

АННОТАЦИЯ

**на диссертацию Танбаева Хожакелди Кувандиковича на тему:
«Обоснование основных параметров рабочего органа для
внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений»
на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по
образовательной программе 8D08701 - Агроинженерия**

Актуальность темы. Сохранение и повышение плодородия почв остается ключевой проблемой в земледелии Казахстана, так как плодородие пахотных почв и состав гумуса ежегодно снижаются. По данным исследований ученых, в северных областях Казахстана почвы сильно истощены, за более чем полувековой период освоения целины потеряно 1,4 млн тонн гумуса, что составляет 1/3 от исходного состояния. В среднем ежегодные потери гумуса в Казахстане составляют 0,5–1,4 т/га, эти потери особенно усиливаются на эродированных землях. При этом уровень плодородия уменьшается на слабоэродированных почвах на 30 %, в среднеэродированных – на 50 % и сильноэродированных – на 70%. На черноземных почвах Северного Казахстана наблюдается процесс дегумификации. В черноземе обыкновенном по сравнению с 1956 г. содержание гумуса за 1992–1996 гг. снизилось на 12,3%, за 2003–2006 гг. – на 21,5%. В черноземе южном, по сравнению с 1956 г., содержание гумуса за 1992–1996 гг. снизилось на 18,2%, за 2003–2006 гг. – на 38,2%.

Проблему поддержания и повышения плодородия почвы можно решить за счет внесения органических, твердых и жидких минеральных удобрений (ЖМУ). В настоящее время не в полной мере разработаны механико-технологические основы внесения жидких минеральных удобрений (ЖМУ) в почву при ее глубокой обработке.

Исходя из вышеизложенного, разработка рабочего органа для внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений и обоснование его основных параметров является актуальной.

Степень изученности темы. На сегодняшний день учеными страны накоплен большой теоретический и практический материал для обоснования конструктивных и технологических параметров почвообрабатывающих машин и рабочих органов. В основном они направлены на разработку и совершенствование технических средств, используемых в технологиях сплошной обработки почвы. Способы внесения твердых минеральных удобрений в почву и технология дифференцированного внесения в этом направлении находятся в состоянии развития. Однако средства и технологический процесс внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений мало изучены, стандарты и методики в этом направлении практически отсутствуют.

Анализ отечественных научных работ свидетельствует о зачаточном состоянии исследований в области гидродинамики, рассматривающей поток жидкости, проходящей через отверстия очень малых (микро-) размеров, и процессов распыления. Метод вычислительной гидродинамики (CFD) и дискретные

элементы, используемые в современной науке, а также основы их использования в научных целях также только начинают применяться в нашей стране, что подчеркивает актуальность научной работы и ее трансдисциплинарный характер.

Гипотеза научного исследования заключается в том, что экономическая и экологическая эффективность жидких минеральных удобрений может быть достигнута путем внесения их в почву на определенную глубину в виде равномерной ленты.

Цель исследований: снижение неравномерности распределения жидких удобрений внутри почвы путем обоснования конструктивной схемы и рациональных параметров рабочего органа с распылителем.

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи:**

- исследование технологических процессов, определение факторов, влияющих на равномерное распыление жидких удобрений внутри почвы при ее обработке, и обоснование конструктивно-технологической схемы распылителей рабочего органа;

- теоретическое и экспериментальное обоснование рациональных конструктивных и технологических параметров рабочего органа и его распылителей;

- определение и обоснование формы и размеров распыления, требуемой скорости подачи;

- проверка работоспособности рабочего органа и распылителей для внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений в производственных условиях и технико-экономическая оценка эффективности их применения.

Объект исследования: технологический процесс внесения жидких минеральных удобрений в почву.

Предмет исследования: закономерности влияния конструктивных и технологических параметров рабочего органа с распылителями на формирование полосы распыления по ширине рабочего органа и на равномерность распыления.

Научная новизна работы:

- установлена зависимость влияния конструктивных параметров рабочего органа для внутрипочвенного внесения ЖМУ и глубокой обработки почвы на тяговое сопротивление;

- выведена зависимость для определения угла распыла и равномерности распыления в плоском распылителе с полукруглой ударной поверхностью;

- предложен метод определения формы подпочвенного пространства (полости) и линии падения почвы (частиц почвы), формирующихся при движении почвообрабатывающего ножа, которая показывает взаимосвязь скорости ножа/агрегата и угла распыления.

Новизна технических решений защищена патентами РК № KZ B35768, KZ B36425, KZ B36482.

Практическая значимость работы. Применение разработанного рабочего органа позволит совместить внутрипочвенное внесение жидких мине-

ральных удобрений с обработкой пара и зяблевой вспашкой. Разработанные 3D-модель и экспериментальный образец рабочего органа и распылителей, позволяющих вводить жидкие удобрения непосредственно в зону развития корневой системы; устройство и мерный сосуд для проверки работоспособности распылителя; экспериментальное устройство для определения подпочвенного пространства и линии падения почвы (частиц почвы) в следе ножа при его движении в почвенном канале могут быть использованы в будущих поисковых работах.

Предлагаемый распылитель может применяться и для поверхностного внесения жидких удобрений, пестицидов, и в общих технических целях в других отраслях промышленности.

Теоретическое значение. Полученная зависимость тягового усилия рабочего органа и ножа от его основных конструктивных и технологических параметров позволит определить параметры орудия для тракторов различных тяговых классов. Выявленные аналитические и геометрические зависимости между параметрами распыления и скоростью рабочего органа, угла распыления и толщины потока на ударной поверхности плоского распылителя с полукруглой формой, 3D-модель области потока жидкости, созданная с помощью программы ANSYS Fluent[®], и теоретические решения, уравнения и соотношения, используемые для оптимизации моделей, основы оценки работоспособности опрыскивателя способствуют дальнейшему развитию исследований в области распределения жидких удобрений внутри почвы.

Основные положения, выносимые на защиту:

- конструктивная схема, параметры и 3D-модель рабочего органа с плоскоструйным распылителем для внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений;

- зависимости угла и неравномерности распыла от конструктивных параметров плоского распылителя с полукруглой формой.

- теоретическая зависимость тягового сопротивления от параметров рабочего органа с ножами;

- модели CFD, расчетно-графические зависимости, характеризующие взаимодействие потока жидких удобрений с распылителями и условия оптимизации.

Личный вклад докторанта. Докторант подготовил план, программу и задачи исследования. Разработал трехмерную модель, схемы представленного рабочего органа и распылителя, изготовил их на заводе и в лаборатории. Независимо проводил лабораторные и полевые эксперименты. Выполнял работы по моделированию, изучению закономерностей течения жидкости и оптимизации с использованием программ Ansys Fluent[®], КОМПАС-3D[®], SolidWorks Flow Simulation[®]. Провел математическую и статистическую обработку и аргументацию полученных результатов. Подготовил текст публикации и диссертации.

Апробация работы. Результаты исследования представлены на следующих международных научных конференциях:

1. Международная научно-практическая конференция «Сейфуллинские чтения –19», посвященная 110-летию М. А. Гендельмана.

2. Международная научно-практическая конференция «Сейфуллинские чтения – 18: Молодежь и наука – взгляд в будущее».

Внедрение результатов научно-исследовательской работы в производство осуществлялось на полях научно-производственного центра зернового хозяйства им. А. И. Бараева.

Сведения о публикациях. Всего опубликовано 10 научных работ, в том числе 4 статьи в международных научных изданиях, включенных в базу данных Scopus (Web of Science), 4 статьи в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшем образовании МНВО РК, 2 статьи в материалах международных и республиканских научно-практических конференций. Всего получено 5 патентов Республики Казахстан на изобретения.

Применение результатов исследования. Основные детали рабочего органа подготовлены и собраны в ТОО «Agritech-KATU». Полевые эксперименты проводились на полях научно-производственного центра зернового хозяйства им. А. И. Бараева. Глубококорыхлитель-удобритель в 2020-2021 гг. также испытывался в ТОО «Карабалыкская СХОС», где результаты показали, что в результате зяблевой обработки почвы превышение урожайности составило 2,7 ц/га.

Предлагаемый распылитель агротехнологический пригоден для внесения ЖМУ внутрпочвенным и поверхностным способами, а также для использования со стрелчатой лапой. Изобретение может быть использовано и в других областях промышленности, таких как увлажнение воздуха, противопожарная защита и т. д.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общего заключения, списка использованной литературы из 135 наименований и приложений. Объем – 144 страниц, количество рисунков – 92, таблиц – 33. Приложение состоит из 29 страниц.