов при их изготовлении является термическая обработка путем закалки и отпуска с нагревом ТВЧ [2, 8, 9]. Например, для повышения износостойкости лемехов РЗЗ.П-01-710, РЗЗ-ПЛЖ-31-702 в ЗАО «Рубцовский завод запасных частей» проводят закалку и наплавку лезвия сормайтом по всей длине. Перспективным развитием технологии нанесения износостойкого присадочного материала на рабочую поверхность рабочих органов является использование прерывистой наплавки деталей отдельными прямолинейными или дугообразными валиками, различной длины, ширина которых меньше расстояния между ними. Прерывистое расположение износостойкого материала способствует формированию ударной силы, что приводит к скалыванию частиц и снижению плотности контактного слоя почвы. При этом скорость изнашивания детали снижается в 2–3 раза, а расход износостойкого материала уменьшается на порядок. Самозатачивание режущей поверхности основного металла с образованием волнисто-ступенчатого лезвия снижает тяговое сопротивление почвообрабатывающих машин и уменьшает расход горюче-смазочных материалов. Технология упрочнения, разработанная в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» с использованием прерывистой наплавки твердыми сплавами, может заменить технологию нанесения покрытий токами высокой частоты [2].

Для увеличения износостойкости фирма «LodpeCeramic» и «MorganMatrok» (Великобритания) разработали керамические лемехи, срок службы которых по износостойкости превосходит стальные в 12 раз, однако стоимость их изготовления очень велика. В процессе использования обнаружились недостатки этих лемехов: при динамической нагрузке появляются сколы, что приводит к образованию трещин [6]. В работе [7] показано, что применение упрочняющих пластин из керамики вместо наплавки повышает прочность в опасных сечениях лемеха не менее чем в 3,4 раза [7].

В Оренбургском ГАУ разработана технология восстановления и повышения долговечности рабочих органов лемеха плуга «Вари Титан» Lemken привариванием лезвия-накладки с последующей наплавкой износостойкого материала Castolin PE1229 [8]. При использовании этой технологии повышается ресурс лемеха в 3-4 раза. Сущность метода состоит в том, что для изготовления

лезвия-накладки используется второй изношенный лемех, затем производится приваривание, наплавка износостойкого материала Castolin PE1229 механическая и термическая обработка. После восстановления и термической обработки материал не теряет свои износостойкие свойства, даже происходит некоторое увеличение твердости. Сравнительные эксплуатационные испытания плуга «Вари Титан» Lemken показали, что износостойкость и ресурс лемеха упрочненного износостойким материалом Castolin PE1229, при эксплуатации на южно-черноземных почвах, 4,6–5,0 раз выше, чем серийных [8, 9, 10].

В ФНАЦ ВИМ (ранее ФГБНУ ГОСНИТИ) совместно с Брянским ГАУ разработали технологию устранения износа отвалов плужных корпусов со сквозным протиранием и повышения абразивостойкости восстановленного участка рабочей поверхности отвала без нарушения целостности детали. Ее суть состоит в нанесении абразивостойкого клеополимерного дисперсно-упрочненного композиционного материала на предварительно подготовленную предельно изношенную область с охватом несколько большего периметра [9, 11]. При определенных технологических изменениях способ может использоваться для устранения износов и сквозных протираний не только отвалов, но и других деталей, имеющих криволинейные рабочие поверхности и эксплуатируемых в условиях абразивного изнашивания [9].

Одним из перспективных способов повышения износостойкости является применение в качестве абразивостойких покрытий эпоксидно-песчаных композитов [10]. Брянский ГАУ разработал технологический процесс упрочнения плужных лемехов, заключающийся в формировании на долотообразной части лемеха разработанного эпоксидно-песчаного композита следующего состава: 60-70 мас. ч. песчаного наполнителя, 40-30 мас. ч. эпоксидного компаунда с диаметром частиц песка 1,0 мм. Это позволило в максимально возможной степени использовать технологические и эксплуатационные возможности, заложенные в лемехах, и обеспечить увеличение ресурса в 2,2–2,7 раз, в сравнении с деталями заводского исполнения, а также снизить экономические издержки в 1,6 раз [10].

Библиографический список

1. Рынок плугов в России-2020. Показатели и прогнозы. – Режим доступа: <https://tebiz.ru/mi/rynok-plugov-v-rossii/>
2. Ожегов, Н.М. Исследования методов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин и разработка автоматической установки для нанесения на них упрочняющих покрытий/ Н.М. Ожегов // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 3. – С. 28-31.
3. Бышов, Н.В. Новые рабочие органы копателя кст-1,4/ Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции. – 2016. – С. 50-54.

4. Черноиванов, В.И. Инновационные проекты и разработки в области технического сервиса/ В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин, И.Г. Голубев. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 95 с.
5. Черноиванов, В.И. Организация и технология восстановления деталей машин/ В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин, И.Г. Голубев. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 586 с.
6. Анализ конструктивных особенностей плужных лемехов и способы повышения их износостойкости. – Режим доступа:https://studref.com/510268/tehnika/analiz_konstruktivnyh_osobennostey_pluzhnyh_lemehov_sposoby_povysheniya_iznosostoykosti.
7. Новиков, В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин : авторефер. дис. ... д-ра. техн. наук/ В.С.Новиков. – М., 2008.– 38 с.
8. Соловьев, С.А. Технология восстановления лемеха плуга фирмы LEMKEN/ С.А. Соловьев, В.А. Шахов, М.Г. Аристанов // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 113.– С. 245-248.
9. Михальченков, А.М. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсионно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы/ А.М. Михальченков, Р.Ю. Соловьев, Я.Ю. Бирюлина // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 3. – С. 49-51.
10. Филин, Ю.И. Повышение ресурса лемехов применением покрытий из абразивостойкого эпоксидно-песчаного композита : автореф. дис. ... канд. техн. наук/Ю. И. Филин. – Брянск, 2019. – 21 с.
11. Анализ методов разработки технических систем/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Материалы III Международной научной конференции. – Саратов, 2016. – С. 74-78.

УДК 629.11.02

*Воробьев Д.А.,
Горетова М.А.,
Успенский И.А., д.т.н.,
Филюшин О.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ОЦЕНКА ИЗНОСА ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из направлений применения углеродных композиционных материалов является их использование в тормозных системах автомобилей в качестве материалов тормозных дисков. Сочетая высокие прочностные характеристики с малым удельным весом и термопрочностью и термостойкостью эксплуатационных характеристик успешно вытесняют

из конструкций автомобильных тормозов другие применяемые для этих целей материалы [1, 2, 3, 4].

Наряду с разработкой новых материалов, большое значение приобретает неприменимость стандартных методов контроля износа тормозных дисков.

1-метод – измерение толщины тормозного диска [5, 6] (рисунок 1 а).

Толщину тормозного диска (размер X) необходимо измерять с помощью соответствующего микрометра или измерительного калибра в области внутренних или наружных следов трения (см. стрелки на рисунке). Измерение толщины тормозного диска производится при каждой замене тормозных колодок, результаты измерений соответствующим образом документируются. Если размер $X = \min.Th. + 0,2 \text{ мм}$, то необходимо провести обязательное взвешивание керамического тормозного диска [7, 8].

2- метод – взвешивание тормозного диска (рисунок 1 б).

Из-за окисления углерода при высоких нагрузках у керамического тормозного диска постоянно уменьшается масса [9, 10]. Поэтому другой возможностью определения степени износа является взвешивание тормозного диска. Однако это возможно только при наличии весов с необходимой точностью измерений (+/-1 г).



Рисунок 1 – Измерение износа тормозного диска

Использованных в качестве тормозных дисков из карбона привело к необходимости создания современных и точных средств контроля износа.

Используя свой опыт и знания, швейцарская компания Proceq создала первый в мире прибор для измерения износа карбоновых тормозных дисков – Carboteq (рисунок 2).



Рисунок 2 – Прибор «Proceq» для измерения карбоновых тормозных дисков

Принцип работы индикатора Carboteq основывается на импульсно-индукционной технологии со специальным расположением индуктивных катушек, а также на передовых методах анализа сигналов для компенсации влияния характеристик материалов и геометрической формы тормозных дисков. Контроль возможен без снятия тормозного узла [11, 12] (рисунок 3).

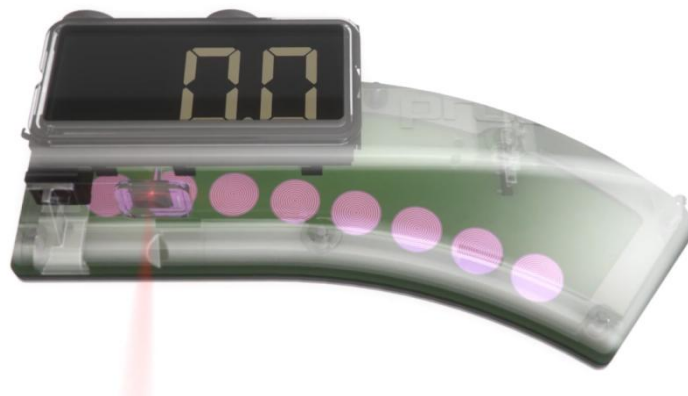


Рисунок 3 – Расположение индуктивных катушек внутри прибора

Технология измерения. Измерительный прибор необходимо поместить на внешний край углеродно-керамического тормозного диска (рисунок 4 а), перемещайте прибор по окружности тормозного диска, пока лазер прибора не совместится с показаниями отметки на тормозном диске (рисунок 4 б). На каждом тормозном диске есть три отметки со значениями калибровки. Поскольку углеродная керамика не является модульным материалом, измерение должны проводиться на каждой из трех отметок, чтобы получить точную оценку износа. На рисунке 4 б число вверху показывает отметку положения. Левое нижнее число – это начальное значение. Нижнее правое число – это минимальное допустимое значение, которое определяется производителем тормозных дисков [13].



А



Б

Рисунок 4 - Измерение прибором «Proceq» толщины керамического тормозного диска

Исходя из выше изложенного, заключаем – разработка современных методов измерения износа тормозных дисков и совершенствование оборудования для его реализации является актуальной задачей авторемонтного производства на сегодняшний день.

Библиографический список

1. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.

2. Анализ методов и средств диагностирования тормозных систем автомобиля/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 02 (116). – С.1051-1072. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/71.pdf>

3. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 06 (120). – С. 375-398. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>

4. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора И.Н. Аринина. – 2013. – С. 110-113.

5. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2060-2075.

6. Синицин, П.С. Основные принципы диагностирования мсхт с использованием современного диагностического оборудования/ П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский // Сборник научных работ студентов РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, РГАТУ, 2011. – С. 263-269.

7. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань, 2015.

8. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. – Рязань, 2014.

9. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов Н.В. и др. – Рязань, 2015.

10. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 12. – С. 179-184.

11. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2009. – С. 18-20.

12. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутрихозяйственных перевозках/ В.В. Бычков, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469.

13. 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.

УДК631.3:005.93

*Голубев И. Г., д.т.н.
ФГБНУ «Росинформагротех» п. Правдинский, Московская обл., РФ;
Быков В. В., д.т.н.,
Голубев М.И., к.т.н.
ФГБОУ ВО МГТУ, г. Мытищи, РФ*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ

В Национальный докладе «О ходе и результатах реализации в 2019 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» отмечено, что доля техники, с года выпуска, которой прошло более 10 лет, по данным субъектов Российской Федерации, по тракторам снизилась до 58,22% (в 2018 г. – 59,83%), по зерноуборочным комбайнам до 44,36% (в 2018 г. – 45,07%), по кормоуборочным комбайнам – до 41,74% (в 2018 г. – 42,7%)[1,2]. Поддерживать работоспособность машин и оборудования зачастую приходится ремонтно-восстановительными воздействиями. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642) сказано, что приоритетными и перспективными направлениями научно-технологического

развития Российской Федерации в ближайшие 10-15 лет станут передовые цифровые, интеллектуальные, производственные технологии, роботизированные системы, а также применение новых материалов и способов конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Способствовать внедрению цифровых решений в производственные процессы АПК, в том числе при техническом сервисе сельскохозяйственной техники будет реализация ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» [3, 4]. Установлено, что в конструкциях машин, выпускаемых крупнейшими отечественными и зарубежными производителями, увеличивается использование электронных блоков и бортовых компьютеров. В соответствии с заданной программой они управляют работой дизеля; гидроприводом трансмиссии; рабочими органами и другими агрегатами. В последние годы трендом применения цифровых решений в техническом сервисе машин является использование систем компьютерного диагностирования. С помощью подобных диагностических систем (сканеров) можно свести к минимуму область поиска неисправности и определить характер этих дефектов, не прибегая к трудоемким операциям. Анализ передовых решений в сфере технического сервиса показал развитие технологий удаленного (дистанционного) диагностирования машин. Такие технологии позволяют через Интернет оказывать удаленную поддержку клиенту, не выезжая непосредственно к машине. Используя эти сведения, можно также спланировать сроки технического обслуживания, вовремя заказать запчасти, основываясь на реальных результатах диагностирования [5]. Крупнейшие отечественные и зарубежные производители сельскохозяйственной техники и оборудования в том числе «Claas», «JohnDeere», «Ростсельмаш» используют различные системы телеметрии и мониторинга. Установлено, что наибольшее распространение получили системы TELEMATICS, AGCOMMAND, JDLink, AFS Connect и другие. Применение системы TELEMATICS на зерноуборочных комбайнах позволяет сократить период сбора урожая на три дня, затраты не менее чем на 0,5 процента, повысить производительность машин на 10%, а коэффициент использования рабочего времени на семь процентов. Телеметрическая система AGCOMMAND позволяет оценить в режиме реального времени до 25 основных параметров машины, а также, сравнивать эффективность использования до пяти единиц техники. Из российских разработок наиболее распространенными являются системы ПАО «Ростсельмаш» (AGROTRONIC), компании «Фарватер», «АвтоГРАФ», ГК «АНТОР» (ANTOR MonitorMaster). Система AGROTRONIC позволяет контролировать несанкционированные выгрузки из уборочных машин, все виды простоев, дистанционно оптимизировать настройки, проводить анализ технологических процессов. Системы компании «Фарватер» в режиме реального времени контролируют техническое состояние машин. Их применение снижает себестоимость затрат на содержание и эксплуатацию техники до 30%. Установка на машины систем «АвтоГРАФ» уменьшает расход на топливо, удобрений, средств защиты

растений, семена, а также повышает оперативность управления хозяйством и дисциплинированность работников. Система ANTOR MonitorMaster фиксирует непроизводительные простои техники, контролирует давление в шинах, что позволяет продлить их ресурс на 10–15% [6, 7].

Для ремонта сельскохозяйственной техники перспективны технологии, базирующиеся на 3D-сканировании. Для этого разработаны и применяются различные сканеры. Они могут быть использованы для контроля геометрических и физико-механических параметров деталей сельскохозяйственных машин при входном контроле запасных частей и дефектации деталей. По сравнению с контактными средствами 3D-сканирование повышает точность и производительность измерений. Этот метод позволяет сократить продолжительность дефектации деталей при ремонте машин в 6 раз, снизить уровень субъективности оценки технического состояния детали и уменьшить трудоемкость процесса на 30%. При технологической подготовке ремонтного производства в случае отсутствия документации на изношенные детали эффективен реверс-инжиниринг (обратное проектирование). На базе ФГБНУ ФНАЦ ВИМ функционирует ремонтный участок использованием 3D-технологий, позволяющий осуществлять обратное проектирование и изготовление деталей. Такие участки особенно перспективны при организации ремонта импортных машин, который осложняется отсутствием конструкторской документации. 3D-сканирование позволяет проводить обратное проектирование изношенных деталей и в короткие сроки получать их CAD модели и чертежи. Одно из наиболее динамично развивающихся направлений цифрового производства – применение аддитивных технологий. Для 3D-печати полимерных и металлических деталей разработаны и используются различные принтеры, в том числе зарубежных производителей SLA, FDM и «PoLyJet», российских – «Composer», компании «Лазеры и Аппаратура» и др. Перспективным направлением внедрения 3D-технологий в ремонтное производство является комплексное применение 3D-сканирования и аддитивных технологий. При дефектации с помощью 3D-сканера определяют величину износа, а на 3D-принтере восстанавливают изношенную поверхность с учетом неравномерности износа. Точечное нанесение слоя присадочного материала на место износа снижает расход материала от 20 до 90% [5, 8, 9].

Использование цифровых решений в конструкциях ремонтно-технологического оборудования позволяет сократить продолжительность операций. В технологиях ремонта машин используются робототехнические комплексы. Наибольшее распространение они получили при окраске машин и восстановлении деталей [5].

В техническом сервисе сельскохозяйственной техники уже используют такие цифровые решения как «умный склад запасных частей», «умный нефтесклад». Использование интеллектуальных систем складского хранения запчастей позволило существенно ускорить выполнение заказов, до 90% запчастей отгружаются без ошибок и точно в срок. Применение цифровых

комплексов нефтескладов и АЗС обеспечивает отсутствие потребности в работе оператора управления наливом, ускорение процесса подготовки к отпуску топлива, переход от бумажного к электронному учету расхода топлива, контроль количества топлива в емкостях. Разработанное программное обеспечение позволяет идентифицировать и предупредить утечки топлива, отказы дыхательного клапана, самовозгорание топлива [5, 10].

Библиографический список

1. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2019 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 162 с.

2. Бурак, П.И. Результаты реализации мер поддержки обновления парка сельскохозяйственной техники/ П.И. Бурак, И.Г. Голубев // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). –С. 2-5.

3. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». – М. : ФГБНУ«Росинформагротех», 2019. – 48 с.

4. К вопросу о возможности использования цифровых технологий в растениеводстве / Ю. И. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Михеев, С.А.Бычкова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 51-56.

5. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники/ И.Г. Голубев, Н.П. Мишуков, В.Ф. Федоренко и др. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с.

6. Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники/ И.Г. Голубев, Н.П. Мишуков, В.Я. Гольпяпин и др. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с.

7. Golyapin, V. Global trends in the development of monitoring systems for mobile agricultural equipment/ V. Golyapin, I. Golubev // Сб.: E3S Web of Conferences. Key Trends in Transportation Innovation. – КТТИ 2019. – 2020. – С. 01013.

8. Голубев, И.Г. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве и техническом сервисе сельскохозяйственной техники/ И.Г. Голубев, В.Ф. Федоренко. – М. : Издательство Юрайт, 2020. –156 с.

9. Скороходов, Д.М. Использование бесконтактных методов и средств контроля для проверки качества запасных частей сельскохозяйственной техники/ Д.М. Скороходов, К.А. Краснящих, А.С. Свиридов // Технический сервис машин. – 2020. – № 2 (139). –С. 141-148.

10. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/ Г.Д. Кокорев и др. // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 81(07). – С. 390-400.

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Для поддержания мобильной техники в работоспособном состоянии и восстановления ее технических характеристик, предупреждения прогрессирующего износа сопряжений проводят ремонт – комплекс технических операций и организационных действий по восстановлению исправного или работоспособного состояния и восстановлению ресурса мобильной техники или ее составных частей [1, 2, 3, 4].

Интенсивное развитие всех средств способствующих коммуникации общества, в том числе и транспорта, является характерной особенностью научно-технической революции. Так, за последние 20–25 лет автомобильный парк в мире увеличился в 5 раз. Для сравнения автомобильный парк состоял: в 1970 году – из 250 млн., в 1986 году – из 500 млн., в 2009 году мировой автопарк состоял из 980 млн., а в 2019 году – около 1,3 млрд. единиц техники.

Эксплуатация парка автомобильного транспорта связана с решением ряда сложных проблем. Такими проблемами являются научно-технические, экономические и организационные. С одной стороны – это обеспечение безопасного и надежного функционирования транспортной системы, которое требует увеличения затрат на создание новых автомобилей, развитие транспортной инфраструктуры, повышение квалификации персонала и т.д. С другой стороны – необходимость сокращения транспортных издержек, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Капиталовложения и средние затраты на техническое обслуживание (ТО) и ремонт автомобилей, млн. руб.

Тип автомобиля	Среднегодовые затраты на ТО и ТР		Капитальные затраты на производственную базу на 1 автомобиль
	всего	в том числе запасные части	
Легковой, индивидуального пользования	0,14–0,17	0,06–0,08	0,41–0,43
Легковой, такси	0,55–0,62	0,25–0,30	3,8–4,4
Грузовой	0,77–0,85	0,20–0,35	3,0–3,2
Автобус	1,25–1,45	0,6–0,75	6,6–7,7

Многие ученые исследуют эксплуатационную надежность транспорта и ищут способы её увеличения. Обобщение имеющегося опыта [5, 6] показывает, что есть устойчивая связь между коэффициентами технической готовности α_T и

выпуска α_B , которые для транспорта общего пользования взаимосвязаны следующим образом:

для грузовых автомобилей ... $\alpha_B^r = 0,77\alpha_T^r$

автобусов ... $\alpha_B^a = 0,93\alpha_T^a$

автомобилей-такси ... $\alpha_B^t = 0,92\alpha_T^t$.

Е.С. Кузнецов проводил исследования автобусов большого класса на предмет эксплуатационной надежности (на примере семейства автобусов Икарус).

Данные, полученные Е.С. Кузнецовым на пробеге подконтрольной группы автобусов с начала эксплуатации до 100 тыс. км., приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение отказов, средний поток отказов и наработка на отказ автобусов Икарус на пробеге с начала эксплуатации до 100 тыс. км.

Агрегаты	Автобус Икарус-260			Автобус Икарус-255			Автобус Икарус-250		
	Процент распределения	Средний поток	Средняя наработка на отказ	Процент распределения	Средний поток	Средняя наработка на отказ	Процент распределения	Средний поток	Средняя наработка на отказ
Двигатель	17,98	0,30	3,1	15,62	0,22	1,5	16,71	0,24	3,9
Коробка передач	1,70	0,03	34,8	3,12	0,04	22,9	3,34	0,050	20,5
Передний мост	5,63	0,10	10,5	3,39	0,05	21,1	5,19	0,08	13,2
Сцепление	3,12	0,05	18,9	3,91	0,05	18,3	3,71	0,05	18,5
Рулевое управление	5,77	0,10	10,2	4,69	0,06	15,3	7,42	0,11	9,2
Карданная передача	1,63	0,03	36,2	1,30	0,02	55,0	2,23	0,03	30,8
Задний мост	4,29	0,07	13,8	5,22	0,07	13,7	3,15	0,04	21,7
Подвеска	11,74	0,20	5,0	15,88	0,22	4,5	23,19	0,34	2,9
Тормоза	12,83	0,22	4,6	10,42	0,15	6,9	7,79	0,12	8,8
Электрооборудование	12,63	0,21	4,6	17,58	0,25	4,1	11,13	0,17	6,1
Кузов	10,5	0,17	5,9	3,64	0,05	19,6	4,64	0,06	14,8
Шины	12,63	0,22	4,7	15,23	0,2	4,7	11,50	0,17	5,9
Итого	100,0	1,70	0,6	100,0	1,40	0,7	100,0	1,46	0,7

Таблица 3 – Распределение наиболее распространенных отказов (из таблицы 2)

Автобус	1	2	3	4
Икарус-260	двигатель и его системы (17,98%)	тормозная система (12,8%)	шины и электрооборудование (12,6%)	подвеска (11,7%)
Икарус-255	электрооборудование (17,6%)	подвеска (15,8%)	двигатель и его системы (15,6%)	шины (15,2)
Икарус-250	подвеска (23,1%)	двигатель и его системы (16,7%)	шины и электрооборудование (11,5%)	тормозная система (7,79%)

Распределение отказов по остальным узлам и механизмам автобусов примерно одинаково.

В случаях с автобусами Икарус-250 и 255 с подвеской связано наибольшее количество отказов, что видно из таблицы 3. Излом листа коренной рессоры и подкоренного листа № 1; износ амортизатора и подушки дополнительной рессоры; трещина кронштейна дополнительной рессоры [7, 8, 9, 10].

Отметим, что пневмоподвеска, а именно пневмобаллон, относится к деталям, лимитирующим безотказную работу узла. Механизмы подвески являются одними из важнейших элементов автомобиля. Надежность подвески актуальна особенно для автобусов большого и среднего классов, так как от ее состояния существенно зависят безопасность и комфорт пассажиров [7, 8, 11, 12, 13].

Е.С. Кузнецовым предложена классификация факторов, влияющих на расход запасных частей, представленная на рисунке 1. Большинство исследователей берут за основу именно эту классификацию, добавляя в неё новые исследования. Факторы, определяющие потребность в запасных частях, представлены в четырёх группах: конструктивные, эксплуатационные, технологические и организационные [9].

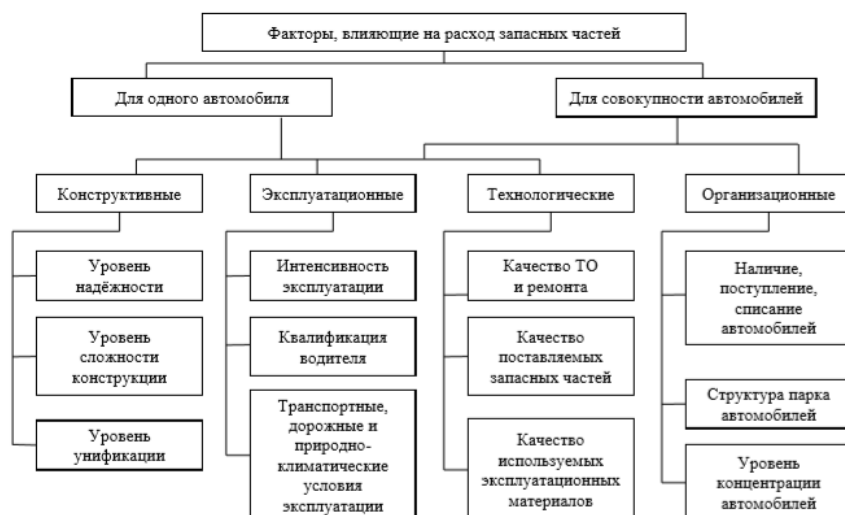


Рисунок 1 – Классификация факторов, имеющих влияние на расход запасных частей

Можно сделать вывод, что на интенсивность потока отказов автомобилей влияет значительное число факторов. Влияние некоторых из них изучено следующими научными деятелями: Кузнецовым Е.С., Говорущенко Н.Я., Авдонькиным Ф.Н., Луйком И.А., Лукинским В.С., Захаровым Н.С., Крамаренко Г.В., Лудченко А.А., Веревкиным Н.И., Максимовым В.А. и др.

Одними из самых важных факторов, влияющих на интенсивность потока отказов, являются сезонные факторы. Сезонные факторы в различные периоды года значительно меняются. Такими факторами являются температура воздуха, изменение погодных условий, ухудшение качества дорожного покрытия и другие природно-климатические факторы.

Необходимо отметить, что влияние сезонных факторов мало изучено и требует дополнительных исследований.

Библиографический список

1. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 07 (081). – С. 390-400.

2. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания: учебное пособие для курсового проектирования/ Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 161 с.

3. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань : РГАТУ, 2013. – 187 с.

4. Кокорев, Г.Д. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.

5. Захаров, Н.С. Влияние сезонных условий на процессы изменения качества автомобилей : дис. ... д-ра техн. наук/ Н.С. Захаров. – 2000. – 525 с.

6. Оценка факторов, влияющих на эффективность транспортно-технологического обслуживания процессов нефтегазодобычи/ Н.С. Захаров, О.А. Новоселов, М.М. Иванкив, А.А. Лушников // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2013. – № 1. – С. 70-75.

7. Максимов, В.А. Анализ факторов, определяющих маршрут расход топлива городских автобусов/ В.А. Максимов, Д.Г. Суматохин, В.И. Сарбаев. // М. : Машиностроение. – 2014. – № 4. – С. 17-19.

8. Максимов, В.А. Количественная оценка факторов, влияющих на ресурс шин городских автобусов/ В.А. Максимов, Г.В. Сидельников // Всероссийский институт научной и технической информации РАН. – 2012. – № 3. – С. 36-39.

9. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

10. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам/ А.С. Колотов и др. // Сборник научных работ студентов РГАТУ. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 255-256.

11. Планирование эксперимента нанесения материала грунтовок/ С.Н. Борычев, С.Г. Малюгин, А.С. Попов и др. // Вестник РГАТУ. – 2014. – № 3 (23). – С. 50-52.

12. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Вестник МГАУ. – 2009. – № 2 (33). – С. 38-40.

13. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К.А. Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 60-63.

14. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань, 2016. – 95 с.

15. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань, 2016. – 112 с.

16. Воздействие перевозимого груза на колебания автомобиля/ В.Н. Чекмарев, И.А. Успенский, С.Н. Борычев, Н.В. Аникин // Сб.: Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века. К 55-летию Рязанской ГСХА. – Рязань, 2004. – С. 170-171

17. Аникин, Н.В. Повышение эффективности перевозки картофеля путем совершенствования тракторного транспортного агрегата : дис. ... канд. техн. наук/ Н.В. Аникин. – Рязань, 2006. – 160 с.

УДК629.331

*Дорофеева К.А.,
Андреев К.П., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Непарко Т.А., к.т.н.,
Жданко Д.А., к.т.н.
УО БГАТУ, г. Минск, РБ*

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГБО НА СРОК СЛУЖБЫ ДВИГАТЕЛЯ

В настоящее время происходит активное увеличение стоимости нефтепродуктов, из-за этого водители транспортных средств пытаются любыми доступными способами снизить свои расходы на топливо автомобиля. Многие автомобилисты предпочитают переоборудовать свой автомобиль на газобаллонное оборудование, при этом расход газового топлива в некоторых случаях может быть больше, чем бензинового топлива, но стоит учитывать, что газ в свою очередь стоит в среднем на 50% дешевле, чем бензин. Особенностью такого переоборудования является то, что транспортное средство теряет мощность двигателя внутреннего сгорания примерно на 5–10%, которая на многих двигателях при эксплуатации не сильно ощущается. Но для тех

автомобилистов, которые предпочитают активно эксплуатировать свое транспортное средство, в свою очередь выгода определенно очевидна [1–5].

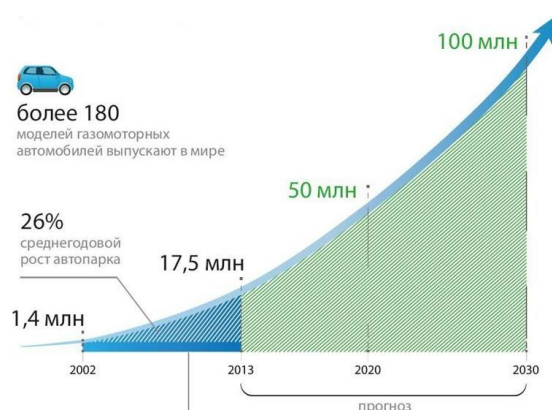


Рисунок 1 – Общемировой парк автомобилей, работающих на газовом топливе

Рассмотрим следующие аспекты влияния газобаллонного оборудования на двигатель транспортного средства:

1) как указывалось ранее, при переоборудовании транспортного средства на газобаллонное оборудование двигатель в среднем теряет 5–10% своей мощности. Данная потеря ощущается на многих транспортных средствах не критично сильно, многие автомобилисты отмечают, что уменьшение тяги автомобиля, при его эксплуатации в городских условиях с активированным кондиционером вообще не ощущается;

2) благодаря более высокому октановому числу возрастает плавность функционирования (для газа оно составляет 110), соответственно транспортное средство работает тише и производит более узкий спектр вибраций;

3) у газового топлива скорость термической реакции меньше, чем у бензинового топлива, из-за этого происходит увеличение ресурса транспортного средства на 20–30%. Из этого мы получаем равномерный цикл работы транспортного средства, а это благоприятно сказывается на долговечности поршневой группы автомобиля [6].

Естественно необходимо не забыть про то, что для бесперебойной работы двигателя внутреннего сгорания на газобаллонном оборудовании система должна быть правильно настроена квалифицированным специалистом. Но также стоит учитывать, что и сам владелец транспортного средства должен полностью придерживаться всех требований и рекомендаций, относящихся к правильной эксплуатации и своевременного обслуживания газобаллонного оборудования. Из-за того, что многие автомобилисты игнорируют требования эксплуатации газобаллонного оборудования и появилось мнение о том, что газовое топливо портит двигатель внутреннего сгорания.

Неправильным является аргументирование того, что из-за более высокого октанового числа газового топлива – 110, притом, что у бензинового топлива оно находится в пределах 92–98; двигатель работает в нештатных режимах и газ «сушит» двигатель внутреннего сгорания, происходит прогорание клапанов. Так как бензин в свою очередь является больше растворителем, чем

смазывающим веществом. Из-за этого нельзя утверждать, что газовое топливо вредно для рядового бензинового двигателя [7, 8, 9].

Единственной распространенной жалобой является прогар выпускных клапанов, т.к. газовое топливо горит хуже и имеет свойство догорать на выпуске, это приводит к сокращению ресурса ГБЦ на транспортных средствах, на которых установлены первые поколения газобаллонного оборудования. Причиной этому служит ручная регулировка подачи газовой смеси, из-за отсутствия калибрующей электроники. Но стоит учитывать, что на современных поколениях газобаллонного оборудования данная проблема устранена, и прогар выпускных клапанов может появиться только при режиме работы «акселератор в пол», который является нежелательным [10].

Также не стоит забывать, что в двигатель внутреннего сгорания, как на бензиновом, так и на газовом топливе необходимо подавать правильно приготовленную газо-воздушную смесь, если данная смесь будет слишком обедненной или же наоборот слишком переобогащенной, то тогда могут возникнуть перебои в работе транспортного средства. Переобогащенная газовая смесь выводит из строя катализаторы, возникает прогар в выпускной системе, двигатель внутреннего сгорания работает с перебоями, не исключено появление ошибок и загорания «чека». Обедненная же смесь, это та смесь, в которой топлива меньше, чем воздуха. Из-за этого смесь горит в камере сгорания дольше, при этом увеличивается и температура сгорания, в результате чего происходит прогорание клапана и седла клапанов, происходит значительное сокращение срока службы свечей зажигания, а также возникают локальные перегревы [11].



Рисунок 2 – Мифы о газобаллонном оборудовании

Согласно рассмотренному материалу те владельцы транспортных средств, которые переходят на газобаллонное оборудование: экономят на заправке транспортного средства, получают более щадящее отношение

к работе двигателя автомобиля, снижается уровень загрязнения узлов и деталей, более экологичная работа двигателя внутреннего сгорания.

Библиографический список

1. Аникин, Н.В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте/ Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 25-29.

2. Анализ загрязнений деталей двигателя в процессе эксплуатации/ К.А. Забара, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 134-139.

3. Дорофеева, К.А. Особенности применения метана в качестве одного из перспективных видов топлива для автомобильного транспорта/ К.А. Дорофеева, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Министерство сельского хозяйства РФ, РГАТУ, 2019. – С. 29-34.

4. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.В. Акимов и др. // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 1 (33). – С. 63-68.

5. Аникин, Н.В. Перспектива применения газобаллонной автотракторной техники в агропромышленном комплексе Российской Федерации/ Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – Ч. 3. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 38.

6. Транспортная инфраструктура/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Рязань : РГАТУ, 2012. – 234 с.

7. Аникин, Н.В. Сжиженный природный газ – новый вид топлива для автомобильного транспорта/ Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 16-21.

8. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

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

10. Гольдбурд, А.Л. Повышение эксплуатационных характеристик транспортно-технологических машин/ А.Л. Гольдбурд, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Сб.: Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. – 2019. – С. 180-185.

11. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

УДК 629.331

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

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ГАЗОБАЛЛОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

Независимо от поколения газобаллонного оборудования перед наступлением зимнего периода времени необходимо подготовить транспортное средство к холодам.

Для транспортных средств, работающих на газобаллонном оборудовании перед наступлением холодного времени года рекомендуется:

- 1) при наличии регулируемых и разборных форсунок, их необходимо откалибровать;
- 2) произвести замену газового фильтра;
- 3) редуктор-испаритель необходимо подключить к системе охлаждения транспортного средства через тройник, для того чтобы исключить недогрев автомобиля в минусовую температуру при включенной печке.

Ключевым аспектом правильной эксплуатации транспортного средства с газобаллонным оборудованием является то, что при минусовой температуре необходимо производить запуск и прогрев двигателя внутреннего сгорания исключительно на бензиновом топливе (на транспортных средствах, где за управлением топливными режимами следит электроника, процесс переключения происходит автоматически) [1, 2, 3, 4].

На тех транспортных средствах, у которых установлено газобаллонное оборудование с ручным переключением «газ-бензин», для начала требуется прогреть двигатель внутреннего сгорания до температуры охлаждающей жидкости (40–50°C) и после этого переключать транспортное средство на подачу газового топлива [5, 6].

Из-за этого всегда необходимо иметь в баке автомобиля достаточное количество бензинового топлива.

При эксплуатации транспортного средства в зимний период времени стоит учитывать, что:

1) не допускается переход транспортного средства раньше времени на газовый режим, т.к. вместо парообразного газа на форсунки пойдет сжиженный газ, из-за этого могут пострадать клапана форсунок, и появится риск залить свечи;

2) необходимо постоянно следить за уровнем охлаждающей жидкости, т.к., если в контуре редуктора не будет достаточного количества тосола, то редуктор-испаритель может замерзнуть;

3) после каждых 1000 километров необходимо сливать конденсат с редуктора, выполнять данную процедуру необходимо на прогревом двигателе;

4) заправлять транспортное средство необходимо только «зимним газом», это газ, где доля пропана в смеси выше. Также стоит учитывать то, что при заправке транспортного средства в минусовую температуру необходимо заполнять баллон с газом примерно на 80%, это необходимо для того, чтобы при стоянке транспортного средства в гараже или в другом ином отапливаемом помещении объем газа будет больше [7, 8, 9].



Рисунок 1 – Соотношение пропана и бутана в «летнем» и «зимнем» газовом топливе

Для транспортных средств, осуществляющих свою работу на метане, у которого температура кипения минус 162°С особой разницы расхода топлива

летом или зимой не заметно, то для пропан-бутановых смесей колебания температуры, достигающей 35–50°C, расход топлива в теплое и холодное время года достаточно ощутим [10].

В теплый период года бутан с пропаном смешивают примерно в равных пропорциях, из-за этого получается «тяжелая газободяга», которая более тяжелая, чем воздух, а не чистый пропан.

В холодный период года доля бутана в газовом топливе снижается примерно до 20%, его испарение происходит при температуре в минус 1,5°C, а для пропана такая температура составляет минус 42°C.

Соответственно при заправке «летним» газовым топливом в морозы, испарительный редуктор откажет в своей работе и транспортное средство не заведется, автоматический электронный блок управления переведет транспортное средство с газового топлива на бензиновое.

Следует учитывать то, что энергоемкость чистого пропана 101000 кДж, а для бутана 133000 кДж, следовательно зимой приходится «газовать» более энергичнее, для того чтобы разогнать транспортное средство до аналогичной скорости летнего периода.

Для пропанового топлива:

- 1,19 литра «летнего» топлива, соответствует одному литру бензина;
- для «зимнего» топлива необходимо 1,4 литра пропан-бутановой смеси, для получения аналогичного эквивалента.

Следовательно, перерасход пропана по отношению к бензиновому топливу может достигать от 19 до 25%.

Библиографический список

1. Аникин, Н.В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте/ Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 25-29.

2. Транспортная инфраструктура: учебное пособие для студентов вузов / Н.В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский и др. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 234 с.

3. Дорофеева, К.А. Особенности применения метана в качестве одного из перспективных видов топлива для автомобильного транспорта/ К.А. Дорофеева, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции 20 февраля 2019. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 29-34.

4. Анализ загрязнений деталей двигателя в процессе эксплуатации/ К.А. Забара, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие

агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 134-139.

5. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.В. Акимов и др. // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 1 (33). – С. 63-68.

6. Аникин, Н.В. Перспектива применения газобаллонной автотракторной техники в агропромышленном комплексе Российской Федерации/ Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции 23 мая 2019 г. – Ч. 3. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 38.

7. Гольдбурд, А.Л. Повышение эксплуатационных характеристик транспортно-технологических машин/ А.Л. Гольдбурд, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Сб.: Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. – 2019. – С. 180-185.

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

9. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

10. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

УДК 629.331

*Дорофеева К.А.,
Терентьев В.В., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Непарко Т.А., к.т.н.,
Жданко Д.А., к.т.н.
УО БГАТУ, г. Минск, РБ*

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ С ГАЗОБАЛЛОНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Для того чтобы продлить срок эксплуатации газобаллонного оборудования, а также максимально экономить ресурсы, следует своевременно производить замену фильтров грубой и тонкой очистки и периодически диагностировать всю систему газового оборудования [1, 2, 3].

Сбой в системе может произойти после значительного пробега транспортного средства, поэтому, для того чтобы система работала в штатном режиме весь срок предполагаемой эксплуатации, необходимо своевременно диагностировать возникающие проблемы и регулировать настройки.

Естественно есть установленные сроки прохождения проверки, для автомобилей с газобаллонным оборудованием, так, например, замены фильтра в газобаллонном оборудовании четвертого поколения производится каждые 15000 тысяч километров; для систем первого и второго поколений замену фильтра производят каждые 30000 тысяч километров [4, 5, 6, 7]. При проведении процедуры по замене фильтра специалист должен осуществить слив конденсата из газового редуктора, но это необходимо проводить, если на транспортном средстве установлено первое или второе поколения газобаллонного оборудования. Данная процедура в среднем по времени проведения занимает 15 минут.

Есть два вида разновидностей технического обслуживания транспортного средства:

1) регулярное – оно проводится при прохождении транспортным средством определенного пробега;

2) внеплановое – оно проводится, при выявлении неисправностей или дефектов в работе оборудования транспортного средства [8, 9].

Первичное техническое обслуживание транспортного средства с новым топливным (газобаллонным) оборудованием должно проходить осмотр каждые 10 000 тысяч километров. Владелец транспортного средства после установки газобаллонного оборудования получает комплект документов, в которых указаны сроки прохождения последующих технических осмотров.

Внеплановый технический осмотр транспортного средства проводится, если: транспортное средство не заводится, осуществляется большой расход газового топлива, транспортное средство регулярно глохнет, периодически или постоянно в салоне автомобиля или рядом с ним ощущается запах газового топлива.

Существуют следующие основные этапы технического обслуживания газобаллонного оборудования:

- при доставке транспортного средства в сервисный центр сначала производится визуальный осмотр состояния автомобиля на выявление видимых неисправностей автомобиля, особое внимание уделяется состоянию магистралей газовых соединений;

- далее осуществляется компьютерная диагностика транспортного средства с газобаллонным оборудованием;

3. во втором поколении газобаллонного оборудования, при необходимости производится регулировка редуктора системы;

- при выявлении неисправностей после компьютерной диагностики осуществляется замена отдельных частей газобаллонной системы;

- производится замены фильтров тонкой и грубой очистки;

- газобаллонное оборудование проверяется на герметичность;

- при возникновении необходимости обтягиваются тосольные и газовые рукава;

- после того, как были произведены все работы по устранению неисправностей и дефектов газобаллонная система проверяется повторно на компьютере.

Периодичность обслуживания газобаллонного оборудования на транспортном средстве:

1) через каждые 10000 тысяч километров проводится ревизия герметичности газопровода, задвижек и компонентов мотора;

2) один раз в 40000 тысяч километров необходимо проводить компьютерное тестирование бесперебойности работы программы газобаллонного оборудования;

3) первичное техническое обслуживание транспортного средства с газобаллонным оборудованием необходимо производить не реже, чем раз в год;

4) смена свечей и фильтров производится по мере их изнашивания.

На возможный ремонт или очередное обслуживание двигателя внутреннего сгорания указывают следующие факторы:

- двигатель внутреннего сгорания не обеспечивает первоначальную мощность;

- происходят хлопки при работе двигателя, транспортное средство начинает глохнуть;

- транспортное средство заводится ни с первого раза, либо вообще заводится после подключения к аккумулятору внешнего блока электропитания;

- у транспортного средства увечился расход топлива и моторного масла;

- утечка масла, либо бензинового топлива из бака транспортного средства;

- увеличение шума двигателя внутреннего сгорания транспортного средства.

Главной задачей владельца транспортного средства, исходя, из выше изложенного является своевременно осуществлять в специализированных пунктах СТО техническое обслуживание своего транспортного средства (первично, вторично, планово, сезонно и т. д.).

Библиографический список

1. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н.В. Бышов, С.Н. Борячев, В.В. Акимов, А.А. Голиков и др. // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 1 (33). – С. 63-68.

2. Аникин, Н.В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте/ Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 25-29.

3. Гольдбурд, А.Л. Повышение эксплуатационных характеристик транспортно-технологических машин/ А.Л. Гольдбурд, К.П. Андреев,

В.В. Терентьев // Сб.: Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. – 2019. – С. 180-185.

4. Транспортная инфраструктура: учебное пособие для студентов вузов / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Рязань : РГАТУ, 2012. – 234 с.

5. Дорофеева, К. А. Особенности применения метана в качестве одного из перспективных видов топлива для автомобильного транспорта/ К.А. Дорофеева, Н. В. Аникин // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции 20 февраля 2019. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 29-34.

6. Анализ загрязнений деталей двигателя в процессе эксплуатации/ К.А. Забара, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 134-139.

7. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

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

9. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

УДК: 656.13

Дорохин С.В., д.т.н,

Азарова Н.А., к.э.н.,

Рудь В.А.

ФГБОУ ВО ВГЛТУ, г. Воронеж, РФ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ КАК СПОСОБ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Развитие новых технологий – одно из приоритетных направлений в области дорожного движения, которое может обеспечить безопасность на дорогах и удобство пользования транспортом.

Наибольшее число ДТП происходит по вине водителя вследствие его усталости, невнимательности или нежелания соблюдать закон. Это стало стимулом к созданию автомобиля, который будет полностью следовать правилам дорожного движения и не устанет в процессе движения.

Беспилотный автомобиль – это усовершенствованное транспортное средство, оснащенное системой самоуправления и способное передвигаться

без водителя [1, 4, 5, 6]. У беспилотных автомобилей существует несколько уровней автономности: от 0 (обычный автомобиль, управляемый водителем) до 5 (полностью беспилотный автомобиль, способный передвигаться и парковаться самостоятельно).

У беспилотных автомобилей множество преимуществ. Они могут передвигаться по городу без помощи водителя, выбирая оптимальный маршрут с помощью карты и информации о дорожных заторах. БА самостоятельно регулируют скорость движения: притормаживают на поворотах и ускоряются на прямых участках дороги, выбирают место для парковки. Также такие автомобили способны без проблем распознавать других участников дорожного движения, сигналы светофора и дорожные знаки даже в условиях недостаточной видимости (дождя, снегопада, тумана и др.). Пока перечень этих функций можно считать недостаточным, в планах разработчиков «научить» автомобиль правильно действовать при резкой смене обстановки на дороге, избегая ДТП [2, 7, 8, 9].

Беспилотные автомобили постоянно сканируют местность с помощью различных приборов: лидаров (лазерных радаров), сканирующих пространство в радиусе 100 метров; высокоточных карт, трех камер, радаров, позволяющих определить удаленность объектов на дороге, их скорость и траекторию движения. Система автомобиля взаимодействует с сервисом StreetView, который обеспечивает панорамный вид на улицы города с высоты 2,5 метров.

Также система беспилотного автомобиля состоит из таких элементов:

- управляющий компьютер;
- компьютер визуального интерфейса и модули датчиков;
- контроллер рулевого управления и привода;
- система коммуникации «машина-машина»;
- система голосового радиоуправления.

В 2020 году беспилотные автомобили не используются массово на дорогах, так как для них нет законодательной базы и специального оснащения. Пока такие машины только тестируются на дорогах России и других стран. Соответствующие законы планируется принять к 2025 году.

Одной из первых за разработку беспилотных автомобилей в РФ взялась компания «Яндекс». Первые тесты она проводила на территории своего офиса в Москве, затем в Сколково, казанском Иннополисе и Екатеринбурге. С 2019 года такие автомобили можно увидеть на дорогах Санкт-Петербурга, Краснодара и некоторых других крупных регионах России. Тесты проводят не только летом в ясную погоду, но и зимой во время тумана, снегопада [10, 11, 12].

Развитие беспилотных автомобилей активно поддерживает российское правительство. С конца 2019 года на дорогах Москвы проходят тестирования более 100 таких автомобилей, их маршруты меняются в зависимости от задач теста. В салоне автомобиля находится инженер-испытатель, контролирующий поведение автомобиля. В ближайшее время планируется увеличение количества тестируемых машин в целях более быстрого их «обучения». Чем

больше автономных машин ездят по улицам города, тем быстрее проходит обучение благодаря эффекту накопления данных.

В 2019 г. инвестиции Яндекса в развитие беспилотных автомобилей составили 1.5 млрд рублей (около \$23.5 млн), сообщило информационное агентство Rambler News Service. Сумма была обнародована по итогам публикации Яндексом свежей финансовой отчетности.

Внедрение беспилотных автомобилей может положительно повлиять на экономику регионов и государства в целом. В области безопасности дорожного движения будет наблюдаться падение числа ДТП вследствие исключения человеческого фактора. В сфере грузовых перевозок значительно снизится время в пути, увеличится скорость доставки грузов, так как автомобиль не нуждается в отдыхе; уменьшатся расходы на заработные платы водителям. Также благодаря централизованному управлению потоком транспорта будет обеспечиваться более эффективная эксплуатация дорог [3, 13, 14, 15].

Но в настоящее время есть некоторые проблемы, связанные с автономным транспортом. Несмотря на оснащение автомобиля его безопасность пока полностью не доказана. В программах автономного транспорта могут быть недоработки. Известен случай аварии с участием беспилотного автомобиля Uber в США. «Он распознал человека, но принял решение не тормозить», – пишет издание «The Information» со ссылкой на два источника в Uber. По данным «The Information», инженеры Uber специально завысили порог распознавания опасных объектов на дороге, чтобы избежать ложных срабатываний системы, при которых она находит объекты там, где их нет. Водитель-испытатель, который был в машине, не следил за дорогой и не успел отреагировать на появление пешехода.

Также проблемы с внедрением БА могут возникнуть в связи с финансами. Несмотря на значительные достоинства автономных автомобилей, многие предприятия все же могут отказаться от их использования ввиду их высокой стоимости.

Во многих странах мира при стремлении массово использовать беспилотные автомобили нет законодательной базы для этого. Неизвестно, кто будет нести ответственность при возникновении аварийной ситуации, какие решения следует принимать инспекторам ГИБДД. К тому же, согласно Венской конвенции о дорожном движении «каждое транспортное средство или состав транспортных средств должен иметь водителя». Следовательно, для улаживания проблемы с беспилотными транспортными средствами необходимо добавить новую главу, которая будет основой для регулирования таких вопросов [4].

Дороги, по которым будут осуществляться перевозки с участием автоматизированных транспортных средств, должны быть оборудованы датчиками, охраняться специальными службами. Люди, работающие на беспилотных трассах должны носить одежду с чипами, чтобы не создавать помех движению. В России сегодня уже строится беспилотная трасса

из Москвы в Санкт-Петербург, но общая инфраструктура в менее развитых регионах, к сожалению, не всегда отвечает требованиям.

Технологии беспилотного передвижения сейчас стремительно развиваются, устраняются проблемы, автономный транспорт становится все более безопасным. Но, прежде чем внедрять такой вид транспорта, следует подготовить соответствующие законы, оборудовать дороги для беспилотных автомобилей для более эффективного их использования и более высокого уровня комфорта и безопасности.

Библиографический список

1. Тимошенко, О. Б. Беспилотный транспорт будущего/ О.Б. Тимошенко // Молодой ученый, 2019. – С. 44-46.

2. O'Toole, R. Gridlock: Why We're Stuck in Traffic and what to Do about it/ Randal O'Toole // Cato Institute. – 2009. – С. 189-190.

3. Плиев, Р.О. Беспилотники как источник возможностей для логистики в будущем/ Р.О. Плиев // Молодой ученый, 2016. – С. 84-85.

4. Юзаева, А.Г. Беспилотные автомобили: опасности и перспективы развития/ А.Г. Юзаева, В.В. Кукарцев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – № 12. – С. 120-122.

5. Бышов, Н.В. Технология создания информационной транспортной модели города, включающей существующие и планируемые транспортные сети // Управление экономическими системами. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru>

6. Навигация транспорта с использованием RFID-технологии/ Н.В. Бышов, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, А.Х. Мусли // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы X Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2017. – С. 17-23.

7. Byshov, N. Method of Traffic Safety Enhancement with Use of RFID Technologies and its Implementation Original Research Article/ N. Byshov, A. Simdiankin, I. Uspensky // Transportation Research Procedia. – 2017. – Volume 20. – Pp. 107-111.

8. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань, 2015.

9. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК/ Н. В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 3. – С. 92-96.

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

11. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

12. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – 2009. – С. 18-20.

13. 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.

14. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К.А. Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора И.Н. Аринина. – 2013. – С. 60-63.

15. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутрихозяйственных перевозках/ В.В. Бычков, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469.

16. Дорохин, С.В. Безопасность на дорогах: проблемы и решения/ С.В. Дорохин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 2 (57). – С. 67-73.

17. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения/ Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.

631.173

*Зеликов И.Ю.
Шуханов С.Н., д.т.н.
ФГБОУ ВО ИрГАУ, г. Иркутск, РФ.*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

Введение. Высокопроизводительное сельскохозяйственное производство предполагает создание уникальных инженерных систем АПК [1, 2, 3, 4]. Ключевая позиция в этом комплексе задач отводится транспортно-технологическим машинам и комплексам, неотъемлемым звеном, которых является автотракторная техника [5, 6]. Основным источником энергии машин сельскохозяйственного назначения являются поршневые двигатели. Важнейшим элементом, отвечающим за качественное функционирование бензинового двигателя, являются свечи зажигания. Техническое состояние свечи обеспечивает качественный запуск двигателя в любое время года,

стабильную и устойчивую его работу на разных режимах, а также приемистость мобильного средства, в том числе максимальную скорость, и минимальный расход топлива [7, 8, 9].

Цель исследования. Проанализировать методы работоспособности свечей зажигания двигателей внутреннего сгорания.

Материалы и методы. Обзор современных методов проверки свечей зажигания и их анализ.

Результаты. Свеча зажигания очень ответственный и сложный прибор. Одна неисправная свеча становится причиной перерасхода топлива порядка 30% у двигателя, оснащенного четырьмя цилиндрами и 15%, оснащенного шестью цилиндрами, а также потере мощности.

Более того, выход из строя свечи приводит к поломке других составных частей системы зажигания или дорогостоящего каталитического нейтрализатора выхлопных газов, в случае если им оборудован автомобиль. Отсюда следует, что неисправное устройство необходимо выявить и переоснастить. Важно применять свечи, рекомендованные заводом-изготовителем. В случае отсутствия таковой, необходимо соблюсти следующие условия: устанавливаемые приборы должны быть максимально идентичными к штатным как по тепловой характеристике, так и геометрическим размерам [10].

В ходе эксплуатации расстояние между электродами изменяется в сторону увеличения на 0.015 мм за каждые 1000 км пробега (исключение составляют многоэлектродные). Поэтому через 5 000 км пробега необходимо осуществлять ТО свечей. Новые, в соответствии с рекомендациями большинства заводов-изготовителей, необходимы после 30 000 км пробега транспортного средства.

Анализ методов проверки свечей зажигания.

Свеча зажигания может исправно работать, когда электроды не изношены, корпус сохраняет герметичность, тепловой конус не поврежден, в том числе изолятор, а также при исправном добавочном резисторе. В настоящее время есть ряд способов определения исправности этих приборов: проверка 'на искру', визуальный осмотр, диагностика электрической цепи. Для осуществления первого способа необходимо специальное оборудование, обычно в условиях станции технического обслуживания. Можно реализовать проверку «на искру» самостоятельно упрощенным методом.

Работоспособность свечей можно путем использования тестера (диагностического), а также стенда с барокамерой, в том числе пьезоэлектрического пробника (пистолета).

Тестеры позволяют исправность свечи в рабочих условиях при функционирующем двигателе. Собственно датчик крепится к высоковольтному проводу прибора (свечи), и на мониторе появляется импульсная характеристика, позволяющая установить ее работоспособность.

1. Пьезоэлектрический пробник. Искрообразование можно определить путем применения пьезоэлектрического пробника. Высоковольтный провод

со свечи, смонтированного на двигателе устанавливают на втулку пробника, а его конец примыкают к двигателю (на «массу»). При включении клавиши пробника на прибор (свечу) подаются импульсы с диапазоном напряжения 11–14 кВ. В случае загорания сигнальной лампы свеча исправна.



Рисунок 1 – Тестирование пьезоэлектрическим пробником

Также тестируют прибор, снятый с мотора или новый. Разница лишь в том, что конец пробника примыкают к ее корпусу, а при загорании сигнальной лампы должен издаваться «треск» (искровой разряд). Минус этого способа в том, что тестирование производится при атмосферном давлении. Когда результат получается отрицательным, прибор (свечу) необходимо демонтировать и произвести очистку от нагара. При возникновении необходимости – заблаговременно отмочить в специальном растворителе. После этого промыть (с тем, чтобы предотвратить коррозию электродов) бензином, а затем продуть воздухом под давлением (или подвергнуть сушке электрофеном).

2. «Силовая» проверка. Предельно высокую оценку работоспособности прибора (свечи зажигания), демонтированного с двигателя, дают проверки на специализированном стенде, с установленной барокамерой. Испытания осуществляются при различных значениях давления (при атмосферном, а также при давлении в диапазоне 8–12 атм., то есть эксплуатационном). В том числе в диапазоне частот искрообразования, которые варьируют в пределах частоты вращения коленчатого вала 900–6000 об/мин. На собственно электроды прибора (свечи зажигания) подаются импульсы в пределах 14–20 кВ. в соответствии с видом системы зажигания поршневого двигателя. У работоспособного прибора (свечи зажигания), при повышенном значении давления осуществляется надежный разряд между электродами, а также нет «паразитного» образования искры с центрального электрода непосредственно на корпус.



Рисунок 2 – Силовая проверка

3. Визуальный осмотр. Такой метод дает возможность определить поврежденный из-за эрозии электродов реальный искровой промежуток прибора (свечи), а на самом тепловом конусе – образованный нагар, трещины, а также сколы, в том числе устойчивые загрязнения в форме токопроводящих дорожек (которые возникают, если двигатель функционировал на некачественном топливе). В этом случае искра проходит на «массу», в обход искрового промежутка.



Рисунок 3 – Проверка сопротивления

При установке рекомендованного зазора между электродами, свеча еще будет работоспособной. В противном случае ее необходимо заменить. У положительно прошедших осмотр приборов (свечей) необходимо

протестировать электрическую цепь собственно центрального электрода. С этой целью используют тестер. Когда между центральным электродом, а также наконечником имеется «контакт» (если резистор исправен, то прибор покажет действующее сопротивление 4–6 кОм), то отсутствие образования искры у тестируемой свечи, смонтированной на поршневой двигатель, может быть вызвано неисправностью изолятора.

4. Контроль зазора. В ходе функционирования электроды прибора (обычной свечи) изнашиваются (выгорают) обычно в среднем на 0,015 мм на осуществленные 1 000 км пробега. Величина напряжения искрового для пробоя промежутка неуклонно возрастает, а сама система зажигания испытывает перебои при функционировании. Поэтому через 4–5 тыс. км пробега необходимо осуществлять замер, а также (при необходимости) установку искрового зазора, а через 30–40 тыс. км – устанавливать новые свечи. Для современных иномарок промежутки замены может быть в пределах 80–100 тыс. км. Для проверки этого зазора необходимо использовать круглый щуп, который внедряют между электродами без излишних усилий.



Рисунок 4 – Проверка зазора между электродами

Установку (уменьшение) промежутка проводят, очень аккуратно постукивая плоской стороной специального технического устройства по боковому электроду прибора. Для того чтобы увеличить искровой зазор собственно боковой электрод очень осторожно отгибают этим же устройством. При проведении регулировок применяемый инструмент категорически не должен воздействовать на центральный электрод, иначе свеча выйдет из строя.

5. Проверка и установка искрового промежутка свечей

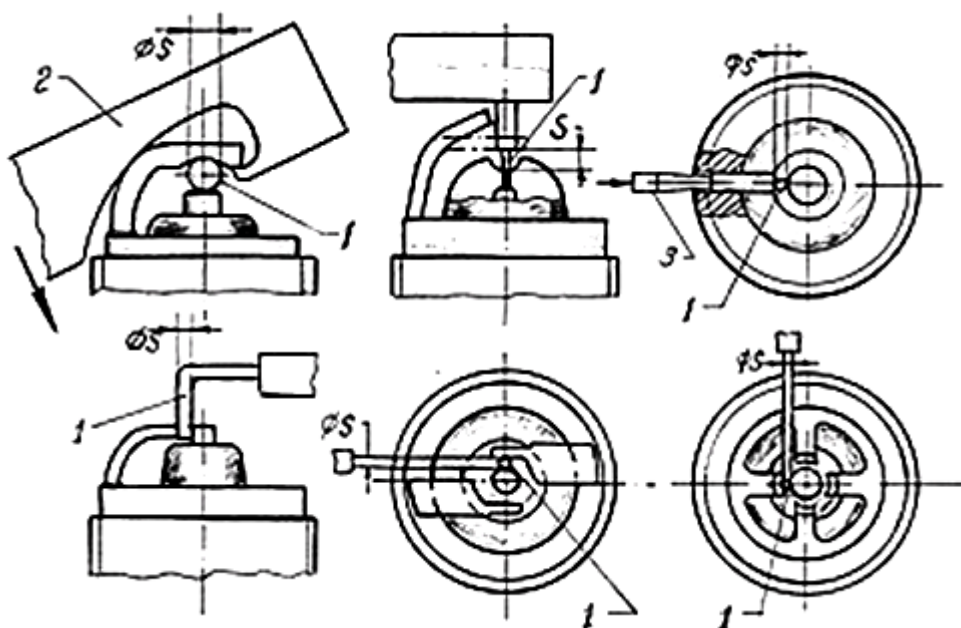


Рисунок 5 – Проверка и установка искрового промежутка свечей:

1 – щуп, 2 – приспособления для установки искрового зазора, 3 – бородок для регулирования искрового зазора, S – диаметр цилиндрического щупа

Вывод. Выполненный анализ методов работоспособности свечей зажигания двигателей транспортно-технологических машин и комплексов дает основу для создания более совершенных способов.

Библиографический список

1. Aprobation of a new biogas technology: experiments and results/V.P. Druzyanova, S.A. Petrova, M.K. Okhlopkoва и др. // Journal of Industrial Pollution Control. – 2017. – Т. 33. – № 1. – С. 1058-1066.

2. Теоретические исследования системы теплоснабжения животноводческого комплекса/ А.А. Медяков, Е.М. Онучин, А.Д. Каменских и др. // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 130. – С. 934-945.

3. Разработка нового средства для защиты сельскохозяйственных машин при хранении/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.В. Фадеев // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 6 (264). – С. 38-42.

4. Бышов, Н.В. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники. – 2019. – № 4 (56). – С. 264-275.

5. Теория автомобиля, трактора и двигателя/ П.А. Болоев, А.В. Ратников, Л.И. Мунхоев и др. – Улан-Удэ : Издательство Бурятского госуниверситета, 2000 – 212 с.

6. Шуханов, С.Н. Совершенствование работы двигателей тракторов сельскохозяйственного назначения путем автоматического регулирования/ С.Н. Шуханов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1 (75). – С. 74-75.

7. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутривладельческих перевозках/ Н.В. Бышов и др. // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 88 (04). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/35.pdf>. – С. 519-529.

8. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники. Совершенствование системы диагностирования/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань : РГАТУ, 2013.

9. Основные требования к техническому уровню тракторов, транспортных средств и прицепов на долгосрочную перспективу/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И. А. Успенский и др. // Сб.: Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск : Изд-во БГАТУ, 2013. – С. 200-202.

10. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания / Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 161 с.

УДК631.436

*Кадиата Чибанда Эмери
технический институт г. Киншаса, ДР Конго;
Федянов Е. А. д.т.н.
ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волгоград, РФ*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ДОБАВКАМИ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

В настоящее время сохраняется устойчивая тенденция расширения топливной базы для дизельных двигателей сельскохозяйственных машин за счет использования альтернативных топлив, включая топлива растительного происхождения. Это связано с ростом числа эксплуатируемых машин, относительно высокой ценой на нефтяные топлива и нестабильностью нефтяного рынка. На фоне изменяющихся цен возникает необходимость в применении альтернативных горючих веществ, способных частично или полностью заменить традиционные.

Особенно актуальным является расширение топливной базы сельскохозяйственной техники для стран, которые не обладают запасами нефти, но где развиты производство и переработка сельскохозяйственной продукции. Таких стран достаточно много и каждая страна имеет различные виды и запасы биодизельных топлив. Их использование в значительной степени зависит от энергетической программы конкретной страны.

В Европейском Союзе и США биодизелем называют метиловые эфиры растительных масел, в основном рапсового масла. Особенно широко метиловые

эфиры рапсового масла используются в качестве биодизеля во Франции, Австрии и Германии [1, 2, 3, 4, 5]. В США используются эфиры соевого масла. Начаты и активно развиваются исследования по применению растительных масел в качестве перспективного источника энергии для дизелей также и в России [6]. В этих странах разработаны стандарты, регламентирующие состав и свойства биодизеля. Также один из наиболее конкурентоспособных видов биодизеля – пальмовое масло, мировое производство которого превосходит производство многих других растительных масел, в том числе рапсового. Преимущества пальмового масла позволяют использовать его как самостоятельное топливо или в качестве добавки к нефтяному дизельному топливу.

В странах с тропическим климатом широко распространено его производство. В Малайзии, Индонезии, Таиланде, Колумбии, Нигерии, ДР Конго и других странах, где условия для выращивания пальмового масла являются идеальными, интерес к его использованию в последние годы значительно возрос. В этих странах тщательно изучаются технические аспекты использования пальмового масла как альтернативного топлива для дизелей при эксплуатации мобильной техники, и исследования продолжаются [7, 8].

Перевод и адаптация дизельных двигателей мобильных транспортно-технологических машин сельскохозяйственного производства на питание смесями нефтяного дизельного топлива с пальмовым маслом расширяется, поскольку издержки на импортные дизельные топлива постоянно повышаются. Процессы воспламенения пальмового масла в дизельных двигателях мобильной техники ставят перед эксплуатационниками, особенно для сельскохозяйственного производства, проблемы, связанные, с одной стороны, с совершенствованием технической эксплуатации мобильной техники с целью достижения более высоких динамических, экономических и эксплуатационных показателей, а, с другой – с обеспечением оптимальным по составу топливом с точки зрения топливоподачи, сгорания, надежности работы двигателя.

Оба направления сливаются в одну проблему соответствия дизельного двигателя и используемого топлива. Её решение позволит выработать систему рекомендаций, способствующих улучшению технической эксплуатации мобильных технических средств сельскохозяйственного производства и состава топлива как цельного экономического комплекса.

Поэтому для решения актуальных вопросов совершенствования технической эксплуатации мобильной техники необходимо знать, в какой мере переход на смесевые топлива влияет на показатели дизеля, и как это влияние зависит от величины добавки пальмового масла, требуются ли изменения регулировок топливной аппаратуры, как долго сохраняются смесевые топлива при температуре окружающей среды. Наконец, необходимо знать, как и в какой мере применение смесевых топлив отражается на экологических характеристиках транспортно-технологических машин [2, 9, 10, 11, 12].

Отметим, что дизельное топливо и пальмовое масло смешиваются в разных пропорциях и образуют стабильные смеси. Это топливо обладает определенными физическими и эксплуатационными показателями, обеспечивающими надёжную и долговечную работу мобильной техники в различных климатических условиях, высокие энергетические и экономические показатели и низкую токсичность отработавших газов.

В зависимости от конструктивных особенностей дизелей и их топливной аппаратуры требования к качеству топлива могут изменяться – смесевое топливо должно иметь оптимальный фракционный состав и вязкость, обеспечивающие распыливание и смазку прецизионных деталей топливной аппаратуры, обладать высокой стабильностью при длительном хранении (без расслоения в течение не менее 10 дней).

Исследованные топливные смеси с содержанием пальмового масла до 30% объемных при нижней температуре хранения 20°С остаются в капельно-жидкой фазе. Это позволяет применять смеси дизельного топлива с пальмовым маслом при температурах ниже 32°С – температуры застывания чистого пальмового масла. Срок хранения исследованных смесей без расслоения превышает 10 дней.

Исследования смесевых топлив, полученных из серийных смесей пальмового масла и дизельного топлива с содержанием масла до 30% объемных, подтвердили, что они пригодны для использования в дизельных двигателях, обеспечивают практически близкие к нефтяному дизельному топливу показатели работы двигателя при одинаковых максимальных давлениях цикла (мощность, экономичность, температура отработавших газов) при некотором снижении дымности отработавших газов.

Было установлено, что характеристики процесса подачи дизельного топлива с добавлением пальмового масла до 30% по объему изменяются незначительно в сравнении с чистым дизельным топливом. Сравнение результатов расчетных, стендовых и эксплуатационных исследований показало, что перевод дизельного двигателя с разделенной топливной аппаратурой на смесевое топливо не вызывает необходимости изменений базовой камеры сгорания и изменения регулировок основных параметров топливной аппаратуры.

Стендовые испытания тракторного дизельного двигателя Д-144 показали, что при переходе дизельных двигателей мобильной техники с чистого дизельного топлива на смесевое с содержанием пальмового масла в смеси до 30% объемных удельный расход топлива на максимальной мощности возрастает с 242 г/кВт·ч до 311 г/кВт·ч. Отмечена зависимость показателей дизельного двигателя на режимах внешних характеристик от количественного состава применяемого топлива, связанная с большей плотностью и повышенной вязкостью смесевое топлива по сравнению с чистым дизельным топливом. Также имеется зависимость эффективной мощности, крутящего момента, расхода топлива, коэффициента избытка воздуха от удельного

эффективного расхода топлива при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Одновременно со стендовыми испытаниями проводились производственно-эксплуатационные испытания. Их объектом был автомобиль Mitsubishi pajero с дизелем 4D56T, используемый в сельскохозяйственном производстве. Испытания были разделены на два этапа: 1) определение токсичности ОГ; 2) определение топливной экономичности и мощности. Испытания проводились как при полной подаче топлива, так и при частичных подачах топлива, при холостом ходе и под нагрузкой, с соблюдением процедур стандарта ГОСТ ISO8178-2-2013.

Известными проблемами при использовании биодизельных топлив на основе растительных масел являются запуск холодного двигателя и образование отложений на двигателе в процессе его эксплуатации. Для решения этих проблем система топливоподачи Mitsubishi pajero была оборудована дополнительным баком подачи нефтяного дизельного топлива для предварительного прогрева двигателя.

В качестве рекомендаций по эксплуатации мобильной техники с использованием смесевых топлив с добавлением пальмового масла следует предложить предварительный прогрев двигателя. Для облегчения последующего перехода дизеля в рабочий режим, предупреждения потери его мощности, уменьшения износа деталей топливной аппаратуры и нагрузки на ее элементы при использовании смесевого топлива с добавлением пальмового масла рекомендуется сначала запустить двигатель на холостом ходу на чистом дизельном топливе в течение 10-15 минут.

Сразу по окончании работы, чтобы очистить элементы двигателя от остатков смесевого топлива, необходимо также запустить двигатель на холостом ходу на чистом дизельном топливе в течение 10–15 минут. Это позволит облегчить последующий запуск двигателя и увеличить срок службы элементов топливной аппаратуры.

Результаты эксплуатационных испытаний представлены в таблице 1. В реальных условиях расход топлива с увеличением добавки ПМ возрастает в существенно большей мере, чем это было получено в условиях стендовых испытаний тракторного дизеля. Так при эксплуатации автомобиля на смеси ДТ с 30% ПМ путевой расход оказался на 14% выше, а удельный расход на 39% выше, чем для ДТ.

Таблица 1. – Путевой расход топлива при производственно-эксплуатационных испытаниях дизельного двигателя Mitsubishi pajero (модель 4D56T)

	ДТ	ПМ10	ПМ20	ПМ30
Плотность топлива, кг/м ³	830	838,8	847,6	856,4
Мощность, кВт/час	28,72	28,55	25,08	24,22
Удельный расход, г/кВт	185,71	198	236	258
Скорость автомобиля, м/с	22	22	22	22
Путевой расход, л/100 км	8,11	8,51	8,82	9,21

Дымность и токсичность ОГ (по содержанию СО и СН_x) заметно, на 25-35%, ниже, чем при работе на стандартном ДТ. За время длительных ПЭИ не наблюдалось никаких нарушений в работе автомобиля и его топливоподающей аппаратуры. Средний угар масла с начала до конца испытаний оставался в допустимых пределах. Было замечено, что срок работы фильтров грубой очистки при работе на ДТ с добавлением ПМ незначительно уменьшился по сравнению с временем работы на чистом ДТ.

Применение смесевых топлив с добавлением пальмового масла улучшает экологические показатели дизельного двигателя. Так было выявлено, что при работе на смесевом топливе с содержанием пальмового масла до 30% объемная дымность отработавших газов ниже, чем для нефтяного дизельного топлива – на 10-35% для относительного коэффициента ослабления светового потока и коэффициента поглощения светового потока. Отмеченное значительное снижение дымности при использовании дизельных топлив с добавкой пальмового масла можно объяснить присутствием большего количества кислорода в смесевых топливах.

Для проведенных производственно-эксплуатационных испытаний мобильной техники были выполнены оценочные расчеты экономической эффективности применения смесевых топлив с добавлением пальмового масла. Дополнительный годовой экономический эффект для одного автомобиля с дизельным двигателем при работе на смесевом топливе в условиях ДР Конго составил от 71,08 долл. США до 301,75 долл. США, в зависимости от применяемой топливной смеси.

Таким образом, смесевое топливо с добавлением пальмового масла до 30% по объему можно считать оптимальным по составу. Оно обладает хорошими моторными качествами. Переход на его использование в условиях теплого климата обеспечит значительное расширение топливных ресурсов для дизелей мобильной техники.

Библиографический список

1. Девянин, С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей/ С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – М. : Издательский центр ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. – 340 с.
2. Работа дизелей на нетрадиционных топливах/ В.А. Марков А.И. Гайворонский, А.В. Грехов, Н.А. Иващенко. – М. : Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
3. Александров, А.А. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания/ А.А. Александров, И.А.Архаров, В.А. Марковидр. – М. : ООНИЦ «Инженер», ООО«Онико-М», 2012. – 791 с.
4. Azad, A., Uddin S.A. Performance study of adieselengine by first generation biofuel blends with fossilfuel: anexperimental study/ A. Azad, S.A. Uddin // JRenewsustain Energy. – 2013. – 5:013118.

5. Shy, E.G. Diesel fuel from vegetable oils: status and opportunities/ E.G. Shy // Biomassbioenergy. – 1993. – 4:227-42.

6. Вальехо, П.Р. Сравнительные испытания альтернативных топлив для дизельных двигателей / П.Р. Вальехо и др. // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». – 2014. – № 6. – С. 596.

7. Sanjidetal. Impactofpalm, mustard, waste cooking oil and calophyllumino phylum biofuelson performance and emission of CIengine // Renewable and sustainable energy reviews. – 2013. – № 27. – P. 664-682.

8. Mosarofet al. Implementation of Palmbiodiesel based one conomicaspects,performance,emission,andwearcharacteristics // Energy conversion and Management-2015. – № 105. – P. 617-629.

9. Марков, В.А. Влияние состава смесового биотоплива на параметры процесса впрыскивания топлива в дизеле/ В.А. Марков //Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 12. – С. 3-9.

10. Марков, В.А. Сравнительный анализ альтернативных моторных топлив для дизелей/ В.А. Марков, Е.В. Бебенин, С.П. Гладышев //Машиностроение. – 2014. – № 5. – С. 43-48.

11. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Vyshov et al. – IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2019. – Sci. 341 012145.

12. Современный взгляд на производство картофеля/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.А. Семдянкин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128 (04). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/08.pdf>

13. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3 (35). – С. 84-88.

14. Выбор состава метанола-рапсовой эмульсии для ее использования в качестве топлива дизеля/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Ю.А. Панов, А.А. Иванов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 11. – С. 10-14.

УДК 631.436

*Кадиата Чибанда Эмери
технический институт г. Киншаса, ДР Конго;
Федянов Е.А., д.т.н.
ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волгоград, РФ*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ КОНГО

Наблюдаемое в настоящее время снижение цен на нефть является временным явлением, и в долгосрочной перспективе цена на нее будет расти, а

ресурсы уменьшаться. Соответственно будет расти и стоимость моторных топлив нефтяного происхождения. Снизить потребление моторных топлив нефтяного происхождения можно за счет углеводов, получаемых из растительного сырья. В Европе и, в частности, в России имеется опыт использования в дизельных двигателях топлив на основе рапсового и подсолнечного масел [1, 2].

В Демократической республике Конго налаживается производство биодизельного топлива на основе пальмового масла. Использование такого топлива с учетом того, что все дизельное топливо нефтяного происхождения импортируется, становится очень привлекательным и может сильно повлиять как на операционные расходы, связанные с эксплуатацией мобильной техники, так и на развитие экономики страны в целом [3]. С экономической точки зрения пальмовое масло для ДР Конго – это жизнеспособная альтернатива нефтяному дизельному топливу, которая поможет стимулировать местные рынки и снизить входящие транспортные издержки. В то же время, учитывая исходящие транспортные издержки и меньшие затраты на рабочую силу, это биотопливо является прибыльным ресурсом для экспорта.

Важным преимуществом пальмового масла как альтернативного топлива является его лучшая, по сравнению с обычным дизельным топливом, экологичность [4].

Биотопливо из пальмового масла получают в результате химической реакции переэтерификации, или алкоголиза. Это реакция происходит между спиртом, таким как метанол, например, и растительным маслом. Необходимость химической обработки удорожает производство биотоплива, однако даже с учетом этого его применение в качестве топлива, в том числе в виде добавок к обычному дизельному топливу остается экономически выгодным.

Биотопливо, получаемое из пальмового масла, отличается от обычного дизельного топлива большей вязкостью, и для работы дизеля только на этом топливе требуется специальная топливная аппаратура. В связи с этим представляет интерес возможность использовать пальмовое масла как присадку к обычному дизельному топливу.

Перевод и адаптация дизельных двигателей мобильных транспортно-технологических машин, особенно работающих в сельском хозяйстве, на питание смесями нефтяного дизельного топлива (ДТ) и пальмового масла (ПМ) требует знания особенностей работы и эксплуатации дизелей на таких топливах. В частности, необходимо знать, в какой мере переход на биодизельные (в том числе смесевые) топлива влияет на показатели дизеля, как это влияние зависит от величины добавки ПМ, требуют ли изменения регулировки топливной аппаратуры, как долго сохраняются смесевые топлива без расслоения их компонентов и как влияет на сохранение свойств смесевых топлив температура [5].

Разработаны и изучены четыре способа использования пальмового масла при эксплуатации дизельных двигателей мобильной техники [6, 7].

1. Чистое ПМ в немодифицированных двигателях. Было доказано, что временное использование ПМ в немодифицированных двигателях является эффективным. Однако при длительном использовании из-за повышенной вязкости на двигателях образуются отложения, которые приводят к потере мощности, износу двигателя и даже отказу двигателя.

2. Чистое ПМ в модифицированных двигателях. Поскольку пальмовое масло имеет более высокую вязкость, чем обычное ДТ, основной модификацией будет являться установка нагревателя топлива. Это позволило бы нагревать ПМ перед впрыском и давало бы возможность пересекаться топливу и охлаждающей жидкости, таким образом устранять вредные отложения на двигателе.

3. Применение дуэльного топлива пальмовое масло-дизельное топливо в модифицированных двигателях. Сначала эти двигатели работают на ДТ. Как только температура двигателя становится достаточно высокой, двигатель переключается на работу на ПМ. Поскольку ПМ используется только при высоких температурах, накопление вредных отложений на двигателе устраняется.

4. Использование дизельного топлива с добавками пальмового масла (смесевое топливо с добавками пальмового масла 10, 20, 30% объемных) в немодифицированных двигателях. Применение смесевое топлива с различными объемными пропорциями ПМ и ДТ является эффективным, так как позволяет при любых условиях эксплуатации изготовить и применить такое топливо без изменения конструкции двигателя. Кроме того, применение смесевое топлива определенного состава не требует изменения регулировок топливной аппаратуры двигателя. Наконец, смесевое топливо при хранении долго сохраняет свои свойства и не расслаивается.

Следует отметить, что применяя смеси с повышенным содержанием пальмового масла на двигателях с изношенной топливной аппаратурой, можно продлить срок работы этой аппаратуры.

В таблице 1 приведены преимущества и недостатки различных видов использования пальмового масла в дизельных двигателях мобильной техники.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки различных способов использования ПМ в дизельных двигателях.

Способ использования	Преимущества	Недостатки
Прямое использование ПМ в немодифицированном двигателе	1. Низкая стоимость топлива. 2. Отсутствие затрат на модификацию	1. Непродолжительное время работы, только в определенных случаях. 2. Требуется высокое качество масла
Использование ПМ в модифицированном двигателе	1. 100% возобновляемое топливо. 2. Можно эксплуатировать технику на локальном производстве биотоплива	1. Требуется нестандартная модификация двигателя. 2. Топливо не соответствует стандартам. 3. Требуется нагрев

Продолжение таблицы 1

		при температуре окружающей среды до 25 ⁰ С
Использование дуэльного топлива ПМ-ДТ в модифицированном двигателе	1. Можно выбрать самое дешевое топливо. 2. Уменьшение потребления нефтяного дизельного топлива	1. Дополнительные компоненты в двигателе могут привести к дополнительным отказам. 2. Возможно загрязнение топлива
Использование смесового топлива в немодифицированном двигателе	1. Состав топлива близок к стандартному. 2. Гарантированная возможность использования чистого ДТ для удаления загрязнений. 3. Не требуется изменения регулировок топливной аппаратуры (при определенных составах топливной смеси)	1. Постоянный контроль за состоянием резиновых деталей в двигателе 2. Двигатель не запускается в холодных условиях

В настоящее время в условиях ДР Конго, в частности с учетом состава и состояния сельскохозяйственной мобильной техники с дизельными двигателями наиболее приемлемым является последний из приведенных четырех способов применения пальмового масла в качестве моторного топлива. Ряд исследований последнего времени подтверждают, что смеси дизельного топлива с добавками пальмового масла сопоставимую с обычным дизельным топливом выработку энергии. При этом выхлопные газы смесового топлива содержат меньше вредных веществ, чем выхлопные газы дизеля на нефтяном дизельном топливе [8]. С учетом экономической целесообразности широкое использование пальмового масла в качестве добавок к дизельному топливу является перспективным направлением в развитии энергетической базы сельскохозяйственного производства в ДР Конго [9, 10].

Библиографический список

1. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания/А.А. Александров и др. – М. : ООО НИЦ «ИНЖЕНЕР», ООО «ОНИКО-М». – 2012. – 791 с.
2. Марков, В.А. Подсолнечное масло в качестве топлива для дизелей/ В.А. Марков, С.Н. Девянин, С.Ю. Шустер // Грузовик. – 2009. – №4. – С. 46-56. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33700651>.
3. Republic of the Congo: Palm oil – Production / – Режим доступа: <https://en.actualitix.com/country/cog/republic-of-the-congo-palm-oil-production.php>.
4. Бижаев, А.В. Применение пальмового масла в качестве присадки к топливу в тракторных дизельных двигателях/ А.В. Бижаев, А.А. Симсон // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 41-48.

5. Иванов, А.А. Оценка эксплуатационных показателей машино-тракторного агрегата при работе на метанола-рапсовой эмульсии : дис. ... канд. техн. наук/ А.А. Иванов. – Рязань, 2017. – 147 с.
6. Оценков, П.П. Альтернативное топливо для автотранспорта Нигерии на основе пальмового масла/ П.П. Оценков, А.А. Симеон // Вестник РУДН: Инженерные исследования. – 2017. – Т. 18, №4. – С. 437-444.
7. Рыжов, Ю.Н. Двухтопливная система тракторного дизеля с многоступенчатым подогревом/ Ю.Н. Рыжов, А.П. Иншаков, А.А. Курочкин // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 6. – С. 11-13. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33969926>
8. Implementation of Palm biodiesel based on economic aspects, performance, emission, and wear characteristics/ Mosarof et al // Energy conversion and Management. – 2015. – № 105. – P. 617-629.
9. Марков, В.А. Сравнительный анализ альтернативных моторных топлив для дизелей/ В.А. Марков, Е.В. Бебенин, С.П. Гладышев // Машиностроение. – 2014. – № 5. – С. 43-48.
10. Пат. РФ № 2011129082/06. Система контроля состояния фильтра двигателя внутреннего сгорания / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Сеницин П.С., Успенский И.А. – Опубл. 27.02.2012; Бюл. № 6.
11. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3 (35). – С. 84-88.
12. Выбор состава метанола-рапсовой эмульсии для ее использования в качестве топлива дизеля/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Ю.А. Панов, А.А. Иванов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 11. – С. 10-14.

УДК 630.37

*Квитко К.С.,
Иванников В.А., д.т.н.
ФГБОУ ВО ВГЛТУ, г. Воронеж, РФ*

РОЛЬ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННЫХ КОМПАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ДОСТАВКИ ГРУЗА

В настоящее время логистические системы имеют низкую эффективность, так как имеются комплексные проблемы транспорта. Развитие транспортных потоков сильно зависит от всех элементов транспортной системы перевозчика. Играют роль также транспортно-переместительные работы [2, 4, 5, 6, 7].

Транспорт играет большую роль в экономике любой страны. На него приходится ощутимая часть ВВП страны. Важность транспортных процессов подтверждается тем, что около 50% расходов на логистику приходится на издержки транспорта. Именно поэтому организация транспортно-экспедиционных услуг востребована на современном рынке. Во многих

экономически устойчивых странах управление потоковыми процессами являются приоритетными в сфере развития услуг транспорта. Организация и управление перевозками подразумевает то, что они также как и производство продукции, должны прогнозироваться и планироваться на расчетный период. Транспорт все больше интегрируется в управление выпуском и реализацией товара [1, 8, 9, 10].

В данный момент в мире существует много логистических организаций в виде специализированных центров, агентств и других структур. По желанию заказчика они проведут комплексный анализ потоков груза и их распределения по логистическим каналам и транспортным сетям. На основе полученных результатов появляются практические рекомендации и появляются обосновывающиеся проекты для создания программ. Их целью является повышение эффективности управления потоковыми процессами. Это выражается в оптимизации грузопотоков, соблюдении сроков доставки грузов, повышении надежности и регулярности перевозок, синхронизации транспортно-переместительных работ с процессами производства, обращения и потребления, сохранности товаров и т.д. Также важным направлением изучения проблемы являются методы укрупнения грузопотоков и рационализации большинства логистических операций [11, 12, 13].

Требование рынка таково, что все больше появляются организаций, целью которых является организация логистического обслуживания. К ним относятся организации по экспедиторской деятельности, охранные структуры, информационно-вычислительные центры и т.д. В рамках логистического сервиса группа транспортно-экспедиционных услуг является наиболее распространенной и динамичной. В общем объеме логистических услуг, предоставляемых посредническими и сервисными организациями потребителям, услуги перевозчиков составляют 60–80%.

На плечи данных организаций ложится помощь грузоотправителям и грузополучателям в совокупности работ и операций, связанных с перевозками. К ним относятся:

- формирование заявок на доставку груза,
- подготовка грузов к транспортировке;
- оформление документов на перевозку;
- маркировка;
- погрузка продукции в транспортное средство;
- доставка грузов;
- охрана и сопровождение грузов;
- перевалки грузов;
- получение и сдача груза;
- отслеживание местонахождения груза и т. д.

Из этих работ состоит транспортно-экспедиционная деятельность. Для ее выполнения требуются технические и технологические средства, экспедиторы, водители, транспортно-складские рабочие, опыт выполнения подобных работ и т.д. Популярность транспортно-экспедиционных услуг вызвана тем, что иметь

каждому предприятию или фирме штат этой категории работников, содержать соответствующий парк транспортных средств, требуемых помещений и ремонтную базу невыгодно, так как все это обходится очень дорого, а используется, как правило, нерационально [3, 14, 15].

Главными преимуществами пользования услугами транспортно-экспедиционных организаций заключаются в следующем:

- все отправки могут быть перевезены с минимальными затратами за счет сбора грузов с нескольких точек отправки;
- всегда присутствует большой выбор транспортных средств разного размера и типа;
- клиентами могут готовиться отправки без учета наличия обратного груза;
- исключается проблема простоя, порожних пробегов и недогрузки транспортных средств в периоды спада деловой активности и проблема недостатка их в периоды ее повышения;
- услуги транспортно-экспедиционных фирм сокращают потребности заказчиков в транспортных средствах и обслуживающем персонале;
- на всех уровнях рационализируются и оптимизируются грузопотоки;
- существенно увеличивается эффективность работы самих транспортных средств, в том числе и обслуживающего персонала;
- уменьшаются количественные параметры, и улучшается структура запасов за счет увеличения частоты поставок.

В случае, когда осуществляется посредническая доставка коэффициент использования грузоподъемности транспортных средств и коэффициент использования транспорта по времени возрастают в 2–3 раза, т.к. уменьшается величина простоя автомобилей. Также из-за замены самовывоза на доставку грузоотправитель и грузополучатель выигрывают. Транспортно-логистические услуги бывают трех видов

1. Транспортные услуги – это организация и перевозка грузов от отправителя к получателю.

2. Погрузочные и разгрузочные работы. Они состоят из загрузки товара на транспортное средство, разгрузка, размещение, маркировка, обособление партий товаров, комплектацию грузовых партий, перевалку (перегрузку) с одного транспортного средства на другое и др.

3. Экспедиционные услуги.

Группа транспортных услуг в свою очередь делится на три подгруппы:

- создание схем по маршрутизации перевозок.
- транспортировка грузов от источника генерирования материальных потоков до места назначения.
- получение и передача грузов по доверенности предприятий с целью доставки их получателям.

Исполнитель услуг – экспедитор, которым является физическое или юридическое лицо, который является агентом перевозчика и действует на основании договора. Его цель – обслуживание процесса перевозки.

Основной задачей экспедитора является консолидация, т.е. группировку некоторого количества мелких партий в одну обособленную партию для упрощения процесса сбора и доставки груза. Также в их обязанности входит контроль сохранности груза и документооборота.

Экспедиционные услуги имеют сложную структуру. В зависимости от сферы транспортно-экспедиционного обслуживания различают две категории экспедиционных работ:

- 1) комплексные;
- 2) локальные (местные).

Комплексные экспедиционные услуги охватывают все виды транспортно-экспедиционного обслуживания с момента приема грузов до их сдачи. Сюда включаются:

- прием груза к перевозке на складе грузоотправителя;
- подготовка груза к транспортировке;
- организация погрузки на транспортные средства;
- организация транспортировки;
- организация перегрузочных работ;
- оформление документации;
- организация охраны груза;
- организация выгрузки товара и его складирования на территории получателя;
- сдача груза и оформление необходимой для этого документации;
- производство расчетов за все виды услуг;
- отчет перед грузоотправителями.

Локальные (местные) экспедиционные услуги являются частью комплексных экспедиционных услуг и делятся на:

- 1) услуги по отправлению грузов;
- 2) услуги в пути следования;
- 3) услуги по прибытии грузов.

Логистическое обслуживание – это организация и предоставление, комплекса услуг по доставке продукции с учетом оптимизации грузопотоков. Главной задачей обслуживания является достижение максимальной экономичности процесса. Также важно чтобы груз поступал потребителю в нужных объемах и в срок. Исходя из этого у организации появляются определенные обязательства перед заказчиком, что накладывает определенные условия исполнения заказа. Поэтому большинство транспортных и экспедиционных фирм логистической ориентации ставят себе задачу приблизиться к порогу «выгодности» удовлетворения заявок, но не переступать его. Данный порог или, иначе говоря, степень удовлетворения заявок зависит от специфики конкретной логистической системы и от множества иных факторов.

Данный показатель (степень удовлетворения заявок) отражает, какая часть заявок может быть удовлетворена в соответствии со всеми требованиями,

предъявляемыми заказчиками. Именно в соответствии с требованиями, так как сами поставки (все без исключения) должны быть выполнены на 100%.

Как правило, транспортные и экспедиционные организации несут ответственность возмещения каждого ущерба, понесенного поставщиком сервисом или получателем независимо от степени вины данных предприятий, если, конечно, не имели место форс-мажорные обстоятельства (обстоятельства непреодолимой силы).

Деятельность транспорта предопределяет ход снабжения ресурсами и сбыта продукции в логистической системе. Производительность транспорта общего пользования в сфере логистических услуг в среднем в 1,6 раза выше, чем при транспортировке предприятиями собственными силами. При этом себестоимость перевозок ниже примерно на 40%.

Это объясняется тем, что транспортные средства общего пользования концентрируются в крупных специализированных предприятиях и фирмах, имеющих необходимые средства для рациональной организации перевозок, качественного ремонта и технического обслуживания.

Библиографический список

1. Николайчук, В.Е. Теория и практика управления материальными потоками (логистическая концепция) : Монография/ В.Е. Николайчук, В.Г. Кузнецов. – Донецк : «КИТИС», 1999.

2. Костоглодов, Д.Д. Распределительная логистика/ Д.Д.Костоглодов, Л.М. Харькова. – Ростов н/Д : Экспертное бюро, 1997.

3. Логистика. Учебник / Под ред.Б.А. Аникина. М.: ИНФРА-М, 2000.

4. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

5. Byshov, N. A. Simdiankin, I. Uspensky. Method of Traffic Safety Enhancement with Use of RFID Technologies and its Implementation Original Research Article/ N. Byshov, A. Simdiankin, I. Uspensky// Transportation Research Procedia. – 2017. – Volume 20. – Pp. 107-111.

6. Навигация транспорта с использованием RFID-технологии/ Н.В. Бышов, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, А.Х. Мусли // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы X Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2017. – С. 17-23.

7. Бышов, Н.В. Технология создания информационной транспортной модели города, включающей существующие и планируемые транспортные сети // Управление экономическими системами. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru>

8. Автодорожная сеть в Российской Федерации и её перспективы/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Э. Ждарыкина, В.О. Попова // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы

научно-практической конференции с международным участием. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; РГАТУ, 2018. – С. 243-246.

9. К вопросу о применении сероасфальтобетона/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, В.О. Попова, Е.Э. Ждарыкина // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции с международным участием. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; РГАТУ, 2018. – С. 227-229.

10. Рембалович, Г.К. Актуальные вопросы совершенствования транспортного обеспечения сельскохозяйственных процессов с применением интерактивной диагностики/ Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, А.В. Старунский // Сб.: Актуальные вопросы материально-технического снабжения органов и учреждений уголовно-исполнительной системы : Материалы Всероссийского научно-практического круглого стола. – Академия ФСИН России, 2017. – С. 28-35.

11. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

12. Аникин, Н.В. Факторы, влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – 2009. – С. 18-20.

13. 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.

14. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2009. – № 2 (33). – С. 38-40.

15. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К.А. Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Игоря И.Н. Аринина. – 2013. – С. 60-63.

16. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутрихозяйственных перевозках/ В.В. Успенский, И.А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469.

ОСНОВНЫЕ ОТКАЗЫ КПП С ДВУМЯ СЦЕПЛЕНИЯМИ АВТОМОБИЛЕЙ КОНЦЕРНА VAG

В современной автомобильной промышленности роботизированная коробка передач – это коробка будущего, и автопроизводитель хочет достигнуть «идеального» безотказного результата. Но не всегда правильность и безотказность работы зависит от конструкции или качества сборки. Во многих отказах работы КПП виноват сам владелец автомобиля, так как стиль вождения оказывает большое влияние на ресурс коробки передач [1].

По опросам автовладельцев наибольшему осуждению подвергаются автомобили Volkswagen (52% респондентов), Audi (18% респондентов). Владельцы автомобилей Audi не задумываются над тем, какая коробка передач у них стоит, ведь DSG – бренд и всегда на слуху. В то время как гораздо меньшее количество людей слышало о S-tronic [2, 3, 4].

Стоит отметить, рынок заполняют автомобили с роботизированными КПП, большинство фирм-изготовителей автомобилей уже не первый год используют их, а остальные только внедряют. Конструкция таких коробок достаточно интересна, но несовершенна. Такие компоненты, как модули управления, требуют значительной доработки. Активно разрабатываются и внедряются в производство коробки с количеством передач больше шести. Например, если рассматривать восьми и девяти ступенчатые роботы, то можно отметить, что принцип работы и конструкция у них очень схожи. Поэтому лучше было бы направить силы не на повышение количества передач и оснащения такими коробками более мощных автомобилей, а на повышение качества блоков управления, улучшение адаптивных способностей, уменьшение рисков некорректного влияния автовладельца на работу КПП, повышение устойчивости к неблагоприятным условиям эксплуатации [5, 10].

Из-за низкого ресурса сухого сцепления на DSG популярно применение «мокрого» сцепления. Ресурс такого сцепления примерно вдвое выше сухого и полностью зависит от режима эксплуатации. По статистике на современных легковых автомобилях сцепление меняют в районе 100 000 км пробега. У любителей чип-тюнинга и агрессивной езды этот пробег снижается до 35 000 км.

Средний ресурс муфты сцепления последних модификаций таких трансмиссий – 70 000–90 000 км, что заметно выше, чем у предшествующих моделей коробок. В последние годы всё чаще встречается и планка 100 000 км. На перепрошитом моторе средний ресурс сцепления может упасть вдвое.

Основными неисправностями DSG являются: выход из строя мехатроника, износ дисков сцепления, подшипников и вилок переключения передач. Для того, чтобы ресурс сцепления современных коробок DSG достиг

приемлемого уровня этот узел прошёл уже более шести этапов модернизации, что позволило поднять ресурс до 100 000 км. К сожалению, не получается достичь подобных результатов у мехатроника, он как и раньше ведет себя непредсказуемо и может отказать в любой момент времени.

К счастью, многие независимые автосервисы, специализирующиеся на ремонте трансмиссий, освоили качественное восстановление данного узла. Наиболее частыми причинами отказов являются заводские дефекты. Подтверждением чего может служить тот факт, что наиболее часто происходят отказы автомобилей определённых периодов выпуска. Особо подвержены отказам как исполнительная, так и электронная часть блока управления КПП. Неисправные платы перепаяивают, а в гидравлической части меняют отказавшие клапаны и по возможности восстанавливают их блок.

У DSG7 чаще всего изнашиваются подшипники вилок шестой и задней передач. В связи с этим производитель стал выпускать ремкомплект для этих коробок. Профильные неофициальные СТО берутся за эти работы, а официальные дилерские центры при подобных неисправностях производят замену агрегата целиком [6, 7].

КПП с мокрым сцеплением превосходят КПП с сухим сцеплением по ряду показателей, но DSG6 есть и значительные недостатки. Например, в масляный контур входят: сцепление, мехатроник и механическую часть коробки – из-за чего часто ремонт приходится проводить в большем количестве элементов. Иногда механические частицы износа сцепления попадают в мехатроник и он ломается, что приводит к уничтожению сцепления и КПП в целом.

Замена подшипников вилок шестой и задней передач в DSG7 – частая операция по ремонту КПП, поэтому производитель должен обеспечить бесперебойные поставки соответствующего ремкомплекта [8, 11, 12, 13].

DSG6 очень чувствительны к аккуратной и бережной эксплуатации, поэтому о чип-тюнинге двигателя и агрессивной езде владельцам этих коробок лучше забыть. При неправильной эксплуатации ресурс сцепления сокращается в два, а то и в три раза. В таких условиях у коробки сильно падает ресурс механической части, а именно стачиваются зубья шестерён передач, главной пары что приводит к образованию большого количества продуктов износа, которые в свою очередь быстро убивают КПП [9].

Выпуск обновлённых версии ПО для роботизированных коробок DSG происходит довольно часто. Концерн VAG для обновления ПО семиступенчатых коробкой DSG проводили отзывную кампанию. Возникающая некорректная работа модуля управления приводила к повышенному давлению масла в гидросистеме, что приводило следовательно, к повреждению аккумулятора давления встроенного в мехатроник соответственно к нарушению герметичности системы и утечке жидкости.

Одна из самых распространённых программ по обновлению программ управления КПП для автомобилей Volkswagen Caddy, Golf и Jetta была проведена в конце 2016 года и затронула более 4000 машин, выпущенных

в период по 2016 год. Одно из подразделений VAG организовала более широкую ревизию, так эта кампания началась в начале 2017 года и коснулась более 45 000 машин марки Skoda 2012–2017 гг. выпуска.

Наиболее интересным является факт, что под отзыв попала часть машин с КПП последней модификации 2014 года разработки. По заявлению концерна VAG, прошивку была обновлена на почти всех автомобилях и по их данным случаев разрушения мехатроника больше не наблюдалось. В обновлённый софт внесены множество других исправлений, которые позволили улучшить эффективность и долговечность DSG7.

Независимые автосервисы столкнулись с увеличением количества поломок связанных с разрушением мехатроника. Наиболее частые поломки происходили у машин, выпущенных в 2012 году, до обновления ПО автомобиля этого года выпуска считались достаточно надёжными.

Библиографический список

1. Гребенников, А.С. Диагностирование автотракторных двигателей динамическим методом/ А.С. Гребенников. – Саратов : Сарат. гос. техн. ун-т, 2002. – 196 с.

2. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Сб.: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : Материалы II Международной научно-производственной конференции. – Пенза, 2009. – С. 135-138.

3. Кокорев, Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1 (14). – С. 39-43.

4. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2012. – № 07 (081). – С. 480-490. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>

5. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 161 с.

6. Кокорев, Г.Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Вестник МГАУ. – 2009. – № 3. – С. 72-75.

7. Алгоритмические особенности автоматизации измерения степени идентичности последовательных циклов и устойчивости работы ДВС по неравномерности вращения коленчатого вала/ А.М. Лукин, В.И. Хавкин, В.К. Яровой // Двигателестроение. – 1984. – № 4. – С. 24-26.

8. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань : РГАТУ, 2013. – 187 с.

9. Кокорев, Г.Д. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.

10. 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. – Т. 1. – С. 263-269.

11. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

12. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Вестник МГАУ. – 2009. – № 2 (33). – С. 38-40.

13. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К.А. Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора И.Н. Аринина. – 2013. – С. 60-63.

УДК 338.47 : 656.02

*Конкина В.С., к.э.н.,
Мартынушкин А.Б., к.э.н.,
Козлов А.А., к.э.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ДОХОДНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА КАК ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Данные таблицы 1 позволяют определить выполнение плана по доходам в целом по предприятию, охарактеризовать значение источников формирования, сравнить уровни достигнутых показателей с уровнем предшествующего года [1, 11].

В отчетном году в целом по АТП план по доходам выполнен на 104,4%; это обусловлено перевыполнением плана по доходам от перевозок грузов на 1,3% и поступления внеплановых доходов от внереализационных операций. План по доходам от производственной деятельности (доходы от перевозок

грузов и других видов услуг) выполнен на 99,5%, что объясняется невыполнением плана по доходам от других видов услуг на 11,1%. Фактическая структура доходов отличается от плановой, что связано с поступлением доходов от внереализационных операций [2, 12]. По сравнению с предыдущим годом доходы от грузоперевозок возросли на 18,2%, а от других видов услуг – снизились на 1,1%, в целом доходы от производственной деятельности увеличились на 13,9% $[(18,0 : 15,8) \cdot 100 - 100]$. Доходы от внереализационных операций увеличились на 12,5%, их удельный вес в общем объеме доходов не изменился [3, 13].

Таблица 1 – Доходы грузового АТП

Вид доходов	Предшествующий год		Отчетный год				Выполнение плана, %	Темп роста
	млн. руб.	в % к итогу	план		фактически			
			млн. руб.	в % к итогу	млн. руб.	в % к итогу		
Доходы от грузоперевозок	13,2	79,5	15,4	85,1	15,6	82,5	101,3	118,2
Доходы от других видов услуг	2,6	15,7	2,7	14,9	2,4	12,7	88,9	92,3
Доходы от внереализационных операций	0,8	4,8	—	—	0,9	4,8	—	112,5
Итого	16,6	100,0	18,1	100,0	18,9	100,0	104,4	113,9

При изучении выполнения финансового плана доходы от грузовых и пассажирских перевозок группируются по видам сообщения – внутригородское, пригородное, междугородное, международное (между Россией и странами ближнего и дальнего зарубежья) [4, 14].

Абсолютное изменение суммы доходов по грузовым перевозкам согласно по данным таблицы 2 составило:

$$\Delta_D = D_1 - D_0 = 3186 - 2856 = 330 \text{ тыс. руб. [5, 15]}$$

Таблица 2 – Транспортная работа и доходы предприятия за апрель

Виды перевозок	Доходы по перевозкам			Объем транспортом работы		
	ед. измерения	план	отчет	ед. измерения	план	отчет
Грузовые перевозки	тыс. руб.	2856	3186	тыс. т-км	2800	2050
Условные обозначения		D_0	D_1		P_0	P_1

Относительное изменение суммы доходов характеризуется индексом:

$$I_D = \frac{D_1}{D_0} = \frac{d_1 \cdot P_1}{d_0 \cdot P_0} = \frac{3186}{2856} = 1,116,$$

то есть общая сумма доходов увеличилась на 11,6% $(1,116 \cdot 100 - 100)$. Для выявления влияния на изменение суммы доходов отдельных факторов определяется средняя доходная станка 1 т-км:

$$d_0 = \frac{D_0}{P_0} = \frac{2856000}{2800000} = 1,02 \text{ руб.};$$

$$d_1 = \frac{D_1}{P_1} = \frac{3186000}{2950000} = 1,08 \text{ руб.}; [6, 16]$$

Абсолютное изменение суммы доходов за счет отдельных факторов:

а) изменения средней доходной ставки:

$$\Delta_{\mathcal{D}}^d = (d_1 - d_0) \cdot P_1 = (1,08 - 1,02) \cdot 2950 = 177 \text{ тыс. руб.};$$

б) изменения объема транспортной работы:

$$\Delta_{\mathcal{D}}^P = d_0 \cdot (P_1 - P_0) = 1,02 \cdot (2950 - 2800) = 153 \text{ тыс. руб.}$$

Абсолютное изменение суммы доходов за счет двух факторов:

$$\Delta_{\mathcal{D}}^d + \Delta_{\mathcal{D}}^P = 177 + 153 = 330 \text{ тыс. руб.}, \text{ что равно ранее полученным}$$

результатам.

Изучение влияния факторов на динамику ставки тарифа выполнено по параметрам таблицы 3 [7].

Таблица 3 – Транспортная работа и доходы по видам груза

Род груза	Прошлый год		Отчетный год	
	грузооборот, тыс. т-км (P_0)	доход, тыс. руб. (D_0)	грузооборот, тыс. т-км (P_1)	доход, тыс. руб. (D_1)
Каменный уголь	1500	1560	1650	1815
Пиломатериалы	900	918	1000	1050
Прочие грузы	400	378	300	321
Итого	2800	2856	2950	3186

Согласно данным таблицы 3 определяется изменение средней доходной ставки в целом по предприятию:

$$I_d = \frac{\sum D_1}{\sum P_1} : \frac{\sum D_0}{\sum P_0} = \frac{3186}{2950} : \frac{2856}{2800} = \frac{1,08}{1,02} = 1,059,$$

то есть средняя доходная ставка в целом по предприятию увеличилась на 5,9%, или на 0,06 руб. (1,08 – 1,02) [8].

Доходные ставки по видам груза следующие:

- каменный уголь: $d_0 = \frac{1560}{1500} = 1,04$; $d_1 = \frac{1815}{1650} = 1,1$;

- пиломатериалы: $d_0 = \frac{918}{900} = 1,02$; $d_1 = \frac{1050}{1000} = 1,05$;

- прочие грузы: $d_0 = \frac{378}{400} = 0,945$; $d_1 = \frac{321}{300} = 1,07$.

Выявляем влияние факторов на изменение средней доходной ставки по предприятию:

а) изменения в структуре грузооборота:

$$I_{\text{состава грузов}} = \frac{\sum d_0 \cdot P_1}{\sum P_1} : \frac{\sum d_0 \cdot P_0}{\sum P_0} = \frac{1,04 \cdot 1650 + 1,02 \cdot 1000 + 0,945 \cdot 300}{2950} ;$$

$$:= \frac{1,04 \cdot 1500 + 1,02 \cdot 900 + 0,945 \cdot 400}{2800} = \frac{3019,5}{2950} : \frac{2856}{2800} = \frac{1,024}{1,02} = 1,004 ,$$

следовательно, за счет изменения структуры грузооборота по видам груза средняя доходная ставка по предприятию возросла на 0,4%, или на 0,004 руб.;

б) изменения тарифов:

$$I_{\text{тарифов}} = \frac{\sum d_1 \cdot P_1}{\sum d_0 \cdot P_1} = \frac{1,1 \cdot 1650 + 1,05 \cdot 1000 + 1,07 \cdot 300}{1,04 \cdot 1650 + 1,02 \cdot 1000 + 0,945 \cdot 300} = \frac{3186}{3019,5} = 1,055 ,$$

т.е. за счет изменения тарифов средняя доходная ставка увеличилась на 5,5% [9].

Изучение выполнения плана по балансовой прибыли производится с использованием балансовой схемы (табл. 4).

Таблица 4 – Прибыль грузового автотранспортного предприятия

Слагаемые элементы прибыли	тыс. руб.			% выполнения плана	% изменения балансовой прибыли
	план	отчет	увеличение (+), уменьшение (-)		
Прибыль от перевозок грузов	571,2	796,5	+ 225,3	139,44	+ 32,79
Прибыль от других видов услуг	115,8	200,0	+ 84,2	172,71	+ 12,26
Остаток от внереализационных операции	—	58,5	+ 58,5	—	+ 8,52
Общая балансовая прибыль	687,0	1055,0	+ 368,0	153,57	+ 53,57

Согласно данным таблицы 4 балансовая прибыль увеличилась относительно плановых показателей на 53,7% [(1055,0 : 687,0) - 100 - 100], в т.ч. увеличение прибыли от грузовых перевозок привело к росту балансовой прибыли на 32,79% [(225,3 : 687,0) - 100], а увеличение прибыли от прочих видов услуг обеспечило рост балансовой прибыли на 12,26% [10].

При изучении прибыли от перевозок особое внимание уделяют показателям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели работы предприятия за год при перевозке грузов

№ строки	Показатель	План	Отчет
1	Грузооборот, тыс. т-км	2800 (P ₀)	2950 (P ₁)
2	Совокупная сумма затрат на перевозки грузов, тыс. руб.	2284,8 (З ₀)	2389,5 (З ₁)
3	Себестоимость 10 т-км, руб.	8,16 (Z ₀)	8,16 (Z ₁)
4	Совокупная сумма доходов за перевозки грузов, тыс. руб.	2856,0 (Д ₀)	2856,0 (Д ₁)
5	Средняя доходная ставка 10 т-км, руб.	10,2 (d ₀)	10,2 (d ₁)
6	Прибыль от перевозок грузов, тыс. руб.	571,2 (П ₀)	571,2 (П ₁)

Динамика суммы прибыли от перевозок грузов за счет каждого фактора следующая:

1) величины транспортной работы:

$$\Delta_{II}^P = \frac{(P_1 - P_0) \cdot (d_0 - Z_0)}{10}$$
$$\Delta_{II}^P = \frac{(3950000 - 2800000) \cdot (10,2 - 8,16)}{10} = + 30,6 \text{ тыс. руб.};$$

2) себестоимости перевозок:

$$\Delta_{II}^Z = \frac{(Z_1 - Z_0) \cdot P_1}{10}$$
$$\Delta_{II}^Z = \frac{(8,10 - 8,16) \cdot 2950000}{10} = -17,7 \text{ тыс. руб.};$$

3) средней доходной ставки:

$$\Delta_{II}^d = \frac{(d_1 - d_0) \cdot P_1}{10}$$
$$\Delta_{II}^d = \frac{(10,8 - 10,2) \cdot 2950000}{10} = +177,0 \text{ тыс. руб.}$$

Общее абсолютное изменение прибыли за счет совокупности всех факторов равно: $\Delta_{II} = \Delta_{II}^P + \Delta_{II}^Z + \Delta_{II}^d = (+30,6) + (+17,7) + (+177,0) = 225,3$ тыс. руб., что подтверждает фактическую величину отклонения (796,5 – 571,2).

Библиографический список

1. Хопина, В.А. Особенности внедрения технических инноваций в сельскохозяйственном производстве/ В.А. Хопина, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Будущее науки – 2019 : Материалы 7-й Международной молодежной научной конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 330-333.

2. Мартынушкин, А.Б. Направления технической и технологической модернизации российского аграрного производства/ А.Б. Мартынушкин // Техническое обеспечение сельского хозяйства. – 2019. – № 1 (1). – С. 175-180.

3. Мартынушкин, А.Б. Оценка уровня качества обслуживания населения региона автомобильным транспортом: исследование проблемы и разработка методики/ А.Б. Мартынушкин, Н.В. Барсукова // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 19-24.

4. Мартынушкин, А.Б. Аспекты социально-экономической эффективности общественного автомобильного транспорта/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2019) : Материалы XI Международной научно-технической конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 190-194.

5. Мартынушкин, А.Б. Механизм совершенствования структуры и функций региональных органов управления пассажирскими автотранспортными перевозками/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2019) сборник статей XI

Международной научно-технической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 209-213.

6. Мартынушкин, А.Б. Проблемы технического перевооружения российского агропромышленного комплекса и пути их решения/ А.Б. Мартынушкин, В.С. Конкина // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 264-270.

7. Мартынушкин, А.Б. Оценка влияния технико-эксплуатационных показателей на данные объема автотранспортных перевозок/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Прогрессивные технологии и процессы : Материалы 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 193-197.

8. Мартынушкин, А.Б. Формирование системы управления рисками сельскохозяйственных предприятий : автореф. дис. ... канд. экон. наук/ А.Б. Мартынушкин. – М. : Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова. – 2008. – 24 с.

9. Мартынушкин, А.Б. Методика расчета интегрального показателя качества обслуживания населения автомобильным пассажирским транспортом/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2019) : Материалы XI Международной научно-технической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 199-203.

10. Мартынушкин, А.Б. Оценка качества автотранспортного обслуживания пассажиров: основные принципы формирования методики/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2019) : Материалы XI Международной научно-технической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 195-199.

11. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

12. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – 2009. – С. 18-20.

13. 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.

14. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального

образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2009. – № 2 (33). – С. 38-40.

15. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К.А. Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора И.Н. Арина. – 2013. – С. 60-63.

16. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутрихозяйственных перевозках/ В.В. Бычков, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469.

17. Экономическая эффективность деятельности автотранспортного комплекса. Характеристика и анализ состояния транспорта Рязанской области/ Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2020. – 276 с.

УДК 338.47 : 656.02

*Мартынушкин А.Б., к.э.н.,
Конкина В.С., к.э.н.,
Козлов А.А., к.э.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРОТНОГО КАПИТАЛА В АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Для оценки степени эффективности применения оборотных средств обычно используют следующие показатели [1, 11]:

1) коэффициент оборачиваемости, определяемый как отношение объема доходов за оказанные работы и услуги (D) к стоимости остатка оборотных средств (\bar{O}):

$$K_{об} = \frac{D}{\bar{O}}. \quad (1)$$

2) продолжительность одного оборота, рассчитываемая в днях, путем деления продолжительности отчетного периода (T) на коэффициент оборачиваемости:

$$\bar{t} = \frac{T}{K_{об}}. \quad (2)$$

3) коэффициент загрузки – показатель, обратный коэффициенту оборачиваемости [2, 12]:

$$K_з = \frac{1}{K_{об}}. \quad (3)$$

Конкретный пример расчета скорости обращения оборотного капитала по АТП приведен в таблице 1.

Показатели скорости обращения в целом по фирме исчисляются следующим образом [3, 13]:

а) коэффициент оборачиваемости:

- в прошлом году $\bar{K}_{o\bar{o}_0} = \frac{8007,6}{1394} = 5,7$ или

$$\bar{K}_{o\bar{o}_0} = \frac{5,4 \cdot 594 + 6,0 \cdot 800}{1394} = 5,7;$$

- в отчетном году $\bar{K}_{o\bar{o}_1} = \frac{9506,2}{1502} = 6,3$ или

$$\bar{K}_{o\bar{o}_1} = \frac{6,1 \cdot 642 + 6,5 \cdot 860}{1502} = 6,3;$$

Таблица 1 – Показатели эффективности использования оборотного капитала по АТП

Показатель	Единица измерения	Номер предприятия, входящего в фирму		В целом по фирме
		№1	№2	
1. Общий объем доходов: прошлый год	тыс. руб.	3207,6	4800,0	8007,6
отчетный год		3916,2	5590,0	9506,2
2. Средняя годовая стоимость оборотного капитала: прошлый год	тыс. руб.	594,0	800,0	1394,0
отчетный год		642,0	860,0	1502,0
3. Показатели эффективности использования оборотного капитала: а) коэффициент оборачиваемости: прошлый год	раз	5,4	6,0	5,7
отчетный год		6,1	6,5	6,3
б) средняя продолжительность одного оборота: прошлый год	дней	66,7	60,0	63,2
отчетный год		59,0	55,4	57,1
в) коэффициент закрепления: прошлый год	руб./руб.	0,185	0,167	0,174
отчетный год		0,164	0,154	1,158

б) средняя продолжительность одного оборота: [4, 14]

- в прошлом году $\bar{t}_0 = \frac{360}{5,7} = 63,2$ или

$$\bar{t}_0 = \frac{1394}{\frac{594}{66,7} + \frac{800}{60,0}} = 63,2;$$

- в отчетном году $\bar{t}_0 = \frac{360}{6,3} = 57,1$ или

$$\bar{t}_0 = \frac{1502}{\frac{642}{59,0} + \frac{860}{55,4}} = 57,1;$$

в) коэффициент закрепления: [5, 15]

- в прошлом году $\bar{K}_{3_0} = \frac{1394}{8007,6} = 0,174$ или

$$\bar{K}_{3_0} = \frac{0,185 \cdot 594 + 0,167 \cdot 800}{1394} = 0,174 ;$$

- в отчетном году $\bar{K}_{3_1} = \frac{1502}{9506,2} = 0,158$ или

$$\bar{K}_{3_1} = \frac{0,164 \cdot 642 + 0,154 \cdot 860}{1502} = 0,158 . [6]$$

Динамика показателей эффективности использования оборотного капитала представлена в таблице 2.

Данные изменения по фирме исчисляются по формулам:

$$- I_{\bar{K}_0} = \frac{\bar{K}_{0\bar{a}_1}}{\bar{K}_{0\bar{a}_0}} \cdot 100 = \frac{6,3}{5,7} \cdot 100 = 110,5 \% ;$$

$$- I_{\bar{K}_s} = \frac{\bar{K}_{3_1}}{\bar{K}_{3_0}} \cdot 100 = \frac{0,158}{0,174} \cdot 100 = 90,8 \% ;$$

$$- I_{\bar{t}} = \frac{\bar{t}_1}{\bar{t}_0} \cdot 100 = \frac{57,1}{63,2} \cdot 100 = 90,3 \% . [7]$$

Таблица 2 – Динамика показателей эффективности использования оборотного капитала фирмы

Наименования показателя	Изменение в отчетном году по сравнению с прошлым годом, %		
	предприятие № 1	предприятие № 2	в целом по фирме
Коэффициент оборачиваемости	113,0	108,3	110,5
Средняя продолжительность одного оборота	88,5	92,3	90,3
Коэффициент закрепления	88,6	92,2	90,8

Полученные индексы в целом по фирме носят название «индексы переменного состава» [8].

Динамика показателей скорости оборота по фирме зависит от изменения показателей скорости оборота на каждом АТП фирмы и от изменения в структуре. Поэтому для исследования скорости оборота на каждом АТП рассчитывается индекс фиксированного состава:

$$I'_{K_{об}} = \frac{\sum K_{об_1} \cdot d_{о_1}}{\sum K_{об_0} \cdot d_{о_1}}; I'_{K_3} = \frac{\sum K_{3_1} \cdot d_{д_1}}{\sum K_{3_0} \cdot d_{д_1}}. \quad (4)$$

где $K_{об_1}$ и $K_{об_0}$ – показатели коэффициентов оборачиваемости в отчетном и базисном периодах соответственно по каждому АТП;

$d_{о_1}$ и $d_{о_0}$ – удельный вес каждого АТП в общей сумме оборотного капитала в отчетном и базисном периодах соответственно;

K_{3_1} и K_{3_0} – показатели коэффициентов закрепления по каждому АТП в отчетном и базисном периодах соответственно;

$d_{д_1}$ и $d_{д_0}$ – удельный вес каждого АТП в общей сумме дохода в отчетном и базисном периодах соответственно.

Для определения изменений в структуре рассчитывается индекс влияния структурных сдвигов:

$$I_{d_0} = \frac{\sum d_{о_1} \cdot K_{об_0}}{\sum d_{о_0} \cdot K_{об_0}}; I_{d_0} = \frac{\sum d_{д_1} \cdot K_{3_0}}{\sum d_{д_0} \cdot K_{3_0}}. \quad (5)$$

Расчет индекса коэффициента оборачиваемости фиксированного состава и индекса влияния структурных сдвигов производится по сведениям таблицы 1.

$$I'_{K_{об}} = \frac{6,1 \cdot 0,427 + 6,5 \cdot 0,573}{5,4 \cdot 0,427 + 6,0 \cdot 0,573} = \frac{6,3}{5,74} = 1,098, \text{ или } 109,8\%.$$

(по предприятию № 1 $d_{о_1} = \frac{642}{642 + 860} = 0,427$; по предприятию № 2

$$d_{о_1} = \frac{860}{642 + 860} = 0,573) [9].$$

Таким образом, вследствие изменения коэффициентов оборачиваемости по АТП данный показатель по фирме вырос на 9,8%, что составило порядка 0,56 раза (6,3 – 5,74).

$$I_{d_0} = \frac{0,427 \cdot 5,4 + 0,573 \cdot 6,0}{0,426 \cdot 5,4 + 0,573 \cdot 6,0} = \frac{5,74}{5,7} = 1,007, \text{ или } 100,7\%;$$

(по предприятию № 1 $d_{о_0} = \frac{594}{594 + 800} = 0,426$; по предприятию № 2

$$d_{о_0} = \frac{800}{594 + 800} = 0,574).$$

Следовательно, коэффициент оборачиваемости за счет структурных сдвигов в целом по фирме возрос на 0,7%, или на 0,04 раза (5,74 – 5,7).

Синергетическое влияние вышеуказанных факторов привело к увеличению коэффициента оборачиваемости в целом по фирме на 10,5% [(1,098 • 1,007) • 100], или на 0,6 раза (0,56 + 0,04), что подтверждается соответствующими цифрами (6,3 – 5,7).

При анализе влияния изменения оборачиваемости оборотного капитала (по числу оборотов) и его стоимости на объем доходов предприятия целесообразно использовать следующую систему взаимосвязанных индексов:

$$\frac{\sum D_1}{\sum D_0} = \frac{\bar{K}_{o\bar{o}_1}}{\bar{K}_{o\bar{o}_0}} \cdot \frac{\sum \bar{O}_1}{\sum \bar{O}_0}. \quad (6)$$

Абсолютное изменение объема доходов за счет каждого фактора следующее:

а) коэффициента оборачиваемости — $\Delta_{\bar{K}_{o\bar{o}}} = (\bar{K}_{o\bar{o}_1} - \bar{K}_{o\bar{o}_0}) \cdot \sum \bar{O}_1$;

б) стоимости оборотного капитала — $\Delta_{\sum \bar{O}} = \bar{K}_{o\bar{o}_0} \cdot (\sum \bar{O}_1 - \sum \bar{O}_0)$.

Величина среднего остатка оборотного капитала зависит от эффективности его использования и объема реализации продукции (дохода), поэтому влияние изменения факторов можно определить, используя следующую индексную модель:

$$\frac{\sum \bar{O}_1}{\sum \bar{O}_0} = \frac{\bar{K}_{z_1}}{\bar{K}_{z_0}} \cdot \frac{\sum D_1}{\sum D_0}. [10] \quad (7)$$

Исследуя показатели, характеризующие состояние оборотного капитала АТП, целесообразно изучить потенциал предприятия по выполнению своих краткосрочных обязательств. Эти данные взаимосвязаны с уровнем ликвидности оборотного капитала, описываемым следующими показателями:

- коэффициентом текущей ликвидности (или покрытия);
- коэффициентом быстрой ликвидности (или промежуточной ликвидности);
- коэффициентом абсолютной ликвидности.

Библиографический список

1. Хопина, В.А. Особенности внедрения технических инноваций в сельскохозяйственном производстве/ В.А. Хопина, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Будущее науки – 2019 : Материалы 7-й Международной молодежной научной конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 330-333.

2. Мартынушкин, А.Б. Оценка качества автотранспортного обслуживания пассажиров: основные принципы формирования методики/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2019) : Материалы XI Международной научно-технической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 195-199.

3. Мартынушкин, А.Б. Оценка уровня качества обслуживания населения региона автомобильным транспортом: исследование проблемы и разработка методики/ А.Б. Мартынушкин, Н.В. Барсукова // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 19-24.

4. Мартынушкин, А.Б. Аспекты социально-экономической эффективности общественного автомобильного транспорта/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2019) : Материалы XI Международной научно-технической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 190-194.

5. Мартынушкин, А.Б. Механизм совершенствования структуры и функций региональных органов управления пассажирскими

автотранспортными перевозками/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2019) : Материалы XI Международной научно-технической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 209-213.

6. Мартынушкин, А.Б. Проблемы технического перевооружения российского агропромышленного комплекса и пути их решения/ А.Б. Мартынушкин, В.С. Конкина // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 264-270.

7. Мартынушкин, А.Б. Методика расчета интегрального показателя качества обслуживания населения автомобильным пассажирским транспортом/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2019) : Материалы XI Международной научно-технической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 199-203.

8. Мартынушкин, А.Б. Формирование системы управления рисками сельскохозяйственных предприятий : автореф. дис. ... канд. экон. наук/ А.Б. Мартынушкин. – М. : Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова, 2008. – 24 с.

9. Мартынушкин, А.Б. Направления технической и технологической модернизации российского аграрного производства/ А.Б. Мартынушкин // Техническое обеспечение сельского хозяйства. – 2019. – № 1 (1). – С. 175-180.

10. Мартынушкин, А.Б. Оценка влияния технико-эксплуатационных показателей на данные объема автотранспортных перевозок/ А.Б. Мартынушкин // Сб.: Прогрессивные технологии и процессы : Материалы 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 193-197.

11. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

12. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – 2009. – С. 18-20.

13. 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.

14. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К.А. Жуков, И.А. Юхин, И.А. Успенский, Н.В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-

практической конференции, посвященной памяти профессора И.Н. Аринина. – 2013. – С. 60-63.

15. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутрихозяйственных перевозках/ В.В. Бычков, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469.

16. Экономическая эффективность деятельности автотранспортного комплекса. Характеристика и анализ состояния транспорта Рязанской области. – Рязань, 2020. – 276 с.

УДК 656.13

*Назаров А.А., к.т.н.,
Ташкентский ГУТ, РУ;
Устабоев А.Р.
НаМИСИ, г. Наманган, РУ*

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В УЗБЕКИСТАНЕ

Автомобильный пассажирский транспорт общего пользования является составной частью общей транспортной системой страны и осуществляет перевозки наряду с другими видами пассажирского транспорта во всех видах сообщений. При решении практических задач по организации перевозок следует всегда учитывать, каким видам транспорта выгоднее перевозить пассажиров в каждом конкретном случае, чтобы избежать излишних затрат. К организации перевозок пассажиров всеми видами транспорта предъявляются общие требования: они должны обеспечивать наименьшие сроки доставки пассажиров и четкость движения транспортных средств на всем пути следования, наилучшее использование подвижного состава, полную безопасность и высокую культуру обслуживания пассажиров с наименьшими затратами [2, 5, 6, 7].

Рынок общественного транспорта является потенциально растущим и наиболее важным. Транспорт является тем самым ключевым звеном в цепи экономического и социального развития любого государства, без которого невозможно осуществлять полноценное и стабильное развитие. Хорошо организованный и развитый общественный транспорт является неотъемлемым фундаментом в полноценном функционировании социальных и экономических процессов любой страны.

Однако в силу субъективных и объективных причин, на текущий момент наблюдается планомерное снижение спроса на пассажирские перевозки общественным транспортом.

Преимуществами общественного транспорта типа автобус является:

- наличие возможности гибкого изменения маршрутов движения;
- большая пассажироемкость;

- высокая квалификация обслуживающего персонала.

Сложившаяся система организации перевозок, основанная на повышении плотности маршрутной сети и обеспечении регулярности движения транспорта, не всегда удовлетворяет возникающий спрос на транспортные услуги, особенно в «часы пик». В некоторых ситуациях необходимо организовать работу автобусов таким образом, чтобы в ограниченный интервал времени реализовать массовые пассажиропотоки по различным направлениям. Данную задачу можно эффективно решить с использованием принципов логистики. Логистические принципы организации пассажирских перевозок заключаются в том, чтобы количество единиц подвижного состава, режим его работы и маршруты движения гарантировали безопасность, надежность и беспересадочность доставки пассажиров «от двери к двери» к необходимому им времени. В современной науке рассматриваются несколько категорий перевозок, к которым возможно применение логистических технологий: трудовые поездки, ночные поездки, поездки, связанные с массовыми зрелищными мероприятиями [8, 9, 10].

При увеличении числа используемых автобусов на линии интервал движения сокращается, сокращается и время ожидания пассажирами автобуса, увеличивается комфортность поездки. Так как стоимость проезда в общественном транспорте ниже маршрутных такси, то происходит переключение пассажиров с маршрутных такси на автобус. В результате возрастает доля платных пассажиров, следовательно, возрастает доход автоколонны, получаемый от перевозок [3, 4, 11, 12].

Немаловажную роль в оптимальной организации работы общественного транспорта играет регулярность и надежность. Регулярность и надежность – один из основных требований, предъявляемых к общественному транспорту. Конкретизация этих требований – это соблюдение заданного интервала между отдельными средствами транспорта, а тем самым обеспечение гарантов пассажиров в том, что они всегда и своевременно попадут к цели поездки. Нерегулярность и неточность в системе городского общественного транспорта, которые перед расширением автомобилизации были скорее исключением, становится сейчас в сети наземного городского общественного транспорта правилом. Сравнение на определенном остановочном пункте фактического отправления транспортных средств с плановым, заданным графиком позволяет установить значительную разницу. Например, в городе Ташкенте от остановочного пункта конкретного автобусного маршрута, через который должен был проехать за час 12 автобус, отъехало только 6 автобусов с отклонениями от интервалов 3 мин [13, 14].

Одним из важных направлений в развитии инфраструктуры города Ташкента, как крупного мегаполиса, является обеспечение повышения эффективности и качества работы транспортной системы, в частности обеспечение населения в перевозках.

В городе Ташкенте планируется сократить протяженность ряда автобусных маршрутов. Схемы с предлагаемыми изменениями заранее были

опубликованы для ознакомления горожанами. Центр изучения проблем развития транспорта и логистики при Министерстве транспорта Узбекистана, Департамент транспорта Ташкента и АО «Тошшахартрансхизмат» представляют предложения по сокращению протяженности ряда маршрутов автобусов в столице.

Изменения, предусмотренные постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 16 марта 2020 года. «О мерах по улучшению пассажирской транспортной системы города Ташкента», направлены на оптимизацию сети маршрутов, уменьшение их дублирования и сокращение интервалов движения [1].

Этим постановлением для повышения эффективности оказываемых услуг пассажирского транспорта, обеспечения безопасности движения, а также интеграции транспортной системы предусмотрены:

- завершение второго этапа (2,9 км) Юнусабадской линии метро, первый этап наземной кольцевой линии (11,5 км) и первый этап Сергелийского направления метро (5,8 км);

- оптимизация 131 направление городского пассажирского транспорта, закрытие 14 и открытие 7 новых маршрутов;

- внедрение единый проездной билет по всем видам городского пассажирского транспорта;

- организация в порядке эксперимента по улице Фаргона скоростную дорогу (Bus rapid transit – BRT) по выделенной полосе. Для перевозки пассажиров по ней будут приобретены 20 современных электробусов и необходимое оборудование для их зарядки;

- внедрение электронную систему планирования движения пассажирского транспорта «Менинг йуналишим» («Мой маршрут»);

- внедрение систему автоматического объявления остановок в салонах автобусов, а также оснастят крупные остановки электронно-цифровыми табло, указывающими время прибытия автобусов.

С привлечением зарубежных консультантов до конца 2021 года запланирована разработка генерального плана транспортной и дорожно-транспортной инфраструктуры Ташкента.

В ходе изменения в маршрутах городского пассажирского транспорта основное внимание будет уделено связанности маршрутов автобусов со станциями метрополитена, созданию сети магистральных маршрутов, а также вспомогательных маршрутов, которые доставляют к ним пассажиров.

Целью этих изменений является максимально возможное сокращение количества других маршрутов на улицах, где проходят основные маршруты. Это, в первую очередь, послужит устранению дублирования маршрутов и обеспечению регулярности движения. Кроме того, это позволит заполнять маршруты с неполными графиками за счет автобусов, которые освободились в процессе оптимизации, что резко сократить интервалы движения и предотвратит лишние траты времени пассажиров.

В рамках оптимизации планируется назначение автобусов большой вместимости на магистральные и проходящие по центру города маршруты, а автобусов средней и малой вместимости – на вспомогательные и пригородные маршруты в зависимости от потока пассажиров.

Чтобы расходы пассажиров на проезд с учетом пересадок не увеличились, будет совершенствоваться автоматизированная система оплаты проезда. Подготовлен проект постановления правительства о введении 3-, 7- и 15-дневных электронных билетов.

Наряду с городом Ташкентом и в Наманганской области проводится целенаправленная работа по оптимизации работы общественного транспорта. В настоящее время в городе Намангане функционирует 35 городских автобусных маршрутов. Эти маршруты обслуживаются 2 автостанциями и 148 промежуточными остановками. В городе регулярно изучается пассажиропоток и на его основе вносятся соответствующие изменения в маршруты и интервалы движения городского общественного транспорта. 16 марта 2017 года был принят Распоряжение Хокима Наманганской области № 98-Ф. На его основе было принято Распоряжение Хокима города Намангана от 27 марта 2017 года за № 57-Ф. Эти нормативные документы предусматривают принятие комплекс мер по повышению эффективности работы общественного транспорта в Наманганской области в частности в городе Намангане. При этом особое внимание были уделены строительству новых автостанций и промежуточных остановок.

Необходимо отметить что, транспортная система страны должна решить ряд серьезных проблем, которые снижают её эффективность. Это потребует серьезных институциональных изменений, направленных на совершенствование транспортной политики страны, обеспечение резкого роста качества и объемов пассажирских перевозок, снижения их стоимости для потребителей и формирования конкурентоспособного рынка транспортно-логистических услуг, повышения уровня безопасности, экологичности и инновационности всех видов транспорта.

Библиографический список

1. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 16 марта 2020 года. «О мерах по улучшению пассажирской транспортной системы города Ташкента». – Режим доступа: www.lex.uz › docs.

2. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта : Монография / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.В. Куликов, А.А. Сериков. – Волгоград : Волгоград, гос. техн. ун-т, 2002. – 256 с.

3. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 443-458.

4. Byshov, N. Method of Traffic Safety Enhancement with Use of RFID Technologies and its Implementation Original Research Article/ N. Byshov, A. Simdiankin, I. Uspensky // *Transportation Research Procedia*. – 2017. – Volume 20. – Pp. 107-111.

5. Навигация транспорта с использованием RFID-технологии/ Н.В. Бышов, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, А.Х. Мусли // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы X Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2017. – С. 17-23.

6. Бышов, Н.В. Технология создания информационной транспортной модели города, включающей существующие и планируемые транспортные сети // Управление экономическими системами. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru>

7. Автодорожная сеть в Российской Федерации и её перспективы/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Э. Ждарыкина, В.О. Попова. // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции. – Рязань, 2018. – С. 243-246.

8. Экономическая эффективность деятельности автотранспортного комплекса. Характеристика и анализ состояния транспорта Рязанской области: учебное пособие/ Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2020. – 276 с.

9. Актуальные вопросы совершенствования транспортного обеспечения сельскохозяйственных процессов с применением интерактивной диагностики/ Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, А.В. Старунский // Сб.: Актуальные вопросы материально-технического снабжения органов и учреждений уголовно-исполнительной системы : Материалы Всероссийского научно-практического круглого стола. – 2017. – С. 28-35.

10. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Г.К. Рембалович и др. // Сб.: Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2 : Материалы VI международной научно-практической конференции. – Пенза : Изд-во ПГУАС, 2010. – С. 22-27.

11. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

12. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2009. – С. 18-20.

13. 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.

14. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутривоздушных перевозках/ В.В. Бычков, Бычков, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469.

15. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения / Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.

УДК 656.13

*Назаров А.А., к.т.н.
Ташкентский ГУТ, РУ*

ОРГАНИЗАЦИЯ ГОРОДСКОГО ЗАКАЗА НА ПЕРЕВОЗКЕ ПАССАЖИРОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

Одним из важнейших структурных элементов современного крупного города, без которого невозможно его нормальное существование, является транспортная система. Функционирование городского пассажирского транспорта в таких городах во многом определяет удобство жизни городского населения. Среди широкого круга вопросов, обусловленных развитием и функционированием городов, транспортные задачи занимают достаточно важное место. Качественное выполнение городским пассажирским транспортом своей задачи является необходимым условием для воспроизводства рабочей силы, влияет на рост производительности общественного труда, способствует росту культурного уровня населения [1, 3, 4, 5, 6].

Большое влияние на организацию перевозок пассажиров и повышение эффективности использования пассажирского транспорта оказывает неравномерность распределения пассажиропотоков во времени. Исходной базой для разработки мероприятий по совершенствованию процесса транспортного обслуживания населения является информация об особенностях формирования общей и транспортной подвижности населения, о размере и направлениях пассажиропотоков, их изменении в пространстве и во времени. Данные о величине пассажиропотоков позволяют представить реальное состояние существующего положения и на этом основании делать выводы о направлении совершенствования организации перевозок [2, 7, 8, 9].

В условиях ограниченных финансовых ресурсов с целью сохранения существующей маршрутной сети наземного пассажирского транспорта и включения ее в состав Городского заказа необходимо определить приоритеты в транспортном обслуживании населения, которые могут быть выявлены на основе результатов обследования пассажиропотоков. В соответствии с выявленными приоритетами в транспортном обслуживании населения должно осуществляться распределение финансовых ресурсов для обеспечения работы подвижного состава на маршрутах ГПТ.

Для определения приоритетов транспортного обслуживания населения, а, следовательно, и финансирования работы подвижного состава на маршрутах, производится классификация маршрутов наземного пассажирского транспорта на основе использования метода итеративного агрегирования, который позволяет распределить маршруты по категориям. В основу назначения категории маршрутов положен принцип селекции по их социальной значимости, которая определяется показателями объемов перевозок пассажиров и возможностью выбора для населения при передвижениях альтернативных видов ГПТ (наличие или отсутствие параллельных транспортных сетей) [10].

Общественный пассажирский транспорт – это транспорт, который находится в собственности государственных (муниципальных) предприятий, различных акционерных компаний и в частной собственности, на который получена лицензия на право заниматься перевозкой пассажиров. Одна из проблем в организации транспортного обслуживания населения крупных городов – определение роли легкового автомобиля индивидуального пользования в распределении перевозочной работы между индивидуальным и общественным транспортом. Индивидуальный автомобиль обладает рядом преимуществ по сравнению с общественным транспортом. Основными преимуществами использования легковых автомобилей для поездок в городах являются большая, по сравнению с общественным транспортом, скорость передвижения, комфорт и поездка на нем «от двери к двери» [3, 11, 12].

С помощью предложенных функций возможно сравнительная оценка общественного и индивидуального транспорта при городских поездках с точки зрения временных затрат, а также прогнозирование на перспективу. Это в свою очередь позволяет предложить ряд конкретных мер по повышению доли пассажиров, предпочитающих общественный транспорт индивидуальному. Это снижение времени поездки (повышение скорости сообщения за счет внедрения сети наземного метро), изменение времени ожидания, снижение тарифов на поездку на общественном транспорте за счет внедрения автоматизированного управления.

В условиях разработки и внедрения системы городского заказа формирование маршрутной сети городского наземного пассажирского транспорта основывается на следующих основных положениях:

1) маршрутная сеть включает основную (базовую) и дополнительную маршрутные сети, которые объединяют маршруты всех наземных видов пассажирского транспорта - автобусов, метрополитена, маршрутной такси, такси, а также включают в себя все виды перевозок – социальные, коммерческие и смешанные. К социальным относятся маршрутные пассажирские перевозки, выполняемые перевозчиками по установленным уполномоченными органами тарифам и предоставлением установленных законодательством и иными нормативными актами Республики Узбекистан льгот на оплату проезда. К коммерческим относятся маршрутные пассажирские перевозки более комфортного исполнения или более быстрого сообщения (по сравнению с социальными), выполняемые перевозчиками

по бездотационным тарифам без предоставления установленных законодательством и иными нормативными актами Республики Узбекистан льгот на оплату проезда;

2) базовая маршрутная сеть – система маршрутов ГПТ, предназначенных для обеспечения минимально необходимого уровня транспортного обслуживания населения. Базовая маршрутная сеть должна обеспечивать доставку пассажиров городским наземным пассажирским транспортом к любому систематически посещаемому объекту (группе объектов) города и пригородной зоны, при этом расстояние от данного объекта до ближайшей остановки (с учетом имеющихся остановок метрополитена и пригородных поездов железной дороги) не должно превышать 500 метров;

3) на базовой маршрутной сети должен быть обеспечен социально гарантированный уровень транспортного обслуживания населения посредством выполнения социальных перевозок;

4) на базовой маршрутной сети в дополнение к социальным перевозкам могут осуществляться коммерческие перевозки в случае, если провозные мощности перевозчиков, заключивших договора с заказчиком на выполнение социальных перевозок, не достаточны для полного обеспечения потребностей населения в передвижениях;

5) дополнительная маршрутная сеть включает маршруты ГПТ, не входящие в состав базовой маршрутной сети, которые могут устанавливаться как по инициативе региональных органов управления, так и населения города и пригородной зоны, предприятий и организаций или перевозчиков для более полного удовлетворения потребностей населения в перевозках и предоставления транспортных услуг повышенного качества (с большим комфортом и (или) скоростью сообщения). На дополнительной маршрутной сети осуществляются только коммерческие перевозки.

Перечисленные подходы к формированию маршрутной сети ГПТ позволяют сформулировать требования к ее обслуживанию:

1) на основании базовой маршрутной сети ГПТ, исходя из потребностей населения в услугах городского пассажирского транспорта; данных по имеющемуся у перевозчиков количеству и составу транспортных средств, отвечающих требованиям, предъявляемым к социальным перевозкам; информации о доходности маршрутов и нормативных затрат на их обслуживание; установленных дотационных бюджетных средств разрабатывается проект Городского заказа на социальные перевозки;

2) городской заказ на социальные перевозки, представляющий собой перечень автобусных, трамвайных и троллейбусных маршрутов с указанием на каждом из них количества и типов (по вместимости) заказываемых транспортных средств и расписаний их движения в разрезе рабочих и общевыходных дней недели, размещается между перевозчиками на договорной основе. При этом договора с перевозчиками могут заключаться на основе централизованного распределения заказов на социальные перевозки (с учетом

сформировавшейся системы обслуживания маршрутов перевозчиками и принципа минимизации холостых пробегов) или на конкурсной основе;

3) городской заказ на коммерческие перевозки формируется на основании определения дополнительных провозных мощностей подвижного состава, необходимых для полного обеспечения потребностей населения в передвижениях на маршрутах, вошедших в Городской заказ на социальные перевозки, а также на основе дополнительной маршрутной сети, предусматривающей более полное удовлетворение потребностей населения в перевозках и предоставление транспортных услуг повышенного качества (с большим комфортом и (или) скоростью сообщения);

4) городской заказ на коммерческие перевозки размещается между перевозчиками на договорной основе. При этом договора с перевозчиками могут заключаться на основе централизованного распределения заказов на коммерческие перевозки (с учетом сформировавшейся системы обслуживания маршрутов перевозчиками) или на конкурсной основе;

5) на новые маршруты из числа дополнительной маршрутной сети ГПТ конкурсы не проводятся. Они передаются перевозчику на основании договора, заключенного с заказчиком.

Из перечисленных требований к обслуживанию маршрутной сети наибольшие проблемы вызывает разработка Городского заказа на социальные перевозки. С одной стороны, в его состав должны войти все маршруты базовой маршрутной сети, а с другой стороны - работа подвижного состава на данных маршрутах ограничена объемами возможного финансирования как за счет доходов, собираемых от реализации проездных документов, так и за счет бюджетных ассигнований.

Разработка Городского заказа на перевозке пассажиров ставит ряд задач. Для развития городского пассажирского транспорта задачи конкретизируются в сфере развития улично-дорожной сети и улучшения их транспортно-эксплуатационных качеств. При этом основное внимание необходимо уделять расширению сети регулярных автобусных маршрутов. Для качественного удовлетворения потребностей населения в трудовых и других поездках необходимо определить приоритетными направлениями развития городских и пригородных маршрутов пассажирского транспорта. Вместе с этим в крупных городах преимущественным должно быть развитие электрического экологически чистого вида транспорта.

Библиографический список

1. Цебулка, Я. Качество пассажирских перевозок в городах/ Я. Цебулка. – М. : Транспорт, 1987. – 239 с.

2. Насриддинов, К.Б. Организация и управления перевозкой пассажиров в городах/ К.Г. Насриддинов, О.С. Нигманов. – Режим доступа: library.ziyounet.uz › book › download.

3. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта : Монография/ А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.В. Куликов, А.А. Сериков. – Волгоград : Волгоград, гос. техн. ун-т, 2002. – 256 с.

4. Byshov, N. Method of Traffic Safety Enhancement with Use of RFID Technologies and its Implementation Original Research Article/ N. Byshov A. Simdiankin, I. Uspensky // Transportation Research Procedia. – 2017. – Volume 20. – Pp. 107-111.

5. Навигация транспорта с использованием RFID-технологии/ Н.В. Бышов, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, А.Х. Мусли // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы X Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2017. – С. 17-23.

6. Бышов, Н.В. Технология создания информационной транспортной модели города, включающей существующие и планируемые транспортные сети // Управление экономическими системами. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru>

7. Автодорожная сеть в Российской Федерации и её перспективы/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Э. Ждарыкина, В.О. Попова. // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции с международным участием. – Рязань, 2018. – С. 243-246.

8. Экономическая эффективность деятельности автотранспортного комплекса. Характеристика и анализ состояния транспорта Рязанской области/ Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2020. – 276 с.

9. Аникин, Н.В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте/ Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 25-29.

10. 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, 2010. – С. 22-27.

11. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.

12. 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.

13. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения/ Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ «1,5 MPi
DOHC» ШЕВРОЛЕТ**

В настоящее время в условиях продолжающегося системного экономического кризиса порождённой пандемией коронавируса «COVID-19» особую актуальность приобретают вопросы связанные с надлежащей эксплуатацией, своевременной технической обслуживанием мобильной транспортной техники и в конечном счете сбережением дефицитных финансовых ресурсов.

Учитывая современные экономические тенденции, можно смело констатировать, что растущая стоимость моторного топлива в России будет увеличиваться и дальше, повышая тем самым себестоимость сельскохозяйственной продукции, что будет крайне негативно сказываться на её доступности для потребительского рынка. В конце 2018 года эксперты Центра экономических и политических реформ выяснили, что рост цен на продукты в ряде регионов России за 2017 год составил 9,5%. Эти показатели значительно опережают официальные 2,5%, ранее подтверждённые Росстатом [1].

Наряду с этим, проблемы экологической безопасности автомобильного транспорта являются важной частью экологической безопасности нашей страны. С экологической точки зрения, автомобильный транспорт занимает первое место по степени загрязнения атмосферы. Более 17% глобального выброса парниковых газов попадает в окружающую среду из-за работы автомобильного транспорта. Несмотря на значительный интерес, вызванный к данной проблеме, и усиления мер для предотвращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автомобильным транспортом процент загрязнения окружающей среды не уменьшается, а наоборот увеличивается ежегодно на 3,1% [2].

Также стоит учесть, что от автомобильного транспорта наносится экологический ущерб не только в виде загрязнения окружающей среды, но и оказываются такие негативные воздействия как: загрязнение воздуха – 95%, воздействие на климат – 68% и шум – 49,5% [3].

Соблюдение экологических требований, экономия топливных, энергетических, материальных и сырьевых ресурсов в процессе эксплуатации автомобилей существенно зависит от их технического состояния, уровня организации материально-технического снабжения и процессов перевозки, хранения и нормирования расходов эксплуатационных материалов и комплектующих частей.

На техническое состояние автомобиля влияют конструктивные, технологические, эксплуатационные факторы [4, 5, 6]:

- конструкционные факторы определяются формами и размерами деталей. От данных факторов зависит давление на поверхность детали, концентрация напряжений, ударная и усталостная прочность металла. Жёсткость конструкции, т.е. способность деталей незначительно деформироваться под воздействием воспринимаемых нагрузок. Точность взаимного расположения поверхностей и осей совместно работающих деталей. Правильный и точный выбор посадок, обеспечивающих надежную работу сопряжений;

- технологические факторы зависят от качества материалов, используемых для изготовления деталей, применения соответствующей термической обработки их и сборочных работ;

- эксплуатационные факторы зависят от дорожных, транспортных и климатических условий. Эти факторы в наибольшей степени влияют на техническое состояние автомобилей. Дорожные условия характеризуются профилем дороги, состоянием и прочностью покрытий, продольным профилем дороги, режимом движения, видимостью. Климатические условия в различные периоды года определяются температурой и влажностью воздуха, атмосферным давлением, количеством осадков, силой и направлением ветра, продолжительностью снегового покрова. Транспортные условия включают объем и расстояние перевозок, условия хранения, обслуживания и ремонта автомобилей.

Наряду с этим, большинство задач, решаемых технической эксплуатацией, связано в большей или меньшей степени с качеством изделий (в данном случае автомобилей, агрегатов, деталей, технологического оборудования) и эксплуатационных материалов при их функционировании или использовании в определённых условиях эксплуатации [5].

Двигатель «1,5 MPi DOHC» Шевролет – это двигатель с рабочим объемом 1,498 литра, рядный, с двумя верхними распределительными валами, которые расположены в головке цилиндров, 16 клапанов (по 4 клапана на каждый цилиндр) установлены V - образно.

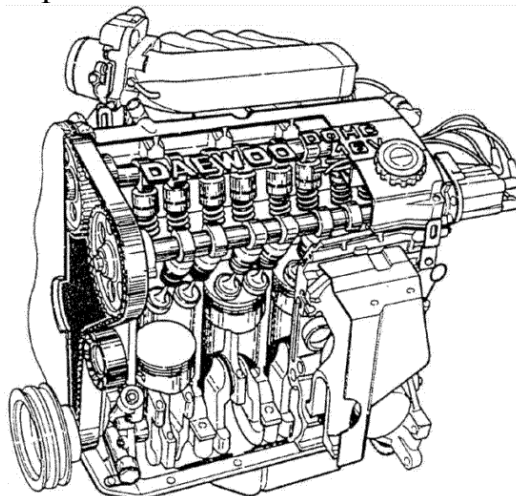


Рисунок 1 – Поперечный разрез двигателя «1,5 MPi DOHC»

Привод клапана осуществляется от коленчатого вала зубчатым ремнем. Один из двух распределительных валов управляет группой впускных клапанов, а другой – выпускными клапанами. В приводе клапанов имеются гидравлические компенсаторы тепловых зазоров. Блок цилиндров отлит из алюминиевого сплава и объединяет четыре расположенных в ряд цилиндров. В расточках блока цилиндров установлены чугунные гильзы. Головка цилиндров изготовлена по поперечной схеме продувки цилиндров. Компенсаторы тепловых зазоров установлены в приводе каждого клапана.

Коленчатый вал опирается на пять коренных подшипников с вставными вкладышами. Шатунные шейки расположены в одной полскости через 180 градусов. Вращение распределительному валу передается от коленчатого вала посредством зубчатого ремня и колеса, установленного на переднем конце распредвала.

Оборудован системой много точечного впрыска топлива – MPi. Максимальная мощность составляет 66 кВт при 4800 об/мин. Данный двигатель отличается высоким качеством и точностью обработки поверхностей деталей и широко применяется в автомобилях компании «Шевролет».

Двигатель оснащён системой датчиков, которые позволяют своевременно обнаруживать неисправности и установить причины нарушения нормальной работы.

Следует отметить, что нормальный режим эксплуатации двигателя предусматривает соблюдение регламента технического обслуживания, периодичности их проведения и использование автомобиля в соответствии с его назначением. Осуществление перевозки грузов и пассажиров с соблюдением ограничений по нагрузке и рекомендованного давления воздуха в шинах. Эксплуатация автомобиля по дорогам с достаточно хорошим качеством покрытий и в пределах, допустимых ограничений на режимы движения.

Наиболее проблемными деталями данного двигателя при эксплуатации являются:

- ременный привод двигателя. Заводом изготовителем предусмотрено замена ременного привода через каждые 60 000 км. При осмотре, при наличии признаков износа, трещин, расслоений необходимо произвести замены ремня. В случае обрыва могут погнуться клапаны ГРМ;

- нарушение фаз газораспределения. Клапаны ГРМ неплотно закрываются или же зависают в небольшом зазоре между клапаном и втулкой из-за образованного нагара. В результате двигатель начинает троить, нестабильно функционировать, глохнуть, терять мощность и прочее;

- нечеткое функционирование термостата. Нарушает тепловой баланс двигателя;

- загрязнение инжекторов системы обеспечения двигателя;

- загрязнение и снижение пропускной способности топливного насоса. Следствием нарушения работы станет снижение тяговых характеристик и движение двигателя;

- неисправности гидрокомпенсаторов тепловых зазоров двигателя. В результате увеличивается шумность и образовывается стуки в двигателе.

Таким образом, несмотря на качественные конструктивные и технологические факторы изготовления, эксплуатационные факторы определяют экологические, экономические и финансовые показатели двигателя.

Кроме того, при эксплуатации двигателя в неблагоприятных условиях, например: частые поездки на короткие расстояния, длительная работа двигателя на холостом ходу, сильная запыленность воздуха, замену моторного масла следует производить 1,5 раза чаще, чем предусмотрено заводом изготовителем. Поскольку вязкость моторного масла влияет на топливную экономичность автомобиля и пусковые свойства двигателя в холодную погоду, особенно в условиях Российской зимы. Менее вязкое масло улучшает топливную экономичность и облегчает пуск двигателя. Однако при достижении двигателем высокой температуры смазочные свойства моторного масла ухудшаются, что приводит к быстрому износу деталей и выходу двигателя из строя. Поэтому всегда необходимо использовать моторные масла качества не ниже SG или CCMCG4/G5.

Использование качественного бензина и прогревание двигателя до 80 градусов перед стартом позволит сохранить рекомендованные характеристики работы инжекторов и топливного насоса системы питания длительное время.

Библиографический список

1. Пуков, Р.В. Улучшение показателей дизельных двигателей путём совершенствования их существующих конструкций/ Р.В. Пуков, А.А. Симдянкин // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 74-77.

2. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань : РГАТУ, 2013. – 187 с.

3. Анализ методов и средств диагностирования тормозных систем автомобиля/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 02 (116). – С. 1051–1072. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/71.pdf>.

4. 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.

5. Повышение эффективности использования тракторных транспортных средств на внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. – Рязань, 2012.

6. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств 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. – 2012. – № 78. – С. 227-238.

УДК 631.342

*Ракул Е.А., к.т.н.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, г. Брянск, РФ*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ СРАВНИТЕЛЬНОМ АНАЛИЗЕ МАШИН ДЛЯ КОНТУРНОЙ ОБРЕЗКИ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Промышленное садоводство в настоящее время можно считать одной из самых перспективных отраслей сельского хозяйства. На фоне запрета на ввоз продукции садоводства из некоторых стран и возникающей из этого потребности в импортозамещении этой продукции, наблюдается стабильный ежегодный прирост площади садов плодово-ягодных культур. В связи с этим перед российскими садоводами ставится ряд важнейших задач, одна из которых – это внедрение самых передовых технологий возделывания садов и применение современной техники, обеспечивающей уход за ними.

Обрезка и формирование кроны плодовых деревьев является одним из важнейших агротехнологических приёмов, позволяющий регулировать рост плодовых деревьев и обеспечивать ежегодный рост урожая плодовых культур [1, 5, 6].

Обширные площади современных садов невозможно возделывать без применения механизированной техники. Этим объясняется большое многообразие машин, предназначенных для контурной обрезки плодовых деревьев, как отечественного, так и зарубежного производства. Естественно, возникает проблема их сравнения по техническим параметрам, которые могут характеризоваться как количественными, так и качественными величинами. Таким образом, возникает сложная задача многокритериальной оптимизации, для решения которой может быть использован метод построения интегральной оценки на основе свёртки критериев [2, 7, 8]. Таким вариантом свёртки может выступать, например, обобщенная функция желательности, предложенная Е.К. Харрингтоном.

Для сравнения нами были выбраны шесть машин для контурной обрезки плодовых деревьев, имеющих однотипные режущие аппараты и общий способ крепления: OstratickySL 1,25 (Чехия), МКО-3А (Молдова), JumarPF-605 (Испания), OBSProfi (Германия), PFP-2500-C16 (Испания), BMVFL 800PS

(Италия). Основные технические характеристики выбранных машин по сравниваемым показателям приведены в таблице 1.

Построение обобщенной функции основано на методе преобразования полученных значений показателей в безразмерную шкалу желательности. Главным назначением шкалы желательности является установление соответствия между значениями показателей, режимов работы и оценками экспериментатора желательности того или иного показателя технической системы.

Таблица 1 – Технические характеристики машин для контурной обрезки плодовых деревьев

Наименование	OstratickySL 1,25	МКО-3А	JumarPF- 605	OBSProfi	PFP- 2500- C16	BMVFL 800PS
Вес машины, кг	320	1800	320	600	680	340
Максимальный рабочий захват по вертикали, м	2,5	6,7	6	3,6	6	5
Максимальный диаметр среза, мм	80	80	150	70	120	100
Количество дисковых пил, шт.	5	5	5	9	4	7
Навеска трактора	передняя	передняя	передняя	передняя	передняя	передняя
Производительность, га/ч	0,8	1,8	0,8	1,6	0,6	0,6
Рабочая скорость, км/ч	2,5	2,5	2,5	3	3	2,5

Для получения шкалы желательности можно пользоваться готовыми разработанными таблицами соответствий между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой системах (табл. 2). Значение частного отклика, переведенное в безразмерную шкалу желательности, обозначается d_i ($i = 1, 2, \dots, n$) и носит название частной желательности. Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение $d_i = 0$ соответствует абсолютно неприемлемому уровню данного свойства, а значение $d_i = 1$ – самому лучшему значению свойства. Значение $d = 0,37$, $d = 0,63$ обычно соответствует границе допустимых значений [3, 9].

Таблица 2 – Стандартные оценки по шкале желательности

Желательность	Оценка по шкале желательности
Высокий	$0,80 \leq d < 1,00$
Выше среднего	$0,63 \leq d < 0,80$
Средний	$0,37 \leq d < 0,63$
Ниже среднего	$0,20 \leq d < 0,37$
Низкий	$0,00 \leq d < 0,20$

Существует два возможных варианта, позволяющих перевести значения частного параметра в соответствующие величины по шкале желательности. Выбор варианта определяется видом ограничений, установленных для данного свойства. Если эти ограничения односторонние, т.е. имеют вид $y \leq y_{\max}$ или $y \geq y_{\min}$, то функция желательности, соответствующая шкале желательности Харрингтона для одностороннего ограничения выражается уравнением

$$d = e^{-e^{-y'}}, \quad (1)$$

где y' – кодированное значение частного параметра y .

Далее определяется значение обобщенной функции желательности D , которая получается в результате свертки частных значений функции желательности d_i . При отсутствии весовых коэффициентов обобщенная функция желательности определяется по формуле [3, 10]:

$$D = q \sqrt[q]{\prod_{i=1}^q d_i}. \quad (2)$$

Для сравниваемых машин для контурной обрезки получены частные функции желательности, соответствующие основным натуральным показателям, характеризующим параметры машин, а также обобщенный показатель желательности по формуле (2) (табл. 3).

Таблица 3 – Частные функции желательности и обобщенный показатель желательности

Наименование	OstratickySL 1,25		МКО- 3А		JumarPF- 605		OBSProfi		PFP- 2500- C16		BMVFL 800PS	
	x_i	d_i	x_i	d_i	x_i	d_i	x_i	d_i	x_i	d_i	x_i	d_i
Вес машины, т	0,32	$6 \cdot 10^{-8}$	1,8	0,72	0,32	$6 \cdot 10^{-8}$	0,6	0,06	0,68	0,17	0,34	$8 \cdot 10^{-7}$
Максимальный рабочий захват по вертикали, м	2,5	0,034	6,7	0,87	6	0,79	3,6	0,26	6	0,79	5	0,63
Максимальный диаметр среза, мм	80	0,37	80	0,37	150	0,92	70	0,23	120	0,8	100	0,63
Количество дисковых пил, шт.	5	0,36	5	0,36	5	0,36	9	0,94	4	0,11	7	0,8
Производительность, га/ч	0,8	0,36	1,8	0,97	0,8	0,36	1,6	0,94	0,6	0,11	0,6	0,11
Рабочая скорость, км/ч	2,5	0,63	2,5	0,63	2,5	0,63	3	0,92	3	0,92	2,5	0,63
Обобщенный показатель желательности D	0,0198		0,6089		0,0391		0,3779		0,3258		0,0510	

Анализ обобщенных показателей желательности позволяет сделать вывод, что наиболее оптимальными техническими характеристиками обладают

только две из рассмотренных машин для контурной обрезки плодовых деревьев – это МКО-3А (Молдова) и OBSProfi (Германия). Именно их обобщенные показатели желательности $D_1 = 0,6089$ и $D_2 = 0,3779$ соответствуют диапазону средней оценки по шкале желательности. Причем показатель для машины МКО-3А достаточно близко подходит к верхней границе диапазона.

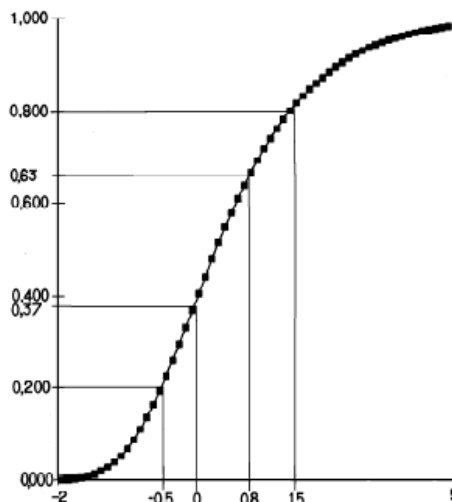


Рисунок 1 – Обобщенная функция желательности Харрингтона

На графике обобщенной функции желательности (рисунок 1) оба показателя D_1 и D_2 расположены на линейном участке кривой от 0,2 до 0,8. Это говорит о том, что возможна дальнейшая модернизация таких машин. Улучшение даже нескольких технических параметров машины для контурной обрезки позволит в конечном итоге значительно повысить её «желательность» и увеличить срок эксплуатации [4, 11].

Таким образом, анализируя частные функции желательности конкретных технических параметров и обобщенный показатель желательности всей машины в целом, можно оценить возможности её дальнейшего усовершенствования.

Библиографический список

1. Модернизация машины для контурной обрезки садов/ И.А. Успенский, Р.А. Панков, Е.А. Панкова, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 5. – С. 16-17.

2. Дилигенский, Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология/ Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов. – М. : Изд-во Машиностроение, 2004. – С. 34-39.

3. Пичкалев, А. В. Применение кривой желательности Харрингтона для сравнительного анализа автоматизированных систем контроля/ А.В. Пичкалев // Вестник КГТУ. – 1997. – С. 128-132.

4. Пичкалев, А.В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств/ А.В. Пичкалев // Исследования наукограда. – 2012. – № 1 (1). – С. 25-28.

5. Современные технические средства для работы в садах/ Г.Д. Кокорев, И.И. Гришин, В.А. Шафоростов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 10. – С. 1030-1041.

6. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань, 2010. – 186 с.

7. Успенский, И.А. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции. – Владимир, 2013. – С. 110-114.

8. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для механизации садоводства/ В.В. Бычков и др. // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 6. – С. 38-42.

9. Успенский, И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования/ И.А. Успенский, П.С. Сеницин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Рязань, 2011. – Том 1. – С. 263-269.

10. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation/ N.V. Byshov, S.N. Borychev, D.E. Kashirin at all // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – № 13 (10). – Pp. 3502-3508.

11. Пат. РФ 63637, МПК А 01 D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей / Паршков А.В., Рембалович Г.К., Борычев С.Н. – Оpubл. 10.06.2007.

УДК 372.8:378.1

*Романов В.В., к.п.н.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Жебряткина И.Я., к.ф.н.
ФКОУ ВО Академия ФСИН России, г. Рязань, РФ*

ПРЕПОДАВАНИЕ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА НА АВТОДОРОЖНЫХ ФАКУЛЬТЕТАХ

Современное общество предъявляет высокие требования к специалисту любого профиля, а знание иностранного языка часто оказывается залогом хорошего трудоустройства и перспектив дальнейшего продвижения по карьерной лестнице. При этом энциклопедические знания уходят на второй план, а способность применять приобретаемые знания, умения и навыки при решении практических производственных задач имеет первостепенную

важность. Кроме хорошего знания основ грамматики, принципов построения различного вида предложений (утвердительных, отрицательных, вопросительных) и достаточного лексического запаса от выпускников технических вузов требуются умения работать с иностранными источниками информации (поиск, понимание сути, выявление основных положений и идей, запрос дополнительной информации), выражать и отстаивать свою точку зрения по профессиональным вопросам, что позволит им стать достаточно компетентными, мобильными и конкурентоспособными профессионалами, способными работать на уровне мировых стандартов. Причем речь можно вести о работе в сферах технического и сервисного обслуживания, грузоперевозок и логистики, машиностроении и строительстве.

Преподаватели иностранного языка, стремящиеся к тому, чтобы их студенты добились хороших успехов, находятся в постоянном поиске методик преподавания, наиболее эффективных в обучении [1, 2, 3]. Работа на технических факультетах в целом и автодорожных в частности накладывает свой отпечаток на выбор форм и методов сотрудничества преподавателя и студента, о чем и пойдет речь в данной статье.

1. В условиях постоянного сокращения аудиторных часов на изучение иностранного языка преподаватель вынужден тщательным образом продумать весь курс обучения с целью эффективного использования каждого занятия, его этапов, да что уж говорить каждой минуты своего сотрудничества со студентами. В этой связи определенное преимущество получают педагоги, работающие в вузах, которые имеют в своих учебных планах вариативные дисциплины, связанные с иностранным языком (Технический иностранный язык, Иностранный язык в профессиональной деятельности и т.д.). Наличие дополнительного учебного семестра и порядка 36 аудиторных часов может служить хоть каким-то подспорьем преподавателю, стоящему перед сложнейшей задачей ФГОС ВО научить своих подопечных «владеть одним из иностранных языков на уровне профессионального общения и письменного перевода».

2. Человек, понимающий цель изучения учебной дисциплины и видящий все перспективы хорошего владения иностранным языком, имеет заведомо лучшие шансы научиться говорить по-английски. Речь в этом случае пойдет о необходимости создания должной мотивации обучающихся. В связи с этим роль первого учебного занятия для создания нужной атмосферы и мотивации нельзя недооценивать. Преподаватель, заинтересовавший своих студентов, имеет хорошие возможности реализовать на практике задачи подготовки специалистов с добротным знанием английского языка. Необходимо отметить, что для достижения максимальных результатов при выполнении упражнений в ходе занятий, от преподавателя требуется поддерживать мотивированность его подопечных умелыми комментариями, уточнениями, разъяснениями, демонстрацией примеров того, как формируемые знания, умения и навыки смогут пригодиться в будущей работе.

3. Для облегчения и оптимизации своей работы каждый преподаватель разрабатывает методические рекомендации для практических занятий и самостоятельной работы, а наиболее заинтересованные в иностранном языке, как таковом, и методике его преподавания, в частности, в своих попытках систематизировать и упорядочить передовые методики готовят учебные пособия. Растущая потребность работодателей в специалистах со знанием языка требует корректировки и данного вида работы. Необходим постоянный мониторинг качества существующих на кафедре методических работ [4]. Оптимальными видятся разработки, сочетающие задания разных уровней сложности, направленные на развитие умений и выработку навыков восприятия информации на слух (аудирование), говорения и письма, а также имеющие электронный вариант, что позволяет использовать их и при дистанционном обучении.

Многолетний опыт работы и часто задаваемые студентами вопросы убеждают включить в методички для самостоятельной работы информацию о лучших учебниках по грамматике и рейтинг лучших книг и учебников для изучения английского языка с указанием преимуществ и недостатков каждого из них. Такая дополнительная информация может быть полезна как для слабо успевающих студентов, так и для обучающихся, ищущих дополнительные возможности изучения языка.

4. К сожалению, приходится констатировать, что некоторые преподаватели иностранного языка по-прежнему игнорируют или минимально используют в ходе проводимых занятий задания, имеющие коммуникативную направленность. Как результат, обучающиеся не только лишаются разговорной практики, но и начинают испытывать страх выразить свои мысли на английском языке. Студентов просят переводить тексты с английского языка на русский, а эффект данного вида упражнений недостаточно велик. Как показывает опыт работы, гораздо эффективнее оказываются задания на русско-английский перевод различных коммуникативных ситуаций с последующим обсуждением допущенных ошибок и неточностей [5].

Развить умения самостоятельного монологического и диалогического высказывания помогут многочисленные условно-коммуникативные упражнения в виде таблиц множественного выбора, помогающие обучающимся понять возможную структуру своего высказывания и примерные фразы его наполнения, отработать построение отдельно-взятых предложений.

5. О необходимости профессионально-ориентированного обучения иностранному языку говорят все: преподаватели, сотрудники министерств, работодатели и даже сами студенты. Его, однако, нельзя сводить только к работе с текстами по специальности какими бы новыми и современными они не были [6]. Применение в ходе занятий готовых диалогов, моделирующих потенциально возможные ситуации в автосервисе, дилерском центре, компании грузоперевозок, а также упражнения на заполнение пропусков в подобных диалогах и составление самостоятельных высказываний вызывают живой интерес у обучающихся. На начальном этапе обучения предлагаемые диалоги

часто содержат английские и русские реплики в соотношении 50:50, затем появляются варианты с пропущенными репликами, которые требуется восстановить. На продвинутом этапе обучения студенты самостоятельно составляют диалоги в соответствии с предлагаемыми в задании коммуникативными намерениями [7]. Задача преподавателя заключается в постоянном поиске и вплетении в ход учебных занятий таких упражнений. Возможностей найти готовые ситуации предостаточно (готовые учебно-методические разработки и информационные Интернет-ресурсы), а доработать, дополнить или скорректировать найденные материалы может каждый уважающий себя и любящий своих студентов преподаватель. В противном случае есть смысл задуматься о смене профессии.

6. Сокращение аудиторных часов в пользу увеличения учебного времени, отводимого на самостоятельную работу обучающихся вынуждает преподавателя искать возможности ее оптимизации с целью ликвидации имеющегося дефицита часов контактной работы, предписанных в учебных планах. Это может быть:

- составление глоссария по тексту;
- подготовка презентации страны, предприятия, автомобильного бренда, выполненная на английском языке;
- написание домашнего эссе (моя будущая профессия, роль иностранного языка, мой университет / факультет);
- составление диалога по предложенным коммуникативным / профессиональным намерениям;
- упражнения на русско-английский перевод;
- чтение адаптированных рассказов, страноведческих и профессиональных текстов с кратким изложением прочитанного.

Как показывает практика, чем активнее обучающийся вовлечен в чтение на иностранном языке, тем выше его потребность в чтении. При этом очень важно, что читает студент. Требуются интересные и доступные по языку материалы, которые смогут помочь преподавателю с мотивацией его подопечных [8, 9, 10].

Подводя некоторые итоги, можно отметить, что успех овладения иностранным языком зависит от методической гибкости преподавателя, его готовности и способности сочетать разные методы работы, направленные на формирование необходимой мотивации, развитие ряда лингвистических знаний и умений, совершенствование самостоятельной работы.

Библиографический список

1. Никитина, С.В. Использование новых технологий при изучении английского языка будущими инженерами/ С.В. Никитина, А.И. Локтионов // Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курск :

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2020. – С. 339-344.

2. Мезенцева, Е.М. Роль изучения иностранного языка в будущей карьере выпускника вуза/ Е.М. Мезенцева, Д.Д. Гридина Д.Д., Д.В. Козлитина // Сб.: Молодежная наука – гарант инновационного развития АПК : Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 265-269.

3. Капранчикова, К.В. Роль иностранного языка при подготовке конкурентоспособных специалистов в неязыковом вузе/ К.В. Капранчикова, Е.Л. Завгородняя // Сб.: Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы научной и учебно-методической конференции научно-педагогических работников и аспирантов ВГАУ. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 65-69.

4. Мусаев, Ф.А. Педагогические инновации в вузе/ Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова, Н.И. Морозова, В.В. Романов. – Рязань : ИП Коняхин А.В. (Bookjet), 2019. – 156 с.

5. Романов, В.В. Развитие умения думать по-английски на занятиях по иностранному языку в аграрном вузе/ В.В. Романов, И.В. Чивилева, Е.В. Степанова // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 460-464.

6. Романов, В.В. Возможности совершенствования профессионально-ориентированного обучения иностранному языку студентов автодорожных факультетов/ В.В. Романов, Е.В. Степанова, Е.Г. Меркулова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 484-488.

7. Романов, В.В. Возможности организации разговорной деятельности студентов на иностранном языке в аграрном вузе/ В.В. Романов, Е.В. Степанова // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 232-237.

8. Дубровин, Н.П. Возможности совершенствования домашней работы с текстами при изучении иностранного языка в неязыковом вузе/ Н.П. Дубровин, П.В., Романова, В.В. Романов // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2019. – № 1 (8). – С. 17-25.

9. Development prospects of transportation in the agroindustrial complex by reducing the damage of fruit and vegetable products when using the pneumatic container/ N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskiy, A.V. Shemyakin, I.A. Yukhin, D.A. Fedyashov, I.A. Piskachev // International Journal of Engineering and Technology(UAE). – 2018. – Т. 7. – № 4.36. – С. 914-919.

10. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al. – 2019. – IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – Sci. 341 012145.

УДК 631.353.3

*Ряднов А.И., д. с.-х.н.,
Фандеев С.Ю.
ФГБОУ ВО ВолГАУ, г. Волгоград, РФ*

К ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ СЕНА В РУЛОНАХ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90255.

На сегодняшний день одним из самых эффективных способов заготовки сена является заготовка его в тюках и рулонах. В условиях Нижнего Поволжья наибольшее распространение получила заготовка сена в рулонах. При уборке сена, спрессованного в рулоны, следует использовать максимально эффективную в данных условиях технологию. Решение проблемы выбора технологии уборки сена в рулонах может быть основано на использовании комплексного критерия эффективности, учитывающего ряд независимых частных показателей. Теоретической основой выбора комплексного критерия эффективности уборки сена в рулонах может являться методика, представленная в работе [1]. Выбор частных показателей эффективности технологии уборки зависит от множества факторов, в том числе и от применяемых технических средств. Следует также отметить, что в действительности выбор технологии уборки начинается еще на этапах ее планирования.

Технология заготовки спрессованного в рулоны сена включает в себя совокупность операций по скашиванию, сушке, прессованию, транспортировке и хранению рулонов. Каждая операция имеет важное значение и свои временные промежутки. Здесь важно время, затрачиваемое на проведение данных операций. Оно будет одним из основополагающих наряду с подбором технических средств. В зависимости от убираемой культуры, места уборки, объема заготовки и погодных условий, соответственно будет зависеть и подбор самих технических средств.

Основываясь на материалах, представленных в работах [2, 3, 4], можно выделить четыре основных этапа уборки спрессованного сена.

Первый этап включает в себя несколько операций. Скашивание различных культур для использования их в качестве сена определяется с учетом вегетативной фазы в периоде, когда в растениях преобладают полезные микроэлементы, а также возможностью ее повторного укоса [5]. Обычно выбор косилки определяется объемом и видом убираемой культуры. Проводить операцию по скашиванию трав можно навесными или прицепными, роторными или сегментными косилками, таким как КПП-4,2; КРН-2,1; КСФ-2,1

и др. В случае уборки больших объемов целесообразно воспользоваться кормоуборочным комбайном.

Далее следует операция, способствующая равномерной сушке скошенной травы, ворошение. Проведение данной операции также зависит от некоторых условий, а именно, от типа убираемой культуры и погодных условий [6]. Некоторые культуры, например, суданская трава сохнет в поле дольше в отличие от луговых трав. Конечно, данная ситуация зависит от погодных условий различных регионов страны, в которых возделывают и убирают актуальные для них культуры. Ворошение большого урожая сена, как правило, проводят засветло в течение 3 дней, каждые 3-4 ч, за исключением случаев ухудшения погодных условий. Для проведения операции по ворошению используются навесные и прицепные валковые грабли (ворошилки), например, ГВК 4/3, ГВС-6У, ГВБ-6,2 и др. Высушенное и сложенное в валки сено готово к следующему этапу его заготовки.

Второй этап уборки – прессование сена в рулоны. Правильный подбор пресс-подборщика, а также размер рулона и плотность его прессования также определяется видом и объемом убираемой культуры. Для прессования сена в рулоны могут применяться следующие модели пресс-подборщиков: ПРП-1,6; ПР-Ф-180; ППР-120 «Pelikan» и др.

Оптимальная влажность сена перед прессованием должна составлять 20–22%, а влажность готовых к хранению рулонов должна варьироваться в пределах 17–18%, если скошенному сену удалось достаточно хорошо просохнуть. Плотность прессования при нормальных условиях устанавливается в пределах 140–190 кг/м³. В связи с неблагоприятными погодными условиями сено может недостаточно просохнуть. В таком случае уже спрессованное в рулоны сено оставляют досушивать в поле. Однако, такой вариант оставляет за собой временные потери, а также опасность ухудшения погодно-климатических условий, которое может привести к потерям сырья. Появляется необходимость в использовании химических консервантов или досушивания рулонов при помощи активного вентилирования.

В процессе подбора и прессования сена и внесении химических консервантов [7] используют специальное оборудование, которое устанавливают на пресс-подборщике. Это оборудование вносит химический консервант на сено, которое прессуется в рулон и рулон оборачивается защитной пленкой. Следует отметить, что плотность прессования рулонов сена, подверженных дальнейшему досушиванию в условиях активного вентилирования, не превышает 120 кг/м³.

Третий этап, погрузка и транспортировка. Рулоны сена готовы к транспортировке к месту их хранения. Технические средства для транспортировки рулонов сена следует выбирать по комплексному критерию эффективности [1], который учитывает ряд важнейших факторов, в том числе и расход топлива [8]. Погрузочные и транспортные рабы могут различаться в зависимости от доступности и грузоподъемности технических средств [9, 10, 11]. Так погрузочные работы могут выполняться при помощи

погрузчиков-стогометов (ПФ-0,5М, СНУ-550 и др.) в кузов тракторного прицепа (2ПТС-4, ПРТ-8 и др.) или грузового автомобиля. Однако имеются модели транспортировочных погрузчиков, преимущество которых состоит в их универсальности, позволяющей самостоятельно проводить операции по погрузке и транспортировке, а также и разгрузке рулонов (ПРТ-12, ПР-18 и др.). Такие машины активно используют за рубежом, но также набирают популярность в хозяйствах нашей страны.

Четвертый этап, подготовка и хранение. Как упоминалось ранее, недостаточно просохшие рулоны сена подвергают операции сушки активным вентилированием, по итогу которого влажность рулонов достигает 17–18%. После чего их размещают на хранение. Рулоны, обработанные химическим консервантом, а также рулоны, которые удовлетворяют всем необходимым требованиям, готовы к размещению и хранению. Хранить рулоны можно под навесами или на специально подготовленных площадках. Рулоны укладывают в штабеля таким образом, чтобы избежать негативных последствий во время дождя и ветра, затем накрывают пленкой или брезентом. Варианты технологий заготовки сена в рулонах представлены на рисунке 1.

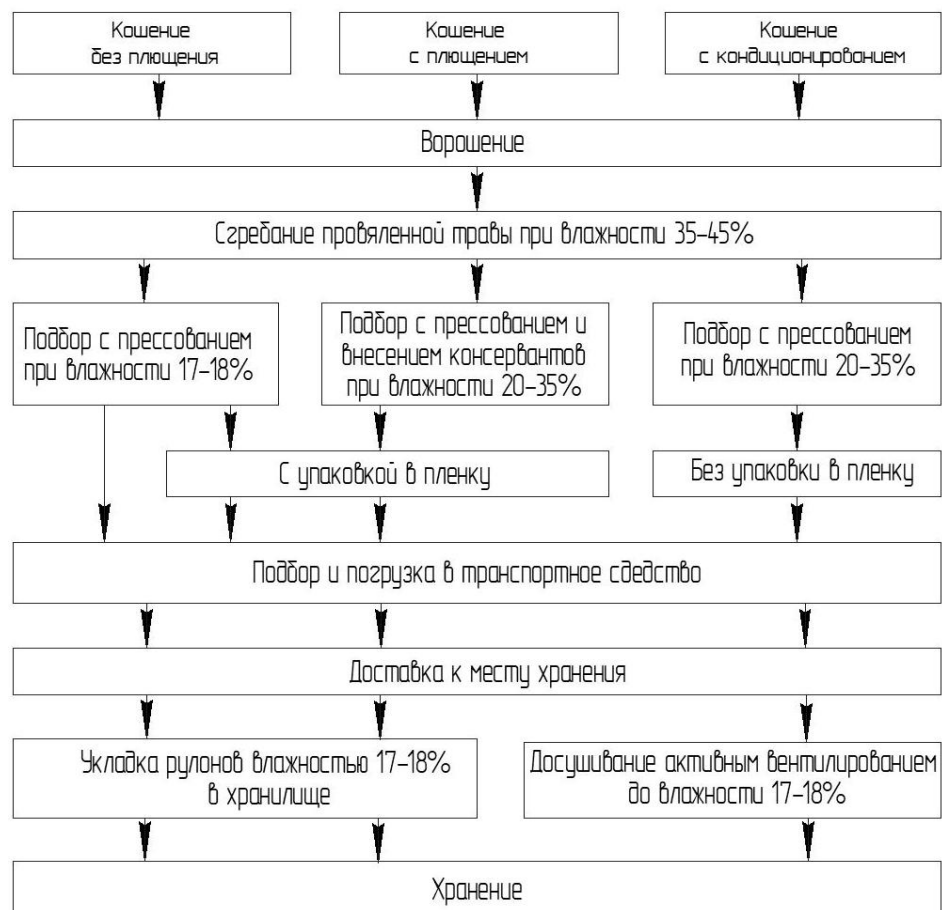


Рисунок 1 – Технологии заготовки сена в рулонах

Проанализировав изложенное выше, можно сделать вывод, что технология заготовки спрессованного сена в рулоны в различных условиях не так однозначна. Существует необходимость выбора технологии

по комплексному критерию, но при этом всячески подстраивать методы уборки по возможности и доступности. В различных регионах, со своими особенностями и климатическими условиями, технология заготовки сена в рулонах может кардинально изменяться. Эти изменения касаются не только методов уборки, но и правильного выбора технических средств, позволяющих реализовать максимально эффективную технологию.

Библиографический список

1. Бышов, Н.В. Методика комплексной оценки эффективности использования транспорта в сельскохозяйственном производстве/ Н.В. Бышов, А.И. Ряднов // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 1 (41). – С. 104-108.

2. Валге, А.М. Оценка эффективности технологических процессов заготовки кормов из трав/ А.М. Валге, А.И. Сухопаров // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2018. – № 96. – С. 129-138.

3. Ларетин, Н.А. Качество и эффективность производства объемистых кормов/ Н. А. Ларетин, Е.П. Чирков, А.В. Дронов // Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – № 2 (10). – С. 223-231.

4. Маклахов, А.В. Совершенствование технологии заготовки сена в рулонах/ А.В. Маклахов, В.К. Углин, В.Е. Никифоров // Владимирский земледелец. – 2017. – № 4 (82). – С. 28-30.

5. Муслимов, М.Г. Влияние сроков уборки суданской травы на урожайность и качество зеленой массы/ М.Г. Муслимов, А.С. Салаватов, Н.С. Таймазова // Вестник АПК Ставрополя: – 2016. – № 3 (23). – С. 197-200.

6. Терентьев, А.В. О выборе варианта технологии заготовки высококачественного сена, прессованного в рулоны, в зависимости от климатических условий/ А.В. Терентьев // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2009. – № 81. – С. 174-181.

7. Зыков, А.В. Эффективность химических консервантов при заготовке прессованного в рулоны сена повышенной влажности/ А.В. Зыков, В.А. Юнин, А.М. Захаров // Теоретически и научно-практический журнал ИАЭН. – 2019. – № 1 (98). – С. 138-145.

8. Ряднов, А.И. Выбор транспортного средства для перевозки рулонов сена по затратам на топливо-смазочные материалы/ А.И. Ряднов, О.А. Федорова, И.В. Алмазов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 364-371.

9. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков, А.С. Попов, К.А. Жуков // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 101. – С. 2060-2075.

10. Аникин, Н.В. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, И.А. Успенский,

И.А. Юхин и др. // Сб.: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса. – Пенза, 2009 – С. 111-113.

11. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – 2009. – С. 18-20.

УДК 631.356.4.02

*Салохиддинов Н.С.,
Рустамов Р.М., д.т.н.
НаМИСИ, г. Наманган, РУ*

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ-ПОГРУЗЧИКА КП-2

Уборка картофеля производится в настоящее время в Узбекистане с использованием картофелекопателей. Основные трудозатраты при уборке картофелекопателями идут на подбор клубней с поля после их вытопки и погрузку картофеля в транспортные средства для отвоза с поля. Число рабочих подборщиков за картофелекопателем P определяется по общеизвестной формуле [1, 2, 3].

$$P = \frac{\Pi}{T} (42 + 3,7У), \quad (1)$$

где Π – производительность копателя за смену, га;

T – продолжительность смены для подборщиков, часы;

$У$ – урожайность картофеля, тонна/га.

Откуда следует, что для подбора картофеля за 2-х рядным картофелекопателем требуется 40...50 рабочих, поэтому применение комбайнов и копателей-погрузчиков существенно уменьшает трудозатраты и потери картофеля. Однако следует отметить, что комбайны и копатели-погрузчики сложные материалоемкие машины других странах СНГ и Европе. В них для подъема и погрузки картофеля в транспортные средства применяются специальные подъемные ковшевые, лопастные и др. транспортеры.

Следует также отметить, что сепарация клубней от почвы и др. примесей в этих машинах в тяжелых почвенно-климатических условиях не всегда удовлетворительна.

Поэтому упрощение конструкции комбайнов за счет упразднение подъемных транспортеров и улучшение сепарации клубней в комбайнах и копателях погрузчиках является важной народнохозяйственной задачей. Копатели погрузчики во многих случаях могут заменить более сложные картофелеуборочные комбайны. В последнее время за рубежом копатели-погрузчики применяют для укладки клубней в междурядье соседних необработанных рядков, что позволяет повысить производительность и убирать

картофель до подхода транспортного средства. Копатели-погрузчики производятся за рубежом и целесообразна разработка такой машины для стран СНГ, с использованием в этой машине нового подъемного центробежно сепарирующего пруткового элеватора, разработке и обоснованию параметров которого посвящена настоящая работа.

Поскольку, в настоящее время очевидно целесообразно принятие в качестве базы для дальнейшего совершенствование картофелеуборочных машин, приспособленных для этой работы в условиях Узбекистана, комбайн ККУ-2А «Дружба» и картофелекопатель КСТ-1,4, а также их технологические схемы и основные рабочие органы [2, 4].

Нами, совместно с Рязанским СХА были проведены ряд исследований, цель которых являлось выявление возможных путей создания на базе картофелекопателя КСТ-1,4, картофелекопателя-сепаратора ККС-1,4 для работы в сложных почвенно-климатических условиях Узбекистана.

Используя результаты исследований [5] не трудно считать, что при нормальном функционировании скоростного элеватора сход с него почвы не превышает 20–25 кг/сек. Это значит, каскадный элеватор работает с недогрузкой, что приведет к повышению повреждаемости клубней картофеля.

Это особенно заметно при работе в легких условиях, необходимо ли в связи с этим разработать подкапывающий рабочий орган, способный обеспечить более высокое резание пласта? Нет. По-видимому, наиболее рациональным является для данных условий, изменение конструкторских и технологических схем картофелекопателя КСТ-1,4, путем введения дополнительного рабочего органа, что и было реализовано в картофелекопатель-сепараторе, путем взаимозаменяемости рыхлительного барабана с баллоном-комкодавительем.

В результате поисков и анализов и в совместной работе Наманганской производственной базой по производству семян картофеля и овоще-бахчевых культур в НИТИ, разработан картофелекопатель-сепаратор ККС-1,4-«Узбекистан» (рисунок 1) [6].

По принципу работы эта машина не отличается от машины фирмы «Grimml», а по конструктивным исполнениям отличается значительно.

Нами разработан картофелекопатель с центробежной сепарацией (рисунок 1), сепарирующий рабочий орган которого служит одним из объектов исследований и состоит из пруткового полотна элеватора 1, прижимного эластичного барабана 3, реборды направляющей 4, по которой движется прутковое полотно элеватора, прорезиненных прутков 2 элеватора, которые уменьшает повреждения клубней картофеля и ведущего вала элеватора 5. Отсепарированные клубни попадают после выхода из под барабана в поперечный транспортер 6.

В этом элеваторе с центробежной сепарацией происходит изменение направления потока сепарируемой массы на противоточное. В таком элеваторе угол обхвата значительно больше, и составляет 130...150.

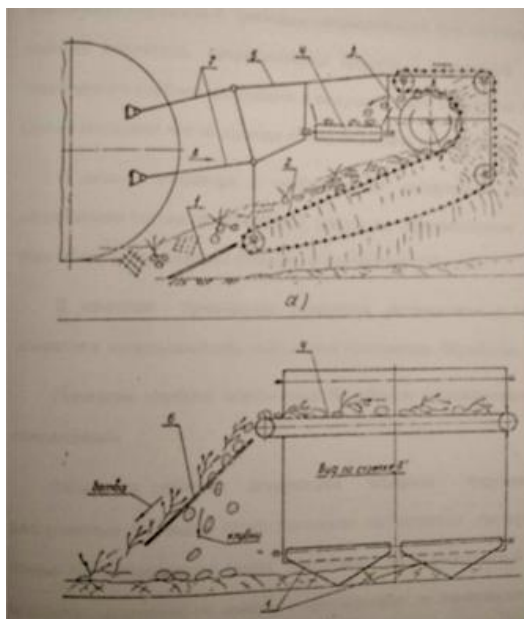


Рисунок 1 – Технологическая схема картофелекопателя-сепаратора ККС-1,4 Узбекистан: а) вид сбоку; б) вид спереди

В качестве прижимных элементов, установленных над рабочей ветвью элеватора, использовались эластичные прижимные барабаны.

Прижатие клубней эластичным барабаном незначительное и не вызывает повреждения.

Сепаратор работает следующим образом: подрезанный и частично разрушенный лемехами пласт поступает на элеватор, где происходит сепарация почвы. Не разрушенные комки поступают на рыхлительный барабан, который, вращаясь, ударяется по комкам и протаскивает по поверхности элеватора, тем самым разрушая комки и улучшая эффективность сепарации [7, 9, 10, 11].

Во время работы как картофелекопатель рыхлительный барабан заменяется баллоном комкодавитель (рисунок 1).

Попытка модернизации серийного комбайна в направлении повышение его производительности за счет увеличения сепарационной поверхности и некоторых изменений скоростных режимов и конструкций рабочих органов без принципиального изменения технологической схемы комбайна не дала положительных результатов. Поэтому, учитывая, недостатки существующих комбайнов, решая вопрос создания машины для уборки картофеля в условиях Узбекистана, мы старались создать машины на базе существующих машин, введя в него соответствующие новые рабочие органы, сделали его работоспособным в условиях Узбекистана. При создании комбайна было установлено, что баллон-комкодавитель может путем центробежной сепарации обеспечить подъем клубней вверх.

По результатам исследований, выполненных нами на экспериментальной установке, определилась компоновка баллона-комкодавителя в картофелеуборочном комбайне.

С нами совместно с ГСКБ Рязань и Рязанским государственным аграрно-технологическим университетом, в НИТИ проводилась работа по созданию копателя погрузчика КП-2 [7, 8, 12, 13, 14].

Этот картофелекопатель-погрузчик создан на базе картофелекопателя КСТ-1,4. В этой машине отделение клубней от почвы и подъем их для погрузки в кузов транспортного средства осуществляется новым устройством подъемным центробежным сепарирующим прутковым элеватором (ПЦСПЭ).

На рисунке 2 представлена схема картофелеуборочной машины-погрузчика, которая после выкапывания картофеля и отделения клубней от устройства сепарирует почву под действием центробежных сил, а подъем почвы и других примесей загружает их рядом идущий транспорт.

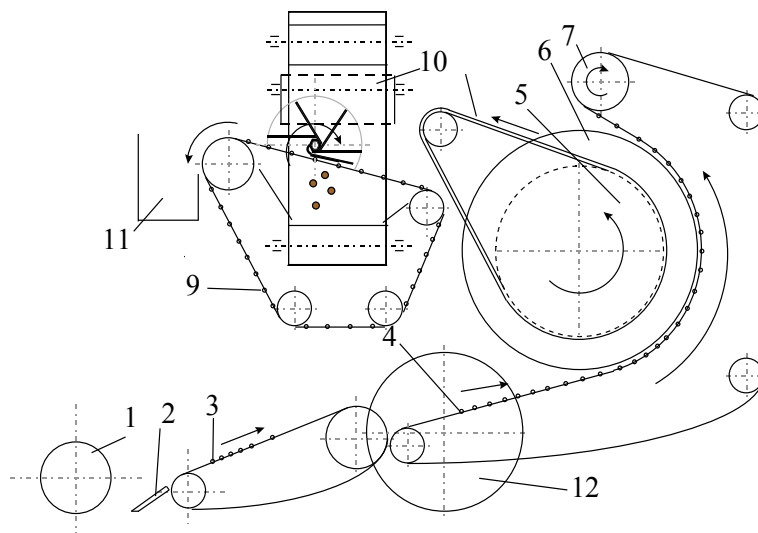


Рисунок 2 – Схема картофелеуборочного комбайна КП-2:

- 1 – опорный каток; 2 – подкапывающие лемехи; 3 – прутковый элеватор;
- 4 – подъемно сепарирующий элеватор; 5 – направляющий барабан с ребордами 6;
- 7 – ведущий вал второго элеватора; 8 – подающий ленточный транспортер;
- 9 – ботвоудаляющий редко-прутковый элеватор; 10 – поперечно-загрузочный транспортер;
- 11 – ботвоотводящая решетка; 12 – ходовые колеса; 13 – бита

Это устройство сепарирует почву под действием центробежных сил, а подъем клубней производит отличие от известных машин, без ковшей или лопастей. Концентрично полотну центробежного элеватора расположен барабан с ленточным транспортером. Клубни, поднимаясь на центробежном элеваторе вверх, попадают далее на ленточный транспортер, который погружает их в кузов транспортного средства. Между ленточным транспортером на барабане и центробежным элеватором, имеется зазор, который устанавливается в пределах 30...120 мм в зависимости от почвенно-климатических условий и крупности клубней. Для работы необходимо чтобы клубни поднимались подъемно-сепарирующим устройством. Картофелекопатель-погрузчик защищен патентом РФ № 2048726.

Библиографический список

1. Бишон, К.Ф. Механизация производства и хранения картофеля/ К.Ф. Бишон, У.Ф. Мондер. – М. : Колос, 1983. – 256 с.
2. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины/ Г.Д. Петров. – М. : Машиностроение, 1984. – 320 с.
3. Петров, Г.Д. Исследование технологических схем картофелеуборочных комбайнов/ Г.Д. Петров, А.А. Сорокин, Г.Ф. Плешаков // Отчет по теме № 2303/ВИСХОМ. – М., 1958. –128 с.
4. Петров, Г.Д. Отчет заключительный по НИР/ Г.Д. Петров, А.А. Сорокин, И.А. Ермаков, В.И. Славкин, Г.С. Алферов // ВИСХОМ шифр 05.107-88-№ ГР 01860017765. – М., 1989. – 135 с.
5. Петров, Г.Д. Исследование центробежного барабанно-шнекового сепаратора для картофелеуборочной машины/ Г.Д. Петров, В.И. Халабузарь // Труды ВИСХОМ. № 40. – М., 1963. – 155 с.
6. Сорокин, А.А. Изыскание, исследование и совершенствование рабочих органов картофелеуборочных машин с целью повышения сепарирующей способности, надежности и долговечности при снижении повреждений клубней/ А.А. Сорокин // Отчет по теме 2303/ ВИСХОМ. – М.,1975. –123 с.
7. Сорокин, А.А. Картофелеуборочный комбайн с центробежным сепаратором/ А.А. Сорокин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. –1960. – № 6. – С. 22-24.
8. Сорокин, А.А. Картофелеуборочный комбайн с центробежным сепаратором/ А.А. Сорокин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1971. – № 10. – С. 28-29.
9. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев, К.А. Жуков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 12-15.
10. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин и др.// Вестник МГАУ. – 2009. – № 2. – С. 38-40.
11. Анализ процесса выгрузки сельскохозяйственной продукции из усовершенствованного кузова тракторного прицепа/ С.В. Колупаев, И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2015. – № 08 (112). – С. 778-801. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/58.pdf>
12. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – 2009. – С. 18-20.

13. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов : Монография / Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

14. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины/ М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

15. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/26>

УДК 625.7

*Сахетмырадов Ш.А.,
Шаммедов М.Н.
Туркменский СХУ, г. Ашхабад, РТ*

ПОЛНОСТЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ АВТОСТОЯНКА

Одной из самых актуальных проблем мегаполисов является перегруженность автомобилями, количество которых увеличивается с каждым годом. Дефицит и благоустройство парковочного пространства выдвигает задачу комплексного решения управления парковками. Это приводит к поискам новых решений, обладающих инвестиционной привлекательностью и нацеленных на увеличение эффективности функционирования автомобильных парковок [1]. Сегодня автоматические и автоматизированные парковки имеют широкое распространение в самых разных отраслях и направлениях народного хозяйства. Автоматическая парковка наиболее активно используется на объектах с высокой транспортной загрузкой, с целью автоматизации процесса въезда-выезда, учета времени нахождения автотранспорта на автостоянке и расчета стоимости оплаты, распознавания номеров, фиксации изображений въезжающих и выезжающих автомобилей и водителей [2, 3, 4].

В статье приводятся методы формирования архитектурной среды паркингов в структуре мегаполисов. Актуальность статьи обуславливается тем, что сегодня на практике нет чётко обозначенных позиций, как и какими методами необходимо формировать архитектурную среду паркинга. В действующих нормах прописаны лишь необходимые нормы, которые гарантируют безопасность постройки, но не её качественное обустройство и внешнее эстетическое восприятие [5, 6].

Сегодня автоматические и автоматизированные парковки имеют широкое распространение в самых разных отраслях и направлениях народного хозяйства [7].

Автоматизированная парковка – парковка, где автоматизирована часть процедур, и персонал принимает непосредственное участие в обслуживании

посетителей. Оборудование автоматизированных парковок обычно не содержит автоматических касс, въезд (выезд), расчеты за парковку производятся оператором. Парковка автоматизированная предполагает наличие въездного и выездного терминалов [8, 9, 10].

Автоматическая парковка – парковка, где автоматизированы все процессы, и персонал непосредственно не взаимодействует с клиентами. Системы автоматических парковок обязательно включают автоматические кассы для расчетов с посетителями. Такие парковочные системы отвечают всем самым современным требованиям. Автоматическая парковочная система сокращает затраты на обслуживающий персонал и обеспечивает более высокий уровень сервиса.

Автоматическая парковка, с автоматизацией процесса въезда-выезда, учета времени нахождения автотранспорта на автостоянке и расчета стоимости оплаты, распознавания номеров, фиксации изображений въезжающих и выезжающих автомобилей и водителей, наиболее активно используется на объектах с высокой транспортной загрузкой

Основные достоинства системы автоматической парковки:

- контроль въезда-выезда транспортного средства, с автоматической видеофиксацией состояния и номера транспортного средства и водителя для визуального контроля;
- информационное табло, информирующее о количестве свободных мест;
- автоматическое распознавание автомобильных номеров с последующим занесением в базу данных;
- возможность использования и отслеживания служебных пропусков;
- возможность удаленного наблюдения за работой автопарковки и возможность вносить изменения в программу владельцем автопарковки: изменять тарифы, контролировать работу системы и персонала;
- возможность обрабатывать неограниченное количество автомобилей на автостоянке, в т.ч. с учетом заключенных договоров резервирования парковочных мест и пользователей-сотрудников;
- осуществление проезда может осуществляться посредством парковочного талона со штрих-кодом, бесконтактным картам доступа, функции определения и распознавания номера транспортных средств;
- ведение и хранение журналов с информацией о въезде-выезде транспортных средств, действий оператора парковки и работоспособности системы в целом;
- ведение и хранение фото и видео журналов;
- возможность быстрого поиска и генерирование отчетов по всем событиям.

Автоматизированной системы парковки позволит:

- 1) автоматизировать процесс учета времени парковки;
- 2) автоматизация системы оплаты на основе талонов со штрих-кодом и бесконтактных карт доступа;

3) удобный контроль и анализ финансовой деятельности парковочного комплекса;

4) сокращение числа злоупотреблений со стороны клиентов и персонала автостоянки;

5) мониторинг событий системы в режиме реального времени;

6) повысить скорость обслуживания клиентов;

7) проводить сверку номеров и внешнего состояния транспортных средств при въезде и выезде с сохранением данных;

8) контролировать пропускной режим на автостоянке и повысить уровень безопасности по сохранности автомобилей на объекте;

9) сократить расходы по содержанию персонала по обслуживанию автостоянки.

Программная часть работает по принципу «Клиент-Сервер», сервер управляет логикой работы системы в целом, обрабатывает события въезда-выезда, видеофиксацию транспортных средств, распознавание номеров, ведение журналов, фото видео архивов и формирование отчетов. С помощью клиентской части автоматизированной системы парковки оператор парковки осуществляет мониторинг системы, управляет оплатой и въездом-выездом.

Автоматизированной системы парковки позволяет производить въезд-выезд по парковочному талону, бесконтактным картам доступа, с помощью функции распознавания номера транспортных средств. Парковочный талон со штрих-кодом, на котором фиксируется время и дата въезда, а так же время бесплатной парковки хорошо применим для организации парковки для разовых посетителей. Бесконтактные карты доступа и функция распознавания номера транспортных средств хорошо применимы для организации парковки для постоянных посетителей.

Оплата при выезде с парковки может происходить с помощью оператора либо с помощью автоматической кассы. Стоимость размещения транспортных средств на стоянке определяется гибкой тарифной сеткой, которую устанавливает владелец платной парковки. Задание тарифов производится путем заполнения соответствующих данных в программном обеспечении системы и может быть выполнено только администратором системы.

При утрате / порче билета, благодаря функции распознавания автомобильных номеров и интегрированной системы видеонаблюдения, можно установить точную дату и время въезда / выезда любого клиента.

Оснащение парковочного комплекса автоматизированной системой парковки дает администрации следующие преимущества:

- повышение уровня лояльности клиентов – они, без сомнения, оценят комфорт и безопасность;

- постоянный мониторинг ситуации, в том числе с помощью удобных графических планов. Хранение информации для дальнейшего анализа и выработки оптимальной стратегии управления;

- оптимизация поиска свободного места, минимальное время и маршрут и, как следствие, меньшая загазованность;

- на больших паркингах из-за невнимательности водителей обычно не заполнены до 20% мест. Автоматизированная система навигации позволит избежать этого;

- управление парковкой – обычно поток машин неравномерен как на протяжении недели, так и в течение дня. Данная система дает возможность выбрать оптимальное управление парковкой в любой момент времени. Например, когда машин мало, можно последовательно заполнять этажи или зоны парковки. При этом часть паркинга остается совершенно свободной, что существенно экономит расходы на освещение, вентиляцию и уборку;

- увеличение количества мест до 10% благодаря применению навигационной системы – на этапе проектирования, а в некоторых случаях и на действующей парковке. Это достигается за счет четкого указания маршрута водителю к свободному месту;

- контролирование выручки за пользование паркингом и возможность интеграции с расчетно-кассовой системой.

Ультразвуковой датчик устанавливается над каждым парковочным местом и определяет присутствие автомобиля. Сигнал от датчиков поступает на сетевой контроллер, где после обработки передается на информационные табло, установленные на въездах и разветвлениях. На них высвечивается количество свободных мест и направление движения. В составе системы могут быть использованы двухсекционные светофоры. Для инвалидов предусмотрена отдельная навигация к выделенным для них парковочным местам. Контроллеры обмениваются информацией между собой и сервером по сети Ethernet. Журнал всех событий системы хранится в базе данных на сервере. На графических планах рабочих станций в режиме реального времени отображаются все парковочные места и их состояние. Модульная структура системы позволяет обслуживать автостоянки любой емкости.

В будущем большинство парковок будут работать в беспилотном режиме. Приехав домой или в торговый центр – машина сама паркуется, нужно ехать дальше – сама приезжает с парковки. Принцип работы беспилотной парковки: приехав на парковку, вы оставляете автомобиль в зоне высадки и с помощью специального мобильного приложения нажимаете кнопку *Park* – «*припарковать машину*». Активируется автопилот и автомобиль сам находит свободное место и паркуется. Для того чтобы вызвать машину, вы подходите к зоне посадки и нажимаете в приложении кнопку *Pick me up* – «*забери меня*». Активируется интеллектуальная система, автомобиль запускается и едет автономно в зону посадки и останавливается возле вас. Работу беспилотника обеспечивают набор датчиков и камер в автомобиле и датчики на территории парковки. Для информирования других участников движения об активации беспилотного режима используется специальная подсветка автомобиля. Беспилотник приезжает сам в зону посадки, после чего вы садитесь в автомобиль и продолжаете путь в обычном режиме. Полностью автоматизированная парковка является новым шагом на пути к полностью автономному вождению. Автономная парковка работает благодаря

интеллектуальной гаражной инфраструктуре в сочетании с технологией автомобилей. Специальные датчики на парковке контролируют проезды коридор и его окрестности и управляют автомобилем. Технология в машине преобразует команды в движение автомобиля и при необходимости останавливает беспилотник. Например, если перед движущимся беспилотом внезапно появится человек или другой автомобиль – машина остановится. Парковка без водителя обеспечивает более эффективное использование имеющихся парковочных мест – на той же площади помещается на 20% больше транспортных средств. Связано это с тем, что машины паркуются более плотно и по всем правилам.

Недостаток мест хранения в центре города и жилых районах является основной причиной застоя хозяйственной жизни делового центра, к серьезному расстройству экономики города в целом и ограничению его дальнейшего развития. Увеличение числа полностью автоматизированных парковок в городском центре имеет важное значение для развития всего города. Поэтому в целях охраны окружающей среды, создания комфортных условий для проживания, увеличения машиномест, необходимо заранее продумывать комбинированные места хранения автомобилей. Использование полностью автоматизированных автостоянок в проектировании зданий современных тенденций градостроительства, позволит сделать города нашей страны экономичными и удобными для проживания [2].

Библиографический список

1. Адамовичус, В.П. Гаражи и стоянки/ В.П. Адамовичус. – М. : Строиздат, 2004.
2. Рябкова, Е.Б. Проектирование многоэтажных гаражей и автостоянок/ Е.Б. Рябкова. – Хабаровск : ТОГУ, 2014.
3. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе / Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 107. – С. 443-458.
4. Byshov, N. Method of Traffic Safety Enhancement with Use of RFID Technologies and its Implementation Original Research Article/ N. Byshov, A. Simdiankin, I. Uspensky // Transportation Research Procedia. – 2017. – V. 20. – Pp. 107-111.
5. Навигация транспорта с использованием RFID-технологии/ Н.В. Бышов, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, А.Х. Мусли // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы X Международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2017. – С. 17-23.
6. Бышов, Н.В. Технология создания информационной транспортной модели города, включающей существующие и планируемые транспортные сети // Управление экономическими системами. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru>

7. Анализ методов разработки технических систем/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Материалы III Международной научной конференции. – Саратов, 2016. – С. 74-78.

8. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам/ А.С. Колотов, И.Н. Кирюшин, Н.В. Аникин, И.А. Юхин // Сборник научных работ студентов РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 255-256.

9. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 04 (108). – С. 1058-1071.

10. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

11. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения/ Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.

12. Экономическая эффективность деятельности автотранспортного комплекса. Характеристика и анализ состояния транспорта Рязанской области/ Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2020. – 276 с.

УДК 629.113.004.53

*Семьнин М.В.,
Кокорев Г.Д. д.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Семьнин В.В., к.т.н.
ФГБОУ ВО РВВДКУ, г. Рязань, РФ:*

СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ АВТОМОБИЛЯ В ДВИЖЕНИИ

Безопасность движения автомобильного транспорта в значительной степени определяется эффективностью действия тормозной системы (ТС).

Эффективность ТС определяется по определенной оценке тормозного пути или времени движения автомобиля до полной остановки [1]. Чем эффективнее действие ТС, тем выше безопасная скорость, которую может допустить водитель, и тем выше скорость движения автомобиля на всем маршруте. Кроме того, торможение необходимо не только для быстрой остановки автомобиля при внезапном появлении препятствий, но и как средство управления скоростью его движения.

Структура тормозного управления автомобиля и требования, предъявляемые к нему, обусловлены ГОСТ-22895-95. Согласно этому стандарту тормозное управление должно состоять из четырех систем: рабочей, запасной, стояночной и вспомогательной. Допускается наличие общих элементов, но при этом должны присутствовать не менее двух органов управления, носящих независимый характер.

Каждая из этих систем включает в себя тормозные механизмы, обеспечивающие создание сопротивления движению автомобиля и тормозной привод, необходимый для управления тормозными механизмами (ТМ).

Конструкции автомобилей постоянно совершенствуются, но неизменным остаётся наличие ТС, которая способствует при необходимости остановить автомобиль, что сохраняет жизни пешеходов, водителей и пассажиров, а также остальных участников дорожного движения.

Из перечня основных неисправностей ТС водитель в движении может выявить только утечку в гидравлической или воздушной магистрали. Для выявления всех других неисправностей, связанных с неравномерностью торможения колес или нагревом отдельных ТМ, водителю нужно осуществлять остановку и производить осмотр непосредственно состояние самих ТМ, что не всегда возможно [2, 8, 9].

Актуальность данной темы заключается в том, что одним из наиболее важных факторов для обеспечения безопасности дорожного движения является исправное состояние ТС автотранспортного средства.

Своевременное выявление характерных неисправностей должно обеспечиваться диагностированием ТС. Диагностические параметры проверяют методами стендовых или дорожных испытаний ТС автомобиля [3, 10, 11].

Также, во время движения водитель с помощью контрольно-измерительных приборов в кабине автомобиля осуществляет контроль наличия в тормозной системе жидкости и воздуха в системе подачи сжатого воздуха (ТС с пневматическим приводом) [4, 5, 6, 7].

В процессе эксплуатации автомобильного транспорта фрикционные накладки тормозных колодок изнашиваются, в результате чего зазор между колодкой и внутренней поверхностью тормозного барабана в исходном выключенном состоянии рабочей ТС увеличивается. По различным причинам указанные зазоры изменяют свои величины с разной интенсивностью и величиной. Данное обстоятельство раскрывает причины таких неисправностей как: увод автомобиля в сторону при торможении; неравномерное торможение колес (фиксируется по срабатыванию на блокирование вращения колес) и, как следствие, неравномерный нагрев тормозных барабанов.

Кроме того, в случае заедания распорного кулака с валом в ТМ после торможения автомобиля колодки в одном из барабанов остаются в заторможенном состоянии, что влечет преждевременный износ накладок и снижение, вследствие предельно высокого разогрева, всех деталей механизма и ступичного подшипника с сальником. Вышедший из строя сальник

в дальнейшем будет пропускать масло из картера главной передачи во внутреннюю полость тормозного барабана, в результате – отказ работы ТМ.

Данные неисправности появляются вследствие нарушения периодичности проведения технического обслуживания автомобиля и неблагоприятных климатических условий эксплуатации автомобильного транспорта, вызывающих коррозию открытых либо недостаточно герметичных участков, узлов и деталей рабочей ТС, что приводит, как правило, к заеданию (закусыванию) разжимного кулака с валом. Вышеописанные неисправности, безусловно, влекут создание предпосылок к ухудшению тормозных свойств автомобиля во время движения, что в свою очередь безусловно ведет к снижению безопасности дорожного движения.

Однако, в движении исправность ТС водитель может контролировать только по уровню тормозной жидкости в бачке с помощью светового индикатора на панели приборов или давлению воздуха в контурах ТС по манометру на панели приборов, при этом все иные неисправности он может выявить только при остановке для контрольного осмотра по достижении определенного пройденного пути.

По величине и интенсивности нагрева тормозных колодок с достаточно высокой точностью можно контролировать и, более того, прогнозировать ресурс фрикционных накладок. При этом температуру механизма необходимо измерять в таком месте, где происходит наиболее полная передача тепла от фрикционных колодок и в то же время приемник тепла должен располагаться на неподвижной части механизма.

Данные по температурному режиму ТМ целесообразно обрабатывать с помощью аналитического диагностического блока, имеющего программное обеспечение, соответствующее конструкционным особенностям марки машины, на которой данная система используется. При этом, блок диагностирования состояния ТМ, сопоставляет интенсивность и величину нагрева ТМ механизмов и, в соответствии с заложенным алгоритмом, выдает информацию водителю на панель приборов.

Для определения температурного режима ТМ предлагается использовать ввинчиваемые термодатчики типа, представленного на рисунке 1.



Рисунок 1 – Ввинчиваемый термодатчик

Термодатчик необходимо расположить в свободной зоне щитка барабана рядом с осями тормозных колодок, таким образом, датчики смогут более точно и одинаково измерять температуру ТМ автомобиля.

Термодатчики всех ТМ соединяются с блоком диагностирования, необходимого для анализа состояния теплового режима работы ТМ и вывода информации на контрольно-измерительные приборы водителю.

На рисунке 2 представлена схема системы диагностирования ТМ автомобиля с помощью электронного блока диагностирования через смонтированные термодатчики на щитках ТМ. Из выполненного расчета определено, что установку термодатчиков целесообразно осуществлять в основании осей тормозных колодок, так как температура этих валов наиболее близка к температуре тела тормозных колодок и в то же время перепады температур в данном месте значительно ниже, чем в районе фрикционных накладок.

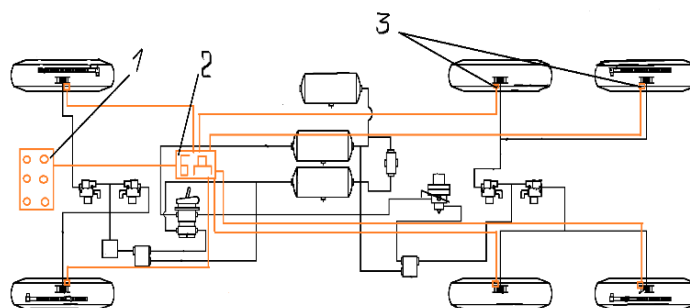


Рисунок 2 – Схема системы диагностирования тормозных механизмов:
1 – сигнальное табло технического состояния тормозных механизмов; 2 – блок диагностирования; 3 – термодатчики

С помощью этой системы диагностирования обеспечивается возможность контролировать работу рабочей ТС, а именно исполнительного органа – тормозных механизмов.

При нажатии на тормозную педаль, тормозные колодки прижимаются с силой к внутренней поверхности тормозных барабанов – тормозной механизм вступает в работу, термодатчики считывают температуру нагрева и передают информацию о температуре всех ТМ автомобиля на блок диагностирования для ее обработки.

В случае если разница по нагреву опорных пальцев тормозных накладок составляет не более плюс 40°С – состояние ТМ исправное. При разнице температурного режима каких-либо двух ТМ более плюс 40°С блок диагностирования сигнализирует водителя о неисправном состоянии ТМ. Водитель производит вынужденную остановку для определения причины неисправности и устраняет ее, что обеспечит недопущение преждевременного износа фрикционных накладок нагревающегося ТМ в результате заклинивания, например, разжимного кулака с валом во включенном состоянии.

Если по завершению торможения ТМ прекращает свою работу, колодки возвращаются в исходное положение, температура колодок уменьшается

на всех датчиках одинаково. Если температура на каком-то датчике не снижается или снижается с замедлением и разница по нагреву каких-либо двух ТМ составляет также более плюс 40°С – на сигнальное табло поступает с блока диагностирования информация о неисправности ТМ.

Таким образом, разработанная система диагностирования состояния ТМ позволяет снизить количество неисправностей, возникающих в ТМ автомобиля в движении, на 30%.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – М. : Стандартинформ, 2010. – С. 42-44.

2. Деревянко, В.А. Тормозные системы легковых автомобилей/ В.А. Деревянко. – М. : Петит, 2001. – С. 24-28.

3. Диагностирование автомобилей. – Минск : Новое знание; М.: ИНФРА – М., 2011. – С. 78-83.

4. 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.

5. 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 : РГАТУ, 2011. – Том 1. – С. 263-269.

6. Кокорев, Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1 (14). – С. 39-43.

7. Кокорев, Г.Д. Диагностирование дизельных двигателей методом цилиндрического баланса/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский //Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2009.– № 8. – С. 45-46.

8. 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 : РГАТУ, 2011. – Том 1. – С. 263–269.

9. Кокорев, Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А.Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1 (14). – С. 39-43.

10. Кокорев, Г.Д. Диагностирование дизельных двигателей методом цилиндрического баланса/ Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов,

И.А. Успенский //Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2009.– № 8. – С. 45-46.

11. Пат. РФ № 2452880. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки/ И.Н. Николотов, Е.А. Карцев, Г.Д. Кокорев и др. – Оpubл. 10.06.2012; Бюл. № 16. – 6 с.

УДК 621.43

*Слюсарев М.Н.
РГАТУ ВО ФБОУ, г. Рязань, РФ*

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ МОТОРНОГО МАСЛА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ АГРЕГАТОВ ДВИГАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Основные технико-экономические и эксплуатационные характеристики современных сельхозмеханизмов в большой степени зависят от текущего состояния основных узлов, которое определяется их износом. Наиболее остро вопрос износостойкости стоит в современных автотракторных двигателях внутреннего сгорания (ДВС), агрегаты которых работают в условиях высоких температур, значительного перепада внешних атмосферных условий, высокой запыленности, постоянной неравномерной вибрации, граничной смазки.

Автором были проведены исследования влияния ультразвуковой (УЗ) обработки моторных масел на улучшение трибологических свойств узлов трения ДВС. Исследовалось влияние параметров ультразвука на физико-химические характеристики масел (коэффициент поверхностного натяжения, вязкость и др.) [1]. Проведена оценка влияния УЗ обработки моторного масла на износ пар трения при износных испытаниях образцов на машине трения СМТ-1М, а также остаточного эффекта в масле после УЗ обработки [2].

Для достоверной и простой оценки повышения износостойкости основных агрегатов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) мобильной техники, при проведении мероприятий по активации моторных масел, применяются методы физического моделирования работы полноразмерных агрегатов. В качестве узла, моделирующего работу цилиндра-поршневой группы (ЦПГ) автотракторного ДВС, обычно выступает поршневой компрессор [3].

Для подтверждения количественных параметров повышения износостойкости цилиндра-поршневой группы компрессоров ДВС Д-240 при УЗ обработке моторного масла, смазывающего компрессор, проводятся ускоренные эксплуатационные испытания компрессоров на специальном стенде. Схема стенда представлена на рисунке 1.

Принцип ускоренных эксплуатационных испытаний – одновременное функционирование двух компрессоров, от общего привода (электромотора).

Компрессоры имеют автономные масляные картеры. Смазка трущихся деталей компрессора производится разбрызгиванием масла, поступающего в картеры компрессоров из общего заливного бачка. В картере одного из компрессоров производится периодическая автоматизированная ультразвуковая обработка масла. Источником ультразвука является дисковый пьезоизлучатель, приклеенный снаружи к днищу масляного картера компрессора. Форсированный режим работы компрессоров на стенде обеспечивается тем, что оба компрессора постоянно подключены к шестерням приводного вала.

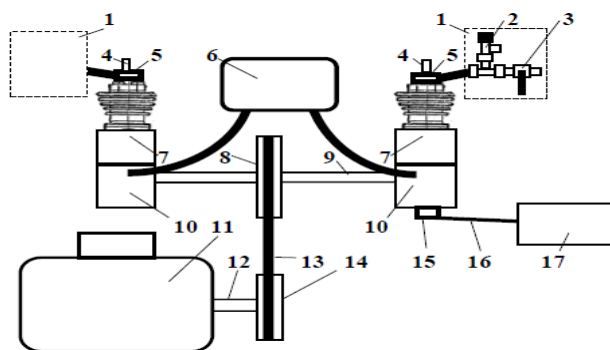


Рисунок 1 – Схема стенда для ускоренных эксплуатационных испытаний компрессоров: 1 – узел сброса избыточного давления воздуха; 2 – предохранительный клапан; 3 – вентиль ручного сброса воздуха; 4 – всасывающий клапан компрессора; 5 – нагнетательный клапан компрессора; 6 – заливной бачок системы смазки; 7 – компрессор; 8 – шкив приводного вала; 9 – приводной вал; 10 – картер компрессора; 11 – электромотор; 12 – вал электромотора; 13 – ремень; 14 – шкив вала электромотора; 15 – пьезоизлучатель; 16 – кабель; 17 – ультразвуковой генератор

После функционирования компрессоров в течение времени, определенного методикой испытаний, производится оценка суммарного износа интегральным методом [4].

Основным узлом, управляющим автоматизированной ультразвуковой обработкой масла в картере компрессора, является ультразвуковой генератор (УЗГ). УЗГ предназначен для генерации ультразвуковых колебаний с частотой 43 кГц. и мощностью 50 Вт. Особенностью УЗГ является возможность установки длительности времени работы ультразвукового излучателя и интервала между его включениями в диапазоне от 1 сек. до 999 час. Общий вид УЗГ представлен на рисунке 2.

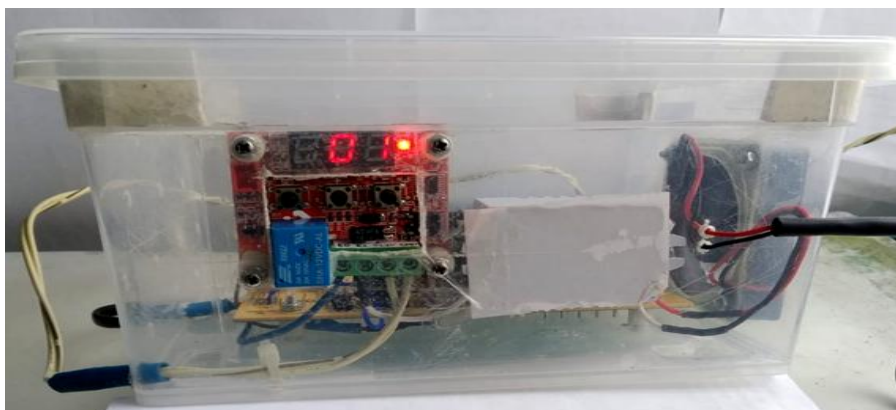


Рисунок 2 – УЗГ вид спереди

Возможность установки длительности времени работы ультразвукового излучателя и интервала между его включениями обеспечивается платой управления (таймером). Внешний вид платы таймера представлен на рисунке 3.

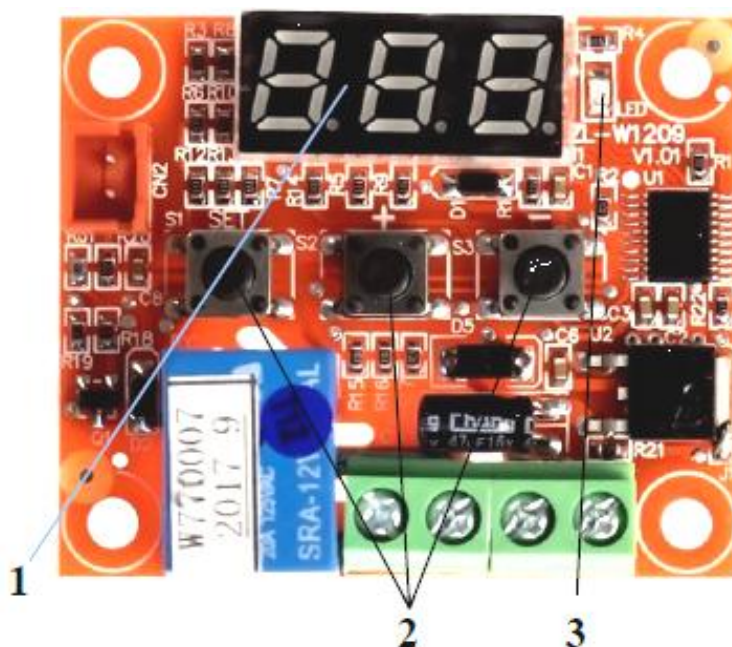


Рисунок 3 – Плата таймера: 1 – цифровой индикатор; 2 – кнопки установки параметров; 3 – светодиод

Настройки параметров таймера осуществляются при помощи трех управляющих кнопок (2). При выключении УЗГ из сети, параметры настройки времени работы и паузы между включениями сохраняются.

При разработке методики испытаний компрессоров на стенде для ускоренных эксплуатационных испытаний использованы положения руководящих документов: ГОСТ 23.205-79; ГОСТ 7057-2001; ГОСТ Р 54783-2011 и РД 50-424-83

Так как при работе компрессора в составе тракторного двигателя в течение 1000 часов (время работы дизеля, по истечении которого рекомендуется профилактика его агрегатов, включая компрессор) [5, 7, 8], компрессор работает, в среднем, не более 250 часов, общее время работы компрессоров в составе стенда, необходимое для проведения испытаний,

принимается равным 256 часов. При организации работы стенда в течение 16 часов при перерыве 8 часов, для проведения ускоренных испытания потребуется 16 суток. Режим проведения испытаний с перерывами выбран для дополнительного форсирования режима работы компрессоров, так как наибольший износ деталей цилиндра-поршневой группы происходит при пуске и остановке [6, 9, 10]. В системе смазки компрессоров используется синтетическое моторное масло «ZIC X7 Diesel» 10W-40.

Техническое обеспечение испытаний: стенд для ускоренных эксплуатационных испытаний; электронные часы; аналитические весы фирмы «Sartorius» (Германия) с точностью измерения 0,00001 г. До начала испытаний на стенде оба компрессора должны быть разобраны (сняты, промыты и высушены компрессионные и маслосъемные кольца поршней). После чего каждое кольцо взвешивается на аналитических весах фирмы «Sartorius» (Германия) 3 раза. Значения массы колец записываются в таблицу. Компрессоры вновь собираются и устанавливаются на стенд.

После 256 часового функционирования, компрессоры снимаются со стенда и разбираются. Поршневые кольца снимаются, промываются, сушатся и взвешиваются на аналитических весах фирмы «Sartorius» (Германия) 3 раза. Значения массы колец записываются в таблицу.

Показатели износа поршневых колец компрессоров после проведения испытаний без УЗ обработки и с УЗ обработкой масла приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 – Износ поршневых колец компрессора без УЗ обработки

Испытания (Без УЗ обработки)	Номер замера	Поршневые кольца компрессора		
		Верхнее компрессионное	Нижнее компрессионное	Маслосъемное
Вес до испытаний гр.	1	8,60787	8,55197	13,55944
	2	8,61421	8,55364	13,56092
	3	8,61256	8,54984	13,56201
	средний	8,61154	8,55182	13,56079
Вес после испытаний гр.	1	8,52998	8,48161	13,44087
	2	8,53018	8,48328	13,43945
	3	8,53006	8,48261	13,44004
	средний	8,53007	8,48250	13,44012
Весовой износ (Δ)гр.		0,08147	0,06932	0,12067

Анализ результатов испытаний показывает, что при обработке синтетического моторного масла «ZIC X7 Diesel» 10W-40 ультразвуком с частотой 43 КГц. и мощностью 50 Вт. весовой износ верхнего компрессионного кольца снизился на 31%, нижнего компрессионного кольца – на 28%, а маслосъемного кольца – на 30%. То есть (в среднем) износ деталей компрессора снизился на 29,7%. Соответственно долговечность компрессора (ресурс безремонтной службы) повысилась на 29,7% .

Таблица 2 – Износ поршневых колец компрессора с УЗ обработкой

Испытания (с УЗ обработкой)	Номер замера	Поршневые кольца компрессора		
		Верхнее компрессионное	Нижнее компрессионное	Маслосъемное
Вес до испытаний гр.	1	8,49337	8,56809	13,49156
	2	8,51004	8,56141	13,49318
	3	8,50648	8,56382	13,50038
	средний	8,50330	8,56444	13,49504
Вес после испытаний гр.	1	8,44392	8,51474	14,10009
	2	8,43953	8,51986	14,10494
	3	8,45782	8,50899	14,10133
	средний	8,44709	8,51453	13,41057
Весовой износ (Δ)гр.		0,05621	0,04991	0,08447

Полученные результаты рассматриваются в качестве результатов физического моделирования и позволяют провести достоверную оценку влияния ультразвуковой обработки масел на износные и ресурсные показатели узлов ЦПГ автотракторного ДВС Д-240.

Предполагаемый годовой экономический эффект от внедрения устройства периодической УЗ обработки масла в агрегаты ДВС Д-240 составляет 6 562,35 руб. При стоимости внедрения устройства периодической УЗ обработки моторного масла равной 8 440 руб., срок предполагаемой окупаемости внедрения равен 1,29 года.

Библиографический список

1. Симдянкин, А.А. Оценка влияния параметров ультразвука на изменение коэффициента поверхностного натяжения при ультразвуковой обработке моторного масла/ А.А. Симдянкин, М.Н. Слюсарев // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы Международной научно-практической конференции. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2018. – С. 19-25.

2. Симдянкин, А.А. Воздействие ультразвуковой обработки смазочного масла на работу трибосопряжения с оценкой остаточных эффектов в масле/А.А. Симдянкин, И.А. Успенский, Н.В. Бышов, М.Н. Слюсарев // Трение и Износ. – Том 40. – № 5. – 2019. – С. 599-606.

3. Аметов, В.А. Повышение эксплуатационной надежности агрегатов автотранспортных средств путем контроля и модифицирования смазочных масел : дис. ... д-ра. техн. наук/ В.А. Аметов. – Тюмень, 2006. – 382 с.

4. Полюшкин, Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки/ Н.Г. Полюшкин. – Красноярск : Изд-во Красноярск. гос. агр. ун-та, 2013. – 192 с.

5. Тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82. – М. : Колос, 1975. – 248 с.

6. Лужнов, Ю.М. Основы триботехники: учебное пособие/ Ю.М. Лужнов, В.Д. Александров. – М. : МАДИ, 2013. – 136 с.

7. Результаты экспериментального исследования устройства для энергонасыщения топлива на дизеле Д-243/ Г.З. Кайкацишвили, А.А. Симдянкин, Н.В. Бышов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. – № 06 (100). – С. 1613-1628. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/106.pdf>

8. Пуков, Р.В. Оценка топливопотребления двигателей при ультразвуковой обработке топлива/ Р.В. Пуков // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 11. – С. 12-18.

9. Оценка фильтрующего элемента фильтра тонкой очистки топлива на основе изменения разряжения в топливопроводе системы питания COMMON RAIL/ А.А. Симдянкин, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. – № 10 (104). – С. 211-221. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/13.pdf>

10. Пат. РФ № 2011129082/06. Система контроля состояния фильтра двигателя внутреннего сгорания / Бышов Н. В., Борычев С. Н Синицин П.С., Успенский И.А. – Оpubл. 27.02.2012; Бюл. № 6.

УДК 629.3.082.1

*Степанова С.В.,
Полуэктов М.В., к.т.н.
ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волгоград, РФ*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОСЕРВИСА В Г. ВОЛГОГРАДЕ

Предприятия автомобильного сервиса являются важной составной частью системы технической эксплуатации автомобилей. Рост количества автомобилей, принадлежащих населению и небольшим организациям, отказ крупных предприятий от обслуживания и ремонта подвижного состава собственными силами, ужесточение нормативных требований к техническому состоянию – это лишь часть факторов, способствующих развитию сферы автосервиса.

К настоящему времени в городе Волгограде имеется большое количество предприятий, оказывающих услуги по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта. Дальнейшее развитие данной системы не может протекать стихийно, необходимость строительства новых предприятий и модернизации существующих должна быть тщательно обоснована.

Укрупнённо можно выделить три основных параметра предприятий автосервиса – расположение, специализация и мощность [1, 5, 6]. Последний определяется в ходе технологического расчёта предприятия и основывается на данных об имеющемся парке автомобилей, которые, в свою очередь, тесно связаны с расположением предприятия в городе. Таким образом, для повышения эффективности функционирования системы технической эксплуатации автомобилей в городе необходимо исследовать расположение и специализацию по видам работ имеющихся предприятий автосервиса (ПАС). Это позволит выработать рекомендации по развитию системы предприятий в будущем.

Исследование было проведено на основании данных сайта «АвтоТочки» [2, 6], который содержит краткую информацию об имеющихся в городе ПАС. Было установлено, что на территории города Волгограда находится 418 предприятий автосервиса и 181 пункт шиномонтажа. Распределение этих предприятий по районам города весьма неравномерное.

В частности, наиболее крупный район города – Красноармейский – имеет очень небольшое количество предприятий автосервиса. Это объясняется, в первую очередь, его расположением, удалённым от центра города. При этом значительная часть населения района ежедневно выезжает за его пределы на работу (службу), для посещения торговых центров и пр. Следовательно, они могут стать клиентами ПАС, расположенных в иных районах города.

Размещение имеющихся в районе предприятий автосервиса представлено на рисунке 1.

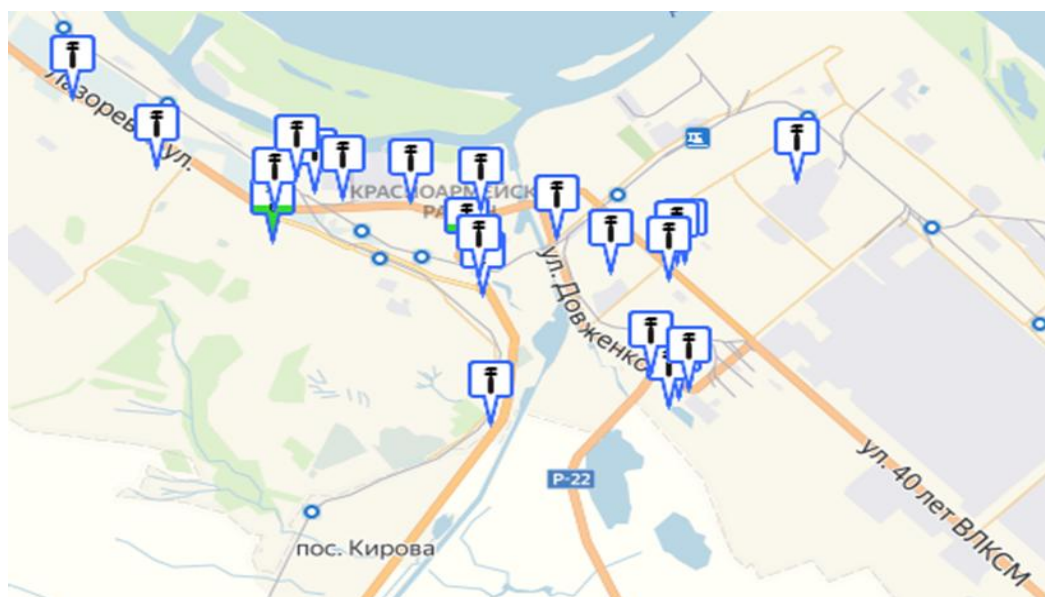


Рисунок 1 – Размещение ПАС в Красноармейском районе г. Волгограда по данным сайта «Автоточки» [2]

Предприятия преимущественно расположены вдоль основных улиц района. Проведённый анализ позволил сделать вывод, что перспективной для строительства новых предприятий автосервиса является северная часть

района. Здесь имеется лишь одна магистраль, связывающая его с другими районами города и обладающая высокой интенсивностью движения. При размещении ПАС вдоль этой магистрали они будут хорошо заметны потенциальным клиентам. Малое количество ПАС в этой части района к настоящему времени можно объяснить заболоченностью земельных участков. Это делает строительство более дорогим, но в условиях насыщения рынка автосервисных услуг данные участки становятся более значимыми.

Наиболее насыщенным предприятиями автосервиса является Дзержинский район города Волгограда. На территории 85,8 км² расположено 166 предприятий [2, 7, 8]. Большое количество предприятий автосервиса в районе связано преимущественно с двумя факторами:

1) район обладает широкой сетью дорог, соединяющих его с другими районами города, а также с междугородными трассами;

2) в середине 1990-х годов в районе имелись значительные незастроенные территории, приближенные как к промышленной, так и к жилой части района, удобные для размещения предприятий автосервиса различной мощности и специализации.

Кроме того, район имеет развитую жилую застройку, промышленные предприятия, гаражи и стоянки, торгово-развлекательные центры. Всё это обеспечивает потребность в услугах автосервиса [3, 9].

В настоящее время почти вся территория района застроена, а предприятия автосервиса распределены по нему довольно равномерно (рисунок 2). Перспектива открытия новых предприятий в районе незначительна, а развитие сферы автосервиса должно преимущественно заключаться в модернизации существующих предприятий, то есть их техническом перевооружении, расширении и реконструкции.

Анализ тенденций развития города в целом позволяет предположить, что наиболее перспективными для развития системы предприятий автосервиса являются Советский и Кировский районы. В них активно ведётся строительство новых жилых кварталов, при этом сеть имеющихся предприятий автосервиса незначительна. В районах имеются пустующие земельные участки, расположенные поблизости от улиц с интенсивным движением.

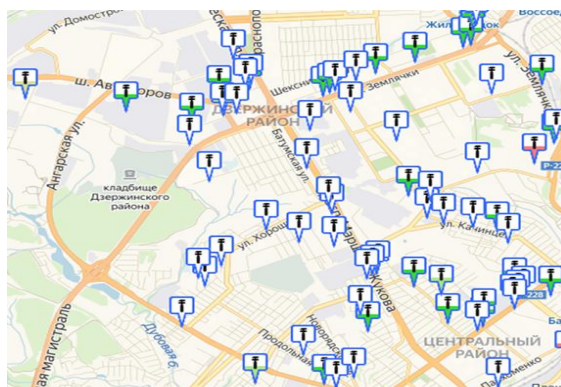


Рисунок 2 – Размещение предприятий автосервиса в Дзержинском районе г. Волгограда по данным сайта «Автоточки» [2, 10]

Важным аспектом эффективности работы предприятий автосервиса является их специализация по видам работ. В ОНТП 01 – 91 имеются рекомендации по выполнению тех или иных работ ТО и ТР автомобилей на СТО различной мощности [4]. В ходе данного исследования была произведена оценка услуг, реально предоставляемых предприятиями автосервиса в г. Волгограде. На сайте «АвтоТочки» представлено более 90 видов услуг [2], каждая из которых была оценена с позиций её распространённости. В таблице 1 представлена выборка пяти наиболее и пяти наименее распространённых услуг автосервиса в г. Волгограде.

Таблица 1 – Наиболее и наименее распространённые услуги автосервиса в г. Волгограде

Наименование услуги	Количество предприятий, оказывающих услугу	Доля предприятий, оказывающих данную услугу, от их общего числа, %
Наиболее распространённые услуги		
Замена ремня генератора	254	60,9
Замена тормозной жидкости	247	59,2
Ремонт тормозной системы	234	56,1
Ремонт ходовой части	219	52,5
Диагностика автомобиля	217	52,0
Наименее распространённые услуги		
Полировка кузова автомобиля	89	21,3
Покраска автомобиля	71	17,0
Ремонт каталитических нейтрализаторов	63	15,1
Перетяжка салона	14	3,4
Покраска кожи обивки салона автомобиля	7	1,7

Сопоставление полученных данных с имеющимися рекомендациями показывает совпадение в части работ, но расхождение в других. Последнее определяется временным фактором – изменением конструкции автотранспортных средств, интенсивности движения по дорогам, нормативных требований и т. д.

Наиболее распространёнными видами услуг являются замена узлов и агрегатов, ремонт тормозной системы, в наибольшей степени влияющей на безопасность дорожного движения, и ходовой части, часто выходящей из строя в условиях не всегда высокого качества дорог.

Диагностирование автомобиля, позволяющее оценить его техническое состояние, определить перечень требуемых воздействий по его ремонту, а также объём этих воздействий, необходимо любому автосервису. Однако, согласно данным сайта [2], эту услугу оказывают лишь 52% имеющихся предприятий автосервиса. Можно предположить, что данные предприятия выделяют эту услугу как отдельный вид работ, а остальные, выполняя, включают в состав работ по ТО и ремонту.

Наименьшим спросом в городе пользуются услуги, связанные с салоном автомобиля: перетяжка, покраска и пр. Эти услуги актуальны преимущественно для автомобилей высокого класса, владельцы которых ценят комфорт, стиль и индивидуальность. Также в городе слабо представлены услуги по ремонту каталитических нейтрализаторов. Общение с владельцами транспортных средств показывает, что часть из них не считают нейтрализатор важным элементом автомобиля.

В результате проведенного исследования было установлено:

1) открытие новых предприятий автосервиса наиболее актуально в Советском и Кировском районах города Волгограда, обладающих достаточно большим, стабильно растущим, спросом на услуги автосервиса, а также имеющих земельные участки для размещения таких предприятий.

2) основными видами услуг, оказываемых вновь создаваемыми предприятиями автосервиса, должны стать работы по обслуживанию и ремонту систем, в наибольшей степени влияющих на безопасность дорожного движения (регулировка и ремонт тормозной системы, световых приборов, регулировка углов установки колёс), а также услуги, востребованные потребителями, но не полностью обеспечиваемые имеющимися предприятиями автосервиса: ремонт агрегатов, обслуживание и ремонт системы питания и другие.

Библиографический список

1. Масуев, М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта/ М.А. Масуев. – М. : Академия, 2007. – 219 с.
2. АвтоТочки. – Режим доступа: <http://volgograd.avtotochki.ru/>.
3. Полуэктов, М.В. Проектирование предприятий автомобильного сервиса: учеб. пособие / М.В. Полуэктов. – Волгоград : ВолГТУ, 2015. – 76 с.
4. ОНТП 01 – 91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 92 с.
5. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам/ А.С. Колотов и др. // Сборник научных работ студентов РГАТУ. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 255-256.
6. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей // Н.В. Бышов, С.Н. Борячев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.
7. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/ Г.Д. Кокорев и др. // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 81 (07). – С. 390-400.
8. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК/ Н. В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 3. – С. 92-96.
9. Диагностика современного автомобиля/ Ю.Н. Храпов, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал

Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 04 (118). – С. 1001-1025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/61.pdf>

10. Анализ методов и средств диагностирования тормозных систем автомобиля/ И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 02 (116). – С. 1051-1072. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/71.pdf>

УДК 629.33

Татаринцев А.Е.,
Балакина Е.В., д.т.н.
ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волгоград, РФ

НОВЫЙ МЕТОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОДОЛЬНОГО СКОЛЬЖЕНИЯ КОЛЕСА

В настоящее время большинство транспортных средств (ТС) оснащено электронными системами управления торможением, что делает автомобиль более адаптивным к условиям эксплуатации. Данные системы обеспечивают улучшение оценочных показателей тормозного пути, устойчивости движения и управляемости ТС.

Известны разные алгоритмы функционирования электронных системам управления торможением. В основе этих алгоритмов лежат разные параметры управления: ускорение, давление, скольжение и др. Несмотря на разнообразие применяемых алгоритмов, все они в результате преследуют одну цель – обеспечение максимального значения коэффициента сцепления (φ_x), которое имеет место быть при заданном диапазоне значений коэффициента продольного скольжения колеса ($s_x = 0,15..0,25$).

На рисунке 1 показаны $\varphi_x - s_x$ -диаграммы автомобильных шин для дорожных поверхностей разного вида и состояния [1, 5, 6].

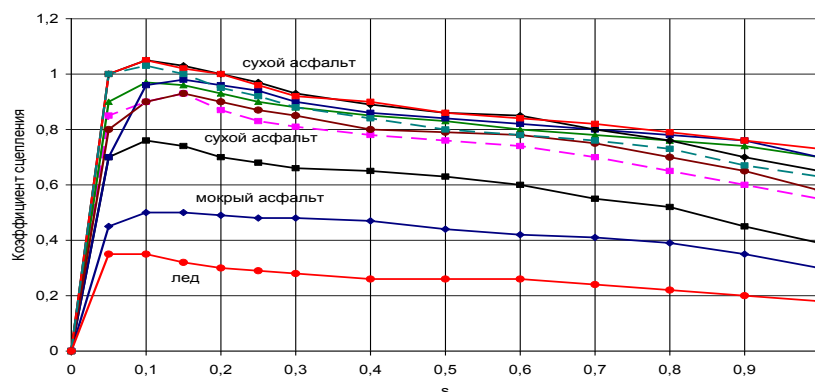


Рисунок 1 – $\varphi_x - s_x$ -диаграммы для различных поверхностей в тормозном режиме [6]

Согласно ГОСТ, коэффициент продольного скольжения колеса

$$s_x = \frac{V_a - \omega \cdot r_k}{V_a}, \quad (1)$$

где V_a – скорость автомобиля; ω – угловая скорость колеса; r_k – радиус качения колеса [4, 7, 8].

Для измерения коэффициента продольного скольжения колеса s_x необходимо в каждый момент времени измерять угловую скорость колеса (ω), продольные замедления (j_a) и из них вычислять скорость автомобиля (V_a). После чего логический блок АВС сможет определить коэффициент продольного колеса [2, 9].

При малых значениях исходных параметров погрешность определения коэффициента продольного скольжения колеса s_x наибольшая. Она может достигать 100%. Происходит это из-за того, что значения измеряемых величин малы и сопоставимы со значениями погрешностей измерений. В среднем погрешность s_x находится в промежутке от 10 до 50% [3, 10, 11].

Поэтому сейчас актуален поиск новых путей и методик определения s_x , которые снижают погрешность его получения. Мною была разработана математическая модель для определения s_x по известным траекториям точек наружной поверхности движущегося колеса. Для создания математической модели использована среда MatLab.

На рисунке 2 показана расчетная траектория произвольной точки периферии колеса, построенная по разработанной модели в среде MatLab.

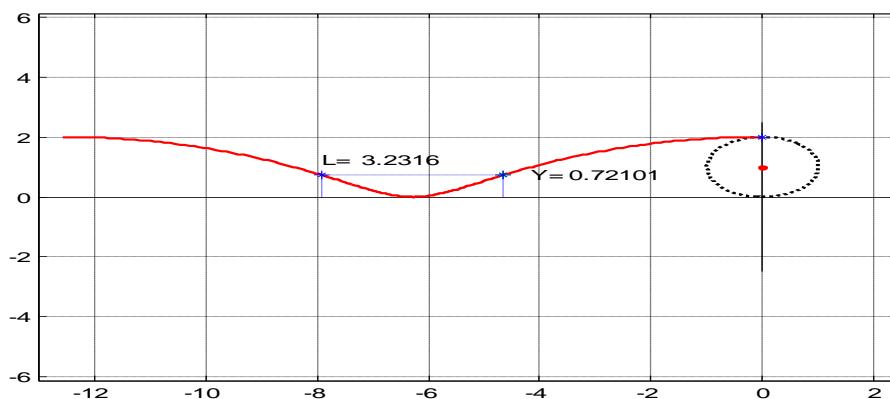


Рисунок 2 – Расчетная траектория произвольной точки периферии колеса, построенная по разработанной модели в среде MatLab

Для построения траектории необходимо выбрать положение: верхнее или нижнее. Удобнее всего выбрать верхнее положение, тогда расчёты становятся проще. Используем параметрическое уравнение движение точки колеса:

$$\begin{cases} x = -R\mu\omega t + R \sin(\omega t + \Delta\varepsilon) \\ y = R - R \cos(\omega t + \Delta\varepsilon) \end{cases} \quad (2)$$

После в программу MatLab вводим рассчитанный нами коэффициент условного скольжения (μ):

$$\mu = \frac{R_o}{(1-s_x)R_o} = \frac{1}{1-s_x}. \quad (3)$$

Следующим этапом будет поиск двух симметричных точек относительно точки касания (на рис. 2 обозначены синими звездочками). Опустим перпендикуляры и получим два значения: x_r и x_l .

Поиск длины отрезка L :

$$L = x_r - x_l \quad (4)$$

Значения x_r и x_l можно найти двумя способами:

1) измерить расстояние от точки касания колеса с опорой до опущенного перпендикуляра с точки q .

2) находим значения координат согласно формулам:

$$x_r = -R(\sin(\xi_r) + \xi_r \cdot \mu) \quad (5)$$

$$x_l = -R(\sin(\xi_l) + \xi_l \cdot \mu). \quad (6)$$

У точек x_r и x_l ордината Y одинакова. В программе, для определения Y используют номер заданной точки q . В данном случае $q=60$.

Также необходимо определить параметр угла ξ_r, ξ_l :

$$\xi_r = \arccos\left(\frac{Y-1}{R}\right); \quad (7)$$

$$\xi_l = 2 \cdot \pi - \xi_r. \quad (8)$$

Так как $R=1$ (это условие было задано в программе), то упрощаем полученные формулы и получаем:

$$\xi_r = \arccos(Y - 1); \quad (9)$$

$$\xi_l = 2 \cdot \pi - \xi_r. \quad (10)$$

В итоге, подставляем все найденные значения в итоговую формулу, которая определяет коэффициент условного скольжения:

$$\mu = \frac{L + \sin \xi_r - \sin \xi_l}{\xi_l - \xi_r} \quad (11)$$

После этого нахождения коэффициента проводим проверку в программе MatLab, для проверки наших результатов. Следующим действием будет нахождение коэффициента продольного скольжения колеса [5].

$$\mu = \frac{R_o}{(1 - s_x)R_o} = \frac{1}{1 - s_x}.$$

$$\Rightarrow s_x = 1 - \frac{1}{\mu}. \quad (12)$$

Для реализации предлагаемой методики необходима циклоида для анализа и поиска коэффициента продольного скольжения колеса s_x . На данном этапе была использована траектория, построенная в среде MatLab.

Библиографический список

1. Балакина, Е.В. Коэффициент сцепления шины с дорожным покрытием/ Е.В. Балакина, А.В. Кочетков. – М. : Инновационное машиностроение, 2017. – 292 с.

2. Балакина, Е.В. Расчет коэффициента сцепления устойчивого эластичного колеса с твердой опорной поверхностью при наличии боковой силы/ Е.В. Балакина // Трение и износ. – 2019. – Т. 40. – № 6. – С. 756-765.

3. Балакина, Е.В. Устойчивость колесных машин: монография/ Е.В. Балакина, Н.М. Зотов. – Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. – 464 с.

4. ГОСТ 17697-72. Автомобили. Качение колеса. Термины и определения. – М. : Стандартиформ. – 28 с.

5. Методика определения продольного скольжения колеса по траектории произвольной точки его поверхности/ А.Е. Татаринцев, Е.В. Балакина, В.А. Безверхов // 24 региональная конференция молодых учёных и исследователей Волгоградской области. – Волгоград, 2019. – С. 140-142.

6. Pacejka, H.V. Tire and Vehicle Dynamics/ H.V. Pacejka // Published by Elsevier Ltd. – USA, 2012. – 672 p.

7. Переработка шин и их элементов/ И.А. Афиногенов, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 10 (124). – С. 366-389.

8. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам/ А.С. Колотов, И.Н. Кирюшин, Н.В. Аникин и др. // Сборник научных работ студентов РГАТУ : Материалы научно-практической конференции 2011 года. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 255-256.

9. Анализ методов разработки технических систем/ Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Материалы III Международной научной конференции. – Саратов, 2016. – С. 74-78.

10. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

11. Аникин, Н.В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н.В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ : Материалы научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2009. – С. 18-20.

УДК 62-791

Успенский И.А., д.т.н.,

Юхин И.А., д.т.н.,

Лимаренко Н.В., к.т.н.

ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЗАТРАТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Одним из показателей эффективной эксплуатации является обеспечение соответствия фактического уровня энергозатрат к номинальному, заложенному производителем. Однако, в процессе эксплуатации транспортно-

технологических комплексов возникают ситуации, отклоняющие расход заложенного в устройство ресурса от нормы, что можно объяснить влиянием внешних природно-климатических факторов, неравномерным износом механических элементов, проблемами помехоустойчивости электронных компонентов и т.п. Все эти явления будут оказывать влияние на уровень энергозатрат оборудования. Соответственно, задача совершенствования технических средств оценки энергозатрат электрооборудования является актуальной для науки и техники. Под транспортно-технологическими средствами в данной работе понимается комплекс технических средств, осуществляющий управление рабочими органами сельскохозяйственных машин и агрегатов, а также отдельные элементы электрооборудования автомобилей и тракторов.

Оценка энергозатрат электрооборудования вне зависимости от специфики его служебного назначения может быть сведена к определению следующих параметров: активной, реактивной, полной мощности и их коэффициента, характеризующего эффективность функционирования устройства.

Цель исследования – разработка доступного, легко интегрируемого контрольно-измерительного комплекса оценки энергозатрат.

Как показал анализ источников [1, 2], рациональным вариантом для решения поставленной задачи является использование вычислительной платформы Arduino, имеющей интегрированный микроконтроллер ATmega328 семейства AVR, набор аналоговых и цифровых выходов, ЦАП-АЦП. Поскольку большинство технологических систем приводятся в движение цепями переменного синусоидального тока промышленной частоты, рассмотрим квантования напряжения и силы тока в процессе их измерения микроконтроллером. ATmega328 измеряет мгновенные значения:

$$\begin{aligned} i &= I_m \cdot \sin \omega t, \\ u &= U_m \cdot \sin(\omega t + \varphi), \end{aligned} \quad (1)$$

где I_m, U_m – амплитудные значения силы тока и напряжения, [А] и [В];
 ωt – фаза колебаний, [Гц];
 φ – угол сдвига фаз между током и напряжением, °.

Поскольку измерения с помощью вычислительной платформы Arduino представляют собой дискретную фиксацию мгновенных значений (1) рассматриваемых величин, то для максимально достоверного представления измерений и минимизации систематических погрешностей перейдем к расчёту действующих значений силы тока и напряжения. На рисунке 1 представлен процесс дискретного квантования по уровню и времени мгновенных значений (1) при оценке уровня энергетических затрат оборудования.

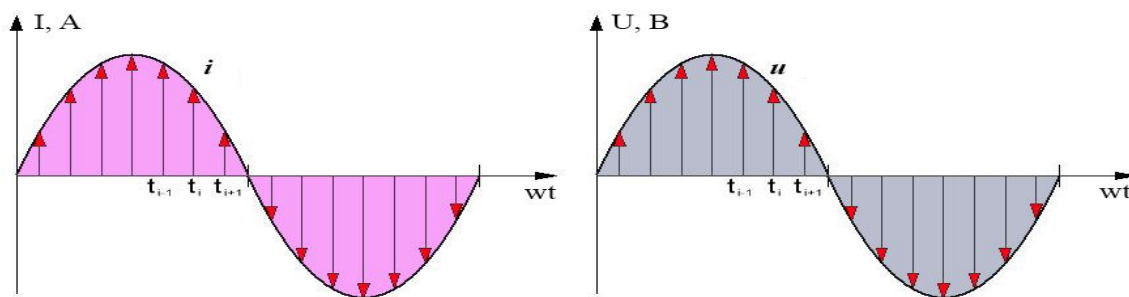


Рисунок 1 – Квантование по уровню и времени мгновенных значений i, u

В общем виде переход к действующим значениям при измерении рассматриваемых величин выглядит следующим образом:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_m, \quad (1)$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot U_m. \quad (2)$$

Однако, в данном случае наиболее рационально осуществить программную конвертацию величин с учётом продолжительности периода дискретизации и его частоты. С учётом описанной зависимости (2) можно представить, как:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) \cdot dt}, \quad (3)$$

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) \cdot dt}.$$

Поскольку процесс аналогово-цифрового преобразования данных всегда связан с ограниченной частотой дискретизации временно-уровневого квантования, рассмотрим закономерности (3) как суммы неких дискретно-периодических квантов:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=0}^N i_i^2(t) \cdot \Delta t}, \quad (4)$$

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=0}^N u_i^2(t) \cdot \Delta t},$$

где Δt – период дискретизации, мс;

$N = T / \Delta t$ – количество дискретных измерений за период, шт.

Коэффициент мощности будет определяться как отношение:

$$\cos\varphi = \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N i_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N u_i^2(t) \cdot \Delta t\right)}{\left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N i_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N u_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \sin\varphi}}, \quad (5)$$

где $\sin\varphi$ – коэффициент реактивной мощности равный:

$$\sin\varphi = \sqrt{1 - \cos^2\varphi}. \quad (6)$$

Активная мощность будет определяться как:

$$P = \left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N i_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N u_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N i_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N u_i^2(t) \cdot \Delta t\right)}{\left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N i_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N u_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \sin\varphi}}. \quad (7)$$

Реактивная мощность будет определяться как:

$$Q = \left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N i_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \left(\frac{1}{T}\sum_{i=0}^N u_i^2(t) \cdot \Delta t\right) \cdot \sqrt{1 - \cos^2\varphi}. \quad (8)$$

Полная мощность будет определяться как:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}. \quad (9)$$

А коэффициент мощности с учётом введённых в программную часть кода зависимостей (4-9) определим следующим отношением:

$$\cos\varphi_m = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}. \quad (10)$$

Имея все необходимые закономерности для описания и адекватного представления измеряемых физических величин, перейдём к выбору элементной базы. Как показал анализ источников [1, 2, 7, 8], приемлемыми для поставленной задачи будут являться датчик тока на базе чипа *ACS712 (Analog Current Sensor)* и датчик напряжения типа *ZMPT101B*. Более подробные характеристики выбранных модулей представлены в [1, 9, 10]. Общие методики и закономерности построения контрольно-измерительных комплексов по аналогичным методикам представлены в [3, 4, 5, 6]. Преимуществами данных измерительных модулей является наличие библиотек *OpenSource*, что существенным образом сокращает затраты на разработку программной части прибора. Схемотехника выбранной элементной базы представлена на рисунке 2.

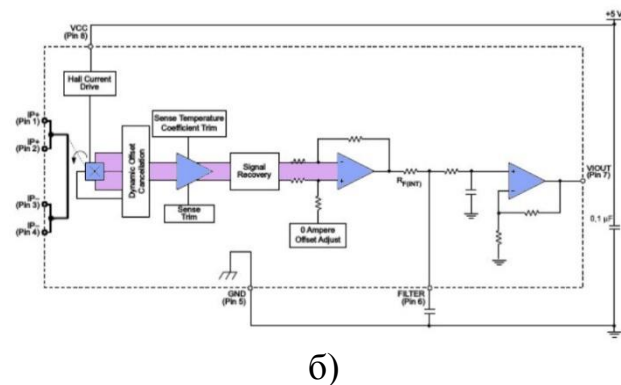
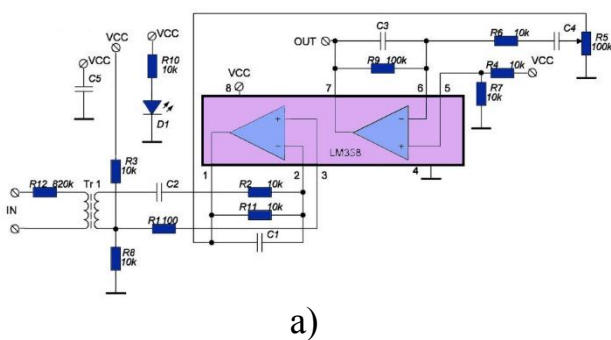


Рисунок 2 – Принципиальные электрические схемы измерительных модулей:
 а) датчик напряжения на базе чипа *ZMPT101B* б) датчик тока на базе чипа *ACS712*

Используя библиотеки *OpenSource* в среде *ArduinoIDE*, скомпилируем код управления разработанным контрольно-измерительным комплексом, после чего, перейдя в открытую программную среду *TinkerCAD*, произведём визуализацию созданного прибора и оценим достоверность компиляции кода.

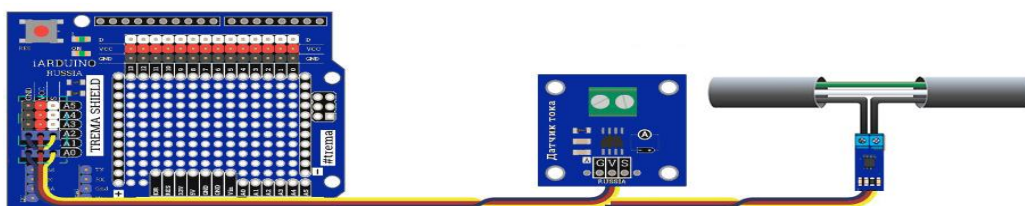


Рисунок 3 – Общий вид контрольно-измерительного комплекса оценки энергозатрат электрооборудования транспортно-технологических средств

В результате исследования проведён анализ информационных источников, позволяющий оценить современное состояние контрольно-измерительных комплексов оценки энергозатрат электрооборудования, установлены наиболее рациональные варианты элементной базы, разработана структурная схема, в среде программного комплекса *TinkerCAD* представлена аппаратная и программная часть разрабатываемого продукта. Перспективой развития данного направления является экспериментальная оценка достоверности полученных результатов, а также разработка методик тарировки измерительных каналов с учётом специфики измеряемых физических величин.

Библиографический список

1. Лукьяненко, Т.В. Платы семейства *Arduino*: сравнительная характеристика/ Т.В. Лукьяненко, Э. Голик // *Colloquium-journal*. – 2017. – № 11-1 (11). –С. 46-48.
2. Пильцов, М.В. Разработка систем сбора данных на основе платформы *ARDUINO* и языка программирования *PYTHON*/ М.В. Пильцов // *Современные технологии и научно-технический прогресс*. – 2018. – Т. 1. – С. 84-85.

3. Концептуальная модель энергетической эффективности получения экологически безопасного утилизационного свиного бесподстилочного навоза / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Инженерные технологии и системы. – 2020. – № 3. – С. 394-412.

4. Лимаренко, Н.В. Влияние температуры на параметры работы индуктора, используемого при обеззараживании материалов/ Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2016. – № 1. – с. 88-91.

5. Лимаренко, Н.В. Создание математической модели технологического процесса обеззараживания стоков животноводства/ Н.В. Лимаренко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2017. – № 3. – С. 108-112.

6. Исследование влияния параметров рабочих тел индуктора на коэффициент мощности/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, Г.А. Борисов, Н.В. Лимаренко // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 3 (55). – С. 360-369.

7. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/ Г.Д. Кокорев и др. // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 81 (07). – С. 390-400.

8. Диагностика современного автомобиля/ Ю.Н. Храпов, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 04 (118). – С. 1001-1025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/61.pdf>

9. Пат. РФ № 2011129082/06. Система контроля состояния фильтра двигателя внутреннего сгорания / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Синицин П.С., Успенский И.А. – Оpubл. 27.02.2012; Бюл. № 6.

10. Оценка фильтрующего элемента фильтра тонкой очистки топлива на основе изменения разряжения в топливопроводе системы питания COMMON RAIL/ А.А. Симдянкин, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. – № 10 (104). – С. 211-221. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/13.pdf>

УДК 620.197

*Фадеев И.В., к.т.н.,
Садетдинов Ш.В., д.хим.н.
ФГБОУ ВО ЧГУ, г. Чебоксары, РФ;
Казарин А.С.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА РАЗРАБОТКИ БОРАТСОДЕРЖАЩИХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ДЛЯ РАСТВОРОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Мойка и очистка отдельных деталей после разборки снятых неисправных агрегатов являются обязательной процедурой, предусмотренной

технологическими процессами ремонта машин. Наибольшее распространение из известных способов очистки деталей получил способ мойки с применением синтетических моющих средств (СМС) [1]. Мойка и очистка загрязненных агрегатов, узлов и деталей являются одной из трудоемких работ и самой непривлекательной частью технологических процессов технического обслуживания (ТО) и ремонта машин.

К СМС, применяемым в настоящее время в ремонтном производстве на предприятиях агропромышленного и транспортного комплексов, относятся Лабомид-101, Лабомид-202, Лабомид-203, Лабомид-204, Тракторин, МЛ-51, МЛ-52, АМ-15, Аэрол, МС-6, МС-8, Темп-100, которые выпускаются в виде сыпучего белого или светло-желтого порошка, хорошо растворимого в воде. В основном агрегаты, узлы и детали моют в 3%-х водных растворах перечисленных СМС, которые малотоксичны и пожаробезопасны. Главным недостатком водных растворов СМС является их коррозионная активность по отношению к деталям из углеродистой стали [2]. Изучение коррозионных характеристик стали 10 в 3%-х водных растворах МЛ-52, МС-8 и Лабомид-203 гравиметрическим методом показало, что скорость коррозии стали уменьшается в ряду МЛ-52 > Лабомид-203 > МС-8. Согласно литературным данным [3] средняя скорость коррозии стали через 10 суток испытания составила $\text{г/м}^2\cdot\text{ч}$: 0,0221 в растворе МЛ-52; 0,0190 в растворе Лабомид-203 и 0,0168 в растворе МС-8. Введение в раствор СМС пентаборатов лития, натрия и калия увеличивает противокоррозионные свойства растворов. При этом снижается скорость коррозии стали и увеличивается коэффициент запаса циклической прочности стали в растворах СМС. Моющие и противокоррозионные свойства СМС увеличиваются и при введении в их состав моно - и тетраборатов щелочных металлов и аммония [4].

В литературе [5] имеются сведения о том, что смеси боратов с аминспиртами проявляют синергетический эффект, то есть противокоррозионное свойство смесей при одной и той же концентрации, значительно выше эффекта каждого из составляющих её компонентов в отдельности. Применение пентаборатов лития, натрия и калия совместно с моноэтаноламином, диэтаноламином и триэтаноламином оказывают друг на друга синергетический эффект. Установлено, что их применение в составе 3%-х водных растворов МЛ-52, МС-8 и Лабомид-203 позволяет существенно повысить противокоррозионные и моющие свойства СМС.

Согласно литературным данным по разработке боратных ингибиторов, включающих кислородные соединения бора и их комплексов [6], экспериментальные данные по боратным водно-солевым системам, противокоррозионным и моющим свойствам, являются научной основой при разработке ингибиторов коррозии для СМС при очистке металлических поверхностей.

Известна эффективная моющая композиция СМС для очистки металлической поверхности от масляно-жировых загрязнений, содержащая тринатрийфосфат, динатрийэтилендиаминтетраацетат, моноалкил- или

диалкилполигликолевый эфир, дилитийпентаборатный комплекс трилона Б и воду [7].

Для очистки металлических поверхностей от органических загрязнений при межоперационной мойке агрегатов, узлов в машиностроении, приборостроении, на транспорте, в агропромышленном комплексе и других отраслях промышленности, рекомендована моющая композиция, содержащая тринатрийфосфат, динатрийэтилендиаминтетраацетат, моноалкил- или диалкилполигликолевый эфир, дилитийпентаборатный комплекс трилона Б, глицероборат общей формулы $(\text{C}_n\text{H}_2\text{O})_3\text{BOH}$ и воду [8].

Современная зачистка топливных автомобильных цистерн от остатков нефтепродуктов предусматривает мойку внутренних поверхностей емкости с использованием СМС. Данная операция является необходимым условием для обеспечения эксплуатационной надежности резервуаров и неотъемлемой частью технологического процесса нефтепродуктообеспечения. Для этой цели эффективным моющим средством является раствор на основе амидоборатного соединения (тетраформамидпентаборат аммония – ТФПА). Результаты испытаний моющей способности 3 %-х растворов АМ-15, МЛ-52 и МС-6 с добавкой ТФПА показывают, что добавление 5 г/л ТФПА в 3%-й раствор МС-6 повышает моющую способность и смачиваемость раствора до значений, отвечающих требованиям практики [9].

С целью получения нового ингибитора коррозии методами физико-химического анализа изучена система тетраборат аммония – гексаметилендиамин – вода при 25°C. Установлено образование нового двойного соединения тетрагидрата дитетраборатгексаметилендиаммония (ДТБГМДА) состава $2(\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Для улучшения противокоррозионных свойств растворов СМС исследовано влияние двойного соединения ДТБГМДА на коррозионную стойкость стали 10 в водных растворах МЛ-51, МС-8 и Лабомида-203 гравиметрическим, коррозионно-электрохимическим и коррозионно-усталостным испытаниями. Показано, что ДТБГМДА является эффективным ингибитором коррозии преимущественно анодного действия, он существенно снижает скорость коррозии и увеличивает коэффициент запаса циклической прочности стали в растворах СМС [10].

Изучено влияние кислородных соединений бора и его комплексов на коррозионно-электрохимическое поведение и основные характеристики циклической прочности стали 08 кп в среде, имитирующей дорожные условия. Установлено, что бораты и борорганические комплексы являются эффективными противокоррозионными присадками и рекомендованы в качестве противокоррозионных присадок к моющим средствам для очистки деталей от масляно-жировых загрязнений, противокоррозионным грунтовкам и растворам для защиты металлических изделий от коррозии в межоперационный период хранения [11].

В работе [12] представлены результаты исследования тройной системы тиокарбамид – моноэтаноламин – вода при 25°C методами изотермической растворимости, денси-, рефракто- и рН-метрии. Установлено, что тиокарбамид

взаимодействует с моноэтаноламином с образованием двойного соединения тиокарбамидмоноэтаноламмония, что соответствует молекулярной формуле $N_2H_4CS \cdot NH_2C_2H_4OH$. Изучены моющие и противокоррозионные свойства водного раствора полученного соединения различной концентрации. Показано, что тиокарбамидмоноэтаноловый раствор является эффективной моющей и противокоррозионной жидкостью, позволяющей увеличить долговечность деталей и узлов транспортных средств.

В статье [13] рассматривается возможность применения многокомпонентных составов в присутствии боратных и аминных компонентов в качестве эффективных, экологически безопасных моющих средств для очистки и дезинфекции металлообрабатывающего оборудования; боратно-нитритных растворов в технологических процессах металлообработки в качестве смазочно-охлаждающих технологических средств. Результаты исследований доказывают, что аминоборатные, боратно-нитритные растворы обладают моющими, противокоррозионными свойствами, и высокой антимикробной активностью, что позволяет их использовать для очистки металлообрабатывающего оборудования от эксплуатационных отложений.

В работе [14] установлено, что бораты натрия взаимодействуют с тринатрийфосфатом с образованием фосфатборатов следующих составов: $3NaB_5O_8 \cdot Na_3PO_4 \cdot 4H_2O$, $Na_2B_4O_7 \cdot Na_3PO_4 \cdot 5H_2O$ и $2NaBO_2 \cdot Na_3PO_4 \cdot 4H_2O$. Исследовано влияние фосфатборатных соединений на противокоррозионную устойчивость стали 10 в 3%-м растворе хлорида натрия гравиметрическим, коррозионно-электрохимическим и коррозионно-усталостным испытаниями. Показано, что фосфатборатные соединения являются эффективными противокоррозионными присадками и они обладают большей ингибирующей способностью, чем пентаборат натрия, тетраборат натрия, метаборат натрия и тринатрийфосфат, взятые в отдельности. Электрохимическими исследованиями показано, что фосфатборатные соединения являются преимущественно ингибиторами анодного действия. Добавка фосфатдиметабората в количестве 5 г/л в 3%-й раствор NaCl существенно увеличивает циклическую прочность стали. Увеличение противокоррозионной устойчивости углеродистой стали 10 в агрессивной среде в присутствии фосфатборатных соединений объясняется формированием на поверхности металла плотной защитной феррогидроксифосфатборатной пленки. Фосфатборатные соединения рекомендованы в качестве эффективных противокоррозионных присадок к синтетическим закалочным средам для закалки стальных изделий, к синтетическим смазочно-охлаждающим технологическим средствам для механической обработки металлов, СМС для очистки деталей от масляно-жировых и других производственных загрязнений, растворам для межоперационной защиты металлов от коррозии, для получения на поверхности низкоуглеродистых сталей магнетитного покрытия.

В работе [15] проведены исследования по влиянию среды, имитирующей дорожные условия (СИДУ), на процессы коррозии стали 08 кп. Коррозионные испытания проведены путем экспериментального определения потери массы

образцов в исследуемых средах. Вычислены скорость коррозии, степень защиты и коэффициент торможения. Установлено, что раствор СИДУ обладает большой коррозионной активностью в отношении черных металлов. Добавка в СИДУ карбамидборатных соединений таких как, тетрагидраткарбамиддимоноборат лития (ТКДМБЛ) состава $2\text{LiBO}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; дигидрат карбамиддимоноборат натрия (ДКДМБН) состава $2\text{NaBO}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и карбамидмоноборат калия (КМБК) состава $\text{KBO}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2$, в отдельности, существенно уменьшает коррозию стали 08 кп. Путем измерения стационарных потенциалов стали 08 кп в изучаемых средах с помощью высокоомного вольтметра потенциостата П-5848 получена информация о пассивирующих свойствах карбамидборатных соединений в зависимости от концентрации. Выявлено, что наибольшим ингибирующим действием обладает КМБК концентрации 5 г/л. Электрохимическими измерениями на потенциостате П-5848 в потенциодинамическом режиме поляризации показано, что в растворе СИДУ сталь интенсивно растворяется. В присутствии карбамидборатов при концентрации 5 г/л потенциалы растворения металла смещаются в положительную сторону относительно потенциала коррозии ($E_{\text{кор}}$) в фоновом электролите. При этом ингибиторные присадки ТКДМБЛ, ДКДМБН и КМБК преимущественно замедляют анодный процесс. Усталостными и коррозионно-усталостными испытаниями стали 08 кп в растворе СИДУ с добавкой и без добавки КМБК установлено, что суммарная потеря циклической прочности исследуемой стали в СИДУ на базе испытания $N = 2 \cdot 10^6$ циклов составляет 11,2 МПа. Из них 74,1% приходится на чисто коррозионные поражения и 25,9% на коррозионно-механические. Добавка КМБК в количестве 5 г/л в раствор СИДУ увеличивает циклическую прочность стали и в равной мере уменьшает разрушающий эффект чисто коррозионных и коррозионно-механических поражений.

Результаты изучения коррозии стали 08 кп в средах, имитирующих условия эксплуатации автомобилей представляют научно-практический интерес при разработке и применении СМС для очистки металлической поверхности, противокоррозионных грунтовок, консервационных материалов и других технологических средств на предприятиях агропромышленного и автотранспортного комплексов.

Исследованиями [16,17,18] показано влияние боратных соединений тетраборатдиаминопропанола (ТБДАП), тетраборатдиэтилендиамина (ТБДЭДА) и пентаборатгексаметилентетрамина (ПБГМТА) на противокоррозионную стойкость стали 3 в 3%-х водных растворах синтетических моющих средств МЛ-52, МС-8 и Лабомид-203. Приведены технологические условия синтеза названных боратных соединений и их физико-химические характеристики. Путем измерения стационарного потенциала стали 3 во времени в 3%-м водном растворе МС-8 в присутствии ТБДАП различной концентрации установлена оптимальная его концентрация, которая равна 5 г/л. Исследование скорости коррозии стали в растворах СМС при введении ТБДАП, ТБДЭДА и ПБГМТА показало, что в присутствии

указанных боратных присадок скорость коррозии стали в растворах СМС понижалась и по степени замедления скорости коррозии они ранжируются в ряду ТБДАП>ПБГМТА > ТБДЭДА. Электрохимические испытания подтвердили, что сталь 3 в растворах СМС интенсивно растворяется. Введение в 3%-е водные растворы МЛ-52, Лабомид-203 и МС-8 боратных присадок ТБДЭДА, ПБГМТА и ТБДАП в количестве 5 г/л смещает потенциал растворения стали 3 в положительную сторону относительно потенциала коррозии ($E_{кор}$) в фоновом электролите, преимущественно замедляя анодный процесс. Результаты испытаний моющего свойства СМС и смачиваемости стали 3 в водных растворах МЛ-52, Лабомид-203 и МС-8 в присутствии боратных присадок подтвердили, что добавление ПБГМТА почти не влияет на моющее свойство и смачиваемость СМС, а введение ТБДЭДА и ТБДАП повышает рассматриваемые свойства СМС.

Проведенный обзор боратных ингибиторов для СМС подтверждает перспективность их использования для повышения моющих и противокоррозионных свойств СМС, используемых в настоящее время в ремонтном производстве на предприятиях агропромышленного и транспортного комплексов.

Библиографический список

1. Фадеев, И.В. Повышение противокоррозионных качеств моющих средств с применением амидоборатных соединений на автомобильном транспорте/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2015. – № 4. – С. 13-16.
2. Фадеев, И.В. Повышение противокоррозионных свойств технологических сред в машиностроении/ И.В. Фадеев, Г.А. Александрова, Ш.В. Садетдинов // Сб.: Наука, производство, образование: состояние и направления развития : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары : ЧГПУ им. И.Я. Яковлева, 2019. – С. 5-12.
3. Фадеев, И.В. Повышение коррозионной стойкости стали 10/ И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2015. – № 2 (41). – С. 107-114.
4. Фадеев, И.В. Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей в присутствии некоторых боратов/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2017. – № 1. – С. 17-20.
5. Фадеев, И.В. Синергетический эффект пентаборатов лития, натрия и калия в присутствии аминоспиртов в синтетических моющих средствах/ И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2016. – № 3 (46). – С. 49-55.

6. Скворцов, В.Г. Растворимость и свойства жидких фаз системы $MBO_2 - MNO_3$ ($M - Li^+, Na^+, K^+$) – H_2O при $25^\circ C$ / В.Г. Скворцов, Ш.В. Сдетдинов // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 1978. – Т. 21. – № 6. – С. 907-909.

7. Пат. РФ 2629023. Моющая композиция для очистки металлических поверхностей / Илларионов И.Е., Фадеев И.В., Ременцов А.Н., Садетдинов Ш.В. – Опубл. 24.08.2017.

8. Пат. РФ 2629023. Моющая композиция для очистки металлических поверхностей / Илларионов И.Е., Садетдинов Ш.В., Королев А.В. – Опубл. 15.02.2019.

9. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте автомобилей/ В.В. Быков, Б.П. Загородских, Ш.В. Садетдинов. В.М. Юдин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 358-363.

10. Повышение противокоррозионных свойств растворов синтетических моющих средств для мобильной техники в АПК/ Н.В. Бышов, И.В. Фадеев, Г.А. Александрова, Ш.В. Садетдинов // Известия международной академии аграрного образования. – 2019. – № 45. – С. 20-24.

11. Фадеев, И.В. Влияние моноэтаноаминтетраборатаммония в составе защитного покрытия на электрохимическое поведение стали 08 КП/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2016. – № 12. – С. 15-20.

12. Разработка композиции технологической жидкости для увеличения долговечности деталей и узлов транспортных средств/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, С.М. Мороз, Ш.В. Садетдинов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2017. – №3 (50). – С. 90-97.

13. Фадеев, И.В. Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей транспортных средств в присутствии некоторых боратов/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2016. – № 6. – С. 17-20.

14. Фадеев, И.В. Применение тетраборатов лития, натрия, калия в качестве экологически чистых добавок к моющим средствам/ И.В. Фадеев, В.В. Белов, Ш.В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – № 21. – С. 52-55.

15. Фадеев, И.В. Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств/ И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 6. – С. 54-56.

16. Влияние боратов на противокоррозионную усталость стали Ст. 3 в растворах синтетических моющих средств/ И.Е. Илларионов, Ш.В. Садетдинов, И.В. Фадеев и др. // Черные металлы. – 2020. – № 1. – С. 50-55.

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

18. Пат. РФ № 2015152746/05. Пистолет-распылитель /Анурьев С.Г., Киселёв И.А., Ушанев А.И., Малюгин С.Г., Попов А.С. – Оpubл. 10.03.2016; Бюл. № 7. – 9 с.

19. Борычев, С.Н. Планирование эксперимента нанесения материала грунтолки /С.Н. Борычев, С.Г. Малюгин, А.С. Попов, А.И. Тараскин, А.И. Ушанев//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 3 (23). С. 50-52.

«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»

*Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной
20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта
12 октября 2020 г.*

Бумага офсетная Гарнитура Times Печать лазерная

Усл печ л 21,4. Тираж 500 экз. Заказ № 1462

подписано в печать 02.11.2020 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Отпечатано в издательстве учебной литературы

и учебно методических пособий

ФГБОУ ВО РГАТУ

390044, г. Рязань, ул. Костычева