

ОТЗЫВ

официального оппонента Назарова Н.Н.

на диссертационную работу Прокопчука Романа Евгеньевича

«Обоснование рациональных параметров и режимов работы

агрегата для внесения жидких минеральных удобрений»,

представленную к защите на соискание ученой

степени кандидата технических наук по специальности

05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства

1. Актуальность темы исследований, её связь с государственными программами.

Актуальность избранной диссертационной темы не вызывает сомнений. Это связано с несовершенством применяемых в большинстве сельхозпредприятий Сибири технологий возделывания сельскохозяйственных культур на нормальном или интенсивном уровнях, требующих применения повышенных доз минеральных удобрений, которые в настоящее время поступают в эти технологии в ограниченных количествах. Достаточно сказать, что в России в настоящее время на 1 га пашни вносится около 30 кг удобрений по действующему веществу, практически не обеспечивая даже стартовой дозы для вегетирующих растений, а что касается Сибирского Федерального округа, то на 1 га пашни вносится не более 10 кг.

В этих условиях перед практиками и научно-исследовательскими институтами сельскохозяйственного профиля обозначена задача разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур, связанная с оптимизацией минерального питания по этапам органогенеза растений, с целью формирования компонентов продуктивности и урожайностью в целом зерновых культур. И в этом вопросе важнейшая роль принадлежит внесению в почву жидких форм азотно-фосфорных удобрений в виде жидких комплексных удобрений (ЖКУ) и растворов карбамидно-аммиачной смеси (КАС). Это обусловлено основными преимуществами их внесения по сравнению с гранулированными: возможностью равномерного распределения в грунте, малый риск потерь, высокой степенью технологичности их

применения, повышенным коэффициентом усвоения питательных веществ и т.д.

В связи с этим проблема, заключающаяся в изыскании путей, методов и технических решений, способствующих совершенствованию технологий возделывания зерновых культур, с использованием жидких форм минеральных удобрений является актуальной.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90013/20 на 2020-2022 гг. по теме «Обоснование рациональных параметров и режимов работы агрегата для внесения жидких минеральных удобрений».

2. Степень обоснованности научных положений выводов и рекомендаций.

Научные предпосылки, результаты и выводы, сформулированные в диссертационной работе, в достаточной степени обоснованы и достоверны (существенны).

Достоверность научных положений, выдвинутых автором, подтверждаются теоретическими и экспериментальными исследованиями с использованием современного математического аппарата, базируются на современных методах математического моделирования выходных энергетических и технико-экономических показателей МТА. Эксперименты проводились в полевых условиях с использованием методов планирования многофакторных опытов. Обработку полученных данных осуществляли на персональном компьютере на основе методов статистического анализа.

В работе достаточно корректно использованы известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Соискателем изучены и критически проанализированы основные способы внесения минеральных удобрений и машины для их реализации, достижения и теоретические положения других авторов по вопросам существующих методик обоснования рациональных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов и критериев оценки их эффективности с учётом совершенствования технологических процессов реализуемых в них и конструктивно-режимных и технологических параметров технических средств для достижения планируемых результатов.

Это всё свидетельствует об обоснованности полученных выводов и рекомендаций. Основные выводы и предложения диссертации, обозначенные в виде “Общие выводы” представлены на 2 страницах машинописного текста (С. 106 – 107). В диссертации имеются выводы по всем главам.

На основании теоретических и экспериментальных исследований автором сделано 5 выводов.

Вывод первый достоверен и важен, обладает научной новизной. Представлены обоснованные рациональные параметры и режимы работы машинно-тракторного агрегата при использовании ликвилайзеров. Относится к решению первой и второй задач исследований.

Вывод второй достоверен, обладает научной новизной. Разработана математическая модель, основанная на определении расхода топлива тракторного двигателя в зависимости от мощности двигателя, массы трактора, массы и ширины захвата ликвилайзера с учетом коэффициента загрузки тракторного двигателя и позволяющая определять рациональные параметры МТА для внутрпочвенного внесения жидких удобрений. Относится к решению второй задачи исследований.

Вывод третий достоверен, обладает научной новизной. Базируется на результатах полевого опыта, при проведении которого определены численные значения расхода топлива тракторных двигателей в зависимости от параметров и режимов работы МТА и установлен расход топлива на выполнение рабочего процесса в зависимости от влажности почвы и массы трактора. Относится к решению третьей задачи исследований.

Вывод четвертый достоверен, обладает научной новизной, достоверность которого подтверждается результатами полевого опыта, оценкой урожайности яровой пшеницы в зависимости от точки внесения жидких минеральных удобрений в рядках вегетирующих растений. Относится к решению четвертой задачи исследований.

Вывод пятый достоверен, обладает научной новизной, сформулирован на основе сравнения расчётов прямых эксплуатационных затрат по вариантам использования ликвилайзеров различной ширины захвата и агрегатируемыми с мобильными энергетическими средствами различной мощности. Относится к решению четвертой задачи исследований.

3. Оценка новизны и достоверности.

С учётом методологии решения поставленных научных задач соискателем разработана математическая модель машинно-тракторного агрегата для внутрпочвенного внесения жидких минеральных удобрений, на основе которой, и с учётом результатов полевого опыта, обоснованы его рациональные параметры, дана технико-экономическая оценка и оценка эффективности при инъекции удобрений в рядок и междурядье на посевах яровой пшеницы. Для разрешения поставленных технологических и технических проблем в рассматриваемых вариантах технологического процесса внесения в почву жидких минеральных удобрений соискатель задействовал современные методы математического моделирования выходных энергетических и технико-экономических показателей МТА. Эксперименты проводились в полевых условиях с использованием методов планирования многофакторных опытов. Обработка полученных данных осуществлялась на персональном компьютере на основе методов статистического анализа, а также информационного анализа источников научно-технической информации.

В целом, результаты полученные автором, являются новыми научными знаниями в вопросах разработки технологических процессов внесения в почву жидких форм минеральных удобрений, реализуемых в технологиях возделывания зерновых культур в условиях лесостепной зоны Алтайского края.

Достоверность теоретических результатов работы подтверждается результатами экспериментальных исследований. Основные результаты диссертации опубликованы в 7 печатных работах, в том числе в 4 работах в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

О достоверности исследований свидетельствует перечень приведенных актов внедрения в двух хозяйствах Алтайского края: ООО «БочкариАгро» и ООО «Вирт» Целинного района, использующих внутрпочвенный способ внесения жидких минеральных удобрений, приняты к внедрению в «ТД Комплекс Агро», производящем ликвилайзеры, используются в учебном процессе инженерного факультета Алтайского государственного аграрного университета.

4. Ценность работы, выполненной соискателем, для науки и практики.

Разработана математическая модель машинно-тракторного агрегата для внесения жидких минеральных удобрений, позволяющая определять его рациональные конструктивно-технологические параметры в соответствующих технологических и технических ограничениях функционирования рассматриваемого технологического процесса. Разработана усовершенствованная модель энергетической оценки агрегата для внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений, с использованием которой определены зависимости влияния массы МТА и его рабочей скорости движения на расход топлива.

Практическую значимость имеют обоснованные рациональные параметры агрегатов для внесения жидких минеральных удобрений, связанные с шириной захвата МТА и с учетом достижения максимальной загрузки тракторных двигателей в эксплуатации, а также в определении оптимального размещения этих удобрений при внесении их в почву относительно рядков злаковой культуры. Результаты исследований внедрены в ООО «БочкариАгро» и ООО «Вирт» Целинного района Алтайского края, приняты к внедрению в «ТД Комплекс Агро», производящем ликвилайзеры, используются в учебном процессе Алтайского ГАУ.

5. Соответствие диссертации и автореферата требованиям «Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней и присвоения научным работникам ученых званий». Диссертационная работа Прокопчука Р.Е. на тему «Обоснование рациональных параметров и режимов работы агрегата для внесения жидких минеральных удобрений» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней и присвоения научным работникам ученых званий».

6. Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы, репрезентативность эмпирического материала. Личный вклад Прокопчука Р.Е. состоит в постановке проблемы механизации технологического процесса внесения в почву жидких минеральных удобрений с помощью ликвилайзеров, определении цели и задач научных исследований в данной области.

Разработана математическая модель, позволяющая определять рациональные параметры МТА для внутрпочвенного внесения удобрений, программа и частные методики экспериментальных исследований с описанием использованных приборов и оборудования. Соискатель принимал участие в получении исходных данных и научных экспериментах, в апробации результатов исследования, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Основные положения диссертационной работы рассмотрены и одобрены на научно-практических конференциях: XVI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2021 г.), VII Региональной молодежной научной конференции (Барнаул, 2021 г.), I этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых заведений министерства сельского хозяйства РФ, (Барнаул, 2021 г.), II этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых заведений министерства сельского хозяйства РФ, (Красноярск, 2021 г.), III этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых заведений министерства сельского хозяйства РФ, (Уфа, 2021 г.), Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию юбилею инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ «Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем», XVII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2022 г.).

7. Содержание диссертации, ее завершенность, подтверждение публикаций автора. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав с выводами, заключения, списка использованных источников, включающего 114 наименований. Работа изложена на 125 страницах компьютерного текста, содержит 21 таблицу, 53 рисунка и 4 приложения.

Форма, и содержание работы позволяют утверждать, что кандидатская диссертация имеет классическую структуру с традиционными разделами (главами) и является завершенной научно-квалификационной работой.

Во введении (стр. 4 – 9) отмечена проблема, возникшая в технологиях возделывания зерновых культур, связанная с недостаточным обеспечением азотного питания для вегетирующих растений, что влечёт за собой не только деградацию жизнеобеспечивающего для растений плодородного слоя почвы, но и снижение качественных показателей производимой продукции. Соискателем обозначено, что в настоящее время промышленностью выпускаются целый ряд машин для почвенной инъекции жидких минеральных удобрений зарубежного и отечественного производства, а их типоразмерный ряд ограничен и отсутствуют методики выбора параметров тракторов и ликвилайзеров для агрегатирования с ними. Поэтому исследования, направленные на обоснование рациональных машинно-тракторных агрегатов для внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений, являются актуальными.

Автором указана также не только народно-хозяйственная, но и научно-техническая проблема, цель, задачи, объект и предмет исследований, рабочая гипотеза и новизна, выносимые на защиту научные положения и результаты научных исследований, теоретическая и практическая значимость, публикации и другие необходимые материалы в соответствии с существующими требованиями ГОСТ, предъявляемыми к оформлению материалов диссертации.

В главе 1 «Состояние проблемы» (стр. 10-43) соискателем проведён расширенный анализ применения минеральных удобрений в Алтайском крае и основных способов их внесения. Отмечена эффективность и перспективность внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений, их преимущество перед твёрдыми туками. Приведен анализ технического обеспечения применения жидких форм минеральных удобрений с использованием ликвилайзеров, на основании которого установлено, что в настоящее время наиболее распространенными агрегатами, используемыми в России, являются «Duport», «Gustrower», «Ликви-лайРус» и «Алтай». При этом отечественная техника, производимая в Алтайском крае, дешевле аналогов примерно в 2,5 раза и может агрегатироваться с тракторами различных тяговых классов.

На основе анализа методик обоснования рациональных параметров МТА, используемых для внесения жидким удобрениям, соискатель установил, что основными параметрами, влияющими на эффективность их использования, являются мощность тракторного двигателя, масса МТА и ширина захвата сельскохозяйственного орудия.

На основании проведенного анализа соискатель определил цель и задачи исследований, решение которых определяет важную народнохозяйственную проблему.

В главе 2 «Теоретические исследования» (стр. 44-61) разработаны теоретические основы формирования машинно-тракторного агрегата и его работы в виде функции совокупности входных – ширины захвата агрегата (V_p), скорости движения (V_p), эксплуатационной массы МТА ($M_{мта}$), номинальной (максимальной) мощности двигателя ($N_{ен}$) и номинального расхода топлива ($G_{тн}$ тракторного двигателя) и выходных – чистой производительности ($Wч$), погектарного расхода топлива ($G_{га}$) и эксплуатационных затрат МТА ($Cэ$) переменных, с учётом внешних воздействий (неровности поля, физико-механические свойства почвы, структура и механический состав, и плотность почвы, выступающих пассивными контролируемыми факторами. В результате теоретических исследований проведена энергетическая оценка работы ликвилайзера с разным заполнением ёмкости для удобрений и обоснованы рациональные значения ширины захвата МТА для внесения жидких минеральных удобрений с учетом достижения максимальной загрузки тракторных двигателей в эксплуатации.

В главе 3 «Программа экспериментальных исследований» (стр.62-82) приведены программа и основные методические положения выполненных экспериментальных исследований по определению величины энергозатрат МТА с различными параметрами и режимами работы при движении на холостом ходу и выполнении рабочего процесса для определения количественной оценки влияния факторов на энергоёмкость внесения жидких минеральных удобрений. Предложена схема полевого опыта, позволяющая выявить влияние расстояния от точки инъекции жидких удобрений до растения на их развитие и активность фотосинтеза, а также установления

количественной оценки влияния на структуру урожая и качество зерна внесения жидких удобрений в междурядье и рядок посева. Представлено техническое и приборное оборудование для проведения экспериментальных исследований.

В главе 4 «Результаты исследований» (стр. 83-102) приведены результаты энергетической оценки машинно-тракторного агрегата при движении на холостом ходу при различной степени загрузки емкости жидкими удобрениями и скоростных режимах. Установлены зависимости расхода топлива тракторных двигателей от уровня заполнения емкости жидкими удобрениями при выполнении рабочего процесса при различном состоянии почвенного покрова (влажности почвы). Проведённые экспериментальные исследования позволили установить, что предложенная математическая модель позволяет с высокой степенью адекватности описывать взаимосвязь параметров машинно-тракторных агрегатов для внесения жидких минеральных удобрений и выполнять их оптимизацию. Приведена эффективность применения жидких минеральных удобрений при их внутрипочвенном внесении ликвилайзером в зависимости от точки их внесения в рядках злаковой культуры.

В главе 5 «Технико-экономическая оценка машинно-тракторных агрегатов для внесения жидких минеральных удобрений» (стр. 102-105) приведены сравнительные расчетные результаты прямых эксплуатационных затрат на выполнение анализируемого технологического процесса внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений при использовании МТА на базе ликвилайзера отечественного и зарубежного производства. Установлена целесообразность агрегатирования ликвилайзеров различной ширины захвата с мобильными энергетическими средствами различных классов тяги.

Общие выводы (стр. 106 – 107) содержат 5 пунктов, которые обобщают результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Список использованных источников (стр.108 – 121) содержит 114 наименований.

Приложения включают табличный материал: четыре акта внедрения результатов научно-исследовательских, технических и технологических работ в производство и учебный процесс ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ.

Автореферат диссертации, изложенный на 20 страницах, содержит актуальность работы, цель, объект, методику и задачи исследования, выносимые на защиту положения, результаты теоретических и экспериментальных исследований. В конце автореферата указаны 7 печатных работ, 4 из которых опубликованы в рекомендуемых ВАК РФ изданиях, отражающих основное содержание диссертации в достаточной мере. Общие выводы и рекомендации автореферата полностью совпадают с общими выводами и рекомендациями диссертации.

Однако, несмотря на новизну, актуальность, теоретическую и экспериментальную значимость полученных научных результатов, диссертационная работа имеет отдельные недостатки и упущения, требующие разъяснения.

1. Рабочая гипотеза сформулирована несколько некорректно. В соответствие с поставленной Вами в работе целью рабочая гипотеза могла бы прозвучать «Повышение эффективности использования МТА для внесения жидких минеральных удобрений можно достичь за счёт...» и указать далее не только обоснованные рациональные параметры МТА, но и характер распределения жидких удобрений в посевах.

2. Первая задача (стр. 5), связанная с анализом машин для внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений и методик обоснования их параметров, не может быть отнесена к научным задачам.

3. Автором дважды приведены задачи научных исследований: во введении (стр. 5 – 6) и в первой главе (стр. 43). В соответствии с требованием ГОСТ Р7.0.11-2011 задачи научных исследований должны помещаться во введении.

4. Глава 1 представлена излишне подробно и занимает большой объём научного исследования, но в то же время не проведён анализ динамики использования различных способов внесения жидких минеральных удобрений в посевах зерновых культур, поэтому не предоставлена

исчерпывающая база о целесообразности внесения этих удобрений только с помощью ликвилайзеров.

5. В формуле (2.2) (стр. 44) не обозначен коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления из-за неровного вида поверхности колеса, хотя он в развёрнутом виде представлен в формуле (2.4).

6. При совместном решении уравнений (2.20) и (2.19) не представлено выражение для определения рациональных параметров МТА в зависимости от мощности двигателя, массы трактора, массы и ширины захвата ликвилайзера.

7. Учитывая, что материалы параграфов 2.4 и 2.5 носят практический (экспериментальный) характер, то их целесообразно было бы отнести в главу 4 «Результаты исследований».

8. Согласно рисунка 3.10 (стр. 72) внесение жидких удобрений вносилось обезличенно к расположению рядков посева пшеницы. В этом случае обеспеченность растений азотным питанием будет различной по засеянной площади, и будет наблюдаться неравномерность созревания зерновой культуры. Не целесообразным ли было бы совместить посев зерновых с одновременным внесением удобрений в одном агрегате (в том числе с использованием ликвилайзера), выполняющим эти операции за один проход?

9. При определении эффективности применения жидких минеральных удобрений определены точки инъекции (стр. 74) в посевах, равными 8,0 см, 9,5 см и 12,5 см. Из каких соображений выбирались эти размеры? Ведь расстояние в 1,5 см для корневой системы не представляется непреодолимым. Для подобной оценки следовало бы выбирать расстояние от рядков 5, 10, 15 см.

10. Рисунки 4.1-4.4 представлены в трёхмерном изображении, что затрудняет восприятие материала. Целесообразно было бы представить материал в Декартовой системе координат с использованием двух взаимно перпендикулярных осей.

11. Чем можно объяснить снижение приведённого топлива ДВС при увеличении влажности почвы (стр. 90)?

12. К настоящему времени известно более 350 факторов, оказывающих влияние на формирование структуры урожая. В связи с этим вызывает

сомнение влияние одного фактора (внесение удобрений в рядок посева) на формирование количества продуктивных стеблей, превышающий основной уровень практически на 100 единиц (стр. 98).

13. В формулах (5.5) и (5.6) стр. 103 не представлены в полном объеме расшифровки элементов, входящих в них, что затрудняет понимание представленного материала.

14. Целесообразно было бы представить эффективность использования МТА по энергетическим затратам на их производство и эксплуатацию. Подобное представление органически дополняло бы Ваши исследования в этом направлении.

15. В соответствии с требованием ГОСТ Р7.0.11-2011 в структуре диссертации обозначено «Заключение», но не «Общие выводы».

16. В тексте материалов диссертации имеются орфографические ошибки.

Отмеченные недостатки носят локальный характер и не оказывают существенного влияния на достоинства диссертационной работы: в целом, не снижают ее научной и практической значимости.

Качество оформления диссертации

Работа в целом написана грамотно, технически хорошо оформлена, содержит достаточное количество табличного и графического материала. Автореферат отражает основное содержание диссертации, включает общую характеристику и краткое изложение основных положений диссертации, структура изложения диссертации в автореферате сохранена.

В целом, диссертационная работа оформлена качественно и в соответствии с требованиями ВАК РФ.

Заключение

Диссертационная работа Прокопчука Романа Евгеньевича представляет собой завершенное научное исследование, имеющее научное и практическое значение. Представленный в ней большой объем, теоретических и экспериментальных исследований соответствует Паспорту специальности 05.20.01. Статистическая обработка материалов не вызывает сомнения в

достоверности полученных результатов. Выводы изложены четко и

лаконично, обладают новизной, достаточной научной информативностью и отражают содержание выполненных исследований.

На основании отмеченного считаю, что диссертационная работа «Обоснование рациональных параметров и режимов работы агрегата для внесения жидких минеральных удобрений» отвечает Положению о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, а ее автор, Прокопчук Роман Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Официальный оппонент, доктор технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), главный научный сотрудник сектора машинных технологий в растениеводстве СибИМЭ СФНЦА РАН

Н.Н. Назаров

Подпись Н.Н. Назарова заверяю,
и.о. учёного секретаря СФНЦА РАН, к.т.н.
11 апреля 2022 г.



Д.В. Шаповалов

Назаров Николай Николаевич, доктор технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), главный научный сотрудник сектора машинных технологий в растениеводстве СибИМЭ СФНЦА РАН. Тел. 8-913-715-45-58, e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru.

Служебный адрес: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), Россия, 630501, а/я 463, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск. Тел. 8-(383) 348-14-40, e-mail: secretary@sfnsa.ru; sibime@sfnsa.ru.