

На правах рукописи



УШАНЕВ АЛЕКСАНДР ИГОРЕВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО
НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Специальность: 05.20.03 - Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань – 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Юхин Иван Александрович

Официальные оппоненты: **Загородских Борис Павлович**,
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
аграрный университет им. Н.И.Вавилова»,
профессор кафедры «Технический сервис и
технология конструкционных материалов»

Марусин Александр Вячеславович
кандидат технических наук, ФГАОУ ВО
«Российский университет дружбы
народов», доцент департамента
машиностроения и приборостроения
Инженерной академии

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
аграрный университет имени императора
Петра I»

Защита диссертации состоится 23 ноября 2018 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.057.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» по адресу 390044, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1, зал заседаний диссертационного совета

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО РГАТУ, на сайте: www.rgatu.ru, с авторефератом – на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации www.vak3.ed.gov.ru.

Автореферат разослан « _____ » 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук, доцент

И.А. Юхин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. На данный момент в России выполняется «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы». Решить данную проблему невозможно без широкого применения современных сельскохозяйственных машин, особенностью эксплуатации которых является сезонная занятость. Они эксплуатируются в тяжелых и сложных условиях. Из-за контакта с дорожными покрытиями, почвой, растениями, горюче-смазочными материалами, а также удобрениями, ядохимикатами, при переменах температурных режимов работы и влиянии ряда других факторов сельскохозяйственная техника устаревает и корродирует, что снижает производительность функционирования, ухудшает некоторые ее показатели работоспособности. Большое количество сельскохозяйственных машин эксплуатируется от 10...15 до 55...60 дней в течение года, а оставшееся время подлежит качественному хранению. Работоспособность и срок их службы может увеличиться до 10-15% за счет нанесения защитного покрытия сельскохозяйственных машин.

Улучшение качества хранения сельскохозяйственных машин при условиях сезонного использования имеет актуальность для всех хозяйств России.

Широкое использование защитного покрытия диктует необходимость совершенствования технологии их нанесения. При существующих способах нанесения защитного покрытия перед хранением невозможно добиться высокой производительности с соблюдением показателей качества наносимого слоя. Данная операция в большинстве случаев выполняется вручную или пневматическими способами. Повысить эффективность хранения сельскохозяйственной техники возможно благодаря нанесению защитного покрытия гидравлическим способом. При этом необходимо совершенствовать устройства нанесения обоснованием их параметров, снижающих затраты труда и средств, что подтверждает актуальность данного направления научных исследований.

Обоснование параметров установки нанесения защитного покрытия гидравлическим способом, повышающим равномерность распределения материала на поверхности сельскохозяйственных машин, является важной народно-хозяйственной задачей.

Степень разработанности темы

Вопросами развития системы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, а так же нанесения защитного покрытия на поверхность сельскохозяйственных машин занимались Г.А. Борисов, С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, А.А. Герасименко, И.К. Данилов, Б.П. Загородских, Г.Д. Кокорев, М.Ю. Костенко, А.М. Кравченко, М.Б. Латышенко, Р.И. Ли, С.Г. Малюгин, А.В. Марусин, Ю.Н. Михайловский, Д.Г. Пажи, А.И. Петрашев, С.Д. Полищук, В.Д. Прохоренков, Г.К. Рембалович, А.Э. Северный, А.А. Симдянкин,

В.В. Терентьев, Б.А. Улитовский, И.А. Успенский, В.И. Черноиванов, А.В. Шемякин, И.А. Юхин и др.

Обобщение и уточнение результатов их работ позволяют сегодня использовать при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники различные конструкции устройств нанесения защитного покрытия поверхности. Однако существующее их разнообразие отечественного и зарубежного производства не исчерпало возможности разработки и совершенствования параметров новых устройств. Недостаточно изученными остаются вопросы по обоснованию устройств нанесения защитного покрытия гидравлическим способом, повышающих равномерность распределение материала на поверхности сельскохозяйственных машин.

Работа выполнена по плану НИР ФГБОУ ВО РГАТУ на 2016-2020 гг. по теме 3 «Совершенствование технологий, средств механизации, электрификации и технического сервиса в сельскохозяйственном производстве» в рамках раздела 3.3 «Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники за счет разработки новых конструкций, методов и средств технического обслуживания, ремонта и диагностирования» (подраздел 3.3.6 «Повышение эффективности технологий технического обслуживания сельскохозяйственной техники с разработкой установок для нанесения консервационных материалов и очистки наружных поверхностей»).

Цель исследований – обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники, обеспечивающих равномерную его толщину.

Объект исследования - влияние параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники на равномерность его толщины.

Предмет исследований - влияние каплеобразования на равномерность нанесения защитного покрытия.

Научную новизну работы представляют:

- аналитические зависимости, раскрывающие влияние параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники на равномерность распределения защитного материала по ее поверхности.

- научно-обоснованное техническое решение установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники.

Теоретическая значимость работы. Обосновано влияние каплеобразования грунтовок при истечении из установки гидравлического нанесения защитного покрытия на его равномерность, определены параметры предложенной установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники.

Практическая значимость работы. Предложено новое научно-техническое решение установки гидравлического нанесения защитного покрытия (патент №147131), обеспечивающее равномерность его слоя на поверхности сельскохозяйственных машин.

Методы исследования. Теоретические исследования проводились на основе классической механики, гидравлики и математической статистики.

При проведении экспериментальных исследований использовались стандартные и предлагаемые методики, сертифицированные приборы и установки. Качество нанесения защитного покрытия поверхности подготовленных образцов определялось в соответствии с ГОСТ 15140-78. Обработка результатов исследований проведена методами математической статистики (с использованием программ MathCAD 14.0, Statistica 8.0).

Положения, выносимые на защиту:

- аналитические зависимости влияния каплеобразования на равномерность нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники;
- теоретическое обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия машин;
- конструктивно-технологическая схема установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники;
- результаты экспериментальных исследований параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники.

Достоверность результатов исследований. Для проведения экспериментальных исследований использовались современные аттестованные приборы. Также полученные результаты подтверждаются сходимость результатов теоретических и экспериментальных исследований (расхождение составило 3,5%), при точности 95,5%. Выводы, полученные в ходе диссертационного исследования, согласуются с результатами, опубликованными ранее в независимых источниках по тематике исследования, прошли широкую апробацию в печати, на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Реализация результатов исследований. Установка гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники применялась в ООО «Автомобилист» и ООО «Рассвет» Клепиковского района Рязанской области.

Вклад автора в решение поставленных задач состоит в разработке и формулировании цели и задач работы, определении направлений теоретических и экспериментальных исследований, организации и проведении исследований, обобщении положений по обеспечению равномерности нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на международных научно-практических конференциях Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева (2012...2018 гг.), на Международной научно-практической конференции «Новая наука: Стратегии и векторы развития» (Магнитогорск, 8 февраля 2017 г.), на 68-ой Международной научно-практической конференции «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (Рязань, 26 апреля 2017 г.), Международной научно-практической заочной конференции «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы» (Саранск,

ноябрь 2017). Макет лабораторной установки был представлен 1 сентября 2017 года во время празднования «Дня знаний» и 9 сентября 2017 года «Спожинки - праздник урожая», а также в рамках научных мероприятий, проведенных на базе ФГБОУ ВО РГАТУ.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в печати в 9 научных работах, из них 6 статей в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, получено 3 патента РФ на полезные модели. Общий объем публикаций составил 1,875 п.л., из них лично соискателю принадлежит 1,31 п.л.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы из 127 наименований, в том числе 12 на иностранных языках и 10 приложений, изложена на 133 страницах, включает 41 рисунок и 16 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель, отмечены научная новизна и практическая значимость работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» в результате анализа способов нанесения защитных покрытий на поверхность сельскохозяйственной техники было установлено, что наиболее перспективным способом нанесения является процесс с использованием гидравлических установок. Нерешенным вопросом является обоснование параметров гидравлических установок для обеспечения равномерной толщины слоя защитных покрытий.

На основании проведенного анализа состояния проблемы и в соответствии с поставленной в работе целью сформулированы **задачи исследований:**

1. Провести анализ существующих способов нанесения защитного покрытия поверхности сельскохозяйственной техники
2. Теоретически обосновать влияние:
 - каплеобразования грунтовок на равномерность нанесения защитного покрытия;
 - параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия на его толщину;
3. Разработать конструктивно-технологическую схему установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники.
4. Экспериментально уточнить зависимости адгезионных свойств защитного покрытия от параметров сопла разработанного пистолета-распылителя.
5. Оценить экономический эффект от применения предложенной установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники.

Во второй главе «Теоретические исследования гидравлического нанесения защитного покрытия на поверхность сельскохозяйственной техники» проведены теоретические исследования нанесения защитных покрытий на поверхность сельскохозяйственной техники.

Было установлено, что нанесение защитного покрытия на подготовленные поверхности зависит от размера и равномерности перемещения потока.

Диаметр капли можно определить по следующему выражению

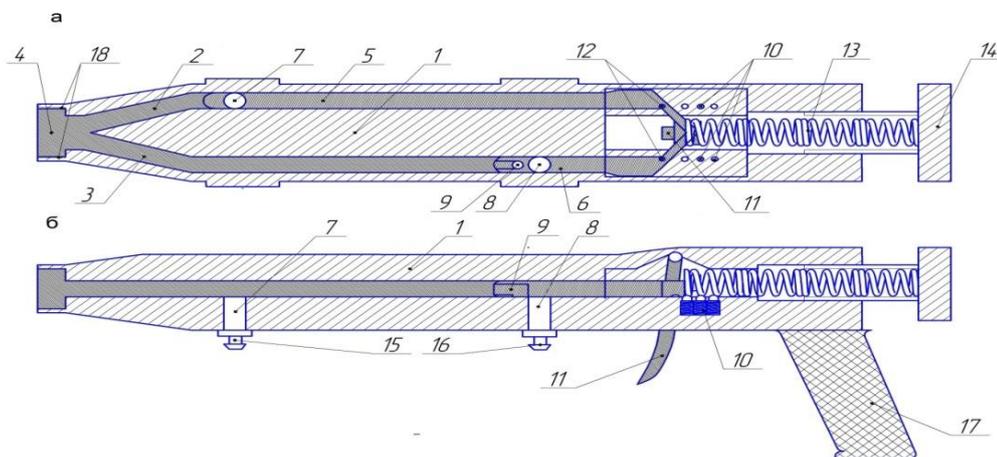
$$D = \frac{12\sigma}{P\eta\frac{\pi}{2Q} - \rho\gamma\frac{16Q^2}{\pi d^4}}, \quad (1)$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м; P – мощность установки для нанесения защитного покрытия, Вт (Дж/с); η – КПД; Q – объемный расход, м³/с; d - диаметр сопла, м.

Уменьшение диаметра капли происходит при:

- уменьшении диаметра сопла;
- увеличении объемного расхода;
- снижении коэффициента поверхностного натяжения.

С целью упрощения конструкции и повышения надежности устройства (патент на полезную модель РФ №147131, опубл 27.10.2014, Бюл. № 30) использованы клапанные иглы, которые вместе с транспортными каналами образуют две прецизионные пары. Схема исполнения пистолета-распылителя представлена на рисунке 1.



1-корпус, 2,3-транспортные каналы, 4-смесительная камера, 5,6-клапанные иглы, 7,8-отверстия, 9-г-проточка в клапанной игле, 10-пружинные фиксаторы, 11-курок, 12-пазы фиксации клапанных игл, 13-пружина, 14-регулирующий болт, 15,16-штоки, 17-рукоятка

Рисунок 1 - Универсальный пистолет-распылитель для нанесения защитных покрытий

Пистолет-распылитель работает следующим образом. Из шлангов под давлением подаются исходные жидкие компоненты к находящимся в нижней части корпуса 1 штокам 15 и 16; штоки соединены с транспортными каналами 2 и 3 посредством отверстий 7 и 8. В транспортных каналах 2 и 3 установлены

соответственно клапанные иглы 5 и 6, выполненные в виде двух прецизионных пар. В закрытом положении клапанные иглы 5 и 6 напряжены пружиной 13.

Смесительная камера 4 имеет резьбу 18 для крепления к пистолету-распылителю насадок различных видов.

Предлагаемая конструкция позволяет обеспечить работу пистолета-распылителя в трех режимах: с поочередным открытием каждого из двух транспортных каналов, и с двумя одновременно открытыми транспортными каналами, что создает возможность использования двух различных материалов по отдельности, либо двухкомпонентной смеси. Использование корпуса с входными отверстиями, снабженными штоками для подсоединения шлангов по которым подаются исходные компоненты из резервуаров, позволяет увеличить непрерывность работы устройства.

Пистолет-распылитель изготавливается из металла с использованием типовых технологических процессов на базе *стандартизированных* деталей.

Для соблюдения равномерности НЗП поверхности сельскохозяйственной техники и определенной толщины его слоя необходимо учитывать объемный и массовый расходы, которые были определены по следующим формулам:

$$\text{Объемный расход } Q = \frac{\pi d_K^4}{128 \eta_{ж} l_K} \delta P \quad (2)$$

$$\text{Массового расхода } G = \frac{\pi d_K^4 \rho_{ж}}{128 \eta_{ж} l_K} \delta P \quad (3)$$

Для решения уравнений (2 и 3) использовалась программа MathCAD 14. Решение уравнений производилось при следующих постоянных величинах: диаметр цилиндрического канала $d_K = 0,8 \dots 1,2 \cdot 10^{-3}$ м; давление, оказываемое на материал на рассматриваемом участке канала при гидравлическом способе нанесения δP от 10 до 35 МПа; динамическая вязкость $\eta_{ж} = 3$ Па·с (при кинематической вязкости $\nu_{ж} = 20$ Ст = $2 \cdot 10^{-3}$ м²/с и плотности жидкости $\rho_{ж} = 1500$ кг/м³); длина цилиндрического канала $l_K = 1 \cdot 10^{-2}$ м. Остальные параметры при проведении экспериментальных исследований менялись в той либо иной степени.

Объемный расход $Q = 0,06 \dots 6,5$ л/мин (см. рис. 2),

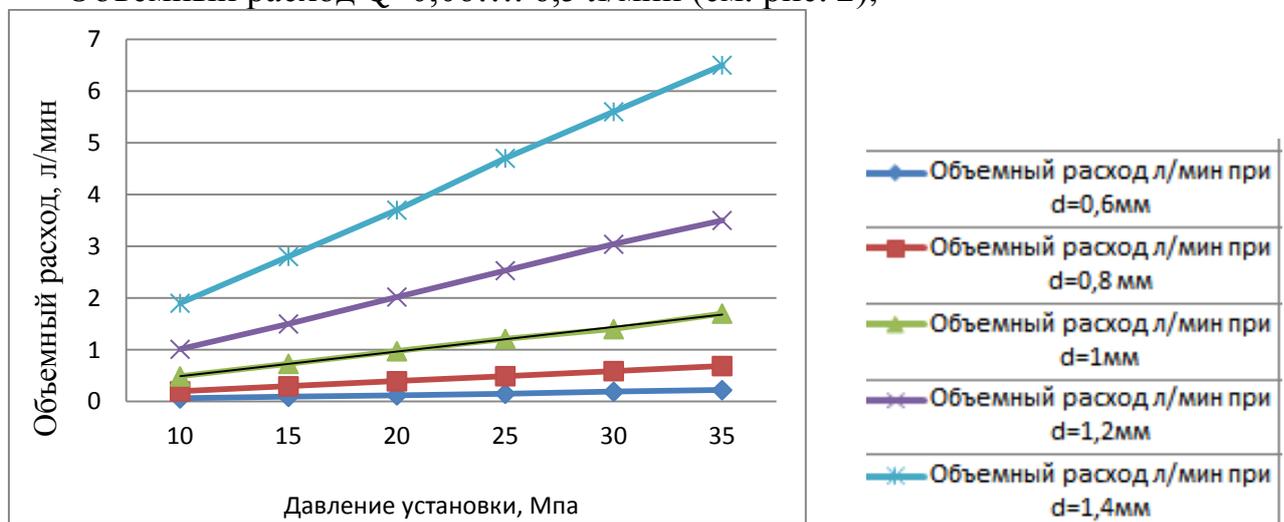


Рисунок 2 - Объемный расход при давлении от 10 до 35 МПа

Массовый расход $G=0,09 \dots 9,9$ кг/мин (см. рис. 3).

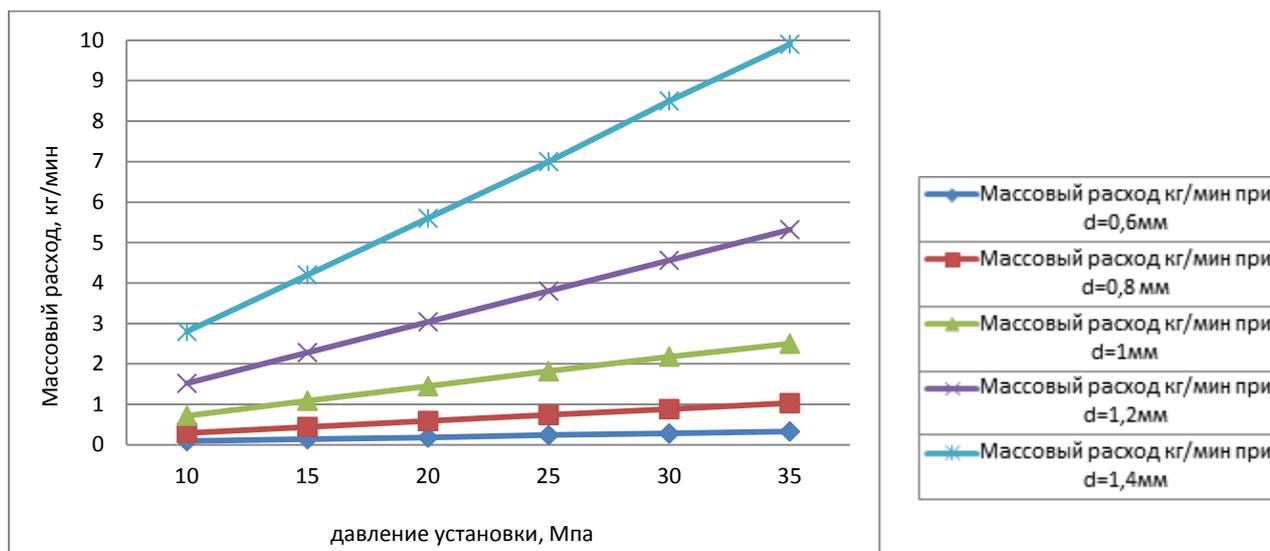


Рисунок 3 - Массовый расход при давлении от 10 до 35 МПа

Анализируя данные графические зависимости массового и объемного расхода при давлениях от 10 до 35 МПа видно, что рациональной величиной диаметра сопла пистолета распылителя можно считать значение в интервале от 0,8 до 1,2 мм при давлении от 20 до 25 МПа. Дальнейшее увеличение давления при том же интервале диаметра сопла пистолета-распылителя приводит к значительному увеличению массового и объемного расходов защитного материала.

В третьей главе «Экспериментальные исследования нанесения защитных покрытий поверхности сельскохозяйственной техники» представлены программа, методика и результаты экспериментальных исследований. Программа исследований предусматривала: 1. Исследование влияния каплеобразования на процесс нанесения защитных покрытий поверхности сельскохозяйственной техники; 2. Проведение двухфакторного эксперимента по плану 2^2 на серийном и модернизированном пистолете-распылителе при нанесении на поверхность защитного покрытия (грунтовок ГФ-21, Reoflex); 3. Экспериментальные исследования эффективности работы разработанного пистолета-распылителя.

Для проведения лабораторных исследований создана установка для нанесения защитных покрытий поверхности техники, которая обеспечивает регулирование режимов в пределах, позволяющих установить качественные показатели нанесения и распределения защитного покрытия на поверхности объекта (рис 4).

При исследовании влияния каплеобразования на процесс нанесения защитных покрытий поверхности сельскохозяйственной техники применялся сталагмометрический метод (метод счета капель). По полученным экспериментальным данным построена графическая зависимость влияния каплеобразования на процесс нанесения защитных покрытий поверхности сельскохозяйственной техники (рис. 5).



а)



б)

а) Камера для нанесения защитных покрытий: 1-подающие магистрали высокого давления; 2 -корпус камеры; 3 -площадка, позволяющая менять положение пистолета-распылителя; 4 - измерительная линейка; 5- площадка для крепления образца; 6 – пистолет-распылитель.

б) Установка с насосом и регулятором давления: 1- емкости с материалом грунтовки; 2- баки высокого давления; 3- манометры; 4- регуляторы мощности (давления) с прерывателем электро сети; 5- насосы высокого давления с электродвигателями

Рисунок 4 – Установка для нанесения защитных покрытий поверхности техники:

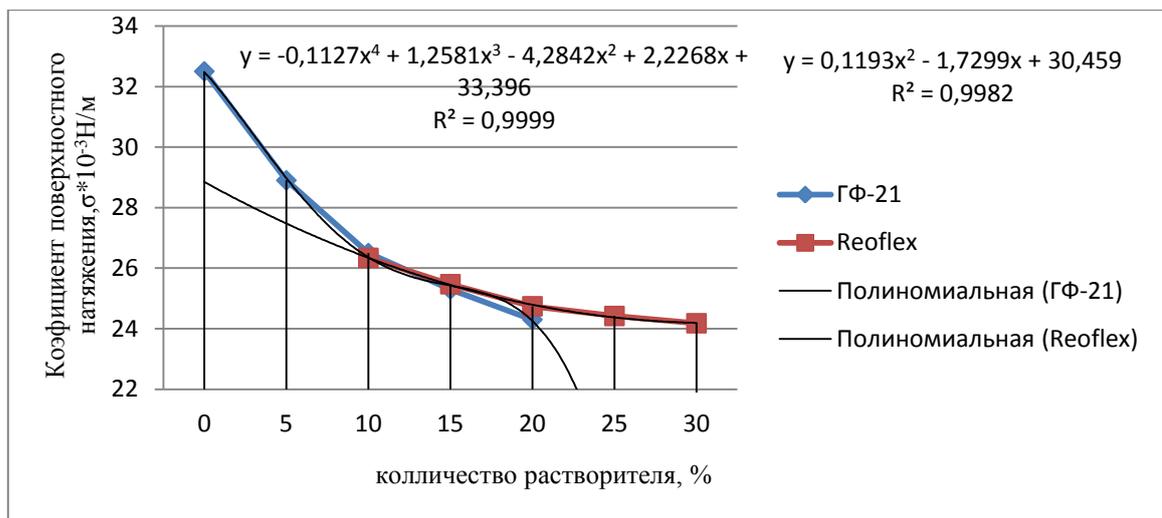


Рисунок 5 – Зависимости количества растворителя в грунтовках ГФ-21 и Reoflex и коэффициента поверхностного натяжения грунтовок ГФ-21 и Reoflex, $\sigma * 10^{-3}$ Н/м.

Анализируя данные графики, очевидно, что при увеличении количества растворителя в грунтовках ГФ-21 и Reoflex происходит снижение

коэффициента поверхностного натяжения, что в свою очередь будет негативно сказываться на распределении защитного покрытия по поверхности сельскохозяйственной техники. Таким образом, наиболее рациональным диапазоном значений коэффициента поверхностного натяжения можно считать интервал от 25 до 29 10^{-3} Н/м.

Проведен двухфакторный эксперимент по плану 2^2 на серийном и модернизированном пистолете-распылителе при нанесении на поверхность защитного покрытия (грунтовки ГФ-21).

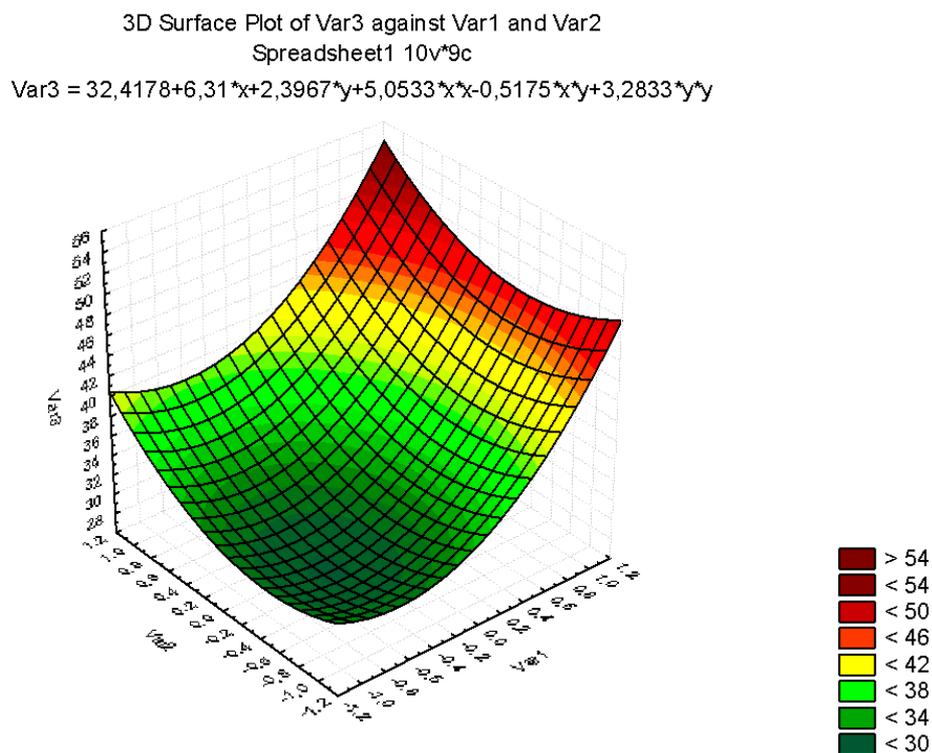
Переменными факторами выступали: x – диаметр насадка пистолета-распылителя, мм; y – давление, оказываемое на материал при гидравлическом способе нанесения, МПа

Выходной параметр: $Var3$ – диаметр капли защитного покрытия, мкм

В результате получено уравнение регрессии, которое характеризуется коэффициентом детерминации $R^2=0,946$ и коэффициентом корреляции $R=0,972$, что показывает высокую достоверность соответствия полученных данных уравнению регрессии.

$$Var3 = 32,4178 + 6,31 \cdot x + 2,3967 \cdot y + 5,0533 \cdot x^2 - 0,5175 \cdot x \cdot y - 3,2833 \cdot y^2$$

Наибольшую значимость на каплеобразование оказывает диаметр насадка пистолета-распределителя (рис. 6).



$Var1$ - диаметр насадка пистолета-распылителя, мм; $Var2$ - давление оказываемое на материал при гидравлическом способе нанесения, МПа; $Var3$ – диаметр капли защитного покрытия, мкм

Рисунок 6 - Зависимость каплеобразования от диаметра насадка пистолета-распределителя и давления на материал при гидравлическом способе нанесения

Установлено, что при значении диаметра насадка пистолета-распределителя 1,02 мм, давлении на материал при гидравлическом способе нанесения 21,75 МПа получаются капли защитного покрытия около 32 мкм.

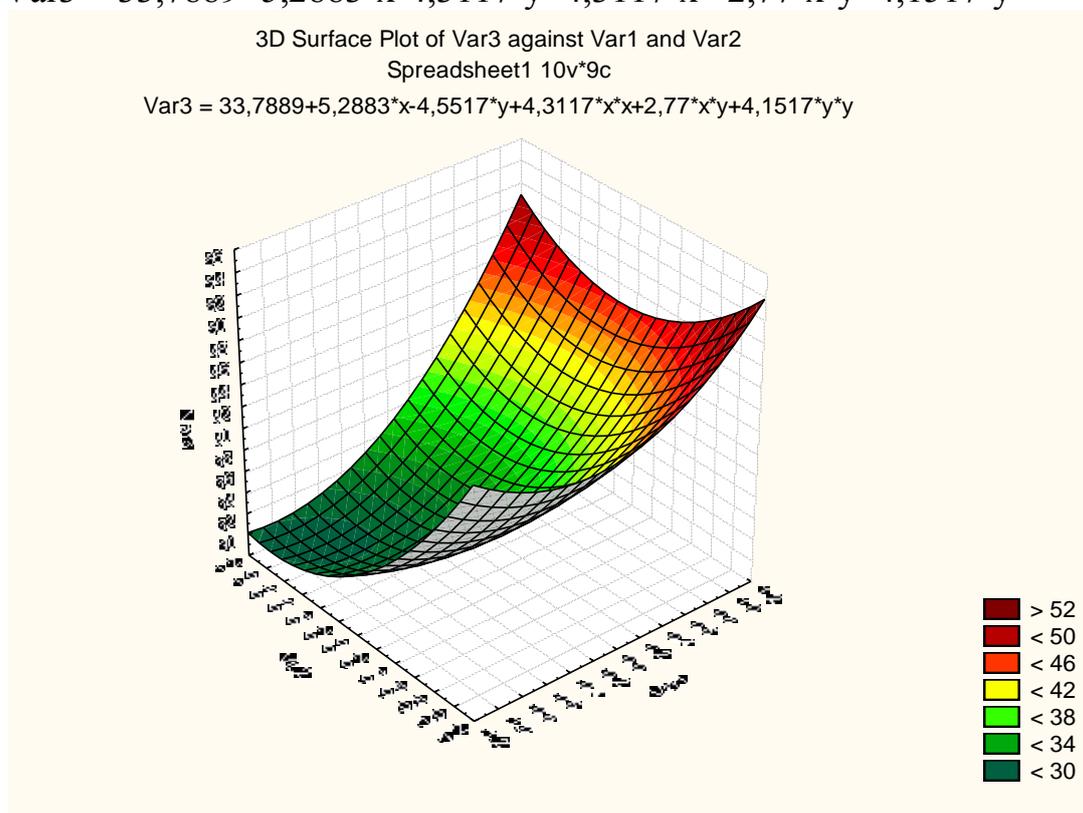
На следующем этапе экспериментальных исследований, проведен двухфакторный эксперимент по плану 2^2 на модернизированном пистолете-распылителе при нанесении на поверхность защитного покрытия (грунтовки Reoflex).

Переменными факторами выступали: x – диаметр насадка пистолета-распылителя, мм; y – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м.

Выходной параметр: Var3 – диаметр капли защитного покрытия, мкм

В результате получено уравнение регрессии, которое характеризуется коэффициентом детерминации $R^2=0,991$ и коэффициентом корреляции $R=0,0995$, построена графическая зависимость каплеобразования от диаметра насадка пистолета-распределителя и коэффициента поверхностного натяжения грунтовки Reoflex (рис.7).

$$\text{Var3} = 33,7889 + 5,2883 \cdot x - 4,3117 \cdot y + 4,3117 \cdot x^2 + 2,77 \cdot x \cdot y + 4,1517 \cdot y^2$$



Var1 - диаметр насадка пистолета-распылителя, мм; Var2 - коэффициент поверхностного натяжения, Н/м; Var3 – диаметр капли защитного покрытия, мкм

Рисунок 7 - Зависимость каплеобразования от диаметра насадка пистолета-распределителя и коэффициента поверхностного натяжения грунтовки Reoflex

Установлено, что при значении диаметра насадка пистолета-распределителя 1,03 мм и коэффициенте поверхностного натяжения $25,2 \cdot 10^{-3}$, Н/м получаются капли защитного покрытия около 33 мкм).

Результаты экспериментального исследования работы разработанного пистолета-распылителя представлены в виде графической зависимости влияния толщины нанесенного защитного покрытия на производительность установки (рис. 8).

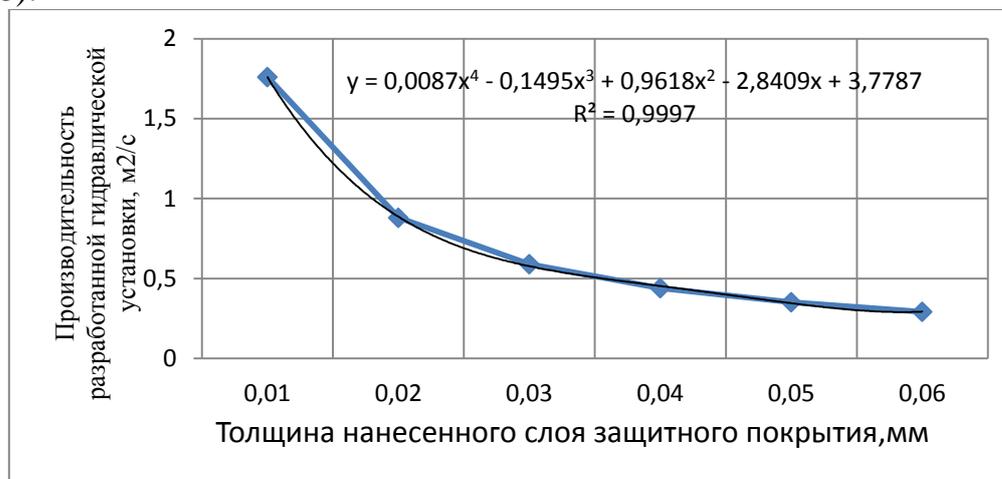


Рисунок 8 - Зависимость влияния толщины нанесенного защитного покрытия на производительность разработанной установки

Зависимость (рис. 8) показывает, что для достижения рациональной толщины защитного покрытия в интервале 0,01-0,02 мм производительность установки должна быть в интервале 0,8-1,75 м²/с.

В четвертой главе «Технико-экономический эффект применения экспериментальной установки нанесения защитных покрытий поверхности сельскохозяйственной техники» обоснован технико-экономический эффект применения экспериментальной установки нанесения защитных покрытий поверхности сельскохозяйственной техники.

Исходные данные, отражающие экономический эффект использования двух вариантов установок даны в таблице 1. В качестве базового варианта применялась установка гидравлического нанесения марки GRACO (фирмы производства США).

Таблица 1 - Исходные данные для расчета экономического эффекта использования установок нанесения защитного покрытия на поверхность сельскохозяйственной техники

№ п/п	Наименование показателей	Установки	
		Гидравлическая установка марки GRACO (базовая установка)	Установка с модернизированным соплом (новая)
1	2	3	4
1.	Балансовая стоимость, руб.	199000	135000
2.	Стоимость модернизированного сопла, руб.	-	25000-30000
3.	Количество рабочих при обслуживании установки, чел.	1	1
4.	Часовая ставка оператора, руб.	200	200

Продолжение таблицы 1

5.	Годовой фонд времени машин при односменной работе, час	1680	1680
6.	Производительность установки при нанесении грунта на поверхность машин, м ² /час	550-600	570-610
7.	Начисления на социальное страхование, %	3	3
8.	Расход материала грунтовки, л/мин	1,2-1,6	0,88-1,3
9.	Стоимость 1 кг грунтовки, руб	138	138
10.	Стоимость 1 кВт/часа, руб.	4,18	4,18
11.	Площадь поверхности техники, м ²	10,3/45,1/69,5	10,3/45,1/69,5
12.	Мощность установки, кВт	2,2	2

Примечание: 10,3/45,1/69,5 соответственно площадь обрабатываемой поверхности техники, м²: МТЗ-80.1, КамАЗ-55102, Россельмаш Акрос 530

Удельные затраты средств нанесения защитных покрытий при использовании разработанной установки гидравлического нанесения снизились на 13,8% по сравнению с установкой гидравлического нанесения GRACO.

Экономический эффект от применения гидравлической установки нанесения защитных покрытий поверхности сельскохозяйственной техники с разработанным пистолетом-распылителем составит 765788,43 рубля в год при обработке 124,9 квадратных метров поверхности сельскохозяйственной техники.

Заключение

1. Установлено, что перспективным является нанесение защитного покрытия с использованием установок гидравлического нанесения.

2. Теоретически доказано:

- на равномерность нанесения защитного покрытия влияет процесс каплеобразования защитного материала. Рациональным диаметром капли можно считать значение в диапазоне от 30 до 38 мкм.

- влияние параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники на его толщину. Толщина защитного покрытия в интервале 0,01-0,02 мм обеспечивается следующими параметрами установки гидравлического нанесения защитного покрытия: диаметр сопла пистолета-распылителя в интервале от 1,0 до 1,1 мм, давление от 20 до 25 МПа.

3. Разработана схема установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники, в которой модернизирована конструкция пистолета-распылителя, позволяющая обеспечить работу в следующих режимах: с попеременно открытыми транспортными каналами и с двумя одновременно открытыми транспортными каналами.

4. Экспериментально уточнено, что адгезионные свойства защитного покрытия являются рациональными при его толщине в интервале 0,01-0,02 мм, что обеспечивается при работе установки гидравлического нанесения с диаметром сопла пистолета-распылителя в интервале 1,0-1,1 мм при давлении 21,75 МПа.

5. Годовой экономический эффект (суммарный от нанесения защитного покрытия поверхности техники марок: МТЗ80.1, КамАЗ-55102, Ростсельмаш

АКРОС 530) от использования в конструкции гидравлической установки нанесения защитного покрытия поверхности сельскохозяйственной техники разработанного пистолета-распылителя составил 75539,3 рубля в год при обработке 124,9 м² поверхности сельскохозяйственной техники при среднем снижении удельных затрат на нанесение защитного покрытия на 13,8%.

Предложения производству

Для обеспечения равномерной толщины нанесённого защитного покрытия поверхности сельскохозяйственных машин рекомендуется использовать гидравлическую установку нанесения защитного покрытия с разработанным пистолетом-распылителем с диаметром сопла в интервале от 1 до 1,1 мм при давлении жидких компонентов 21,75 МПа.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В дальнейшей перспективе научных исследований необходимо продолжить работу в направлении определения перспективного способа нанесения на поверхность техники защитного покрытия при постановке ее на хранение с целью улучшения адгезионной прочности покрытия и повышения производительности при его реализации.

Положения диссертации и полученные результаты отражены в следующих основных публикациях:

Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России

1. 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.

2. Ушанев, А.И. Теоретическое обоснование и экспериментальная оценка степени разрушения покрытия поверхности металл технических конструкций при разном слое грунтолки / А.И. Ушанев, С.Г. Малюгин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 2. С. 190-193.

3. Малюгин, С.Г. Устройство для нанесения материала грунтолки на поверхность объекта / С.Г. Малюгин, А.И. Ушанев, А.И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 2 (26). С. 108-112.

4. Ушанев, А.И. К вопросу хранения сельскохозяйственной техники / А.И. Ушанев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. № 4 (32). С. 82-87

5. Бышов, Н.В. Разработка насадки для нанесения консервационного материала при постоянном напоре / Н.В. Бышов, А.И. Ушанев, И.А. Юхин // Вестник ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017 - С.88 – 91.

6. Бышов, Н.В. Оценка вероятности растрескивания покрытия поверхности техники с учетом изменчивости его толщины / Н.В. Бышов, А.И. Ушанев // Вестник ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017 - С.119-122

Патенты

7. Пат. 147131 Российская Федерация, МПК В05В7/02. Пистолет-распылитель [Текст] / Ушанев Александр Игоревич, Малюгин Сергей

Герасимович, Малюгин Виталий Сергеевич, Попов Андрей Сергеевич, Нагаев Николай Борисович, Тараскин Александр Иванович; заявитель и патентообладатель Ушанев Александр Игоревич .- № 2014113273/05; заявл 04.04.2014; опубл 27.10.2014, Бюл. № 30. – 9 с. : ил

8. Пат. 160193 Российская Федерация, МПК В05В7/02. Пистолет-распылитель [Текст] /Анурьев Сергей Григорьевич , Киселёв Игорь Александрович, Ушанев Александр Игоревич, Малюгин Сергей Герасимович, Попов Андрей Сергеевич, заявитель и патентообладатель Анурьев Сергей Григорьевич .- № 2015152746/05; заявл 08.12.2015; опубл 10.03.2016, Бюл. № 7. – 9 с. : ил

9. Пат. 163701 Российская Федерация, МПК В05В7/02. Пистолет-распылитель [Текст] /Киселёв Игорь Александрович, Анурьев Сергей Григорьевич, Ушанев Александр Игоревич, Малюгин Сергей Герасимович, Попов Андрей Сергеевич, заявитель и патентообладатель Киселёв Игорь Александрович.- № : 2015150430/05; заявл 24.11.2015; опубл 10.08.2016, Бюл. № 22. – 9 с. : ил

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная

Усл. печ. л.1 Тираж 100 экз. Заказ № 1391

подписано в печать 21.09.2018 г

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования*

*«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П. А. Костычева»*

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1

*Отпечатано в издательстве учебной литературы и
учебно-методических пособий*

ФГБОУ ВО РГАТУ

390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1