

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора, академика РАН, гл. научного сотрудника ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ» Завражнова Анатолия Ивановича на диссертационную работу Коваль Зинаиды Михайловны на тему: «Совершенствование технологии и технических средств защитного опрыскивания сельскохозяйственных культур», представленной к защите в диссертационном совете Д 900.006.10 на базе Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный университет имени В.И. Вернадского» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» (по техническим наукам)

1. Актуальность избранной темы диссертации. В соответствии с постановлением № 996 от 25 августа 2017 г. Правительством Российской Федерации «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства», Указом Президента Российской Федерации «Об учреждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» (2020г) большая роль отводится проблемам модернизации технологии возделывания сельскохозяйственных культур и повышения их урожайности, в том числе особое внимание уделяется защите растений от вредителей, болезней и сорняков. В этом важное значение приобретает совершенствование не только конструкции опрыскивателей и их распылителей, но и методов оценки их функционирования. Такая оценка должна быть применима в различных сферах хозяйственной деятельности, использующих разные виды распылителей вентиляторами и штанговыми опрыскивателями в части негативного воздействия пестицидов на человека и окружающую среду. Поэтому совершенствование технологии, методов и технических средств опрыскивания сельскохозяйственных растений растворами пестицидов представляет собой весьма важную народно-хозяйственную проблему.

Недостаточно решены вопросы оценки качества опрыскивания растений и работы как опрыскивателей в целом, так и входящих в их состав распылителей различных конструкций. При испытании опрыскивателей на

машиноиспытательных станциях с большой трудоемкостью и значительными затратами материальных средств определяется только дисперсность капель на карточках подкрашенной жидкости. Из-за отсутствия методической и приборной базы при испытании опрыскивателей на машиноиспытательных станциях (МИС) не определяется снос капельной жидкости, содержащейся в мелкодисперсном аэрозоле, за пределы обрабатываемого объекта. Современные технологии базируются на статистических данных дисперсности распылителей опрыскивателей, приведенной в каталогах. Моделирование распылителей жидкости для технологий опрыскивания не исследуется. В процессе движения распылителя жидкости в составе опрыскивателя происходит изменение спектрального распределения капель в факелах распыла жидкости в результате их коагуляции, происходящей под влиянием встречного воздушного напора. Применение воздушных струй между распылителями для исключения сноса и испарения капель дает только частичное решение. Опрыскиватели с воздушным сопровождением капель дорогие и сложные по конструкции. Применение экранов к распылителям также не решает существующую проблему.

Следовательно, обоснование перспективных направлений совершенствования технологии, методов и средств опрыскивания растений растворами пестицидов, обеспечивающих их защиту, представляет собой крупную научно-техническую проблему, имеющую важное хозяйственное значение.

Диссертация Коваль З.М. посвящена совершенствованию технологии, методов и средств опрыскивания растений растворами пестицидов по критериям ресурсосбережения и экологической безопасности с использованием моделирования процесса распыления жидкости с управляемым воздушным сопровождением нанесения капель на растения. Такой подход делает представленную работу интересной и актуальной для данного направления.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна.

Основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы являются новыми и полностью следуют из результатов исследований.

Обоснованность научных положений и **достоверность** результатов исследований подтверждается наличием и объемом исследовательского материала и апробацией результатов исследований; согласованностью экспериментальных данных по дисперсности лабораторно-полевых и лабораторных результатов исследований; использованием поверенных электронных средств; результатами статистической обработки программой «статистика» достаточного объема экспериментальных данных и методик их оценки, методологией исследования на теоретическом и практическом уровнях. Результаты работы неоднократно были доложены, обсуждены и получили положительную оценку на международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Новизна и теоретическая значимость исследований заключается в обосновании усовершенствованной технологии опрыскивания растений применением способов и средств моделирования работы распылителей в условиях пневматического транспортирования дисперсных сред, обеспечивающих соблюдение экологических требований. Новизну исследований составляют: критерий оценки процессов работы опрыскивателей и опрыскивания растений по величине медианно-массового диаметра капель раствора пестицидов в потоке воздуха при транспортировании их к растениям; аналитические зависимости и математические модели формирования факела распыла; скорости течения воздуха, инъекции дробления капель, расхода воздуха, параметров щелевых распылителей и пневмотранспортной системы; метод моделирования режимов работы распылителей в усовершенствованных конструкциях опрыскивателей; способ воздушно-капельного нанесения распыляемого

раствора на целевые объекты с помощью щелевых распылителей; научно-методические и технологические разработки обеспечения комплекса экспериментальных исследований по повышению эффективности пестицидной обработки растений и критериальной оценки степени загрязнения окружающей среды.

Практическую значимость представляют: усовершенствованная технология обработки сельскохозяйственных растений растворами пестицидов; новые технические решения по конструкции пневмомеханических и пневмогидравлических распылителей растворов пестицидов, систем объемного опрыскивания растений, устройств для испытания распылителей; способы испытания опрыскивателей, контроля аэрозоля и нанесения монодисперсных капель жидкости; устройство и процесс работы исследовательской аэрозольной камеры; результаты теоретических и экспериментальных данных по комплексу вопросов механизации процессов рациональной защиты растений путем их опрыскивания.

Технические решения подтверждены патентом на изобретение и двенадцатью патентами на полезную модель.

Основные результаты, полученные соискателем, могут быть использованы НИИ, конструкторскими бюро и заводами - изготовителями при совершенствовании и создании новых конструкций опрыскивателей растений.

Вывод первый основан на результатах литературного анализа исследований по защитному опрыскиванию растений и является частичным решением первой и второй задач.

Вывод второй является новым и достоверным. Соискателем на основе изучения существующих методов установлено, что наиболее рациональным и эффективным по совершенствованию технологии опрыскивания растений является моделирование работы распылителей жидкости опрыскивателей в разработанном пневматическом устройстве стендового оборудования.

Опытными данными моделирования распылителей в сравнении с данными исследований распылителей жидкости в составе опрыскивателя установлено, что их отличие по основному критерию медианно-массовому диаметру капель не превышает 21%. Вывод является частичным решением первой задачи.

Вывод третий отражает теоретические исследования по получению математических зависимостей рабочих процессов пневмотранспортирования дисперсных систем к средствам их регистрации и объектам назначения, в определенной степени решает вторую и частично третью задачи.

Вывод четвертый посвящен расчетам воздухораспределительной системы опрыскивателя с воздушным сопровождением капель к растениям с учетом режимов работы пневмогидравлического устройства и содержит численные значения потерь давления и производительность вентилятора. Расчетами оптимизирована высота расположения пневмогидравлического устройства, обеспечивающая функционирование опрыскивателя на повышенных скоростях движения. Вывод решает четвертую задачу.

Вывод пятый отмечает близкое совпадение ММД капель сравнительных экспериментальных данных моделирования работы распылителей жидкости и лабораторно-полевых исследований опрыскивателя. Приводятся численные значения.

Вывод шестой отражает результаты сопоставления исследований опытного образца опрыскивателя с опрыскивателем ОП 2000+МТЗ-80 по снижению нормы препарата «Спрут - Экстра, ВР» пневматическими устройствами со щелевыми и дисковыми распылителями, снижения расхода рабочей жидкости, производительности насоса при выполнении агротехнических требований. Пятая и шестая задачи исследований.

В седьмом выводе приведена экономия совершенствования технологии опрыскивания, которая составляет:

– при применении стендового оборудования 1394075,66 руб.;

–при применении в опрыскивателе с воздушным рукавом пневматических устройств с дисковыми и щелевыми распылителями 569499,84 руб. и 573793,73 руб. соответственно;

– при годовом объеме работ на 1000 га новым способом опрыскивания с пневмогидравлическими устройствами 549633 руб.

Срок окупаемости капиталовложений новой техники для выполнения годового условного объема составил 0,21 лет.

Следует отметить, что основные выводы по диссертации содержат решение поставленных в ней задач исследований, а формулировка их в автореферате аналогична формулировке в тексте диссертации.

3. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 266 страницах машинописного текста, включает 150 рисунков, 58 таблиц, перечень сокращений и обозначений, библиографический список из 199 наименований на 22 страницах и 6 приложений на 30 страницах.

Во введении обосновывается актуальность решаемой научно-технической проблемы, формулируются цель, задачи исследований, научная гипотеза и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен обзор исследований по оценке методов и средств для технологии опрыскивания растений растворами пестицидов; установлены направления исследований по моделированию режимов работы распылителей для качественной оценки применяемых технологий; определены пути совершенствования методов и средств для перспективных технологий опрыскивания растений.

Автором работы аргументировано сформулирована цель, а также определены задачи исследований.

Во второй главе приведено теоретическое исследование и обоснование методов контроля технических средств реализации технологии опрыскивания растений растворами пестицидов. Приведены расчетные уравнения для конструктивно-технологических параметров предложенных устройств: для моделирования работы распылителей опрыскивателя, определения концентрации мелкодисперсного аэрозоля, монодисперсного дискового распылителя, воздухораспределительной системы штангового опрыскивателя растений, оборудованного пневмогидравлическими устройствами или пневмомеханическими устройствами. Получены расчетные уравнения для конструктивно-технологических параметров разработанных устройств.

В третьей главе приведены программы, а также методики и приборное обеспечение экспериментальных и опытных исследований разработанных и изготовленных пневматических устройств для нанесения капель распыляемой жидкости на объекты назначения.

В четвертой главе представлены результаты, проведенных автором лабораторных и лабораторно-полевых исследований и дан их анализ, подтверждающий основные результаты исследований по конструктивному и технологическому исполнению пневматических устройств и эффективности методов пневмотранспорта капель распыливаемой жидкости.

Испытания проводились в соответствии с действующей нормативно-технической документацией, в том числе ГОСТами.

В пятой главе приведены расчеты сравнительной экономической эффективности процессов пневмотранспорта капель распыливаемой жидкости к средствам их регистрации и объектам назначения с применением разработанных пневматических устройств по отношению к базовым вариантам. Экономия при годовом объеме работ на 1000 га новым способом опрыскивания составляет 549633руб.

Заключение работы обобщает ее результаты

Приложения содержат материалы, подтверждающие практическую значимость работы.

Общие выводы обоснованы, содержат результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований, а также их сравнительную экономическую оценку разработанным пневматическим устройствам по отношению к базовым вариантам. Выводы достоверны, обладают новизной и отражают результат решений исследований поставленных в работе задач.

4. Замечания по диссертационной работе в целом

В качестве замечаний следует отметить, следующее:

1. Автор исследует работу опрыскивателей при сплошной обработке посевов. Однако, некоторые культуры, например, сахарная свекла, требуют обработку пестицидами только между рядками с одновременной подкормкой листовой поверхности питательными растворами. Могут ли предложенные автором распылители осуществлять такую обработку?

2. Не раскрыто преимущество практического применения щелевых распылителей по сравнению с вращающимися дисковыми и сетчатыми монодисперсными распылителями.

3. Уточнить, возможно ли заменить вентиляторную группу с воздушным рукавом применением гидравлического двигателя с подвижными лопастями вентилятора для создания воздушного потока в пневмомеханических и пневмогидравлических устройствах.

4. В работе представлены полевые опыты пневмогидравлических устройств в составе штангового опрыскивателя. Проводились ли полевые опыты при его оснащении пневмомеханическими устройствами.

5. В математике целесообразно формулы доводить до логической формы. Поэтому в формуле (1) автореферата и диссертации желательно раскрыть скобки и получить

$$2,4 ax + \delta_0$$

При определении этой формулы автор ссылается на рис. 2 (автореферата), но на нем отсутствуют предварительные параметры, что затрудняет прочтение уравнения.

6. В формуле (2) автореферата автор использует площадь плоского сопла и определяет его как для квадрата $(2\delta_0)^2$, но на всех рисунках сечение сопла круглое. Как это совместить?

7. Площадь, на которую оседает капельная жидкость, автор предлагает определять, как произведение расстояния, проходимое распылителем за секунду, на расстояние между распылителями. Но целесообразно учитывать характеристики распылителя (угол распыла) и высоту установки форсунки над поверхностью.

8. На стр. 13-17 (автореферата) представлены результаты расчетов, а не результаты теоретических исследований. При этом рис. 3 не позволяет проанализировать приведенные формулы.

9. При определении угла дуги $A'B'$ автор использует угол AOB , принадлежащий другой окружности, не ясно почему? Среднее значение дуги по окружности сектора сопла целесообразно записать в виде $\frac{A'B' + AB}{2}$ или $(A'B' + AB)/2$.

10. Автор свободно использует разные размерности для одних и тех же параметров. Так расход воздуха в одном месте определяется в $\text{м}^3/\text{с}$, в другом – $\text{м}^3/\text{час}$, что затрудняет анализ результатов исследований.

Автору желательно привести все размерности в одной системе.

11. Для разных показателей автор использует одинаковые обозначения. Так в одном месте ω – скорость движения устройства, а в другом – радиальная скорость вращения диска, и т.д.

Указанные недостатки могут быть учтены в дальнейшей работе соискателя. Носят характер дополнений и уточнений. Они не снижают научной и практической значимости оппонируемой диссертационной работы.

**Полнота освящения основных результатов работы в печати и
соответствие содержания автореферата основным положениям
диссертации**

Основные результаты исследований отражены в 60 печатных работах, в том числе: 17 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 12 статьях без соавторства. Суммарный объем 26,744 п.л. (из них автора диссертации – 16,012 п.л.) По результатам исследований получен 1 патент на изобретение и 12 патентов на полезные модели.

В автореферате диссертации изложены основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследований. Структура и содержание автореферата соответствует основным положениям и выводам диссертации.

Заключение

На основании изучения содержания работы, ее автореферата и публикаций автора считаю, что диссертация Коваль З.М. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно-обоснованные технические и технологические решения, реализация которых позволяет их квалифицировать, как новое научно-практическое направление исследований в области совершенствования технологии опрыскивания растений, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

По актуальности темы, теоретическому уровню и практической значимости диссертация отвечает критериям п.п. 9-14, установленным действующим «Положением о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, соответствует областям Паспорта специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации

сельского хозяйства (по техническим науки), является законченной научно-квалификационной работой, имеющей существенное значение для успешного развития агропромышленного сектора и экономики страны в целом а ее автор Коваль Зинаида Михайловна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (по техническим науками).

Официальный оппонент – д-р техн. наук,
профессор, академик РАН, гл. научный
сотрудник ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ» Завражнов А.И. Завражнов

5.05.2022.

*Завражнов Анатолий Иванович, доктор технических наук, профессор
академик РАН, главный научный сотрудник ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ»*

393760 Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Красная, д. 45, кв. 82.

Тел.: + 7-915-675-06-00

E-mail: aiz@mgau.ru



ДОСТОВЕРНОСТЬ ПОДПИСИ (ЕИ)

А.И. Завражнов

ЗАВЕРЯЮ.
Ученый секретарь
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Самсонов

О.Е. Самсонова

Подпись Завражнова А.И. заверяю