



Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство ⚙ Агротехсервис ⚙ Агробизнес

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ РОСТСЕЛЬМАШ УЖЕ В ПОЛЕ



Подробнее о системах:





ЮГАГРО

28-я Международная выставка

сельскохозяйственной техники,
оборудования и материалов
для производства и переработки
растениеводческой
сельхозпродукции

23-26 ноября 2021

Краснодар,
ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»



СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ТЕХНИКА
И ЗАПЧАСТИ



ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПОЛИВА
И ТЕПЛИЦ



АГРО-
ХИМИЧЕСКАЯ
ПРОДУКЦИЯ
И СЕМЕНА



ХРАНЕНИЕ
И ПЕРЕРАБОТКА
СЕЛЬХОЗ-
ПРОДУКЦИИ

Бесплатный билет
YUGAGRO.ORG

Генеральный
партнер

РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

Стратегический
спонсор

CLAAS

Генеральный
спонсор



Официальный
партнер

**ШЕЛКОВО
АГРОХИМ**

Официальный
спонсор



Спонсор
деловой
программы



Спонсор
информационных
стоек



Спонсоры
выставки

syngenta®



Редакционная коллегия:

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН,
зам. главного редактора – **Мишуков Н.П.**,
канд. техн. наук.

Члены редколлегии:

Буклагин Д.С., д-р техн. наук, проф.,
Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.,
Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф., академик РАН,
Завражнов А.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Кешуов С.А., д-р техн. наук, проф.,
академик НАН Республики Казахстан,
Конкин Ю.А., д-р экон. наук, проф., академик РАН,
Кузьмин В.Н., д-р экон. наук,
Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.,
Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,
академик РАН,
Некрасов А.И., д-р техн. наук,
Сыроватка В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,
Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Шичков Л.П., д-р техн. наук, проф.

Editorial Board:

Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical
Science, professor, academician of the
Russian Academy of Sciences,
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate
of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Buklagin D.S., Doctor of Technical Science, professor,
Golubev I.G., Doctor of Technical Science, professor,
Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the
Russian Academy of Sciences,
Zavrazhnov A.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian
Academy of Sciences,
Keshuov S.A., D.E., professor, academician
of the National Academy of Sciences
of the Republic of Kazakhstan,
Konkin Yu.A., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Kuzmin V.N., Doctor of Economics,
Levshin A.G., Doctor
of Technical Science, professor,
Lobachevsky Ya.P., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences,
Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Nekrasov A.I., Doctor of Technical Science,
Syrovatka V.I., Doctor of Engineering, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,
professor, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences,
Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences,
Shichkov L.P., Doctor of Technical Science, professor

Отдел рекламы

Горбенко И.В.

Дизайн и верстка

Речкина Т.П.

Художник Жуков П.В.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Старовойтов С.И., Коротченя В.М. Концепция цифровизации почвообрабатывающих машин 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Новая методика дифференцированного внесения удобрений принесла подмо-
сковному хозяйству экономию ресурсов и рост урожайности 7
«Цифра» от Ростсельмаш: не дань моде, а жизненная необходимость 8

Инновационные технологии и оборудование

Дерепаскин А.И., Комаров А.П. Обоснование схем расположения рабочих
органов почвообрабатывающих орудий по критериям металлоемкости и тяговому
сопротивлению 10

Киреев И.М., Коваль З.М., Зимин Ф.А. Распределение семян подсолнеч-
ника в рядок в зависимости от скоростных режимов работы пневматического
высевающего аппарата 14

Фадеев И.В., Успенский И.А., Чаткин М.Н., Гольяпин В.Я. Зависимость по-
терь зерна от скорости движения и кинематических параметров молотильного
барабана зерноуборочного комбайна 18

Попов Р.А., Абрамов И.Л. К вопросу теоретического обоснования и разработки
режущего рабочего органа для уборки технической конопли 22

Подольская Е.Е., Бондаренко Е.В., Свиридова С.А. Стандартизация методов
испытаний машин для товарной обработки плодов 27

Дрямов С.Ю., Жигалина Т.В., Семерня А.Н. Риск-ориентированный подход
при осуществлении регионального государственного надзора в области техни-
ческого состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники,
аттракционов 30

**Алдошин Н.В., Васильев А.С., Чумакова Е.Н., Соловьева Е.А., Коно-
валенко Л.Ю.** Технология приготовления водорастворимых премиксов
для кур-несушек 36

Агротехсервис

Дорохов А.С., Свиридов А.С., Гончарова Ю.А., Алехина Р.А. Оценка хими-
ческой стойкости полиуретановых компаундов, применяемых при изготовлении
диафрагм мембранно-поршневых насосов 41

Аграрная экономика

Свиридова С.А., Петухов Д.А., Юзенко Ю.А. Оценка эффективности четы-
рехрядных дисковых борон с энергонасыщенными тракторами 45

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);
08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

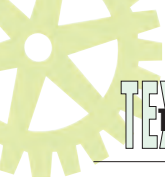
Редакция журнала:

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60. Тел. (495) 993-44-04
fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>

© «Техника и оборудование для села», 2021

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 24.08.2021 Заказ 709



УДК 631.171

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-2-6

Концепция цифровизации почвообрабатывающих машин

С.И. Старовойтов,

д-р техн. наук, доц.,
зав. лабораторией,
starovoitov.si@mail.ru

В.М. Коротченя,

канд. экон. наук,
вед. науч. сотр.,
valor99@gmail.com
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлена авторская концепция цифровизации почвообрабатывающей техники. Отмечено, что цифровизация почвообработки осуществляется в рамках следующих систем, подключенных к Интернету вещей: системы обеспечения устойчивости хода сельскохозяйственного орудия, адаптивной функциональной конфигурации, обеспечения качества обработки почвы, оценки технического состояния.

Ключевые слова: цифровизация почвообрабатывающих машин, тензометрическое оборудование, техническое зрение, сканирование поверхностного слоя, нейронная сеть, система адаптивной функциональной конфигурации.

Постановка проблемы

Развитие почвообрабатывающих машин как технических систем проходит следующие этапы [1]: формирование; совершенствование; динамизация; саморазвитие.

Этап формирования системы включает ее наполнение системами полезных функций, защиты, восстановления функциональных возможностей, равномерного ввода и вывода материала.

Полезные функции почвообрабатывающих машин включают в себя разнообразный набор физических воздействий на почву, среди которых наиболее важными являются вспашка, глубокое рыхление, лущение, дискование, культивация, боронование, прикатывание, фрезерование [2-4].

Саморазвитие системы предполагает максимальную адаптацию рабочих органов к различным почвенным условиям и устойчивость выполнения технологического процесса. Данный этап реализуется посредством цифровой электроники, поэтому его можно назвать цифровизацией технических систем.

В настоящее время развитие сельскохозяйственной техники находится на последнем этапе. Вопрос саморазвития систем становится ключевым. Разработчики техники ставят перед собой задачу получения главного преимущества от цифровизации технических систем – максимально достижимого уровня качества выполнения технологического процесса, производительности, надежности и т.д. Проблема цифровизации (саморазвития) почвообрабатывающей техники не является решенной.

Цель исследований – разработка концепции цифровизации (саморазвития) почвообрабатывающих машин.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования стал анализ структурных составляющих комплекса автоматизированного управления работой почвообрабатывающих агрегатов, а также проспектов фирм-производителей, опубликованных патентов и научных публикаций.

Цифровизация почвообработки осуществляется в рамках следующих систем: системы устойчивости хода сельскохозяйственного орудия, адаптивной функциональной конфигурации, обеспечения качества обработки почвы, оценки технического состояния. Указанные системы подключены к Интернету вещей. Предполагается использование тензометрического

оборудования, технического зрения, сканирования поверхностного слоя, нейронной сети.

Результаты исследований и обсуждение

Предлагаемая концепция цифровизации (саморазвития) почвообрабатывающих машин представлена на рис. 1 в виде блок-схемы.

Рассмотрим более подробно представленные элементы концепции, отметив коммерческие разработки предприятий и предлагаемые научные технические решения.

□ **Система обеспечения устойчивости хода сельскохозяйственного орудия.** Должна обеспечивать горизонтальность рамы технического устройства, генерировать самореализуемую линию тяги, регулировать ширину захвата с учетом оптимальной скорости движения.

Для контроля устойчивости выполнения технологического процесса используются нивелиры (датчики положения), которые необходимы для поддержания горизонтальности рамы в продольно-вертикальной и поперечно-вертикальной плоскостях, а также самореализуемой линии тяги с учетом свойств почвы и степени износа режущих кромок. Функционирование самореализуемой линии тяги возможно за счет использования тензометрического оборудования.

Перспективным способом снижения тяговой нагрузки на трактор и автоматического поддержания устойчивого движения полевого агрегата в горизонтальной плоскости является снабжение плуга приводными опорными колесами. Колеса-двигатели плуга создают дополнительный тяговый момент и разгружают трактор. При устойчивом движении агрегата поступательные скорости трактора и колес-двигателей плуга должны



Рис. 1. Концепция цифровизации (саморазвития) почвообрабатывающих машин (блок-схема)

быть одинаковыми. Это поддерживается за счет регулирования скорости вращения колес-двигателей автоматической системой. При этом датчик, установленный на полевой доске последнего плужного корпуса, должен показывать минимальное давление доски на стенку борозды. В случае изменения почвенных условий давление на полевую доску последнего корпуса резко возрастает. Это фиксируется датчиком полевой доски и передается в систему управления скоростями вращения колес-двигателей плуга.

На уровне предприятий-производителей в рассматриваемой части автоматизации почвообработки имеются следующие коммерческие разработки.

Норвежской фирмой «Kverneland» разработана электронная система, обеспечивающая автоматическое регулирование ширины захвата и глубины обработки.

Фирмы «Massey Ferguson» (США) и «MC Elettronica» (Италия) разработали систему управления, обеспечивающую регулирование положения рамы плуга. Электронная система управления фирмы «Huard» также

обеспечивает корректировку горизонтального положения рамы плуга. Для этих целей используются датчики углов наклона [5]. При наличии этих датчиков появляется возможность эффективного контроля механизмов и техники, работа которых технологически связана с отклонениями от вертикальной оси.

Система адаптивной функциональной конфигурации. Предусматривает реализацию двух моментов: автоматическую конфигурацию в транспортное положение [6] и адаптивную функциональную конфигурацию различных степеней сложности.

Первая степень сложности системы адаптивной функциональной конфигурации подразумевает автоматическое изменение угла атаки дисков, угла между режущей кромкой и стенкой борозды лемеха плужного корпуса, угла между лемехом и дном борозды, угла резания рабочего органа глубокорыхлителя. Вторая степень сложности учитывает возможность трансформации рабочего органа, способного выполнять основную или минимальную обработку почвы. Реализацию системы первой степени

сложности можно осуществить на основе анализа величин энергоемкости и/или анализа показателей качества с применением систем машинного зрения, а системы второй степени сложности – на основе мониторинга структуры обрабатываемого слоя, в частности, по толщине дернины.

В плане коммерческого внедрения автоматической конфигурации в транспортное положение можно отметить электронную систему управления плугами французской фирмы «Kuhn-Huard». Данная система состоит из двух частей: блока, включающего в себя программируемый компьютер и панель управления, которые находятся в кабине трактора, и электронно-гидравлического и измерительно-регулирующего устройства. При вспашке в конце каждой борозды тракторист нажимает кнопку на панели управления и автоматически последовательно осуществляет подъем первого корпуса, затем последнего с последующим поворотом рамы оборотного плуга.

Регулирование угла атаки дисков почвообрабатывающих машин на ходу через бортовой компьютер реализовано многими фирмами («John Deere», «Gates Manufacturing», «Summers Manufacturing» и др.).

Система обеспечения качества обработки почвы. Должна контролировать глубину хода рабочих органов, степень крошения и заделки растительных остатков, величину гребнистости поверхности. Из всех показателей качества обработки почвы наибольшее коммерческое внедрение получил контроль глубины обработки.

Так, фирма «Topcon Positioning Systems» (США) в 2018 г. представила на рынке *ISOBUS*-совместимую систему *NORAC Tillage Depth Control*. Предназначенная для различных типов почв и рельефов система использует ультразвуковые сенсоры для поддержания необходимой глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин. Глубину можно менять на ходу с помощью бортового компьютера в кабине трактора.

В свою очередь, норвежская компания «Kverneland» для обеспечения

необходимой глубины использует преобразователь (сенсор) линейных перемещений на эффекте Холла. Данный сенсор контролирует положение штока поршня на сельскохозяйственной почвообрабатывающей технике и обеспечивает точный контроль глубины. Система цифрового контроля глубины обработки с применением сенсора на эффекте Холла (патент US 8573319 В1 от 05.11.2013) также имеется в технологии дифференцированной обработки почвы *TruSet™ Tillage Technology* – разработка 2015 г. американской компании «John Deere». Точность определения глубины составляет 2,5 мм.

Федеральным научным агроинженерным центром ВИМ разработан система автоматизированного регулирования глубины обработки (рис. 2).

Герконовый выключатель 1 отвечает за допустимую минимальную глубину обработки почвы, герконовый выключатель 2 – за допустимую максимальную глубину. Локальный источник магнитного поля 3 замыкает цепь блока управления 4 исполнительного механизма 5 рабочего органа 6 [7].

Существует также способ варьирования глубины обработки в зависимости от уплотнения почвы. Коммерческой реализацией данного варианта стал работающий на принципе электромагнитной индукции сканер почвы *Topsoil Mapper* австрийской фирмы «Geoprospectors». Разработка получила серебряную медаль выставки «Agritechnica» в 2015 г. (Ганновер,

Германия). Сканер устанавливается впереди трактора или автомобиля. По мере движения энергосредства он измеряет электропроводность почвы, по которой определяются ее уплотнение, структура и влажность. Полученные данные позволяют построить карту, применяемую для дифференцированной обработки почвы с учетом степени ее уплотнения.

Также в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ разработано автоматизированное устройство для послойного горизонтального непрерывного измерения твердости почвы (рис. 3).

Автоматизированное устройство включает в себя стойку 1, к нижней части которой с помощью болтового соединения крепятся деформаторы 2, имеющие различное поперечное сечение по высоте: в верхней части – прямоугольное, в нижней – треугольное, различную длину и установлены с расчетным расстоянием друг от друга. К тыльной стороне верхней треугольной части деформатора приклеены тензодатчики 3, которые защищены покрытием 4. Каждый тензодатчик по мостовой схеме подключается к аналого-цифровому преобразователю.

В процессе работы первый деформатор режет слой почвы с усилием R_1 на глубине h_1 , второй – с усилием R_2 на глубине $h_1 + h_2$, третий – с усилием R_3 на глубине $h_1 + h_2 + h_3$, четвертый – с усилием R_4 на глубине $h_1 + h_2 + h_3 + h_4$. Рабочей глубиной первого деформатора является слой h_1 , второго –

h_2 , третьего – h_3 , четвертого – h_4 . В процессе работы деформатор колеблется, тензодатчик реагирует на его колебания, а данные в процессе исследований передаются на ноутбук.

Для измерения гребнистости поверхности почвы – второго критерия качества обработки – можно использовать машинное зрение. Это было реализовано в разработке австрийских ученых [8], которые на передней части почвообрабатывающей машины устанавливали стереокамеру. Для обеспечения однородной гребнистости была разработана автоматизированная система управления скоростью вращения активных рабочих органов.

Для определения величины гребнистости поверхности может использоваться разработанный в КубНИИТиМ прибор ИП-284, который состоит из координатной рейки, подвижной каретки, двух штативов для регулирования горизонтального положения координатной рейки, интегрированного лазерного дальномера, электронного блока для программного управления движением каретки и измерения расстояний от горизонтального положения координатной рейки до почвы лазерным дальномером. Обмен информацией между электронным блоком, дальномером и ноутбуком осуществляется по беспроводному каналу Bluetooth. Модуль GPS, входящий в состав электронного блока, позволяет осуществлять привязку к местности точки

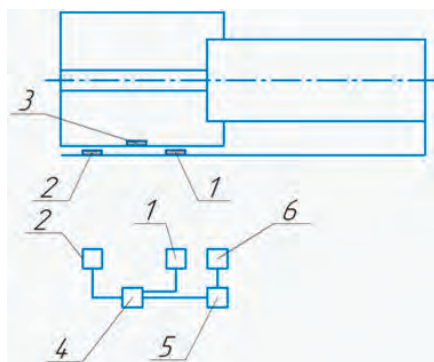


Рис. 2. Система автоматизированного регулирования глубины обработки почвы, разработанная в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ

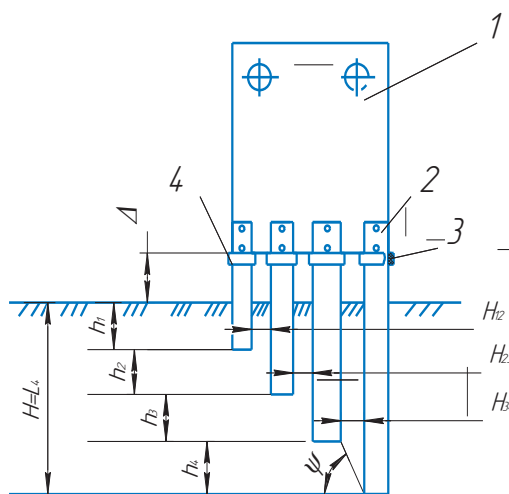


Рис. 3. Автоматизированное устройство для послойного горизонтального непрерывного измерения твердости почвы, разработанное в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ



для возможности проведения повторных измерений в течение одного или нескольких сезонов [9].

С помощью машинного зрения можно также установить качество крошения почвы. Это было реализовано учеными из Ирана [10], которые использовали текстурный анализ и искусственную нейронную сеть. Так, нейронная сеть была обучена проводить классификацию обрабатываемой почвы в разрезе девяти классов качества согласно среднему размеру комков (от самого мелкого до самого крупного). Предполагалось, что возможно автоматизировать процесс доведения почвы до необходимой степени крошения в режиме реального времени.

Заделка пожнивных остатков или их сохранение на поле также является критерием качества обработки почвы. Так, для противоэрозийной обработки почвы не менее 30% поверхности должно быть покрыто пожнивными остатками, а в случае традиционной обработки заделка должна составлять до 95%.

Для оценки заделки пожнивных остатков (необходимой степени их сохранения) могут использоваться смартфоны [11], дроны и дистанционное зондирование [12]. У каждого способа есть свои преимущества и недостатки. Например, оснащенные камерой и соответствующим программным обеспечением смартфоны подходят лишь для небольших полей с невысоким уровнем остатков (менее 30% поверхности). В свою очередь, использование дронов, оборудованных системами технического зрения, а также дистанционного зондирования может обеспечить высокую точность, однако и стоимость данных способов оценки довольно высока.

Имеет место идея оценивать заделку остатков с применением камер, устанавливаемых на тракторе. Соответствующую заявку на изобретение подала компания «John Deere» в 2017 г. (US 2017/0112043 A1). Она предполагает осуществлять корректировку целевого значения данного показателя через бортовой компьютер оператором или автоматически.

□ Система оценки технического состояния. Предназначена для определения состояния наиболее нагруженных несущих конструкций, выполненных из проката разного профиля и соединенных сваркой, болтами и заклепками. В процессе возникновения дефектов отдельных элементов возможна деформация всей рамы, что служит причиной нарушения работы передаточных механизмов и расположения рабочих органов, что, в свою очередь, приводит к снижению качества работы. Для этих целей можно использовать тензоаппаратуру или систему технического зрения.

Вторым важнейшим моментом является контроль износа режущих кромок. Для машин с активными рабочими органами, в частности фрез, контроль возможен исходя из отклонения рабочей величины крутящего момента от номинального значения для почвы определенного гранулометрического состава при аналогичном показателе кинематического режима, глубины обработки и величины абсолютной влажности.

Для почвообрабатывающих машин с пассивными и комбинированными рабочими органами данным показателем может служить отклонение рабочей величины тягового сопротивления от номинальной (также для почв определенного гранулометрического состава, абсолютной влажности, глубины обработки и скорости движения). Таким образом, контроль износа режущих кромок можно обеспечить применением тензоаппаратуры.

Подключение всех рассмотренных выше систем к компьютерной сети – Интернету вещей позволяет реализовать автоматический сбор, передачу и анализ данных [13], а также принятие и передачу управляющих команд в рамках выполнения или корректировки технологического процесса [14]. Создание системы подключенных машин часто требует наличия беспроводной связи (ближней, средней, дальней), широкополосного доступа к Интернету, например, на основе оптоволоконных технологий.

Создание нового поколения почвообрабатывающей техники должно органично вписываться в современ-

ную парадигму цифрового сельского хозяйства (сельское хозяйство 4.0).

Сельское хозяйство 4.0 – цифровое сельское хозяйство (начало 2010-х годов; может также использоваться термин «умное сельское хозяйство», «smartagriculture»). Широкое использование цифровых технологий и технических средств в сельскохозяйственном производстве (дешевых и улучшенных сенсоров и актуаторов, микропроцессоров, широкополосной цифровой сотовой связи, облачных вычислений, методов анализа больших данных и др.) позволило вывести точное сельское хозяйство на новый уровень, когда информация обо всех сельскохозяйственных процессах и операциях существует в цифровом виде, и при этом передача, обработка и анализ данных в основном автоматизированы.

Сельское хозяйство 5.0 будет основываться на робототехнике и искусственном интеллекте, открывающим дорогу автономной системе принятия решений и выполнению операций без участия человека.

В этой связи необходимо отметить, что перед разработчиками почвообрабатывающих машин стоит грандиозная задача – разработать цифровые автономные системы выполнения всех почвообрабатывающих операций и органично интегрировать новые технологии в общую цифровую экосистему современного сельского хозяйства.

Таким образом, на основании изложенного материала может быть предложена концепция цифровизации почвообрабатывающей техники, ставящая целью повышение производительности, качества технологического процесса и надежности технических систем.

Выявлено, что отдельные фрагменты концепции уже внедрены в ряде коммерческих разработок зарубежных производителей. В частности, реализованы элементы системы автоматической конфигурации первой степени сложности и оценки качества технологического процесса.

Отсутствуют системы автоматической конфигурации второй степени сложности и оценки техниче-

ского состояния систем, особенности при эксплуатации широкозахватных почвообрабатывающих машин.

Для плугов использование тензометрической аппаратуры позволит реализовать возможность изменения угла между режущей кромкой и стенкой борозды, обеспечить контроль износа лезвий и функционирование самореализуемой линии тяги.

Для орудий, оснащенных дисковыми рабочими органами, приемлема система технического зрения, обеспечивающая изменение угла атаки дисков и раствора секций дисковых батарей, влияющих на степень заделки растительных остатков. Целесообразно также использовать тензометрическое оборудование для изменения угла раствора дисковых батарей с целью достижения оптимального сочетания ширины захвата почвообрабатывающего орудия и скорости его движения.

Для культиваторов, где требуется обеспечить достаточную точность глубины обработки, необходимо внедрять ультразвуковое сканирование и использовать систему технического зрения.

Широкозахватные комбинированные агрегаты необходимо оснастить датчиками положения, контролирующими положение рамы, и использовать систему технического зрения для диагностирования наиболее нагруженных несущих конструкций рамы.

Для машин с активными рабочими органами, в частности фрез, целесообразно использовать систему технического зрения, которая свяжет степень крошения почвы и гребнистость поверхности с частотой вращения рабочего органа. В основе системы технического зрения должна лежать работа нейронной сети, связывающая в единый комплекс показатели качества обработки и кинематические параметры орудия.

Выводы

1. В качестве систем, входящих в комплексы автоматизированного управления работой почвообраба-

тывающих агрегатов, должны быть использованы тензометрическое оборудование, система технического зрения, ультразвуковое сканирование. В основе функционирования данных систем должна лежать работа нейронной сети, связывающая в единый комплекс показатели качества обработки почвы и кинематические параметры орудия.

2. Комплексы автоматизированного управления работой почвообрабатывающих агрегатов должны предусматривать функционирование систем адаптивной функциональной конфигурации различной степени сложности.

Список

использованных источников

1. The trend of tillage equipment development / S.I. Starovoytov [etc.] // AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 2020. Vol. 51. No. 3. P. 77-81.
2. Seed Chaser: Vertical soil tillage distribution model / K.A. Spokas [etc.] // Computers and Electronics in Agriculture. 2007. Vol. 57. No. 1. P. 62-73.
3. Shmulevich I., Asaf Z., Rubinstein D. SeedChaser: Interaction between soil and a wide cutting blade using the discrete element method // Soil and Tillage Research. 2007. Vol. 97. No. 1. P. 37-50.
4. Study the effect of tool geometry and operational conditions on mouldboard plough forces and energy requirement: Part 1. Finite element simulation / A. Inbrahmi [etc.] // Computers and Electronics in Agriculture. 2015. Vol. 117. September. P. 258-267.
5. Методические рекомендации по внедрению систем мониторинга и управления уборочно-транспортными комплексами / А.Ю. Измайлов [и др.]. М.: ВИМ, 2016. 108 с.
6. Рубцов И.В., Русанова О.Г., Годжаев З.А. Использование технологий специального назначения в сельскохозяйственной робототехнике // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. № 1. С. 40.
7. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Автоматизированный многофункциональный почвообрабатывающий агрегат // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 6. С. 55-58.

8. Machine vision for soil roughness measurement and control of tillage machines during seedbed preparation / P. Riegler-Nurscher [etc.] // Soil and Tillage Research. 2020. Vol. 196. February. 104351.

9. Компоненты приводов мехатронных устройств: учеб. пособ. / С.В. Пономарев [и др.]. Тамбов: ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2014. 120 с.

10. Application of machine vision for classification of soil aggregate size / F.R. Ajdadi [etc.] // Soil and Tillage Research. 2016. Vol. 162. September. P. 8-17.

11. Using a mobile device "app" and proximal remote sensing technologies to assess soil cover fractions on agricultural fields / A. Laamrani [etc.] // Sensors. 2018. Vol. 18. No. 3. 708.

12. On the ground or in the air? A methodological experiment on crop residue cover measurement in Ethiopia / F. Kosmowski [etc.] // Environmental Management. 2017. Vol. 60. No. 4. P. 705-716.

13. Оптимизация управления технологическими процессами в растениеводстве / А.Ю. Измайлов [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. № 3. С. 4-11.

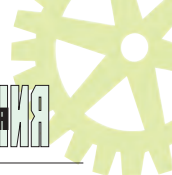
14. Мониторинг управления сельскохозяйственными мобильными и стационарными объектами / Н.Т. Гончаров [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 6. С. 27-32.

A Concept of Digitalization of Tillage Machines

S.I. Starovoytov,
V.M. Korotchenya
(VIM)

Summary. An author's concept of digitalization of tillage equipment is described. It is noted that the digitalization of soil cultivation is performed within the framework of the following systems connected to the Internet of Things: ensuring the stability of run of agricultural implements, adaptive functional configuration, the quality of soil cultivation, and assessing the technical condition.

Keywords: digitalization of tillage machines, strain-measuring equipment, artificial vision, scanning of the surface layer, neural network, adaptive functional configuration system.



НОВАЯ МЕТОДИКА ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИНЕСЛА ПОДМОСКОВНОМУ ХОЗЯЙСТВУ ЭКОНОМИЮ РЕСУРСОВ И РОСТ УРОЖАЙНОСТИ



Дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений является одной из основных целей точного земледелия и позволяет повышать урожайность за счет адресной обработки почвы и посевов, одновременно сокращая расходы. На сегодняшний день существуют два основных подхода к данной операции: распределение по уровням плодородия почвы на основе аналитики снимков со спутников и/или карт урожайности прошлых лет либо сканирование азотными сенсорами непосредственно при внесении удобрений. В одном из хозяйств Московской области аграрии совместили оба метода и получили результат, который превысил по эффективности ранее фиксировавшиеся показатели экономии удобрений и урожайности при раздельном использовании этих подходов.

Эксперимент проводился при второй подкормке озимой пшеницы аммиачной селитрой на поле площадью 121 га. Для сравнения различных методов внесения удобрения поле было разделено на три примерно одинаковых участка. На первом в качестве базы использовался традиционный метод, когда для обеспечения наиболее урожайных участков необходимым количеством питательных веществ для агрегатированного с трактором CLAAS AXION 850 распределителя

удобрений AMAZONE ZG-TS 01 была установлена единая норма в 185 кг/га. Во втором случае применялась полностью автоматизированная технология с задействованием датчика CLAAS CROP SENSOR, который непосредственно в ходе работы определял индекс биомассы, и в соответствии с этим корректировалась дозировка. Устройство было откалибровано таким образом, что норма внесения менялась от 150 (при индексе содержания азота 2,8) до 185 кг/га (4,2).

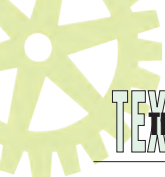
На третьем участке тестировался метод, разработанный Российским государственным аграрным университетом – МСХА имени К.А. Тимирязева, основанный на анализе плодородия почвы по спутниковым снимкам. При этом исторические показаниями уровня биомассы и содержания азота, поступавшими от датчика CROP SENSOR. В частности, весь тестовый участок был разбит на сегменты с потенциалом урожайности от 70 до 120%. При их прохождении трактором показания датчика корректировались: при отклонениях уровня плодородия на каждые 10% от среднего значения (100%) дозировка уменьшалась или повышалась на 5 кг/га. Таким образом, диапазон внесения аммиачной селитры расширился до 135–195 кг/га.

Непосредственно после завершения работ, в ходе которых было внесено около 20 тыс. кг удобрений, на втором и третьем участках зафиксирована экономия аммиачной селитры на 1000 и 1100 кг соответственно, что составило около 11% по сравнению с контрольными показаниями.

В ходе уборочной кампании, в которой были задействованы два комбайна CLAAS LEXION 770 с жатками MAXFLEX 9,3 м, анализировался достигнутый уровень урожайности. Для этого применялась система CLAAS TELEMATICS. В итоге урожайность, полученная на той части поля, где применялся только CROP SENSOR, была практически идентичной контрольному варианту – 5,1 против 5,08 т/га. Зато на третьем участке, где одновременно учитывались исторические и актуальные данные по уровню плодородия, показатель урожайности увеличился на 7% – до 5,77 т/га. Эксперты CLAAS, оценивавшие результаты эксперимента, также обратили внимание на 90%-ное совпадение показаний CROP SENSOR с данными, полученными с космических спутников, что говорит о высокой точности показаний сенсора, несмотря на ограниченную зону сканирования.



На правах рекламы



«Цифра» от Ростсельмаш: не дань моде,



Агропром России переживает четвертую промышленную революцию, важные атрибуты которой — внедрение «цифры», роботизация, применение систем на основе искусственного интеллекта. Лидер промышленной революции в отечественном АПК — компания Ростсельмаш. С платформой агроменеджмента Агротроник, дополненной цифровыми агрономическими сервисами, компания предложила аграриям самый быстрый путь в будущее.

а жизненная необходимость

Агротроник: умный и точный

Электронные системы повышают эффективность и безопасность сельскохозяйственных работ, снижают влияние «человеческого фактора» на всех этапах производства. Так, архитектура платформы Агротроник строилась, как принято говорить, по восходящему пути эволюции: ее функциональность наращивалась, исходя из элементарных потребностей растениеводства. Это снижение потребления ГСМ, сокращение потерь при уборке урожая, экономия времени на проходах и, как следствие, повышение эффективности всех работ в целом. Поиск эффективного решения привел конструкторов и Ростсельмаш к созданию целой экосистемы сервисов, объединенных платформой Агротроник. Наборы электронных систем могут работать как отдельно, так и в тесной взаимосвязи друг с другом.

Платформа агроменеджмента Агротроник – это аппаратно-программный комплекс, который управляется с помощью обычного смартфона, компьютера или планшета. Благодаря оборудованию, интегрированному в бортовую систему сельхозтехники, и программе на базе серверной и передающей архитектуры у пользователя платформы есть возможность получать информацию о машине максимально оперативно и в полном объеме.

Сервисы Ростсельмаш позволяют в онлайн-режиме, удаленно, контролировать все параметры техники, правила эксплуатации машин и правильность проводимых операций, тем самым увеличивая их ресурс, формировать карты урожайности полей, а также выдавать карты-задания для систем автоуправления. Они «работают» на повышение эффективности парка машин, а также рентабельности всего сельхозбизнеса.

Возможности платформы агроменеджмента Агротроник доказаны в ходе многочисленных тестовых испытаний в различных агроклиматических зонах страны, в разное время суток и в различные сезоны.

Две новые системы – РСМ Роутер и РСМ Фейс АйДи уже интегрированы в систему Агротроник. Остановимся подробнее на каждой из них.

В срок и без потерь

В процессе уборки у аграриев возникает потребность в оптимальной и эффективной организации логистики и передвижения техники. Понимая это, в компании Ростсельмаш разработали алгоритм РСМ Роутер, который также работает на базе платформы агроменеджмента РСМ Агротроник. Основная задача РСМ Роутер – координация всего процесса передвижения через передачу карт-заданий в бортовой компьютер машины. Благодаря этому техника не просто движется по заданной траектории, но и реагирует на все сопутствующие параметры: скорость уборки, ширину жатки, конфигурацию поля, характеристики других машин, участвующих в процессе. РСМ Роутер маршрутизирует их движение, обозначая точные места выгрузки урожая. По мнению разработчиков, система позволяет справляться с задачей в срок и без потерь, снижая время простоев и повышая эффективность работы парка машин.

РСМ Роутер уже не раз испытывали в различных хозяйствах страны. Система выстраивала карты-задания и отправляла их одной машине или целой группе в установленные на них системы автовождения РСМ Агротроник Пилот. Таким образом, был достигнут высокий уровень экономии времени и горючего.

Также платформа Агротроник может генерировать карты-задания для систем автоуправления РСМ Агротроник Пилот 1.0 и 2.0, отправляя их непосредственно в бортовую систему машины. Эти системы уже работают в полях.

РСМ Транспорт АйДи – система идентификации транспортного средства, которая помогает контролировать весь путь движения урожая: от поля до элеватора. Система также работает в рамках платформы Агротроник. Она позволяет разблокировать шнек для выгрузки зерна в разрешенное

транспортное средство либо бункер-перегрузчик и, соответственно, блокировать его, если для выгрузки будет использована несанкционированная машина.

Еще одна новинка от Ростсельмаш – система РСМ Умная метка, позволяющая автоматически идентифицировать адаптеры: жатку, подборщик, а также прицепное или навесное оборудование для тракторов. Система помогает рассчитывать амортизацию и наработку техники.

Обзор цифровых новинок Ростсельмаш был бы неполным без упоминания о системе РСМ Фейс АйДи. Это сервис для распознавания водителей, управляющих агромашинами, и контроля их рабочего времени. Система с помощью биометрии позволяет распознавать лица и идентифицировать механизатора. Для внедрения этой опции нет необходимости в установке дополнительного оборудования. Достаточно установить на смартфон механизатора приложение Агротроник. Система работает на основе геопозиции механизатора и агромашины. Для этого на устройстве должно быть приложение для подключения к платформе Агротроник.

Разработанные Ростсельмаш цифровые решения – не просто актуальный тренд, но зачастую основа точного земледелия. Один из главных элементов этой системы хозяйствования – карта урожайности полей. Именно эту задачу решает цифровой сервис РСМ Карта урожайности. Проводимый благодаря датчикам влажности этой системы мониторинг позволяет аграриям существенно экономить на внесении удобрений. С помощью специальных датчиков и контролеров, установленных на комбайнах, а также, используя дисплеи для точного земледелия, в страду можно получить пространственно-ориентированные карты урожайности и влажности зерна.

Применение сервисов во всем их многообразии (и по отдельности) способствует развитию точного земледелия, делает бизнес более устойчивым. «Цифра» становится для аграриев России жизненной необходимостью, так как именно в ней на сегодня заложен главный резерв эффективности.

УДК 631.316

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-10-13

Обоснование схем расположения рабочих органов почвообрабатывающих орудий по критериям металлоемкости и тяговому сопротивлению

А.И. Дерепаскин,

д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,

зав. лабораторией,

celinnii@mail.ru

(Костанайский филиал

ТОО «НПЦ агроинженерии», Казахстан);

А.П. Комаров,

докторант,

komarov.artem.pavlovich@mail.ru

(КРУ им. А. Байтурсынова, Казахстан)

Аннотация. Представлены результаты лабораторно-полевых исследований по определению количественных характеристик изменения тягового сопротивления рабочих органов в зависимости от условий работы их в почвенной среде. Определены значения тягового сопротивления рабочих органов, работающих в различных режимах резания. Предложена методика для сравнительной оценки различных технологических схем орудий по критериям металлоемкости и тяговому сопротивлению.

Ключевые слова: широкозахватное почвообрабатывающее орудие, тяговое сопротивление, металлоемкость, схема расположения, рабочий орган, щелерез.

Постановка проблемы

Учитывая мировую тенденцию повышения производительности труда на полевых работах на основе использования тракторов высокого класса тяги, создание шлейфа почвообрабатывающих орудий к мощным тракторам является актуальной задачей, так как в последние годы насыщение тракторного парка Республики Казахстан происходит в основном за счет приобретения тракторов высокого тягового класса (6-8) с мощностью двигателя 350-550 л.с. При этом из-за отсутствия шлейфа машин эти тракторы используются неэффективно – только на посеве и первой обработке пара.

Создание шлейфа почвообрабатывающих орудий к современным тракторам высокого тягового класса связано с определенными сложностями, вызванными следующими условиями: они должны быть широкозахватными, навесными или прицепными, укладываться в требования нормативной документации и в полной мере обеспечивать выполнение агротехнических требований к технологическим процессам. Поэтому на этапе проектирования необходимо иметь методическую основу для сравнительной оценки различных технологических схем орудий по критериям металлоемкости и тяговому сопротивлению.

В известных работах предложена методика определения металлоемкости орудия при его проектировании, которая позволяет на основании определения удельной силы тяжести отдельных узлов и удельного сопротивления почвы рассчитать металлоемкость проектируемого орудия [1, 2]. Однако данная методика не учитывает технологические параметры и изменение удельного сопротивления орудия в зависимости от расположения рабочих органов на раме и скорости движения агрегата.

Цель исследований – обоснование схем расположения рабочих органов почвообрабатывающих орудий по критериям металлоемкости и тяговому сопротивлению.

Материалы и методы исследования

Известно, что обрабатываемый слой почвы представляет собой структуру, состоящую из трех почвенных горизонтов с разными физико-механическими свойствами. Верхний слой (10-14 см) пронизан корневой системой и имеет твердость 0,9-4 МПа и плотность 1,1-1,35 г/см³. Второй, основной, слой представляет собой призматическую структуру, ориентированную сверху вниз, твердостью 2-6,5 МПа и плотностью 1,1-1,45 г/см³. Нижняя граница второго слоя определяется глубиной последней основной обработки. Третий слой имеет бесформенную структуру твердостью 3,5-8 МПа и плотностью 1,4-1,6 г/см³ [3, 4].

В зависимости от вида технологических операций рабочие органы орудий взаимодействуют с определенным почвенным горизонтом, имеющим свои определенные физико-механические свойства. Сошники посевных машин и рабочие органы орудий для поверхностной обработки почвы взаимодействуют с верхним горизонтом, физико-механические свойства которого наиболее благоприятны.

Рабочие органы орудий для мелкой и основной обработки взаимодействуют со вторым почвенным слоем, имеющим высокие твердость и плотность. Поэтому для последних необходимо учитывать технологические параметры и расположение рабочих органов на раме орудия.

Одним из основных технологических параметров, определяющих надежность выполнения технологического процесса, его энергоемкость и металлоемкость орудия, является расстояние между рядами рыхлящих или плоскорезующих рабочих органов. Известные методики расчета расстояния между рядами рабочих органов по ходу движения не учитывают многослойность строения обрабатываемого почвенного слоя и динамический подь-

ем почвенного пласта с увеличением скорости движения агрегата [5, 6].

Компромиссное решение этой задачи основано на определении минимального расстояния между рядами рабочих органов, обеспечивающего свободный проход обрабатываемого слоя без образования почвенного вала [7, 8].

С учетом плоскости скалывания почвенных пластов с разными физико-механическими свойствами рыхлящими и плоскорежущими рабочими органами получены уравнения для определения минимального расстояния между рядами рабочих органов, учитывающие скорость движения и высоту стойки [9-11]:

$$L_{min} = 1,5 \cdot (a_1 \cdot ctg\psi_1 + a_2 \cdot ctg\psi_2) + l_l \cdot \cos\beta + \frac{V_p^2 \cdot \sin 2\beta \cdot \cos\beta}{g}, \quad (1)$$

где L_{min} – минимальное расстояние между рядами рабочих органов, м;

a_1 – глубина обработки рабочими органами первого ряда, м;

a_2 – глубина обработки рабочими органами второго ряда, м;

l_l – длина лемеха рабочего органа, м;

ψ_1 – угол наклона плоскости сдвига почвенного слоя рабочим органом первого ряда, град.

ψ_2 – угол наклона плоскости сдвига почвенного слоя рабочим органом второго ряда, град.

V_p – скорость движения орудия, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Высота стойки плоскорежущего рабочего органа должна обеспечить свободный проход почвенного пласта с учетом подъема его лемехом за счет динамического напора пласта, глубины обработки и высоты растительных остатков и может быть определена по следующему выражению [9, 10]:

$$H_{min} = a + l_l \cdot \sin\alpha + \frac{V_p^2 \cdot tg\alpha \cdot (1 + \cos 2\alpha) \cdot \cos 2\alpha}{g} + h_n, \quad (2)$$

где a – глубина обработки, м;

l_l – длина лемеха, м;

h_n – высота пожнивных остатков, м.

Тогда масса рамы орудия M_p с учетом технологического параметра будет равна:

$$M_p = K_y \cdot N_n \cdot L_{min} + K_p \cdot N_p \cdot L_p, \quad (3)$$

где K_y, K_p – удельная масса продольных и поперечных брусьев, кг/м;

N_n – количество рядов рабочих органов, шт.;

N_p – количество поперечных брусьев, шт.;

L_p – длина поперечных брусьев, м.

Масса плоскорежущих или рыхлящих рабочих органов может быть определена по выражению

$$M_{po} = K_{po}(N_c \cdot H_{min} + N_l \cdot l_l + N_n \cdot l_n + N_d \cdot l_d), \quad (4)$$

где K_{po} – удельная масса рабочих органов, кг/м;

N_c, N_l, N_n, N_d – количество стоек, лемехов, накладок перед стойками и долот, шт.;

l_l, l_n, l_d – длина лемеха, накладки и долота соответственно, м.

С учетом технологических параметров масса орудия M_o будет складываться из массы рамы, прицепа, рабочих органов и дополнительных рабочих органов в виде прикатывающего катка:

$$M_o = M_p + M_{np} + M_{po} + M_k, \quad (5)$$

где M_{np}, M_k – масса прицепа и масса прикатывающего катка соответственно, кг.

Расположение рабочих органов на раме орудия оказывают влияние на тяговое сопротивление вследствие того, что удельное сопротивление их определяется условиями взаимодействия с почвенным слоем. Наибольшее удельное сопротивление имеет рабочий орган при взаимодействии с почвой в условиях заблокированного резания, наименьшее – в условиях свободного резания. Тогда тяговое сопротивление орудия будет складываться из сопротивления перекачиванию опорных колес и прикатывающего катка и сопротивления рабочих органов, работающих в заблокированном, полублокированном и свободном режимах резания:

$$P_{to} = P_{on} \cdot N_{on} + P_{нк} \cdot N_{нк} + K_{yb} \cdot N_{yb} + K_{yc} \cdot N_{yc} + K_{ynb} \cdot N_{ynb}, \quad (6)$$

где $P_{on}, P_{нк}$ – сопротивление перекачиванию опорного колеса и прикатывающего катка, Н;

$N_{on}, N_{нк}$ – количество опорных колес и прикатывающих катков, шт.;

K_{yb}, K_{yc}, K_{ynb} – удельное тяговое сопротивление рабочего органа при заблокированном, свободном и полублокированном режимах резания соответственно, Н/м;

N_{yb}, N_{yc}, N_{ynb} – количество рабочих органов, работающих в заблокированном, свободном и полублокированном режимах резания соответственно, шт.

Результаты исследований и обсуждение

Существенное влияние на тяговое сопротивление рабочего органа оказывают условия работы в почвенной среде. Для получения количественных характеристик изменения тягового сопротивления рабочих органов от условий работы их в почвенной среде проведены лабораторно-полевые исследования. Исследования проводились на лабораторной установке, представляющей собой раму с опорными и транспортными колесами, на которой устанавливаются щелерезы (рис. 1).

Показатели качества работы и тяговое сопротивление лабораторной установки оценивались в соответствии с требованиями нормативной документации [11-13].



Рис. 1. Лабораторная установка для проведения исследований

Таблица 1. Влажность, твердость и плотность почвенных слоев на стерновом поле

Почвенные слои, см	Определяемые показатели		
	влажность, %	твердость, МПа	плотность, г/см ³
0-5	14,1	1,1	1,1
5-10	14,5	3	1,3
10-15	16,6	4,7	1,4
15-20	20,4	5,5	1,4
20-25	18,9	6,1	1,5
25-30	17,6	7,1	1,5

Установочная глубина обработки была одинаковой и равной 30 см. Состояние обрабатываемого слоя в период исследований характеризовалось показателями, приведенными в табл. 1.

Установлено, что на равных скоростях движения минимальное удельное тяговое сопротивление имеет рабочий орган, работающий в режиме свободного резания, а максимальное тяговое сопротивление получено в режиме блокированного резания (рис. 2).

С использованием уравнений (1)-(6) и экспериментальных данных по тяговому сопротивлению щелерезов при взаимодействии с обрабатываемым слоем в условиях

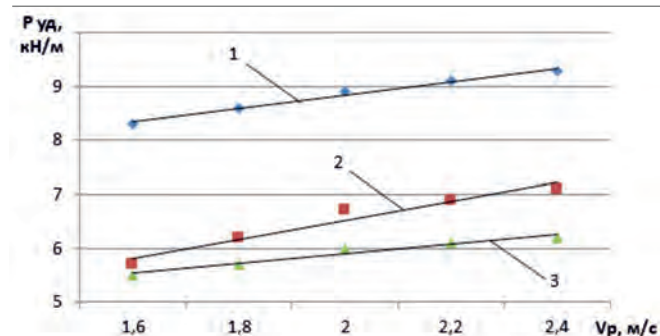


Рис. 2. Влияние скорости движения и режима работы щелереза на удельное тяговое сопротивление:
 1 – режим блокированного резания;
 2 – режим полублокированного резания;
 3 – режим свободного резания, $V_p = 0,05$ м

Таблица 2. Сравнительная оценка технологических схем расположения рабочих органов на раме орудия

Схема расположения рабочих органов на раме орудия	Число рабочих органов	Ширина захвата щелереза, м	Тяговое сопротивление орудия с щелерезами, кН	Удельная масса орудия с щелерезами, кг/м
Шеренговая	9	0,05	64,4	213
Двухрядная	9	0,05	50,8	288
Трехрядная	9	0,05	48,3	363
Многорядная клиновья:				
углом вперед	9	0,05	47	510
углом назад	9	0,05	49,5	510
Клиновья комбинированная	9	0,05	52	438

блокированного, полублокированного и свободного режимов резания уплотненного стернового поля проведены расчеты для сравнительной оценки технологических схем с одно- и многорядным расположением рабочих органов для щелевания уплотненных почв с равным количеством рабочих органов при одинаковой скорости движения. Данные представлены в табл. 2.

Расчеты показывают, что орудия с шеренговым расположением рабочих органов имеют наименьшую удельную массу, но при этом наибольшее удельное тяговое сопротивление. Высокое удельное тяговое сопротивление орудия с шеренговым расположением рабочих органов обусловлено тем, что каждый из рабочих органов взаимодействует с почвой в условиях сплошной среды.

При многорядном расположении рабочих органов не происходит заклинивания почвенного слоя между стойками вследствие смещения их относительно друг друга по ходу движения, а тяговое сопротивление и материалоемкость орудия определяются расположением рабочих органов на раме. Наименьшее удельное тяговое сопротивление имеет орудие с многорядным расположением рабочих органов по схеме углом вперед. При многорядном их расположении по схеме углом назад в условиях сплошной среды задействовано в 2 раза больше рабочих органов, что приводит к росту удельного тягового сопротивления по сравнению со схемой установки углом вперед.

При многорядном расположении рабочих органов по схемам углом вперед и назад увеличиваются линейные размеры рамы, что приводит к увеличению удельной массы орудия. Такие схемы обеспечивают наибольшую из сравниваемых схем удельную материалоемкость.

При установке рабочих органов по двухрядной схеме материалоемкость орудия снижается на 26% при увеличении тягового сопротивления на 5% по сравнению с трехрядной схемой и соответственно на 7,5 и 3,4% – по сравнению с многорядной схемой углом вперед и углом



назад. Такую схему расположения рабочих органов целесообразно использовать при проектировании навесных и прицепных орудий, когда имеется возможность разместить опорно-транспортные колеса за пределами рамы.

Выводы

1. Расчеты показывают, что шеренговую схему расположения рабочих органов целесообразно использовать на орудиях для щелевания стерневых полей, когда расстояния между стойками больше критического значения, при котором происходит заклинивание почвенного слоя. Для средне- и тяжелосуглинистых почв зерносеющих регионов Северного Казахстана твердостью свыше 3 МПа и влажностью ниже 16% критическое значение, при котором происходит заклинивание почвенного слоя между стойками, при глубине обработки 35 см равно 50-55 см. Установка рабочих органов щелевателя по шеренговой схеме с расстоянием свыше 60-65 см позволит обеспечить надежное выполнение технологического процесса при минимальных тяговом сопротивлении и материалоемкости.

2. Таким образом, предложенная методика на основе сравнительной оценки конструкции проектируемого почвообрабатывающего орудия с учетом технологических параметров и схемы расположения рабочих органов на раме позволяет обосновано подойти к выбору схемы орудия по критериям металлоемкости и тяговому сопротивлению.

Список

использованных источников

1. **Рахимов И.Р.** Разработка схемы и обоснование параметров универсального комбинированного орудия для обработки почвы и посева зерновых культур // Сб. статей по матер. Междунар. науч.-техн. конф., 2015. Ч. II. С. 161-169.
2. **Рахимов Р.С.** Определение металлоемкости орудия при их проектировании // АПК России. 2015. Том 74. С. 110-117.
3. **Дерепаскин А.И., Полищук Ю.В., Бинюков Ю.В.** Динамика физико-механических свойств пласта трав Северного Казахстана и оценка орудий для его распашки // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2002. № 6. С. 54-58.
4. **Дерепаскин А.И., Полищук Ю.В., Бинюков Ю.В.** Технологические свойства почвенных слоев многолетних трав южных черноземов Костанайской области // Сб. стат. по матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Курганской ГСХА, 2014. Т. 3. С. 34-39.
5. **Синекоков Г.Н., Панов И.М.** Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М.: Машиностроение, 1977. 328 с.
6. **Бурченко П.Н.** Механико-техно-логические основы почвообрабатывающих машин нового поколения: Монография. М.: ВИМ, 2002. 212 с.
7. **Гуков Я.С.** Механико-технологическое обоснование энергосберегающих средств механизации обработки почвы в условиях Украины: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. Глеваха, 1998. 33 с.
8. **Ребелейн В.** Исследование рациональных параметров расстановки ротационных и плоскорезующих рабочих органов

в комбинированных почвообрабатывающих агрегатах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Ростов-на-Дону, 1980. 21 с.

9. Обоснование основных параметров рабочего органа для основной обработки уплотненных почв северных регионов Казахстана / А.И. Дерепаскин [и др.] // Сб. стат. по матер. Междунар. науч.-техн. конф., 2017. С. 91-95.

10. Обоснование технологической схемы и параметров рабочих органов для основной обработки уплотненных почв / А.И. Дерепаскин [и др.] // Международная агроинженерия. 2016. № 3. С. 29-37.

11. **ГОСТ 20915-2011** Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. М.: Стандартинформ, 2013. 28 с.

12. **СТ РК 1560-2006** Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей. Астана: Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли республики Казахстан, 2006. 42 с.

13. **ГОСТ Р 52777-2007** Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. М.: Стандартинформ, 2007. 7 с.

Justification of the Layout of the Working Bodies of Tillage Implements According to the Criteria of Metal Consumption and Traction Resistance

A.I. Derepaskin

(Kostanay branch of Agroengineering SPC, Kazakhstan)

A.P. Komarov

(Non-Profit Limited Company 'A. Baitursynov Kostanay Regional University', Kazakhstan)

Summary. The results of laboratory and field studies to determine the quantitative characteristics of the change in the traction resistance of the working bodies depending on their operation conditions in the soil environment are provided. The values of the traction resistance of the working bodies operating in different cutting modes have been determined. A method is proposed for a comparative assessment of various process flow sheets of tools according to the criteria of metal consumption and traction resistance.

Keywords: wide working width tillage tool, traction resistance, metal consumption, layout, working body, slot cutter.



УДК 631.331.85

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-14-17

Распределение семян подсолнечника в рядок в зависимости от скоростных режимов работы пневматического высевающего аппарата

И.М. Киреев,

д-р техн. наук, зав. лабораторией,
вед. науч. сотр.,
kireev.i.m@mail.ru

З.М. Коваль,

канд. техн. наук, гл. науч. сотр.,
zinakoval@mail.ru

Ф.А. Зимин,

инженер
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
[КубНИИТИМ])

Аннотация. Рассмотрены технологические режимы пневматического высевающего аппарата при его испытании в составе стендового оборудования по распределению сфер-имитаторов и семян подсолнечника в рядок с нормой высева 5 шт/м пог. для скоростей движения сеялки 7, 2-12 км/ч.

Ключевые слова: семена подсолнечника, сфера-имитатор, распределение, датчик, единичная регистрация, высевающий аппарат, статистика.

Постановка проблемы

Известно, что распределение семян в рядок высевающим аппаратом (ВА) зависит от качества их калибровки. Качество калибровки семян на сепараторах по фракциям и взвешивание 1000 шт. таких семян имеют важное значение для получения максимальной урожайности. Неправильная форма семян и разная их масса являются причинами отклонения нормы высева от заданной требованиями. Однако в полной мере учесть влияние данных параметров практически невозможно. Задача решается с помощью сложнейших моделей математического аппарата, и единого подхода к ее решению пока не существует. Поэтому производителям растениеводческой продукции трудно выбрать качественные семена для посева, которые калибруются различными сепараторами. Распределение воздушным потоком семян в

ячейки также является случайным процессом. Отличающиеся по размерно-массовым характеристикам семена удерживаются вакуумом на отверстиях высевающего диска в случайном положении и направляются в рядок с различной скоростью. Такие особенности характерны для повышенных технологических режимов работы высевающего аппарата. Например, при скорости движения сеялки 3,38 м/с (12,2 км/ч), норме высева семян подсолнечника 5 шт/м пог., частоте вращения высевающего диска 42 мин⁻¹ с числом отверстий на нем 24 шт. интенсивность потока семян составляет 16,3 шт/с, а промежуток времени между высевом семян – 0,06 с. Согласно информации, приведенной в каталоге сельскохозяйственной техники группы компаний Белагро [1, 2], сеялки точного высева SPIDER-12×45 работают на скоростях до 15 км/ч [3]. При таких скоростях интенсивность потока семян с аналогичной нормой высева составляет 21 шт/с, а промежуток между высевом – 0,05 с. Получение информации о скоростных режимах работы высевающего аппарата возможно только в лабораторных условиях.

Цель исследований – оценка распределения семян подсолнечника в рядок в зависимости от скоростных режимов работы пневматического высевающего аппарата.

Материалы и методы исследования

Для реализации поставленной цели использовалось стендовое оборудование для испытания пневматических высевающих аппаратов [4], где применялась система обеспечения единичного высева семян высевающим аппаратом и их взаимодействия с поверхностью акустического датчика (рис. 1) [5].

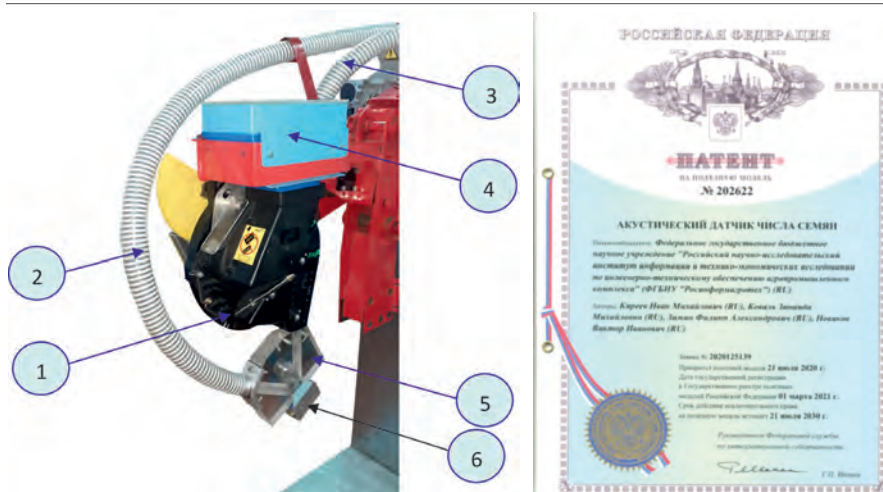


Рис. 1. Система обеспечения скоростных режимов работы пневматического высевающего аппарата:

- 1 – высевающий аппарат сеялки фирмы *MaterMacc* (мод. 3XL);
- 2 – пневмошланг для пневмотранспортирования семян;
- 3 – пневмошланг для обеспечения вакуума перед отверстиями высевающего диска; 4 – бункер для засыпки семян;
- 5 – пневматическое устройство; 6 – датчик регистрации семян



Рис. 2. Взвешивание пластиковых сфер-имитаторов семян (а) и семян подсолнечника (б)

Важной характеристикой акустического датчика является возможность регистрации семян из ВА при моделировании скоростных режимов движения сеялки.

В качестве объекта исследований был выбран заданный интервал между семенами при норме высева 5 шт/м пог. для условных скоростей движения сеялки в пределах 6,2-12,2 км/ч. В опытах в соответствии с принятой оценкой качества семян определялась масса 1000 семян подсолнечника [6, 7]. Для предварительной проверки работоспособности стендового оборудования в качестве эталона использовались пластиковые сферы-имитаторы семян. Массу сфер-имитаторов семян и семян подсолнечника определяли путем их взвешивания на электронных весах с последующим вычетом массы стаканчиков (рис. 2).

Масса 1000 семян калиброванного семенного подсолнечника составила 117,97 г.

При проведении лабораторных испытаний ВА в составе стендового оборудования на пульте управления с помощью регулятора преобразователя напряжения электродвигателя по данным калибровочного графика задавалась частота вращения f , мин⁻¹, высевающего диска, определяемая по выражению

$$f = \frac{60 N_{\text{выс. сем.}} V_{\text{сеялки}}}{N_{\text{отв. выс. диска}}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{выс. сем.}}$ – норма высева семян, шт/м пог.;

$V_{\text{сеялки}}$ – скорость движения сеялки, м/с;

$N_{\text{отв. выс. диска}}$ – количество отверстий на высевающем диске, шт.

Для высева семян подсолнечника на высевающем диске выполнено 24 отверстия, находящихся на расстоянии 90 мм от его центра.

Перед высевающим диском для надежного присасывания семян подсолнечника к отверстиям для каждой частоты вращения устанавливался соответствующий вакуум. Регулированием расхода воздушного потока в пневмосистеме стенда обеспечивалось транспортирование семян для взаимодействия с датчиком [5, 8].

Регистрация принимаемых электрических импульсов от датчика при их единичном взаимодействии с ним и последующая обработка опытных данных проводилась с применением специализированного программного обеспечения. При установившемся режиме функционирования ВА в бункер засыпалось 1000 семян. Собранные в инерционном сборнике семена подсчитывались. Опыт проведен в трехкратной повторности.

Результаты исследований и обсуждение

Теоретическим обоснованием возможности экспериментального определения вероятностных характеристик является закон больших чисел [8, 9], в соответствии с которым среднее арифметическое результатов

наблюдений случайной величины совпадает с ее математическим ожиданием. Так как среднее арифметическое результатов измерений получено путем сложения случайных величин, то оно также является случайной величиной с дисперсией. В таблице приведены статистические показатели опытных распределений пневматическим высевающим аппаратом пластиковых сфер-имитаторов семян и семян подсолнечника для скоростей движения сеялки 6,2-12,2 км/ч.

Из приведенных в таблице данных следует, что для сфер-имитаторов семян объем выборки с единичной регистрацией семян при всех скоростях движения сеялки составляет 999 шт., а для семян подсолнечника – 989-1000 шт. Отличие незначительно и указывает на стабильный процесс присасывания к отверстиям высевающего диска как сфер-имитаторов, так и семян подсолнечника. Объем выборки (число регистрируемых в опытах семян) находится в пределах 98,9-100 % и позволяет объективно характеризовать статистические показатели. На рис. 3 приведены сферы-имитаторы семян и семена подсолнечника, стабильно удерживаемые пневмоваккумом в отверстиях диска при моделировании работы ВА сеялки фирмы MaterMass мод. 3XL.

Средние арифметические отклонения для сфер-имитаторов при увеличении скорости движения сеялки имеют пределы 20,04-24,65 см, семян подсолнечника – 20,76-25,96 см, что незначительно больше, чем для сфер. С изменением среднего арифметического значения числа регистрируемых семян форма кривой не изменяется, но изменяется ее положение относительно начала координат. Следует отметить, что с увеличением числа измерений (числа семян в опыте) среднее квадратическое отклонение достигнет оптимального [8, 9].

Значения медианы (см. таблицу) для сфер-имитаторов семян с увеличением скорости сеялки изменяются в пределах 19,7-24,7 см, а для семян подсолнечника – 18,5-23,1. Медианой случайной величины называют такое

ее значение, для которого функция распределения равна 0,5 [8]. Значения среднего квадратического отклонения при распределении сфер-

имитаторов в рядок высеваящим аппаратом в режиме с увеличением скорости движения сеялки изменяются в пределах 6,59-10,54 см, а при

Статистические показатели распределения сфер-имитаторов семян и семян подсолнечника пневматическим высеваящим аппаратом в рядок для разных скоростей движения сеялки

Показатели	Значения показателей при скорости сеялки, км/ч						
	6,2	7,2	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2
<i>Пластиковые сферы-имитаторы</i>							
Объем выборки, шт.	999	999	999	-	999	998	999
Центр							
Среднеарифметическое значение, см	20,10	20,31	24,65	-	20,25	20,04	23,22
Медиана, см	20,1	19,8	24,7	-	19,7	20	23
Разброс							
Среднеквадратическое отклонение, см	6,59	8,81	1,42	-	9,05	9,70	10,54
Доверительный интервал, %	95	95	95	-	95	95	95
<i>Семена подсолнечника</i>							
Объем выборки, шт.	989	991	997	996	1000	992	999
Центр							
Среднеарифметическое значение, см	20,76	20,87	25,73	21,59	21,52	21,63	25,96
Медиана, см	18,5	19,1	23,1	19,3	19	19,5	22,9
Разброс							
Среднеквадратическое отклонение, см	13,42	13,12	16,33	14,02	13,98	13,78	16,49
Доверительный интервал %	95	95	95	95	95	95	95



Рис. 3. Сферы-имитаторы семян (а) и семена подсолнечника (б), удерживаемые пневмоваккумом насоса в отверстиях диска при моделировании работы высеваящего аппарата сеялки фирмы MaterMass мод. 3XL

распределении семян подсолнечника – 13,12-16,49 см. С изменением среднего квадратического отклонения положение кривой не изменяется, но изменяется ее форма: с уменьшением среднего квадратического отклонения кривая становится более вытянутой, а ветви ее сближаются; с увеличением – наоборот, становится более приплюснутой, а ветви раздвигаются шире, что отрицательно сказывается на распределении семян в рядок.

Таким образом, при технологических режимах работы высеваящего аппарата лучшие показатели семян и их распределение в рядке в опытах определяют при сближении ветвей кривой с теоретически заданной нормой их высева. Среднее квадратичное отклонение семян от заданной нормы их высева (принимаемой средним арифметическим значением $\bar{X}$) при случайном их распределении в рядок высеваящим аппаратом можно определять из выражения [8, 9]

$$\sigma_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}, \quad (2)$$

где n – число случайных величин (число регистрируемых семян).

Величина $\sigma_{\bar{X}}$ характеризует разброс отдельных результатов измерения относительно среднего арифметического значения $\bar{X}$.

Численные значения опытных расстояний между семенами по возростанию и убыванию в нормальном их распределении [10, 11] группировались по классам с интервалом в 1 см в программе, которая способна сохранять полученные данные в формате WAV.

Результаты опытов иллюстрируются распределением сфер-имитаторов и семян подсолнечника высеваящим аппаратом в рядок для исследуемых скоростей движения сеялки 7,2 и 12,2 км/ч и приведены на рис. 4 и 5 соответственно.

Приведенные на рис. 4 и 5 графические распределения сфер-имитаторов и семян подсолнечника в рядке наглядно представляют качество скоростных режимов работы ВА среднеквадратическими отклонениями.

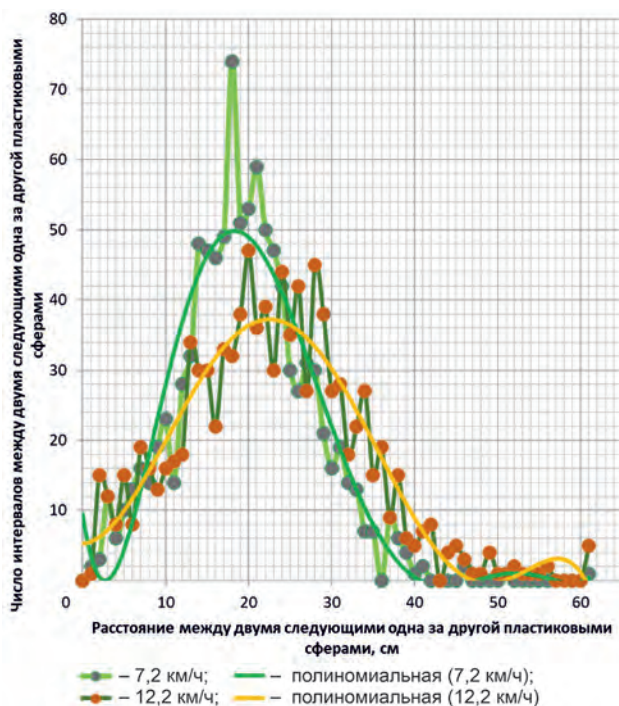


Рис. 4. Число интервалов в зависимости от расстояния между следующими одна за другой пластиковыми сферами

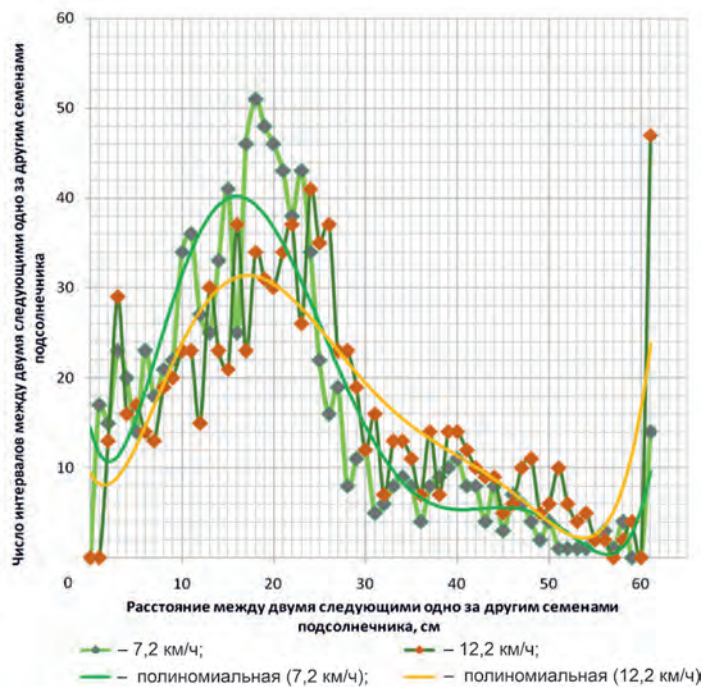


Рис. 5. Число интервалов в зависимости от расстояния между следующими одна за другим семенами подсолнечника

Выводы

1. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о перспективности применения в стендовом оборудовании системы обеспечения поодиночной регистрации семян высевальным аппаратом и их взаимодействия с поверхностью акустического датчика для скоростных режимов работы сеялок точного высева пропашных культур.

2. Данные результатов исследований, представленные в табличной и графической формах, численно и наглядно отражают технологический процесс достоверного нормального распределения семян в рядок высевальным аппаратом с применением закона больших чисел.

3. С применением системы обеспечения скоростных режимов работы пневматического высевального аппарата решена проблема получения информации о качестве семян и их высева для получения максимальной урожайности культур.

Список

использованных источников

1. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в расте-

нииоводстве. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2005. 271 с.

2. Сельскохозяйственная техника. Каталог группы компаний Белагро [Электронный ресурс]. URL: <https://rusbelagro.ru/catalog/> (дата обращения: 01.06.2021).

3. Скорляков В.И. Обоснование повышения рабочей скорости почвообрабатывающих и посевных агрегатов // Техника и оборудование для села. 2019. № 4. С. 24-28.

4. Киреев И.М., Коваль З.М., Зимин Ф.А. Новые метод и средства контроля качества работы пневматических высевальных аппаратов точного высева семян // Техника и оборудование для села. 2020. № 1. С. 24-27.

5. Акустический датчик числа семян: патент на полезную модель 202622 Рос. Федерация: МПК А01С17/00 / Киреев И.М., Коваль З.М., Зимин Ф.А., Новиков В.И.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Росинформагротех». № 2020125139; заявл. 27.07.20; опубл. 01.03.21, Бюл. № 7. 3 с.

6. ГОСТ 31345-2017 Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2018. 53 с.

7. РОСАГРОТРЕЙД. Мы производим семена: каталог. Краснодар, 2019. 46 с.

8. Схиртладзе А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертифи-

кация: учебник. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 540 с.

9. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. В 2-х томах. Т. 1: Пер. с англ. М.: Мир, 1984. 528 с.

10. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов: изд. 2-е перераб. и доп. М.: Колос, 1981. 382 с.

11. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. Главная редакция физико-математической литературы. М.: Наука, 1974. 120 с.

Distribution of Sunflower Seeds in a Row Depending on the Speed Modes of Operation of the Pneumatic Dropping Device

I.M. Kireev, Z.M. Koval,
F.A. Zimin
(KubNIITIM)

Summary. The process conditions of a pneumatic dropping device are described during its testing as part of bench equipment for the distribution of imitating spheres and sunflower seeds in a row with a seeding rate of 5 pcs/line m for a drill speed of 7.2-12 km/h.

Keywords: sunflower seeds, imitating sphere, distribution, sensor, single registration, dropping device, statistics.

УДК 629.1.02

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-18-21

Зависимость потерь зерна от скорости движения и кинематических параметров молотильного барабана зерноуборочного комбайна

И.В. Фадеев,

д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой,
ivan-fadeev-2012@mail.ru
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ им. И.Я. Яковлева»);

И.А. Успенский,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
ivan.uspenskij@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «РГАТУ
им. П.А. Костычева»);

М.Н. Чаткин,

д-р техн. наук, проф.,
chatkinm@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский
Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва»);

В.Я. Гольяпин,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
infrast@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Показано, что основными параметрами, определяющими качество работы зерноуборочного комбайна, являются величина потерь зерна и его чистота. Суммарные потери зерна складываются из потерь через неплотные соединения по ходу выполнения технологических процессов за жаткой и молотильно-сепарирующим устройством. Установлено, что контроль за качеством работы зерноуборочного комбайна при прямом комбайнировании следует осуществлять комплексно с разработкой рекомендаций по снижению потерь зерна.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, потери зерна, частота вращения молотильного барабана, поступательная скорость комбайна, окружная скорость планок мотвила.

Постановка проблемы

Уборку зерновых культур осуществляют двумя способами:

- раздельным комбайнированием, т.е. в две фазы: скашивание с укладкой

в валки и подбор их через некоторое время с обмолотом;

- прямым комбайнированием, т.е. в одну фазу.

Выбор того или иного способа уборки зависит от погодных условий, назначения убираемого материала, засоренности поля, равномерности созревания и др. При любом способе имеют место потери зерна в процессе уборки урожая, которые зависят от многих субъективных и объективных факторов [1]. К субъективным факторам можно отнести настраиваемые параметры комбайна:

- неплотные соединения элементов (корпуса жатки с проставкой, проставки с наклонной камерой, наклонной камеры с молотильным устройством), щели (крышек люков наклонной камеры, молотильного устройства, колосового и зернового элеваторов, домолачивающего устройства, выгрузного шнека) и зазоры (между транспортной доской, решетными станами и боковинами корпуса, между задним поперечным соединением транспортной доски и корпусом вентилятора);

- частота вращения молотильного барабана;

- зазоры на входе и выходе между билами барабана и подбарабаньем;

- пропускная способность комбайна (скорость движения по полю, ширина захвата жатки) и др.

К объективным факторам относятся:

- степень влажности зерна;
- урожайность, соотношение масс зерна и соломы, степень их влажности;
- засоренность поля сорняками;
- полеглость соломенной массы и др.

Согласно работам [2-4], величина потерь при уборке – это массовая доля зерна, которая была утеряна комбайном с убранной площади.

Потери зерна можно условно разделить на биологические (естественные) и механические, причем они могут иметь прямой и косвенный характер [5]. Прямые потери – количественные, а косвенные – качественные потери урожая (повреждения зерна).

Основными параметрами, определяющими качество работы зерноуборочного комбайна, являются величина потерь зерна и его чистота. Потери зерна через неплотные соединения элементов комбайна допускаются до 0,1%; за жаткой – до 1; за молотильным устройством – до 1,4% (за соломотрясом – до 0,7%; за очисткой (в полове) – до 0,7%). При этом потери зерна определяются как сумма потерь зерна с несрезанным и недомолоченным колосом и свободного зерна. Суммарные потери зерна $Q_{\text{сум}}$ не должны превышать 2,5% [5]. Чистота зерна в бункере при нормальных условиях уборки должна составлять порядка 95-98% [6].

Суммарные потери зерна:

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{нс}} + Q_{\text{ж}} + Q_{\text{му}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{нс}}$ – потери через неплотные соединения, %;

$Q_{\text{ж}}$ – потери за жаткой, %;

$Q_{\text{му}} = Q_{\text{с}} + Q_{\text{о}}$ – потери за молотильным устройством, %;

$Q_{\text{с}}$ – потери за соломотрясом, %;

$Q_{\text{о}}$ – потери за очисткой, %.

Существенное влияние на качество уборки оказывают режимы работы рабочих органов молотильного устройства комбайна, которое выполняет четыре технологические функции: обмолачивает хлебную массу, выделяет обмолоченное зерно из соломы и полове, очищает его от солоmistых и других примесей, собирает в бункер. Качество работы молотильного устройства комбайна оценивается величиной потерь зерна

недомолотом и свободным зерном в соломе и полове.

Для улучшения качества обмолота и снижения уровня потерь зерна, в первую очередь, корректируют параметры молотильного устройства: размер молотильного зазора, частоту вращения молотильного барабана, параметры очистки (угол раскрытия жалюзи решет, в том числе удлинителя верхнего решета, частоту вращения вентилятора).

Суммарные потери зерна зависят и от пропускной способности (максимальная подача хлебной массы в молотилку в единицу времени, при которой обеспечивается нужное качество работы) комбайна. При повышении скорости движения комбайна увеличивается подача хлебной массы в молотилку в единицу времени, что приводит к росту потерь зерна, особенно за соломотрясом. Чем выше урожайность соломы и влажность зерна, тем ниже должна быть скорость движения комбайна (чтобы не увеличивать потери), и наоборот. Известно, что поступательная скорость движения современных зерноуборочных комбайнов, при которой в зависимости от соломистости и влажности можно минимизировать потери зерна, находится в диапазоне 6,5–8 км/ч [7].

Для снижения подачи хлебной массы в молотилку комбайна нельзя уменьшать ширину захвата и повышать высоту среза. Потери срезанных колосьев увеличиваются на уборке с неполным захватом жатки, так как при этом режиме работы часть срезанных стеблей спадает с жатки в зоне неработающей части режущего аппарата.

Факторы, влияющие на потери за жаткой, также могут быть причиной снижения качества работы молотильного устройства. В связи с этим контроль качества работы зерноуборочного комбайна при прямом комбайнировании следует осуществлять комплексно, т.е. одновременно контролировать потери за жаткой и молотильным устройством.

Настройки на комбайне следует выполнять так, чтобы обеспечивалась равномерная и правильная подача хлебной массы по толщине и ширине на молотильный аппарат и решетный стан, что способствует снижению уровня общих потерь зерна при уборке, поэтому жатка не должна «висеть» на гидроцилиндрах,

должна копировать рельеф поля, а не комбайн [5]. Потери зерна при уборке урожая достигают существенных значений, имеется достаточное количество способов и приемов для минимизации этих потерь. Однако вопросы сокращения потерь зерна в зависимости от скорости движения и кинематических параметров молотильного барабана зерноуборочного комбайна изучены недостаточно, поэтому исследования, направленные на снижение потерь зерна при уборке урожая, по-прежнему актуальны.

Цель исследований – разработка рекомендаций для снижения потерь зерна при прямом комбайнировании.

Материалы и методы исследования

В работе особый интерес представляли механические прямые потери при прямом комбайнировании, т.е. потери через неплотности в соединениях, за жаткой и молотильным устройством комбайна при обмолоте хлебной массы.

Исследования проводили на уборке озимой пшеницы урожайностью 30 ц/га в условиях среднего стеблестоя после высыхания росы при нормальной влажности массы (13–16%) прямым комбайнированием с использованием зерноуборочного комбайна «ACROS 530».

Потери через неплотности в соединениях определяли до выезда в поле. На ровной горизонтальной площадке расстилали брезент от места соединения корпуса жатки с проставкой до задних колес комбайна. На жатку вручную вилами за 30 с равномерно подавали 200 кг хлебной массы. После обмолота по местам просыпания зерна на брезенте определяли места неплотных соединений, которые тщательно герметизировали.

Зерно, просыпанное на брезент, взвешивали и определяли его потери через неплотности в соединениях по формуле

$$Q_{nc} = \frac{m_{nc}}{m_{oz} + m_{nc}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где m_{oz} – масса обмолоченного зерна (определяли взвешиванием в бункере), кг;

m_{nc} – масса зерна, просыпавшегося через неплотности в соединениях (определяли взвешиванием на брезенте), кг.

Исследования по определению потерь зерна за жаткой и молотильным устройством проводили на ровном горизонтальном участке поля с учетом рекомендуемых для уборки пшеницы (при влажности 13–16%) параметров комбайна: частота вращения вентилятора – 650–750 мин⁻¹, зазор подбарабана на выходе – 3–6 мм, высота среза стеблей – 20 см. Частоту вращения молотильного барабана и поступательную скорость комбайна поддерживали в интервале значений согласно программе исследований, руководствуясь рекомендациями, что при урожайности 30 ц/га их значения должны быть в интервале 760–830 мин⁻¹ и 4,5–6,4 км/ч соответственно.

Окружная скорость планок мотвила должна быть в 1,2–2 раза выше поступательной скорости движения комбайна. Нижние пределы (1,2–1,5) должны применяться на высоких скоростях движения комбайна в связи с большим подпором хлебной массы к режущему аппарату, а верхние (1,6–2) – при медленном движении. Из этих соображений при радиусе мотвила 566 мм, скорости движения комбайна 4 км/ч (1,11 м/с) отрегулировали окружную скорость планок (частоту вращения) мотвила с превышением поступательной скорости комбайна в 1,9 раза (т.е. $1,11 \times 1,9 = 2,1$ м/с, или 71 мин⁻¹), при скорости движения комбайна 4,5 км/ч (1,25 м/с) – с превышением в 1,8 раза ($1,25 \times 1,8 = 2,25$ м/с или 76 мин⁻¹), при скорости движения комбайна 5 км/ч (1,39 м/с) – с превышением в 1,7 раза ($1,39 \times 1,7 = 2,36$ м/с, или 80 мин⁻¹), при скорости движения комбайна 5,5 км/ч (1,53 м/с) – с превышением в 1,6 раза ($1,53 \times 1,6 = 2,4$ м/с, или 81 мин⁻¹), при скорости движения комбайна 6 км/ч (1,67 м/с) – с превышением в 1,5 раза ($1,67 \times 1,5 = 2,51$ м/с, или 84 мин⁻¹), при скорости движения комбайна 6,5 км/ч (1,81 м/с) – с превышением в 1,4 раза ($1,81 \times 1,4 = 2,52$ м/с, или 85 мин⁻¹), при скорости движения комбайна 7 км/ч (1,94 м/с) – с превышением в 1,3 раза ($1,94 \times 1,3 = 2,53$ м/с, или 86 мин⁻¹).

Выбор способа уборки прямым комбайнированием обоснован тем, что озимая пшеница для однофазной уборки считается удобной культурой, так

как по сравнению с другими культурами она созревает более равномерно.

Величину потерь зерна (в процентах от урожайности) определяли расчётами с учетом количества (массы) потерянных зёрен (сумма потерь зерна с несрезанным и недомолоченным колосом и свободного зерна) и урожайности.

Потери зерна за жаткой определяли, используя рамку площадью 1 м², изготовленную из проволоки, которую устанавливали на участке после прохода комбайна в разных местах поля после уборки по диагонали через 50-100 м (5 раз). В границах рамки собирали свободные зерна, несрезанные и необмолоченные колосья. Зерно из колосьев обмолачивали вручную и высчитывали общее количество зерен в границах рамки, затем определяли среднее значение по пяти подсчетам. Потери, в кг, определяли по числу зерен озимой пшеницы в 1 кг.

Рамки располагали на различных участках работы жатки: в середине, по краям.

Полученный результат обрабатывали по формуле и выражали в процентах:

$$Q_{ж} = \frac{Z \cdot B \cdot 1000 \cdot 10}{C \cdot K \cdot U} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где Z – число зерен в границах рамки площадью 1 м², шт.;

Таблица 1. Потери зерна за жаткой в зависимости от поступательной скорости движения комбайна

Показатели	Поступательная скорость движения комбайна, км/ч (м/с)						
	4 (1,11)	4,5 (1,25)	5 (1,39)	5,5 (1,53)	6 (1,67)	6,5 (1,81)	7 (1,94)
Окружная скорость планок (частота вращения) мотвила, м/с (мин ⁻¹)	2,1 (71)	2,25 (76)	2,36 (80)	2,4 (81)	2,51 (84)	2,52 (85)	2,53 (86)
Потери зерна за жаткой, %	0,43	0,54	0,68	0,75	0,78	0,85	0,94

B – ширина молотилки комбайна, м (у комбайна «ACROS 530» – 1,5 м);

C – ширина захвата жатки, м (у комбайна «ACROS 530» – 6 м);

K – число зерен озимой пшеницы в 1 кг (24000-25000 шт.);

U – урожайность озимой пшеницы, кг/га (3000 кг/га).

Потери зерна недомолотом молотильного устройства комбайна определяли вторичным обмолотом копны соломы и половы, повторно пропуская ее через комбайн. Нижнюю крышку зернового шнека при этом держали в открытом положении, а снизу расстилали брезент для сбора зерен и колосьев. По общему количеству зерен на брезенте определяли потери на площади, где собрана копна (произведение рабочей ширины захвата жатки на расстояние между копнами), обрабатывали по формуле и выражали в процентах:

$$Q_{му} = \frac{N \cdot 1000 \cdot 10}{K \cdot U} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где N – число зерен на площади, где собрана копна, шт.;

K – число зерен озимой пшеницы в 1 кг (24000-25000 шт.);

U – урожайность озимой пшеницы, кг/га (3000 кг/га).

Число параллельных опытов – 5.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты определения потерь зерна за жаткой при прямом комбайнировании в зависимости от поступательной скорости движения комбайна приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Результаты определения потерь зерна недомолотом молотильного устройства при прямом комбайнировании в зависимости от окружной скорости (частоты вращения) молотильного бара-

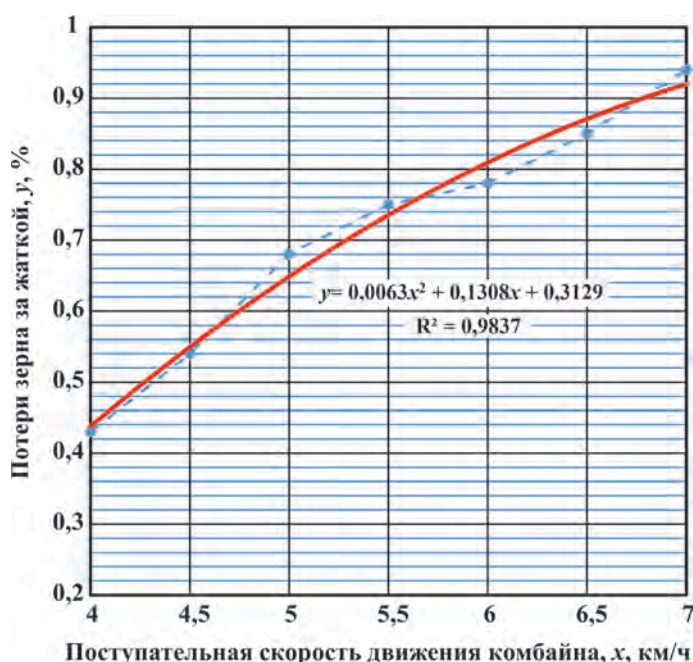


Рис. 1. Потери зерна за жаткой в зависимости от поступательной скорости движения комбайна

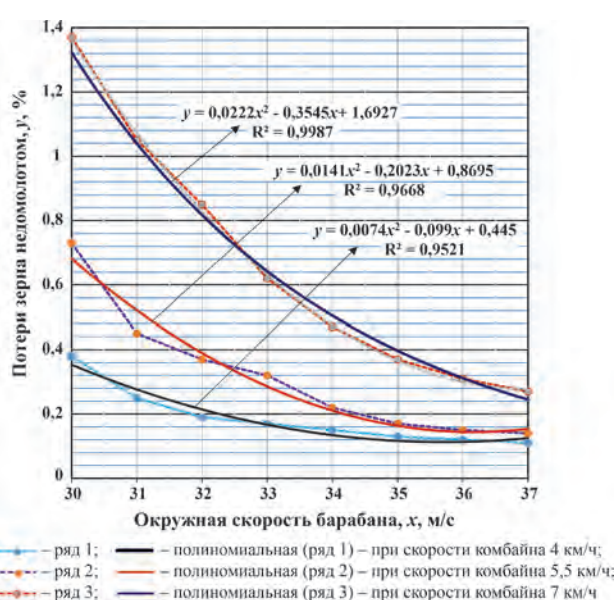


Рис. 2. Потери зерна недомолотом молотильного устройства комбайна в зависимости от окружной скорости (частоты вращения) молотильного барабана при различных скоростях движения комбайна

Таблица 2. Потери зерна недомолотом молотильного устройства в зависимости от окружной скорости (частоты вращения) молотильного барабана и скорости движения комбайна

Показатели	Окружная скорость (частота вращения) барабана, х, м/с (мин ⁻¹)							
	30 (716)	31 (740)	32 (764)	33 (780)	34 (812)	35 (836)	36 (860)	37 (884)
<i>При поступательной скорости комбайна 4 км/ч</i>								
Потери зерна, у, %	0,38	0,25	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
<i>При поступательной скорости комбайна 5,5 км/ч</i>								
Потери зерна, у, %	0,73	0,45	0,37	0,32	0,22	0,17	0,15	0,14
<i>При поступательной скорости комбайна 7 км/ч</i>								
Потери зерна, у, %	1,37	1,05	0,85	0,62	0,47	0,37	0,31	0,27

бана при скорости движения комбайна 4, 5,5 и 7 км/ч представлены в табл. 2 и на рис. 2.

Анализ результатов исследования показывает, что зависимость потерь зерна за жаткой от поступательной скорости движения комбайна при прямом комбайнировании (см. табл. 1 и рис. 1) носит полиномиальный характер (величина достоверности аппроксимации R^2 имеет максимальное значение) и описывается уравнением

$$Y = 0,0063x^2 + 0,1308x + 0,3129. (5)$$

Из выражения (5) видно, что увеличение скорости комбайна приводит к повышению потерь зерна за жаткой.

Исследования потерь зерна недомолотом молотильного устройства комбайна в зависимости от окружной скорости (частоты вращения) молотильного барабана при прямом комбайнировании (см. табл. 2 и рис. 2) при различных скоростях движения комбайна доказали, что при всех рассмотренных скоростях движения комбайна они носят полиномиальный характер. Из зависимости следует, что чем выше скорость движения комбайна, тем в большей степени проявляются эти тенденции. Объясняется это тем, что объем хлебной массы, поступающей в молотилку в единицу времени, с увеличением скорости комбайна повышается и для полного обмолота этой массы требуется дополнительная корректировка технологических параметров жатки и молотильного устройства: размера молотильного зазора, частоты

вращения молотильного барабана, параметров очистки (угол раскрытия жалюзи основного и удлиителя верхнего решета, частота вращения вентилятора) и др.

Выводы

1. В начале каждого рабочего дня необходимо проверять плотность соединений комбайна и щели. В зависимости от вида и засоренности культуры, солоmistости должны быть правильно отрегулированы высота и частота вращения мотвила (подъем мотвила равноценен увеличению, а опускание – уменьшению частоты его вращения), режим работы шнека жатки и режущего аппарата.

2. Скорость движения комбайна и частоту вращения молотильного барабана необходимо подбирать в зависимости от соломенной массы, влажности и засоренности убираемой культуры, регулярно проверять состояние рифов бил и поперечных планок подбарабана, зазора между барабаном и подбарабаньем, периодически очищать жалюзи клавиш соломоотделителя и отверстий подбарабана.

3. В целях исключения пробуксовки приводных ремней коленчатого вала соломотряса требуются регулярная проверка их натяжения, выполнение предварительной (до выезда в поле) и окончательной (в поле) регулировки очистки комбайна: угла раскрытия жалюзи основного и удлиителя верхнего решета, частоту вращения вентилятора, периодическая очистка поверхностей транспортной доски и решет от забиваний и залипаний.

Список

использованных источников

1. Ловчиков А.П. Рекомендации по снижению потерь и механических повреждений зерна при уборке урожая. Омск: ЗАО «Полиграф», 2012. 40 с.
2. ГОСТ 28301-2015. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2015. 43 с.
3. Скорляков В.И., Белик М.А. Совершенствование оценки потерь зерна молотильно-сепарирующим устройством зерноуборочного комбайна // Техника и оборудование для села. 2019. № 6. С. 18-22.
4. Скорляков В.И. Исследование потерь зерна через измельчитель-разбрасыватель зерноуборочных комбайнов: относительные показатели и характер распределения // Техника и оборудование для села. 2018. № 3. С. 33-37.
5. Технологические возможности комбайнов «Дон-1500»: учеб. пособие. / Н.Е. Руденко [и др.]. Ставрополь: АЕПУС, 2006. 72 с.
6. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1994. 751 с.
7. Сокращение потерь урожая при уборке зерновых культур: Рекомендации / Под общ. ред. П.А. Андреева. М., 1991. 73 с.

Dependence of Grain Losses on the Speed of Movement and Kinematic Parameters of the Beater Drum of a Combine Harvester

I.V. Fadeev

(I.Ya. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University)

I.A. Uspensky

(P.A. Kostychev Ryazan State Agrotechnological University)

M.N. Chatkin

(N.P. Ogarev National Research Mordovian State University)

V.Ya. Goltypin

(Rosinformagrotekh)

Summary. It is shown that the main parameters that determine the quality of a combine harvester operation are the amount of grain loss and its purity. The total loss of grain is the sum of losses through loose joints during the processes downstream the header and the thresher and separator. It has been established that control over the quality the combine harvester operation during direct combining should be performed in a comprehensive manner with the development of recommendations for reducing grain losses.

Keywords: combine harvester, grain losses, beater drum speed, forward speed of the combine, circumferential speed of reel strips.



УДК 633.522:631.352.5

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-22-26

К вопросу теоретического обоснования и разработки режущего рабочего органа для уборки технической конопли

Р.А. Попов,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
r.popov@fncl.ru

И.Л. Абрамов,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
i.abramov@vniiml.ru
(ФГБНУ ФНЦЛК)

Аннотация. Рассмотрено взаимодействие ножа со стеблем технической конопли в процессе бесподпорного среза. Получена аналитическая зависимость критической силы срезания от физико-механических свойств стебля и геометрических параметров лезвия. Проанализированы факторы, влияющие на форму режущего зуба. Разработаны профили режущих сегментов с учетом особенностей строения стебля технической конопли.

Ключевые слова: техническая конопля, уборка конопли, режущий аппарат, срез стебля, профиль зуба, параметр.

Постановка проблемы

Отечественное коноплеводство на сегодняшний день представляется весьма перспективным направлением развития сельского хозяйства, что обусловлено задачами по импортозамещению хлопка отечественным волокном из конопли и льна. Важнейшей операцией при возделывании технической конопли является ее уборка, которая требует применения специализированных техники и оборудования из-за особенностей строения стебля и значительной высоты стеблестоя.

Для среза стеблей конопли в процессе ее уборки применяются различные типы режущих аппаратов (зерновые и кукурузные жатки, косилки и другие технические средства), которые имеют свои конструктивные особенности, характерные преимущества и недостатки [1-3]. С учетом внедрения в производство новых высокопродуктивных сортов культуры, а также наличия в структуре стебля прочной волокнистой оболочки и древесной составляющей (целлюлозы) к режущим аппаратам предъявляются высокие требования для качественного выполнения технологического процесса: чистый срез стеблей без образования намоток, забивок, поломок рабочих элементов и вынужденных остановок агрегата, долговечность режущих кромок, надежность работы всего узла [4, 5]. Для удовлетворения указанных требований возникает необходимость постоянного совершенствования рабочих органов, изыскания новых конструкторских и техноло-

гических решений, обеспечивающих не только повышение производительности, но и снижение энергозатрат на срез стебля, увеличение ресурса работы режущих элементов. Поэтому исследование технологических процессов, разработка и обоснование параметров новых рабочих органов для уборки этой стратегической культуры имеют важное практическое значение в повышении уровня механизации уборочных работ в коноплеводстве.

Цель исследований – теоретическое обоснование профиля режущих сегментов для разработки режущего аппарата для уборки технической конопли.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2020-2021 гг. Объекты исследования – техническая конопля, режущие аппараты, технологический процесс среза стеблей.

Основными факторами, определяющими качественные показатели среза стеблей и энергозатраты при уборке, являются динамическая характеристика работы режущего аппарата, а также оптимальные параметры рабочего органа, такие как диаметр режущего диска, профиль и угол наклона зуба, количество зубьев и их размеры. Геометрию ножа, характер процесса резания и сопротивление стебля изгибу при их взаимодействии определяют, в первую очередь, физико-механические свойства растений.

Для достижения поставленной цели исследовали взаимодействие ножа со стеблем технической конопли, учитывали ее физико-механические свойства. При анализе среза руководствовались теорией бесподпорного среза толстостебельных культур ротационным аппаратом. Ввиду различия свойств и структуры конопли процесс срезания волокнистых стеблей имеет свои особенности.

В процессе исследования применялись аналитический метод обработки данных, методы сравнительного и системного анализа, экспертной оценки.

Результаты исследований и обсуждение

По результатам проведенных ранее исследований работы режущих аппаратов [6-10] установлено, что применительно к технической конопле наиболее перспективными являются аппараты ротационного типа с вертикальной осью вращения, работающие на высоких скоростях по принципу бесподпорного среза, имеющие

ряд преимуществ перед сегментно-пальцевыми: повышенная производительность, качественный срез, устойчивость при работе на высоком и густом стеблестое, незначительная забиваемость, относительно низкая вибрация. Стебли срезаются дисками с расположенными на них режущими сегментами. Принцип работы основан на ударе стебля ножами при высокой скорости режущих элементов (порядка 10-60 м/с).

Согласно теории резания лезвием [7, 11], при контакте лезвия ножа со стеблем, в данном случае технической конопли, происходит разрушение связей между отдельными частицами материала. После проникновения лезвия его грани вступают во взаимодействие с материалом, при этом в зависимости от свойств стебля они могут содействовать резанию или тормозить его. Во время резания лезвие ножа многократно ударяет стебель технической конопли с постепенно уменьшающимися амплитудой и частотой удара. При достаточном отгибе, когда сила инерции окажет необходимое сопротивление дальнейшему отклонению стебля, последний начинает срезаться ножом.

Для обоснования профиля режущего зуба и изучения характера среза технической конопли рассмотрим взаимодействие ножа со стеблем на корню, руководствуясь теорией резания [11], и определим силы, возникающие в этот момент. Стебель технической конопли будем рассматривать как консольную балку, жестко закрепленную в почве под углом β к вертикали. Учитывая структуру и жесткость стеблей, их большой диаметр (в среднем 10-30 мм), при контакте будут возникать упругие деформации.

При вхождении режущего сегмента (ножа) в слой материала (стебель диаметром $d_{ст}$, м) на высоте среза H , м, на некоторую толщину b , м, на нож действуют силы сопротивления разрушению $F_{рез}$, Н, сопротивления слоя сжатию лезвием ножа (фаской) $F_{сж}$, Н, и обжатия материалом $F_{обж}$, Н, на боковых кромках лезвия (рис. 1).

На лезвие ножа действует сила $N_{сум}$, Н, направленная по нормали и являющаяся суммой проекций сил $F_{сж}$ и $F_{обж}$:

$$N_{сум} = F_{сж} \sin \alpha + F_{обж} \cos \alpha, \quad (1)$$

где α – угол наклона режущей кромки ножа, град.

При контакте на режущей кромке возникает сила трения $P_{тр2}$, Н, от нормальной суммарной силы $N_{сум}$:

$$P_{тр2} = N_{сум} f = N_{сум} \tan \varphi, \quad (2)$$

где f – коэффициент трения слоя о лезвие ножа (динамический);

φ – угол трения, град.

Выражая силу $N_{сум}$ через угол трения φ , получаем следующую зависимость:

$$N_{сум} = \cos \varphi \sqrt{F_{обж}^2 + F_{сж}^2}. \quad (3)$$

На противоположной режущей кромке стороне лезвия возникает аналогичная сила трения $P_{тр1}$, Н, от силы обжатия $F_{обж}$:

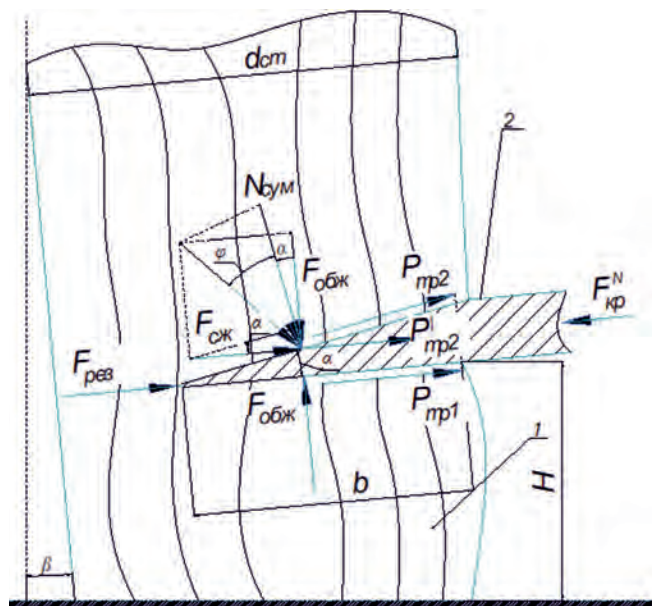


Рис. 1. Взаимодействие режущего сегмента со стеблем технической конопли:

1 – элемент стебля в комлевой части;
2 – режущий сегмент (нож)

$$P_{тр1} = F_{обж} f. \quad (4)$$

Сила трения $P_{тр2}$ направлена под углом α относительно нижней спинки ножа. Проекция силы $P_{тр2}$ на противоположную часть лезвия будет равна:

$$P'_{тр2} = P_{тр2} \cos \alpha. \quad (5)$$

Подставив $N_{сум}$ из уравнения (1) в уравнение (5), получим:

$$P'_{тр2} = f \left(F_{сж} \frac{1}{2} \sin 2\alpha + F_{обж} \cos^2 \alpha \right). \quad (6)$$

Составляющая критической силы $F_{кр}$, приложенная к ножу в момент начала резания и направленная к нему по нормали $F_{кр}^N$, Н, должна преодолеть сумму сил, действующих в вертикальном направлении:

$$F_{кр}^N = F_{рез} + F_{сж} + P_{тр1} + P'_{тр2}. \quad (7)$$

Усилие, затрачиваемое на срез стебля конопли $F_{рез}$:

$$F_{рез} = s \Delta l \sigma_p, \quad (8)$$

где s – толщина (острота) лезвия, м;

Δl – длина рабочей кромки лезвия, м;

σ_p – разрушающее контактное напряжение при срезе стебля конопли, Н/м².

Величина σ_p является параметром, присущим определенному виду материала, в данном случае лубоволокнистому (определяется экспериментально).

Силы сопротивления слоя сжатию $F_{сж}$ и обжатию $F_{обж}$ можно определить как:

$$F_{сж} = F_{обж} = q_p \Delta l, \quad (9)$$

где q_p – удельное сопротивление резанию стебля, Н/м.

Параметр q_p является одним из важных показателей при срезе растений. В справочной литературе представлены данные по удельному сопротивлению ряда растительных материалов, однако для стеблей конопля подобные исследования не проводились. Поэтому для расчетов можно руководствоваться значениями для толстостебельных культур, например кукурузы.

Подставляя значения всех сил, противодействующих $F_{кр}^N$, в выражение (7), получим:

$$F_{кр}^N = s\Delta l\sigma_p + q_p\Delta l + q_p\Delta l f + \\ + f\left(q_p\Delta l\frac{1}{2}\sin 2\alpha + q_p\Delta l\cos^2\alpha\right),$$

или после преобразования:

$$F_{кр}^N = s\Delta l\sigma_p + q_p\Delta l\left[1 + f\left(1 + \frac{\sin 2\alpha}{2} + \cos^2\alpha\right)\right]. \quad (10)$$

Важным фактором при работе режущего аппарата является энергия, затрачиваемая на срез. Поэтому при разработке профиля режущего зуба в первую очередь необходимо определить критерии, которые способствуют минимизации энергозатрат в процессе уборки. Кроме того, важно обеспечить и прочностные свойства материала для увеличения ресурса работы режущего аппарата. Рассмотрим основные параметры, влияющие на энергозатраты: сопротивление стеблей срезу, которое определяется технологическими свойствами материала и зависит как от характеристики самой культуры (толщина (диаметр), структура, влажность, высота стебля и др.), так и от параметров рабочего органа (угол среза, угол заточки лезвия, скорость вращения диска и линейная скорость его перемещения); материал режущего диска и материал самого зуба (лезвия), от которого зависят длительность работы после заточки и способность сопротивляться ударным нагрузкам, например, при встрече с камнем (эти параметры определяют массу режущего аппарата, от чего, в свою очередь, зависит момент инерции режущего диска); сопротивление качению агрегата, а также трение в узлах машины.

С точки зрения минимизации общих энергозатрат очевидно, что параметры, приведенные в последнем пункте, являются величиной, слабо зависящей от конструкции уборочного узла, и их значение обусловлено качеством изготовления машины, условиями эксплуатации и своевременным обслуживанием. Поэтому данные показатели можно считать постоянной величиной и при расчете не учитывать.

Эксплуатационная надежность режущего аппарата также является важным показате-

лем. Поэтому при проектировании режущих сегментов необходимо оценить полученные параметры с точки зрения надежности. Следовательно, для снижения энергозатрат следует принять во внимание следующие факторы, анализ которых позволит определить оптимальный профиль режущего зуба: физико-механические свойства стебля технической конопля; форма режущей кромки лезвия; скорость и угол срезания стебля.

Исследование физико-механических свойств конопля представляет собой сложную задачу, поскольку значительное влияние на них оказывают внешние факторы – погодные условия, стадия спелости, влажность стебля, сорт и др. Моделирование этих факторов является весьма обширной задачей и в данное исследование не входит. Поэтому свойства стебля технической конопля в момент уборки будем считать постоянными величинами и руководствоваться усредненными значениями согласно исследованиям [11, 12]: влажность стебля – 70%, масса – 0,05 кг; высота – 2 м; модуль упругости – 200 МПа.

Форма режущей кромки должна быть достаточно простой в производстве и обслуживании. Кроме того, снижения энергозатрат на срез стебля можно добиться, обеспечив максимально возможный коэффициент скольжения лезвия. При исследовании процесса резания стеблей В.П. Горячкин [13] предложил использовать коэффициент скольжения k как меру этого скольжения в процессе разрезания стебля, определив его как отношение тангенциальной составляющей скорости резания V_τ , м/с, к нормальной составляющей V_n , м/с:

$$k = \frac{V_\tau}{V_n}. \quad (11)$$

Из кривых форм, которые могут быть применены при изготовлении, этим условиям отвечают окружность и парабола (рис. 2).

Режущая кромка параболической формы выглядит предпочтительнее, поскольку обеспечивается большее

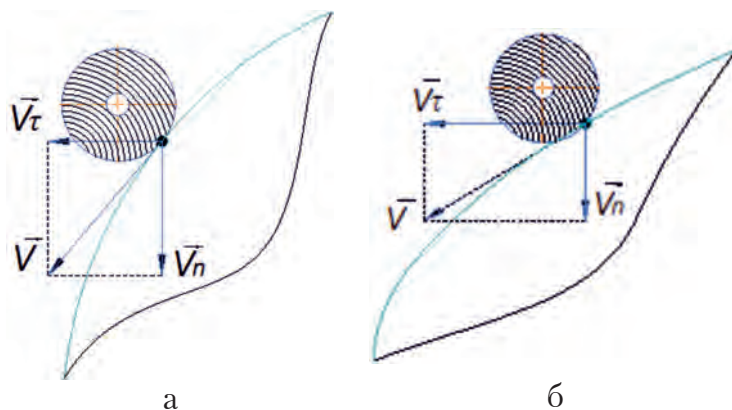


Рис. 2. Направление скорости резания стебля ножами различной формы:

а – профиль режущей кромки в виде окружности;
б – в параболической форме

значение коэффициента скольжения по сравнению с окружностью, а следовательно, высокая скорость резания, меньшие сопротивление резу и энергозатраты.

Особенности процесса резания волокнистого материала лезвийным инструментом рассмотрены в работе [14]. Для дискового режущего аппарата существует критическая скорость резания, при превышении которой происходит ударное действие ножа на разрезаемый материал и лезвие начинает рубить, а не резать материал.

Критическая скорость резания $V_{кр}$, м/с, зависит от многих переменных: физико-механических свойств стебля, толщины и угла заточки лезвия, материала режущего элемента и определяется по формуле [9, 15]

$$V_{кр} = \frac{F_{рез} \left(H^3 + \frac{m}{\Delta t} \right)}{3\Delta t E l_{cm}}, \quad (12)$$

где m – масса стебля растения, кг;

Δt – время срезания стебля, с;

E – модуль упругости материала стебля, МПа;

l_{cm} – высота стебля, м.

Согласно исследованиям [11, 15], при бесподпорном срезе критическая скорость резания может находиться в пределах 6–10 м/с. Исходя из условий снижения мощности на привод режущего аппарата и усилия резания, критическая скорость резания $V_{кр}$ не должна превышать 25 м/с.

На основании проведенного анализа среза технической конопли и факторов, влияющих на энергозатраты, а также, учитывая физико-механические и технологические свойства данной культуры в стадии технической спелости, разработаны профили режущих зубьев с рабочей кромкой в форме окружности (профиль 1), параболы (профиль 2) и скругленной трапеции (профиль 3) (рис. 3).

Учитывая прочный лубоволокнистый слой и древесную составляющую стебля конопли, режущие зубья размещены сплошным образом по периферии диска с шагом t , мм, кратным нескольким диаметрам стебля. Для гарантированного среза высота зуба h , мм, соответствует среднему значению диаметра стебля. Основные параметры профилей режущих сегментов приведены в таблице.

Зубчатые сегменты изготовлены на опытном производстве ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» и послужат основой для создания опытного образца режущего аппарата для уборки технической конопли. Параметры среза технической конопли разработанными режущими сегментами, режимы работы режущего аппарата и наиболее оптимальный профиль зуба применительно к технической конопле будут определены по результатам лабораторно-полевых испытаний в уборочный сезон 2021 г.

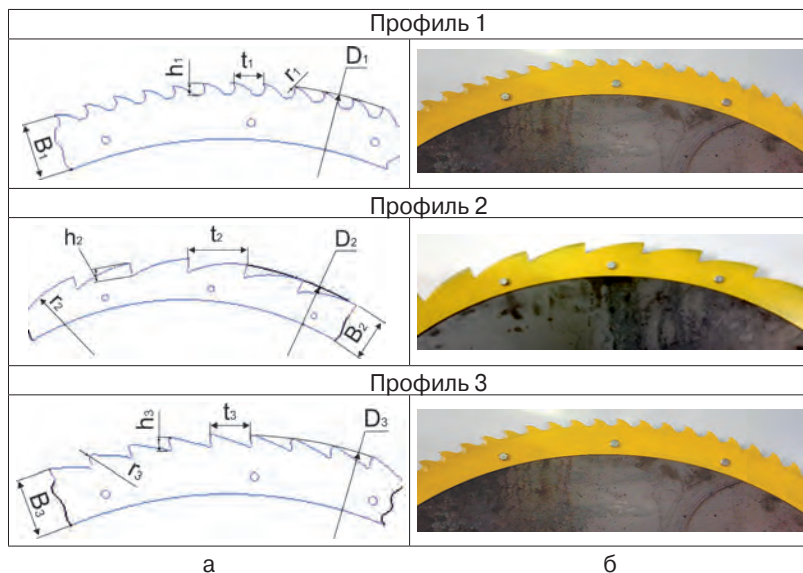


Рис. 3. Разработанные профили режущих сегментов:

а – схема режущих сегментов;

б – фрагмент режущего диска

Техническая характеристика профилей режущих сегментов

Показатели	Профиль 1	Профиль 2	Профиль 3
Высота зуба h , мм	11	15	10
Шаг зубьев t , мм	25	60	35
Угол расположения соседних зубьев α , град.	3,5	10	5
Число зубьев на режущем диске	96	36	72
Радиус закругления режущей кромки зуба r , мм	6	100	3
Высота режущего сегмента B , мм	50	50	50
Толщина режущего сегмента s , мм	2	2	2
Диаметр режущего диска D , мм	800	800	800

Выводы

1. Рассмотрен процесс бесподпорного среза технической конопли, получены аналитические зависимости для определения критической силы и скорости резания стебля. Теоретические исследования позволили обосновать наиболее рациональные формы режущей кромки зуба.

2. По результатам исследований разработаны и изготовлены режущие рабочие органы с различным профилем зуба с целью создания опытного образца режущего аппарата для уборки технической конопли.

Работа выполнена в рамках Государственного задания НИОКР № 0477-2019-0007.

Список

использованных источников

1. **Попов Р.А., Пучков Е.М., Соловьев С.В.** Аналитический обзор конструкций машин и технических решений для уборки конопли // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 120-125.
2. **Давыдова С.А., Попов Р.А., Голубев И.Г.** Техническое обеспечение возделывания и уборки безнаркотической конопли // Техника и оборудование для села. 2020. № 8. С. 12-17.
3. Машинно-технологическое оснащение селекции и семеноводства технических культур: научно-аналитический обзор / Р.А. Ростовцев [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.
4. **Дмитриев С.Ю.** Оптимальные параметры среза стеблей конопли // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 4. С. 26-28.
5. **Попов Р.А., Черников В.Г.** Расчет параметров и режимов работы режущего аппарата для уборки технической конопли // Аграрный научный журнал. 2021. № 3. С. 82-89.
6. Анализ технологического процесса кошения растений ротационными режущими аппаратами / В.Б. Попов [и др.] // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2009. № 4. С. 32-39.
7. **Трубилин Е.И., Абликов В.А.** Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкции, теория и расчет). Учеб. пособ. 2-е изд. перераб. и доп. Краснодар: КГАУ, 2010. 325 с.
8. **Алдошин Н.В., Золотов А.А., Лылин Н.А.** Пути повышения качества работы косилок и жаток // Вестник ФГБОУ «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2017. Вып. 4. С. 7-13.
9. **Попов Р.А., Перов Г.А.** Анализ работы режущего аппарата для бесподпорного среза стеблей технической конопли // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 14-21.

10. **Kemper S., Lang Th., Frerichs L.** Analysis of the overlayind cut in rotary mowers // Landtechnik. Agricultural Engineering. 2012. № 5. P. 346-349.

11. **Резник Н.Е.** Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. М.: Машиностроение, 1975. 311 с.

12. Исследование морфологических и технологических свойств стеблей новых сортов конопли / Е.Л. Пашин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2010. № 4. С. 21-24.

13. **Горячкин В.П.** Собрание сочинений: В 3 т. Т. III. Изд. 2-е. М.: Колос, 1968. 384 с.

14. Фундаментальные особенности процесса резания пищевых продуктов лезвийным инструментом / В.В. Пеленко [и др.] // Процессы и аппараты пищевых производств. 2008. № 1. С. 40-42.

15. **Догота П.А., Красовский В.В.** Анализ существующих теорий работы ротационного режущего аппарата косилки для скашивания сидератов в междурядьях многолетних насаждений // Науч. тр. ЮФ НУБиПУ «КАТУ». Симферополь. 2013. Вып. 153. С. 164-175.

On the Issue of the Oretical Substantiation and Development of a Cutting Working Body for Harvesting Industrial Hemp

R.A. Popov, I.L. Abramov

(Federal Scientific Center for Bast Crops)

Summary. The interaction of a knife with a stalk of industrial hemp in the process of unsupported cut is described. An analytical dependence of the critical cutting force on the physicommechanical properties of the stem and blade geometry is obtained. The factors influencing the shape of the cutting tooth are analyzed. The profiles of cutting segments have been developed taking into account the peculiarities of the structure of the industrial hemp stem.

Keywords: industrial hemp, hemp harvesting, cutting device, stem cut, tooth profile, geometry.

Форум и выставка по глубокой переработке зерна и промышленной биотехнологии «Грэйнтек»

Грэйнтек
Форум и экспo по глубокой переработке зерна и биотехнологии

+7 (495) 585-5167 | info@graintek.ru | www.graintek.ru

Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 17-18 ноября 2021 года в отеле Холидей Инн Лесная Москва

В фокусе Форума – практические аспекты глубокой переработки зерна как для производства продуктов питания и кормов, так и биотехнологических продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Темы Форума: производство и рынок нативных и модифицированных крахмалов, клейковины, сиропов, органических кислот, аминокислот (лизин, треонин, триптофан и тд), сахарозаменителей (сорбит, ксилит, маннит) и других химических веществ.

19 ноября 2021 года пройдет семинар «ГрэйнЭксперт», посвященный практическим вопросам запуска и эксплуатации завода глубокой переработки зерна. Семинар проводится для технических специалистов, которые отвечают за производственный процесс и высокое качество конечной продукции.



УДК 631.361.7.001.4:634.10/33:006.354

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-27-29

Стандартизация методов испытаний машин для товарной обработки плодов

Е.Е. Подольская,зав. лабораторией,
gost304@yandex.ru**Е.В. Бондаренко,**науч. сотр.,
evgbond3190063@yandex.ru**С.А. Свиридова,**зав. лабораторией,
s1161803@yandex.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
[КубНИИТИМ])

Аннотация. Рассмотрены понятие и значение товарной обработки плодов, а также наличие и состояние нормативных документов, содержащих требования к машинам для товарной обработки плодов при испытаниях. Представлены основные положения нового стандарта и подготовленной современной программы, предназначенной для повышения точности измерений и уменьшения трудоемкости, ускоренной обработки и анализа результатов испытаний в соответствии с новым стандартом.

Ключевые слова: плод, испытание, машина, метод, товарная обработка, межгосударственный стандарт, программа.

Постановка проблемы

В последние годы государством разработан и предложен ряд комплексных мер по поддержке отечественных производителей плодов, посадочного материала, проводится систематический мониторинг их выполнения. Ежегодно увеличивается площадь закладки промышленных садов и питомников, расширяется их инфраструктура, растет производство товарных плодов.

Современное садоводство является одной из самых капиталоемких отраслей сельского хозяйства. Климатические условия многих регионов России способствуют выращиванию яблук.

На примере выращивания данной культуры можно рассмотреть струк-



туру мирового производства, которое занимает значимое место в обеспечении населения качественной и доступной витаминной продукцией. Благодаря многообразию сортов яблонь их можно возделывать в различных климатических условиях. Сбор яблок по объему уступает только бананам и цитрусовым. В мире ежегодно выращивается около 90 млн т яблок, и объемы продолжают расти. Лидером производства остается Китай, на долю которого приходится более 44,4 млн т в год, на втором месте – США (4,6 млн т), Россия – на восьмом (1,8 млн т). Китай и США вместе производят более 50 % мирового объема.

Страны, в которых сады заложены под интенсивные технологии выращивания, могут демонстрировать высокую урожайность – порядка 50 т/га (Италия, Франция, Германия). Россия пока находится на начальном этапе развития интенсивного садоводства и не демонстрирует высоких показателей урожайности из-за низкой доли товарного яблока в общем объеме производства, тем не менее, урожайность в последние годы растет.

Импортная продукция позволяет обеспечивать широкий потребительский ассортимент. Плоды и ягоды являются скоропортящейся и малотранспортабельной продукцией, что обуславливает необходимость организации их хранения и переработки в местах производства [1-3].

Товарная обработка фруктов представляет собой комплекс работ по подготовке плодов к хранению, транспортировке и реализации в соответствии с требованиями государственных стандартов или технических условий.

Необходимо отметить, что для упрощения товарооборота товарная обработка плодов во всех странах должна соответствовать одинаковым нормативным документам. В соответствии с ГОСТ Р 15.301 [4] необходимо проведение испытаний машин для товарной обработки плодов, поэтому для создания единой нормативной базы, снижения барьеров в торговле между государствами-членами Таможенного союза и СНГ, повышения уровня качества и безопасности продукции машиностроения, ее конкурентоспособности, применения



единых требований к машинам требуется разработка стандарта на методы испытаний машин для товарной обработки плодов на межгосударственном уровне, что является актуальной задачей.

Цель исследований – стандартизация методов испытаний машин для товарной обработки плодов, а также современного программного обеспечения для обработки результатов испытаний.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований использованы постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 [5] и Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, предусматривающая мероприятия по адаптации национальной системы стандартизации для решения задач промышленной модернизации, технологического обновления, научно-технического потенциала и повышения уровня технической безопасности, конкурентоспособности и эффективности сельскохозяйственной техники.

Реализация подпрограммы «Развитие питомниководства и садоводства» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы предусматривает разработку высокопроизводительных технических средств для садоводства, в том числе для товарной обработки плодов, что, в свою очередь, предполагает актуализацию соответствующей нормативной документации на методы испытаний машин данного типа. При испытании данного типа техники и для создания единой нормативной базы в рамках Таможенного союза необходимы нормативные документы на межгосударственном уровне, устанавливающие методы ее испытаний. КубНИИТиМ имеет большой опыт разработки нормативной документации на методы испытаний сельскохозяйственной техники, поэтому в рамках выполнения тематики был начат процесс разработки межгосударственного стандарта на методы испытаний ма-

шин для товарной обработки плодов. Научная новизна данной тематики заключается в подготовке отсутствующего на сегодняшний день проекта межгосударственного стандарта на методы испытаний машин, оборудования, установок, линий для сортировки и калибровки семечковых, косточковых и цитрусовых плодов.

Результаты исследований и обсуждение

В настоящее время в системе испытаний сельскохозяйственной техники Минсельхоза России действует национальный стандарт ГОСТ Р 54780-2011 «Машины для товарной обработки плодов. Методы испытаний» [6], который послужил основой для разработки проекта межгосударственного стандарта. Аналогичные межгосударственные стандарты по испытанию машин для товарной обработки плодов отсутствуют. При разработке нормативной документации приоритетным направлением является межгосударственная стандартизация. Согласно «Плану мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в России на период до 2027 года» [7] планируется снижение среднего возраста стандарта до 7 лет и увеличение до 57 % доли межгосударственных (региональных) документов по стандартизации, что подчеркивает актуальность и практическую значимость проводимой работы по разработке отсутствующего межгосударственного стандарта.

Специалистами Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) совместно с машиноиспытательными станциями Российской Федерации и другими заинтересованными организациями подготовлен проект межгосударственного стандарта на методы испытаний машин, оборудования, установок и приспособлений для товарной обработки плодов, который будет использоваться при испытании данного типа машин всеми машиноиспытательными станциями Минсельхоза России и государственных органов межгосударственного совета по стандартизации (МГС).

В разработанном проекте межгосударственного стандарта уточнены термины и определения, применяемые в нем; приведены в соответствие формы рабочих и сводных ведомостей; определена номенклатура показателей технической характеристики машины, условий проведения испытаний и показателей качества выполнения технологического процесса; доработаны формы рабочих и сводных ведомостей в соответствии с методами определяемых показателей. При разработке проекта межгосударственного стандарта учтены требования действующих межгосударственных и национальных стандартов по видам оценок. Уведомление о разработке стандарта размещено на сайте Росстандарта, где все желающие имеют возможность ознакомиться с его проектом и при необходимости направить разработчику замечания и предложения.

Проект межгосударственного стандарта направлен на отзыв заинтересованным организациям-членам технического комитета ТК (МТК) 284 «Тракторы и машины сельскохозяйственные» и в национальные органы по стандартизации государственных органов межгосударственного совета по стандартизации (МГС).

Для более точной и быстрой обработки результатов испытаний и их анализа специалистами КубНИИТиМ разрабатывается и готовится к регистрации «Программа для обработки результатов испытаний машин для товарной обработки плодов», которая предназначена для проведения компьютерной оценки показателей условий испытаний и качества выполнения технологического процесса получаемых при испытании машин согласно впервые разработанному межгосударственному стандарту. Результаты расчетов автоматически отправляются в сводные ведомости условий испытаний и качества выполнения технологического процесса и при необходимости выводятся на печать. Автоматизация промежуточных расчетов и автоматическое формирование сводных ведомостей выполнены посредством языка программирования Object Pascal



в интегрированной среде программирования Delphi [8-11].

Программа отвечает современному уровню компьютерных технологий, работа в ней рассчитана как на опытных пользователей, так и на начинающих, может использоваться для ускоренной обработки и анализа результатов испытаний на ПК при исследованиях и испытаниях сельскохозяйственной техники на машиноиспытательных станциях Минсельхоза России, ближнего зарубежья и в других испытательных центрах и лабораториях.

С вступлением России в ВТО повышается конкурентоспособность производимой продукции, обусловленная ее качеством, безопасностью и себестоимостью, что, в свою очередь, отражается на затратах и прибыли при производстве плодов и ягод. Производство плодово-ягодной продукции не может эффективно развиваться без технологического обеспечения процессов выращивания, уборки и товарной обработки плодов и ягод, поэтому крайне важно внедрять в производство современные машины с целью повышения производительности труда и механизации уборочных работ и послеуборочной обработки. Для решения данной задачи необходима актуализация устаревших и разработка новых нормативных документов на методы испытаний на межгосударственном уровне, поэтому проведение данных исследований и работ является своевременным.

Выводы

1. В рамках реализации Госпрограммы развития плодородства согласно «Программе национальной стандартизации на 2021 год» [11] КубНИИТиМ совместно с заинтересованными организациями подготавливает окончательную редакцию межгосударственного стандарта на методы испытаний машин для товарной обработки плодов в соответствии с основополагающими стандартами системы стандартизации.

2. После утверждения и введения в действие его требования будут соблюдаться всеми государствами-

членами Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС) при испытании машин для товарной обработки плодов, а разработанное программное обеспечение для проведения компьютерной оценки показателей при испытаниях в соответствии с межгосударственным стандартом позволит снизить трудоемкость и повысить точность и оперативность выполнения расчетов.

Список

использованных источников

1. Анализ состояния и перспективные направления развития питомниководства и садоводства: науч. аналит. обзор. / В.Ф. Федоренко [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 88 с.

2. Садоводство РФ: итоги-2020, перспективы, проблемы, реалии и ожидания [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.yandex.ru/media/glavagronom/sadovodstvo-rf-itogi2020-perspektivy-problemy-realii-i-ojidaniiia-5f8036debd4c464556070949> (дата обращения: 29.01.2021).

3. Самообеспеченность России яблоками ниже 40 % [Электронный ресурс]. URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/fruitgrowing/samoobespechennost-rossii-yablokami-nizhe-40.html> (дата обращения: 28.01.2021).

4. **ГОСТ Р 15.301-2016.** Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. 12 с.

5. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы: постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 (ред. от 11.10.2019) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/436761964> (дата обращения: 12.02.2021).

6. **ГОСТ Р 54780-2011.** Машины для товарной обработки плодов. Методы испытаний. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2012. 27 с.

7. План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года: направлен письмом Правительства РФ

от 15.11.2019 № ДК-П7-9914 [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_355104/ (дата обращения: 15.02.2021).

8. **Архангельский А.Я.** Программирование в Delphi. Учебник по классическим версиям Delphi. М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. 1152 с.

9. **Архангельский А.Я.** Программирование в Delphi. М.: ООО «Бином-Пресс», 2004. 1152 с.

10. **Гофман В.Э., Хомоненко А.Д.** Delphi. Быстрый старт. СПб: БХВ-Петербург, 2003. 288 с.

11. Об утверждении Программы национальной стандартизации на 2021 год: приказ Росстандарта от 27.10.2020 № 1775 [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_367773/ (дата обращения: 15.03.2021).

Standardization of Test Methods for Commercial Fruit Processing Machines

E.E. Podolskaya, E.V. Bondarenko, S.A. Sviridova

(KubNIITiM)

Summary. *The concept and significance of commercial processing of fruits, as well as the presence and condition of regulatory documents containing requirements for machines for commercial processing of fruits during testing are discussed. The main provisions of the new standard and prepared up-to-date software designed to improve the accuracy of measurements and reduce labor intensity, accelerated processing and analysis of test results in accordance with the new standard are presented.*

Keywords: *fruit, test, machine, method, commercial processing, interstate standard, program.*



Риск-ориентированный подход при осуществлении регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники, аттракционов

С.Ю. Дрямов,

ст. науч. сотр.,
начальник НИЦ «Гостехнадзор»,
nicgtn@mail.ru

Т.В. Жигалина,

науч. сотр.,
nicgtn@mail.ru

А.Н. Семерня,

науч. сотр.,
nicgtn@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Показано, что модернизация контрольно-надзорной деятельности является одной из приоритетных задач административной реформы в Российской Федерации. Рассмотрено отнесение деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих деятельность, связанную с эксплуатацией самоходных машин и других видов техники, аттракционов, к определенной категории риска как при проведении рейдовых мероприятий, так и при плановых проверках.

Ключевые слова: гостехнадзор, риск-ориентированный подход, самоходная машина, вид техники, аттракцион.

Постановка проблемы

Существующая модель контрольно-надзорной деятельности обязывает контрольно-надзорные органы осуществлять с заданной периодичностью сплошную проверку юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, что зачастую приводит к неэффективному расходованию ресурсов. Одновременно складывается ситуация, при которой количество подконтрольных объектов превышает потенциальные возможности регионального государ-

ственного надзора за техническим состоянием и эксплуатацией самоходных машин и других видов техники, аттракционов по их проверке, что, в свою очередь, приводит к отсутствию возможности обеспечения приемлемого уровня безопасности охраняемых законом ценностей посредством системы государственного контроля (надзора).

В соответствии с поручением Президента в рамках его послания Федеральному Собранию, Правительству Российской Федерации необходимо обеспечить отмену в 2021 г. всех нормативно-правовых актов, устанавливающих требования, соблюдение которых подлежит проверке при осуществлении государственного контроля (надзора), и введение в действие новых норм, содержащих актуализированные требования, разработанные с учетом риск-ориентированного подхода и современного уровня технологического развития в соответствующих сферах (пп. «б» п. 3 Перечня поручений Президента Российской Федерации (№ Пр-294 от 26 февраля 2019 г.) по реализации Послания Президента Федеральному Собранию от 20 февраля 2019 г.) [1].

В рамках масштабной реформы сферы контрольно-надзорной деятельности подписан Президентом России и официально опубликован Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» (далее – Закон № 248-ФЗ), вступивший в силу с 1 июля 2021 г. (за исключением ряда положений) [2].

Переход от всеобъемлющего контроля (надзора) к дифференцированному планированию проверок позволит увеличить охват потенциальных нарушителей обязательных требований, представляющих непосредственную угрозу причинения вреда охраняемым законом ценностям, и одновременно снизит нагрузку на юридические лица и индивидуальных предпринимателей, которые не представляют реальной угрозы причинения вреда таким ценностям.

Цель исследований – апробация риск-ориентированного подхода при осуществлении регионального государственного надзора технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники, аттракционов.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования выполнен сравнительный анализ Закона № 248-ФЗ и Федерального закона от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» (далее – Закон № 294-ФЗ) [3], выявивший, что новый закон включает в себя некоторые положения Закона 294-ФЗ [4] и вносит ряд нововведений: разные контролеры не будут проверять соблюдение одних и тех же требований; все проверки будут фиксироваться онлайн; запрещено оценивать эффективность контролирующего органа по количеству проведенных проверок; определены способы сокращения количества



проверок; введены новые формы контроля и надзора; сокращено время проведения проверок; вместо плановых проверок введен мониторинг; выездная проверка должна проводиться только в исключительных случаях; контролирующие органы обязаны применять риск-ориентированный подход при проведении контрольно-надзорных мероприятий.

Принципами осуществления государственного контроля станет соразмерность вмешательства в деятельность контролируемых лиц, недопустимость злоупотребления правом, «оперативность и разумность», а также принцип недопустимости множественного контроля одного лица для оценки соблюдения одних и тех же обязательных требований несколькими контрольно-надзорными органами. Ключевым показателем эффективности проверок будет являться количество устраненных рисков, а не число проведенных проверок и выявленных нарушений.

В целом законопроект предлагает отказаться от использования проверок как основного инструмента контроля и вводит новые виды мероприятий, например, контрольную закупку, выездные обследования или рейд. При этом основными будут являться такие профилактические меры, как рекомендации, консультирование и информирование. Закон № 248-ФЗ устанавливает риск-ориентированный подход при выборе профилактических и контрольно-надзорных мероприятий; контрольно-надзорные органы смогут сосредоточиться на выявлении нарушений, которые несут наибольшую угрозу охраняемым законом ценностям [2]. Согласно документу, объекты контроля будут отнесены к одной из шести категорий риска причинения вреда: от низкого до чрезвычайно высокого. Для каждой категории риска, кроме низкого, должны быть установлены виды разрешенных контрольно-надзорных мероприятий и частота их проведения. Так, в отношении объектов с чрезвычайно высоким риском проводится не менее одного и не более двух плановых контрольно-надзорных мероприятий в год, в отно-

шении объектов с высоким риском – не менее одного в четыре года, со значительным – не более одного в два года. Если объект относится к категории среднего риска, то контрольно-надзорные мероприятия должны проводиться не менее одного раза в шесть лет, умеренного риска – не более одного мероприятия в три года.

Выполняя контрольно-надзорные функции на предприятиях различных сфер деятельности и хозяйствования, органы гостехнадзора вырабатывают единые методы к периодичности проверок в соответствии с риск-ориентированным подходом.

Результаты исследований и обсуждение

При выборе критерия отнесения деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими объектов к определенной категории риска изучен широкий ряд методик и практик расчета критерия тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований. Выявлено, что основным их недостатком является отсутствие критериев, характеризующих тяжесть потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения этих требований.

Источниками риска могут быть различные, присущие юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям характеристики их деятельности, используемые ими производственные объекты, интенсивность их использования, которые самостоятельно или в комбинации с другими обстоятельствами, в том числе внешними, могут являться причинами или предпосылками осуществления событий, следствием которых может стать причинение вреда охраняемым законом ценностям. К факторам риска, которые могут стать условием причинения данного вреда, могут относиться: техническое состояние самоходных машин и других видов техники при их эксплуатации; интенсивность использования самоходных машин и прицепов к ним. Кроме того,

на возможную аварийную ситуацию могут влиять и другие факторы риска, но, руководствуясь принципом разумности и достаточности, выбраны два вышеуказанных фактора.

Вид деятельности субъекта, т.е. юридического лица или индивидуального предпринимателя (сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство, промышленность, строительство, нефть и энергетика, снабжение и торговля, лесное хозяйство и др.), в данной работе не рассматривается, что позволяет на более достоверной основе выделить критерии риска при эксплуатации машин и аттракционов.

В данной работе рассмотрены два метода отнесения субъектов к категории риска или классу опасности [5].

Первый метод. При осуществлении регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники за основу применения риск-ориентированного подхода взяты два критерия риска: вероятность нарушения установленных обязательных требований и тяжесть вероятных негативных последствий.

При оценке вероятности негативных последствий несоблюдения субъектом обязательных требований анализируется имеющаяся в распоряжении регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники информация о результатах ранее проведенных контрольных мероприятий этого субъекта и назначенных административных наказаний за нарушение обязательных требований.

Данные критерии определяют категории риска, по которым будут распределяться субъекты надзора. Критерий риска «вероятность нарушения установленных обязательных требований» K_i (возможно группирование самоходных машин по назначению (бульдозеры, комбайны и т.п.) или по категориям, что позволит выполнить более качественный анализ) рассчитывается как сумма показателей риска, исходя из вероятности

нарушений установленных обязательных требований, и определяется по количеству полученных баллов:

$$K_i = a + b + c + d, \quad (1)$$

где a – показатель риска использования самоходной техники без прохождения технического осмотра за период, предшествующий составлению плана проверок;

b – показатель риска эксплуатации самоходной техники под управлением сотрудника субъекта при отсутствии удостоверения тракториста-машиниста (тракториста) соответствующей категории или квалификации за период, предшествующий составлению плана проверок;

c – показатель риска эксплуатации незарегистрированной техники субъектом за период, предшествующий составлению плана проверок;

d – показатель риска эксплуатации самоходной техники субъектом при отсутствии полиса страхования гражданской ответственности владельца транспортных средств за период, предшествующий составлению плана проверок.

Если показатели $a, b, c, d \geq 70\%$, то $K_i = 2$ балла; если $60 \leq a, b, c, d < 70\%$ – 4 балла; $40 \leq a, b, c, d < 60\%$ – 6 баллов; $a, b, c, d < 40\%$ – 8 баллов.

В свою очередь, показатели риска рассчитываются по формулам:

$$a = a_1/a_2 \cdot 100\%, \quad (2)$$

где a_1 – количество техники, прошедшей технический осмотр;

a_2 – количество зарегистрированной техники у субъекта (за период, предшествующий составлению плана проверок);

$$b = b_1/b_2 \cdot 100\%, \quad (3)$$

где b_1 – число сотрудников субъекта, работающих на самоходных машинах и имеющих удостоверение тракториста-машиниста (тракториста) с соответствующей квалификацией (за период, предшествующий составлению плана проверок);

b_2 – число сотрудников субъекта, участвующих в работе на самоходных машинах (за период, предшествующий составлению плана проверок);

$$c = c_1/a_2 \cdot 100\%, \quad (4)$$

где c_1 – количество незарегистрированной техники у субъекта;

$$d = d_1/a_2 \cdot 100\%, \quad (5)$$

где d_1 – количество техники субъекта с наличием полиса о гражданской ответственности владельца транспортных средств (за период, предшествующий составлению плана проверок).

В табл. 1 представлены данные по вероятности несоблюдения установленных обязательных требований.

Таблица 1. Вероятность несоблюдения установленных обязательных требований

Группа вероятности	Количество баллов
1	Более 14
2	12-14
3	10-12
4	8-10

При наличии критериев, позволяющих отнести деятельность субъекта надзора к различным группам вероятности, применяется тот из них, который позволяет отнести деятельность субъекта надзора к более высокой категории риска.

Критерий риска «тяжесть вероятных негативных последствий» предусматривает распределение субъектов по категориям риска в за-

висимости от возможного риска причинения вреда с учетом количества самоходных машин на четыре группы тяжести (табл. 2).

Таблица 2. Критерий риска «тяжесть вероятных негативных последствий»

Группа тяжести	Количество самоходных машин, зарегистрированных за юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем
а	Более 20 ед.
б	От 10 до 20 ед.
в	Менее 10 ед.
г	Наличие только мототранспортных средств

В данной таблице количество машин, зарегистрированных за субъектом, принято схематично для примера, а отнесение к группе тяжести «г» мототранспортных средств также условно.

Категории риска, применяемые при осуществлении регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники: высокий, значительный, средний, умеренный, низкий (табл. 3).

Данная таблица приведена для примера, как возможно дифферен-

Таблица 3. Категории риска, применяемые при осуществлении регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники

Категория риска/периодичность плановых проверок	Группа тяжести	Группа вероятности
Высокий / один раз в два года	а	1
	а	2
	б	1
Значительный/один раз в три года	а	3
	б	2
	в	1
Средний/ не чаще одного раза в четыре года и не реже одного раза в пять лет	б	3
	в	2
	г	1
Умеренный/не чаще одного раза в шесть лет и не реже одного раза в восемь лет	в	3
	г	2
	г	3
Низкий/ плановые проверки не проводятся	а, б, в, г	4



цировать показатели критериев: вероятность нарушения установленных обязательных требований и тяжесть вероятных негативных последствий.

Второй метод предусматривает «усложненный» расчет критериев опасности причинения вреда охраняемым законом ценностям. Рассмотрим его на примере Воронежской области [6]. Расчет критерия тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований с учетом значений показателя риска K производится по формуле

$$K = A_i + B \cdot C, \quad (6)$$

где A_i – коэффициент, учитывающий количество зарегистрированных за юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем самоходных машин и других видов техники, аттракционов, при этом:

$A_1 = 0,8$ (самоходных машин – более 50 ед. / аттракционов – более 10 ед.);

$A_2 = 0,7$ (самоходных машин – от 25 до 50 ед. / аттракционов – от 7 до 10 ед.);

$A_3 = 0,6$ (самоходных машин – от 10 до 25 ед. / аттракционов – от 5 до 7 ед.);

$A_4 = 0,5$ (самоходных машин – менее 10 ед. / аттракционов – менее 5 ед.);

B – коэффициент, учитывающий количество (N) постановлений об административных правонарушениях, вынесенных в отношении юридического лица или индивидуального предпринимателя по ст. 8.22, 8.23 (в части техники, поднадзорной органам Ростехнадзора), ст. 9.3, 12.37 (в части техники, поднадзорной органам Ростехнадзора), ч. 1 и 2 ст. 14.43, 14.44, ч. 1 ст. 19.22 (в части техники, поднадзорной органам Ростехнадзора) Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях [7] за три года, предшествующих году составления плана проверок:

$$B = 0,1 \cdot N \cdot Z_i \cdot D_i, \quad (7)$$

где Z_i – коэффициент, отражающий тяжесть потенциальных не-

гативных последствий возможного несоблюдения юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем обязательных требований: $Z = 1$ – для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых не связана с эксплуатацией аттракционов; $Z_1 = 1,05$ – для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых связана с эксплуатацией аттракционов со степенью потенциального биомеханического риска $RB-3$; $Z_2 = 1,1$ – для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых связана с эксплуатацией аттракционов со степенью потенциального биомеханического риска $RB-2$; $Z_3 = 1,2$ – для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых связана с эксплуатацией аттракционов со степенью потенциального биомеханического риска $RB-1$;

Степень потенциального биомеханического риска (RB) определена приложением № 2 к техническому регламенту Евразийского экономического союза «О безопасности аттракционов», принятому Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 № 114 «О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности аттракционов» [8-10];

D_i – коэффициент, отражающий уровень безопасности охраняемых законом ценностей, выражающийся в минимизации причинения им вреда (ущерба): $D_i = 1$ – для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых не повлекла причинение вреда (ущерба), т.е. отсутствуют дорожно-транспортные происшествия (несчастные случаи), связанные с эксплуатацией поднадзорной органам Ростехнадзора техники; $D_i = 1,1$ – для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых повлекла причинение вреда (ущерба), т.е. зафиксированы дорожно-транспортные происшествия (несчастные случаи), связанные с эксплуатацией поднадзорной органам Ростехнадзора техники.

C – коэффициент, учитывающий срок проведения последней плановой проверки:

$$C = 0,1 \cdot S, \quad (8)$$

где S – коэффициент, характеризующий истечение установленного Федеральным законом № 294-ФЗ срока со дня проведения последней плановой проверки. При истечении установленных сроков со дня проведения последней плановой проверки $S = 1$, в противном случае – $S = 0$.

При отсутствии постановлений об административных правонарушениях, вынесенных в отношении юридического лица или индивидуального предпринимателя по ранее перечисленным статьям КоАП Российской Федерации за три года, предшествующих году составления плана проверок, показатель риска $K = 0$.

Новизна данной методики расчета критерия тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований заключается в учете коэффициентов Z_i и D_i .

С учетом изложенного определяются критерии тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований путем отнесения объекта регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники, аттракционов к категории риска с учетом следующих значений показателя риска K : если показатель риска $K \geq A_i + 0,08$ – значительный риск; $A_i + 0,05 \leq K < A_i + 0,08$ – средний; $A_i + 0,02 \leq K < A_i + 0,05$ – умеренный; $K \leq A_i + 0,02$ – низкий.

После определения показателя K с целью формирования перечня объектов надзора определенной категории риска региональным управлением Ростехнадзора по Воронежской области проведен анализ 4276 объектов проверки. В результате выявлено, что на территории Воронежской

области значительный риск несут 43 объекта проверки, средний – 56, умеренный – 293 (см. рисунок), остальные объекты несут низкий риск.

При использовании риск-ориентированного подхода периодичность и объем проверок зависят исключительно от масштабов рисков. Для потенциальных нарушителей это оборачивается повышенным контролем – увеличением проверок, а для добросовестных лиц – пониженным вниманием проверяющих (вплоть до полного его отсутствия). С учетом государственной политики в области надзора риск-ориентированный подход выглядит более предпочтительным вариантом по сравнению с традиционной моделью контроля. Надзорные органы, применяя риск-ориентированный подход, оперируют таким понятием, как качество внутреннего контроля проверяемой организации, а также коэффициентом устойчивости добросовестного поведения объекта надзора при оценке потенциального риска. В свою очередь, формирование мнения со стороны надзорных органов о субъекте как о добросовестном лице принесет учреждению снижение административной нагрузки.

Риск-ориентированный подход оправдан для крупных многопрофильных учреждений и (или) тех, которые обладают разветвленной филиальной сетью. Традиционный подход предполагает, что подразделения и филиалы подвергаются проверке друг за другом в порядке очередности. Нерегулярность проверок трудно обосновать в рамках обычной модели контроля, в результате повышенный контроль применяется уже по факту происшествия (авария, кража, санкция от надзорного органа). Риск-ориентированный подход позволяет сформировать критерии частоты и глубины проверки, обнародовать их для своих структурных единиц и осуществлять контроль преимущественно по отношению к неблагополучным объектам, одновременно снижая внимание к образцовым подразделениям и не вызывая обвинений в предвзятости.

**Объекты
регионального
государственного
надзора,
в отношении
которых применяется
риск-ориентированный
подход, ед.**



Выводы

1. В отношении небольшого по размеру учреждения, а также добросовестного субъекта надзора возможно использование проверочных листов. Согласно п. 11.3 ст. 9 ФЗ № 294 от 26.12.2008, проверочные листы (списки контрольных вопросов) разрабатываются и утверждаются органом государственного контроля (надзора), органом муниципального контроля в соответствии с общими требованиями, определяемыми Правительством Российской Федерации, и включают в себя перечни вопросов, ответы на которые однозначно свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем обязательных требований [3]. Если модели внутреннего контроля предприятия и контролирующего органа совпадают, то надзорному органу проще убедиться в том, что перед ним добросовестный хозяйствующий субъект. Проверочные листы создают дополнительную возможность для самоконтроля, руководитель предприятия может использовать их для подготовки к плановой проверке. Использование проверочных листов на предприятии при внутреннем контроле позволяет своевременно выявить и предотвратить нарушения требований законодательства; существенно снизить временные и материальные ресурсы при устранении выявленных нарушений; судить об объективности, реальном положении дел на предприятии.

2. Использование риск-ориентированного подхода позволяет изменять мнение о контролируемом субъекте: при нарушении обязательных требований, учитывая их грубость, категория риска может повышаться;

при индивидуальном поведении, не связанном с нарушениями обязательных требований, – понижаться. Открытость и объективность оценки деятельности предприятия по предотвращению неблагоприятных условий и факторов, которые могут возникнуть в процессе производства, позволяют существенно влиять на возможно негативное мнение контролирующих органов об объекте надзора. Основные усилия контролеров смещаются с выявления уже причиненного вреда и наказания виновных на предотвращение причинения вреда, обеспечение информированности и компетентности подконтрольных субъектов.

Список

использованных источников

1. Послание Президента РФ Федеральному Собранию РФ от 20 февраля 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/59863> (дата обращения: 26.04.2021).
2. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в РФ» [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102801479&rdk=&firstDoc=1&lastDoc=1> (дата обращения: 27.04.2021).
3. Федеральный закон от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102126836> (дата обращения: 27.04.2021).
4. Постановление Правительства РФ от 23.09.2020 № 1540 «Об утверждении Правил осуществления регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных



машин и других видов техники, аттракционов и внесении изменений в некоторые акты Правительства РФ» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009290009> (дата обращения: 28.04.2021).

5. Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 (ред. от 05.11.2020) «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства РФ» (вместе с «Правилами отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности») [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201608260025> (дата обращения: 28.04.2021).

6. Постановление Правительства Воронежской области от 07.09.2020 № 846 «Об утверждении Порядка осуществления регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники, аттракционов на террито-

рии Воронежской области» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/3600202009080002> (дата обращения: 28.04.2021).

7. Кодекс РФ об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102074277> (дата обращения: 26.04.2021).

8. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности аттракционов», принятый Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 № 114 «О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности аттракционов» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456032960> (дата обращения: 27.04.2021).

9. Постановление Правительства РФ от 13.12.1993 № 1291 «О государственном надзоре за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники в РФ» [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102027623> (дата обращения: 27.04.2021).

10. Постановление Правительства РФ от 30.12.2019 № 1939 «Правила государственной регистрации

аттракционов» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001090011> (дата обращения: 28.04.2021).

Risk-oriented Approach in the Implementation of Regional State Supervision in the Field of Technical Condition and Operation of Self-propelled Vehicles and Other Types of Equipment and Amusement

**S.Yu. Dryamov,
T.V. Zhigalina,
A.N. Semernya,
(Rosinformagrotekh)**

Summary. *It is shown that the upgrading of control and supervision activities is one of the priority tasks of the administrative reform in the Russian Federation. Attributing the activities of legal entities and individual entrepreneurs engaged in activities related to the operation of self-propelled vehicles and other types of equipment and amusements to a certain category of risk both during raiding events and during scheduled inspections is discussed.*

Keywords: *state technical supervision, risk-oriented approach, self-propelled vehicle, type of equipment, amusement.*

Информация

19-20 августа 2021 г. на базе ООО «ФАТ-АГРО» состоялся VIII Международный научно-практический семинар «Семеноводство картофеля: инновационные технологии и новые перспективные сорта» (г. Владикавказ)

Ежегодно на площадке семинара собираются передовые компании и ведущие специалисты для обсуждения тенденций, обмена опытом и заключения новых контрактов. Организаторами мероприятия выступили Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ООО «ФАТ-АГРО», Союз участников рынка картофеля и овощей (Картофельный Союз) и ФГБНУ ФИЦ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха. В мероприятии приняли участие свыше 200 человек.

В первый день семинара участники ознакомились с работой лабораторного комплекса, технологией получения и клонального микроразмножения исходного *in vitro* материала для оригинального семеноводства и диагностикой инфекций, посетили демонстрационный участок, где были представлены наиболее популярные сорта отечественной и зарубежной селекции, пользующиеся повышенным спросом на рынке семенного и товарного картофеля, и продемонстрированы новые перспективные сорта, созданные в рамках подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, в том числе Терра, Аляска, Гулливер, Фламинго, Кармен, Триумф, Краса Мещеры, Ариэль, Садон.

На производственной базе «Гизель» проведена презентация тепличного комбината по производству мини-клубней. Участники ознакомились с технологией выращивания мини-клубней в контролируемой среде под защитой от переносчиков вирусных инфекций и технологией послеуборочной доработки и хранения партий семенного картофеля в контейнерах.

В рамках круглого стола руководитель дирекции ФНТП доложил об итогах работы в 2020 г. и о ходе реализации ФНТП. Также с докладами выступили представители ООО «ЛВМ РУС», СПССК «Устюженский картофель», Bayer, ФИЦ им А.Г. Лорха.

Во второй день участники семинара посетили высокогорную базу в с. Верхний Згид, где на высоте 2 500 м над уровнем моря осмотрели коллекционный питомник – Банк здоровых сортов картофеля и питомник выращивания первичных полевых поколений оригинального семенного картофеля в условиях высокогорной зоны.

Обмен опытом и результатами прошел в рамках очередного круглого стола, где выступили представители ООО «Дока – Генные Технологии», ООО «Аналитические Биотехнологии», компании «ПраймКул Системс», Amazone Евротехника, Valley Irrigation.

УДК: 636.085.57

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-36-40

Технология приготовления водорастворимых премиксов для кур-несушек

Н.В. Алдошин,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
naldoshin@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева»);

А.С. Васильев,

канд. с.-х. наук, доц., зав. кафедрой,
vasilevtgsha@mail.ru

Е.Н. Чумакова,

канд. с.-х. наук, доц.,
elena.chumakova.ne@mail.ru
(ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА»);

Е.А. Соловьева,

руководитель отдела качества,
elena-home13@yandex.ru
(ООО «ВитОМЭК»)

Л.Ю. Коноваленко,

ст. науч. сотр.,
konovalenko@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Представлена технология приготовления премиксов с применением двухэтапного дозирования и смешивания, когда на первом этапе осуществляются дозирование и смешивание микрокомпонентов с изготовлением предварительных смесей (минеральной и витаминной), а на втором – окончательное дозирование и смешивание компонентов с наполнителем. Разработаны и приготовлены три образца водорастворимых премиксов для кур-несушек (образец № 1 – с кормовыми витаминами и сульфатами микроэлементов; образец № 2 – с использованием пищевых витаминов и органических форм микроэлементов; образец № 3 – с использованием пищевых витаминов и сульфатов микроэлементов).

Ключевые слова: технология производства, куры-несушки, водорастворимый премикс, витамин, микроэлемент, оценка качества, органолептические и физико-химические показатели.

Постановка проблемы

Современные технологии промышленного птицеводства базируются на широком использовании

высокого генетического потенциала гибридной птицы, характеризующейся повышенной скороспелостью, яичной продуктивностью и сохранностью [1, 2]. Наиболее важными факторами, определяющими комплекс хозяйственно-ценных признаков птицы, являются ее рациональное кормление и максимальное удовлетворение потребности в питательных и биологически активных веществах [3]. Применение в процессе содержания птицы сбалансированного рациона позволяет улучшить ее обмен веществ и усвояемость питательных веществ корма, ускорить рост и развитие, повысить продуктивность и выводимость [2, 4]. При этом одной из главных задач, требующих решения в процессе содержания кур-несушек, является сохранение их высокой яйценоскости в сочетании с повышением прочности скорлупы яиц и при отсутствии негативного влияния на здоровье птицы и качество получаемой продукции [5, 6].

Практика показывает, что важное место в решении указанных проблем отводится использованию в кормлении биологически активных веществ в виде премиксов (предварительных смесей), являющихся неотъемлемым элементом современной кормовой программы практически всех половозрастных групп сельскохозяйственных животных и птицы [3, 7, 8]. Использование премиксов помогает существенно укреплять организм птицы, повышать ее иммунитет, значительно увеличивать продуктивность, улучшать качественные и вкусовые показатели яиц [2, 5]. Также применение премиксов позволяет снизить затраты на корма и ощутимо сократить себестоимость сельскохозяйственной продукции [3]. Витамины, входящие в состав предварительных смесей, укрепляют здоровье и положи-

тельно влияют на функционирование всех жизненно необходимых систем организма птицы [6]. Минеральная часть премиксов благоприятно воздействует на ее опорно-двигательный аппарат и мышцы, регулирует обмен веществ, повышает иммунитет и способствует повышению продуктивности [3, 4].

Каждый премикс представляет собой точно подобранный рецепт, состоящий из биологически активных веществ, строго дозированных согласно поставленным задачам [7-9]. Большинство современных премиксов вводится в рацион в процессе кормоприготовления, т.е. в сухом состоянии, и лишь незначительная их часть применяется в процессе поения птицы. Данный факт обусловлен повышенной сложностью подбора компонентов для водорастворимых премиксов, растворяющихся без осадка и не засоряющих поилки. При этом эффективность использования водорастворимых премиксов оценивается в ряде случаев выше эффективности препаратов, применяемых с кормом, так как под воздействием различных стрессоров потребление корма птицей может несколько снижаться, тогда как уровень потребления воды сохраняется, а в отдельных случаях даже возрастает [4, 10-12].

Технологические аспекты производства водорастворимых премиксов довольно слабо освещены в современной научной литературе, что определяет актуальность выбранной темы и служит основанием для проведения специальных исследований.

Цель исследований – изучение особенностей техпроцесса производства предварительных смесей, разработка рецептур и оценка качества водорастворимых премиксов для кур-несушек.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на базе завода компании ООО «ВитОМЭК», расположенного в Лихославльском районе Тверской области.

Для производства водорастворимых премиксов использовалось

сырье отечественного и импортного производства (табл. 1). Выбор производителей, прежде всего, был обусловлен экономической целесообразностью.

Для реализации задач исследования были разработаны три экспериментальные рецептуры водорас-

творимого премикса для кур-несушек (табл. 2).

При составлении рецептур широко использовались глицинаты микроэлементов, отличающиеся повышенной биодоступностью, что позволяет двукратно сократить норму их применения по сравнению с сульфатами. От глицината селена пришлось отказаться, так как он нерастворим в воде. Разработка рецептур велась из расчета ввода 1 кг премикса в 1 т воды. Предполагаемый способ применения конечного продукта заключается в растворении 1 кг премикса в 10 л воды температурой около 40 °С. Повторность опыта трехкратная.

Оценка качества произведенной продукции проводилась в соответствии с ГОСТ 26573.0-2017, ГОСТ 26573.3-2014, ГОСТ 26573.2-2014, М-02-1006-08 [13-16].

Основными технологическими задачами при производстве премиксов являются обеспечение высокой точности дозирования, равномерное распределение биологически активных веществ за счет их качественного смешивания, сохранение биологической активности вводимых витаминов, микроэлементов и других веществ в процессе изготовления, хранения и доставки премикса [7, 9]. Выполнение

Таблица 1. Перечень сырья для водорастворимых премиксов

Показатели	Источник БАВ	Производитель
Витамин А, тыс. МЕ/кг	Кормовой витамин А	Zhejiang Medicine Co. LTD. Vitamin Factory (Китай)
	Пищевой витамин А	BASF (Дания)
Витамин Д3, тыс. МЕ/кг	Кормовой витамин Д3	DSM Nutritiona (Франция)
	Пищевой витамин Д3	BASF (Дания)
Витамин Е, мг/кг	Кормовой витамин Е	Kaesler Nutrition (Германия)
	Пищевой витамин Е	BASF (США)
Витамин С, мг/кг	Аскорвит витамин С	CSPC Weisheng Pharmaceutical (Китай)
Медь, мг/кг	Сульфат меди	Русская купоросная компания
	Глицинат меди	PANCOSMA S.A (Швейцария)
Цинк, мг/кг	Сульфат цинка	KIRNS CHEMICAL LTD (Китай)
	Глицинат цинка	PANCOSMA S.A (Швейцария)
Марганец, мг/кг	Сульфат марганца	KIRNS CHEMICAL LTD (Китай)
	Глицинат марганца	PANCOSMA S.A (Швейцария)
Селен, мг/кг	Селенит натрия	ООО НПФ «БАЛТИЙСКАЯ МАНУФАКТУРА»
Антиоксидант	Лимонная кислота	Weifang Ensign Industry (Китай)
Наполнитель	Д -Глюкоза	АО «БиоТех Росва»

Таблица 2. Рецептуры водорастворимых премиксов для кур-несушек

Показатели	Расчётное содержание БАВ	Источник биологически активных веществ	Содержание действующего вещества в сырье	Ввод сырья, %		
				образец №1	образец №2	образец №3
Витамин А, тыс. МЕ/кг	2 000	Кормовой витамин А	1000 тыс. МЕ/г	0,2	-	-
		Пищевой витамин А	500 тыс. МЕ/г	-	0,4	0,4
Витамин Д3, тыс. МЕ/кг	1 500	Кормовой витамин Д3	500 тыс. МЕ/г	0,3	-	-
		Пищевой витамин Д3	100 тыс. МЕ/г	-	1,5	1,5
Витамин Е, мг/кг	25 000	Кормовой витамин Е	500 мг/г	5	-	-
		Пищевой витамин Е	500 мг/г	-	5	5
Витамин С, мг/кг	20 000	Апсавит витамин С	350 мг/г	5,7	5,7	5,7
Медь, мг/кг	10 000	Сульфат меди	250 мг/кг	4	-	4
	5 000	Глицинат меди	240 мг/кг	-	2,08	-
Цинк, мг/кг	40 000	Сульфат цинка	350 мг/кг	11,4	-	11,4
	20 000	Глицинат цинка	260 мг/кг	-	7,7	-
Марганец, мг/кг	40 000	Сульфат марганца	318 мг/кг	12,6	-	12,6
	20 000	Глицинат марганца	220 мг/кг	-	9	-
Селен, мг/кг	150	Селенит натрия	45%	0,03	0,03	0,03
Антиоксидант	10%	Лимонная кислота	-	10	10	10
Наполнитель	До 1 кг	Д -Глюкоза	-	50,77	58,59	49,37

указанных задач возможно только при использовании соответствующего машинно-технологического обеспечения.

Наиболее распространенной технологией приготовления премиксов является схема с применением двух-этапного дозирования и смешивания, когда на первом этапе осуществляются дозирование и смешивание микрокомпонентов с изготовлением предварительных смесей (минеральной и витаминной), а на втором – окончательное дозирование и смешивание компонентов с наполнителем (рис. 1). Главной целью процесса приготовления предварительных смесей является обеспечение их однородности и хорошей сыпучести, что позволяет осуществить свободное истечение их из наддозаторных бункеров.

Рассматриваемая технология позволяет сократить количество отвесов, выполняемых на установке основного дозирования и смешивания компонентов, и увеличить производительность за счет уменьшения продолжительности цикла дозирования. Высокая гомогенность премиксов обеспечивается благодаря двухэтапному смешиванию компонентов с наполнителем.

Схема технологического процесса производства водорастворимого премикса непосредственно для кур-несушек представлена на рис. 2.

Основными технологическими операциями в схеме приготовления премикса являются очистка и измельчение сырья, а также его дозирование и смешивание. Так как в премикс не должны попадать остатки предыдущей неводорастворимой продукции, до начала его производства осуществляется зачистка производственной линии водорастворимыми компонентами, например солью, в количестве 400 кг. Смесь после использования подлежит переработке или утилизации.

Компоненты с нормой ввода на 1 т от 40 г до 10 кг дозируются через модуль микрокомпонентов, от 3 до 100 кг – через модуль средних компонентов, от 20 до 500 кг – через модуль макрокомпонентов и от 6 до 250 г – через модуль нанокомпонентов с изготовлением предварительной смеси.

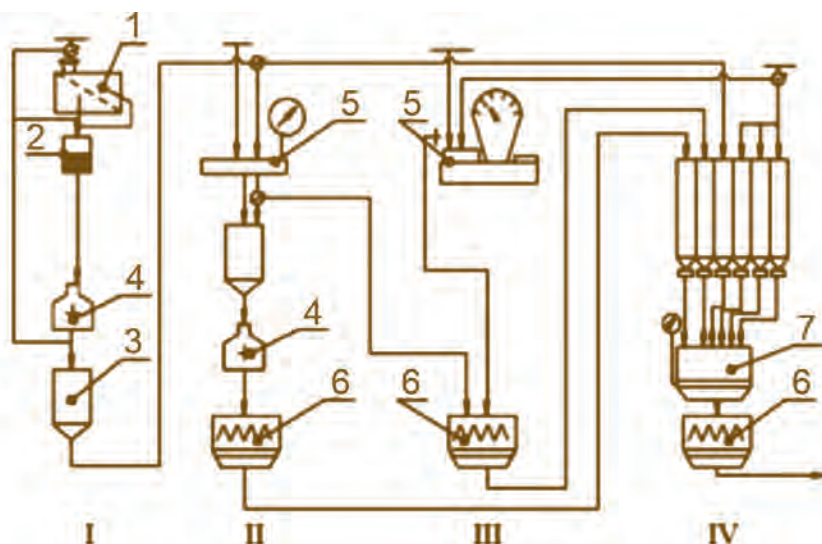


Рис. 1. Машинно-технологическая схема промышленного производства премиксов [9]:

I – подготовка наполнителя;
II – подготовка солей микроэлементов, требующих измельчения;
III – подготовка микрокомпонентов, не требующих измельчения;
IV – подача макрокомпонентов, дозирование и смешивание компонентов, наполнителя и их смесей; 1 – просеивающая машина; 2 – магнитная защита; 3 – оперативный бункер; 4 – молотковая дробилка; 5 – весовой дозатор; 6 – смеситель; 7 – надсмесительный бункер



Рис. 2. Схема технологического процесса производства водорастворимого премикса для кур-несушек



Смешивание дозированных компонентов производится в смесителе СП-2000. Время смешивания устанавливается путем проведения исследований на гомогенность согласно программе производственного контроля.

Водорастворимый премикс для кур-несушек должен содержать витамины А, ДЗ, Е, медь, цинк, марганец и селен. Качество скорлупы яиц (толщина и прочность) зависит, в первую очередь, от уровня минерально-витаминного питания птицы.

Результаты исследований и обсуждение

В соответствии с разработанными рецептурами было приготовлено три образца премиксов для кур-несушек (образец № 1 – с кормовыми витаминами и сульфатами микроэлементов; образец № 2 – с использованием пищевых витаминов и органических форм микроэлементов; образец № 3 – с использованием пищевых витаминов и сульфатов микроэлементов) и проведена экспертиза готовой продукции по органолептическим и физико-химическим показателям. Результаты проведенных органолептических исследований отражены в табл. 3.

Органолептический анализ качества готовых изделий показал, что различий в исследуемых образцах не обнаружено. Вся продукция полно-

Таблица 3. Оценка качества водорастворимых премиксов для кур-несушек по органолептическим показателям

Показатели	ГОСТ 26573.0-2017	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Внешний вид	Однородная смесь измельченных до необходимой крупности наполнителя и входящих в рецепт компонентов без слипшихся комочков, посторонних примесей и следов плесени	Однородная смесь измельченных до необходимой крупности наполнителя и входящих в рецепт компонентов без слипшихся комочков, посторонних примесей и следов плесени		
Цвет	Соответствующий цвету наполнителя	Соответствующий цвету наполнителя		
Запах	Свойственный наполнителю и входящим в рецепт компонентам, без затхлого, плесневого и других посторонних запахов	Свойственный наполнителю и входящим в рецепт компонентам, без затхлого, плесневого и других посторонних запахов		

стью соответствует требованиям ГОСТ 26573.0-2017.

Для проведения физико-химической оценки качества все три образца премиксов были отправлены на анализ в химическую лабораторию ООО «ВитОМЭК». Полученные результаты представлены в табл. 4.

Анализ полученных результатов показал, что между образцами присутствуют незначительные расхождения, что связано с допустимой погрешностью методов анализа. Однако все образцы соответствуют требованиям ГОСТ 26573.0-2017 [13].

Так как рассматриваемые премиксы являются водорастворимыми и данное свойство – определяющее, то оно также подлежит контролю.

Результаты контроля представлены в табл. 5.

Анализ результатов водорастворимости премиксов показал, что в образце № 1 выпал значительный осадок (преимущественно жирорастворимые витамины и сульфат цинка), в образце № 3 – незначительный (преимущественно сульфат цинка), в образце № 2 все компоненты растворились и диспергировались без образования осадка. Выявленные закономерности связаны с разной водорастворимостью входящих в состав премиксов компонентов. Из всех разработанных предварительных смесей только образец №1 не прошел испытания и, следовательно, не подлежит дальнейшему анализу.

Таблица 4. Оценка качества водорастворимых премиксов для кур-несушек по гарантируемым физико-химическим показателям

Показатели	ГОСТ 26573.0-2017	Метод исследования	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Остаток на сите с сеткой 1,2 мм, %	Не более 10	ГОСТ 26573.3	2,01	2,21	2,14
Массовая доля влаги, %	Не более 6	ГОСТ Р 57059-2016	5,61	5,39	5,70
Витамин А, тыс. МЕ/кг	2 000±300	М-02-1006-08	1942	2006	1986
Витамин ДЗ, тыс. МЕ/кг	1 500±225		1511	1425	1487
Витамин Е, мг/кг	25 000±3 750		23698	26541	24513
Медь, мг/кг	10 000±2 000	ГОСТ 26573.2	10245	-	9216
Медь, мг/кг	5 000±1000		-	5247	-
Цинк, мг/кг	40 000±8 000		37541	-	41085
Цинк, мг/кг	20 000±4 000		-	18469	-
Марганец, мг/кг	40 000±6 000		40211	-	37642
Марганец, мг/кг	20 000±3 000		-	22587	-

Таблица 5. Оценка водорастворимости премиксов для кур-несушек

Показатели	Норма	Метод	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Осадок в водном растворе	Без осадка	Навеску 0,1 г растворить в воде, $t = 40^\circ\text{C}$			
			Значительный осадок	Без осадка	Незначительный осадок

Выводы

1. Наиболее распространенной технологией приготовления премиксов является схема с применением двухэтапного дозирования и смешивания, когда на первом этапе осуществляются дозирование и смешивание микрокомпонентов с изготовлением предварительных смесей (минеральной и витаминной), а на втором – окончательное дозирование и смешивание компонентов с наполнителем.

2. Оценка результатов физико-химических показателей качества и водорастворимости выявила, что между образцами присутствуют значительные расхождения, объясняемые различным набором компонентов в образцах. Наиболее перспективным для дальнейших исследований является образец премикса № 2, содержащий (из расчета на 100%): витамин А – 0,4; витамин Д3 – 1,5; витамин Е – 5; витамин С – 5,7; медь – 2,08; цинк – 7,7; марганец – 9,0; селен – 0,03; антиоксидант – 10,0; наполнитель – 58,59.

Список

использованных источников

1. Влияние кормовой добавки Ликвипро на качество яиц, продуктивность и сохранность кур-несушек кросса Хайсекс Браун / В.И. Котарев [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. 2019. № 2. С. 73-77.
2. Состав и некоторые показатели качества полнораціонных комбикормов для кур-несушек в различные возрастные периоды / Е.М. Шаталова [и др.] // Вестник Воронежского ГАУ. 2017. № 2. С. 85-90.
3. Фисинин В.И., Егоров И.А. Кормление сельскохозяйственной птицы: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 344 с.

4. **Шерстюгина М.А.** Использование премиксов и БВМК в кормлении кур: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08. Волгоград, 2014. 156 с.

5. **Trave A., Nys Y., Bain M.** Effect of hen age, moult, laying environment and egg storage on egg quality // Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products. Vol. 1: Egg Chemistry, Production and Consumption. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 2011. P. 300-330.

6. **Пономаренко Ю.А., Фирсин И.В.** Корма, биологически активные вещества, безопасность: практ. пособие. Минск: Бел-стан, 2013. 292 с.

7. **Афанасьев В.А.** Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных. Воронеж, 2007. 389 с.

8. **Афанасьев В.А.** Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов. Воронеж: Элист, 2008. Т. 2. 295 с.

9. Технологии и оборудование для производства комбикормов и премиксов: учеб. пособ. / В.И. Пахомов [и др.]. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019. 228 с.

10. **Алдошин Н.В.** Индустриальная технология производства кормов. М.: Агро-промиздат, 1986. 175 с.

11. Обрушение зерна белого люпина на вальцовых станках / С.В. Зверев [и др.] // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина». 2019. № 4. С. 18-23.

12. **Алдошин Н.В., Дидманидзе Р.Н.** Управление процессами кормопроизводства с неопределенным временем выполнения работ // Междунар. техн.-экон. журнал. 2012, №1, С. 65-70.

13. **ГОСТ 26573.0-2017** Премиксы. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2020. 10 с.

14. **ГОСТ 26573.3-2014** Премиксы. Метод определения крупности. М.: Изд-во стандартов, 2014. 5с.

15. **ГОСТ 26573.2-2014** Премиксы. Методы определения марганца, меди, железа, цинка, кобальта. М.: Изд-во стандартов, 2016. 18 с.

16. **М-02-1006-08** Биологически активные добавки, премиксы, корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методика выполнения измерений массовой доли жирорастворимых витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. С-Пб: ООО «АНАЛИТ», 2008. 14 с.

A Process for Preparing Water-Soluble Premixes for Laying Hens

N.V. Aldoshin

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

A.S. Vasiliev

(Tver State Agricultural Academy)

E.N. Chumakova

(VITOMEK LLC)

L. Yu. Konovalenko

(Rosinformagrotekh)

Summary. A process for the preparation of premixes using a two-stage dosing and mixing is described. Microcomponents are dosed and mixed at the first stage with the preparation of preliminary mixtures (mineral and vitamin), while the final dosing and mixing of the components with filler and are performed at the second stage. Three samples of water-soluble premixes for laying hens (sample no. 1 - with feed vitamins and trace element sulfates; sample no. 2 - using food vitamins and organic forms of trace elements; sample no. 3 - using food vitamins and trace element sulfates) have been developed and prepared.

Keywords: production process, laying hens, water-soluble premix, vitamin, microelement, quality assessment, organoleptic and physicochemical indicators.

УДК 621

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-41-44

Оценка химической стойкости полиуретановых компаундов, применяемых при изготовлении диафрагм мембранно-поршневых насосов

А.С. Дорохов,

зам. директора по научно-организационной работе,
гл. науч. сотр.,
dorokhov.vim@ya.ru

А.С. Свиридов,

мл. науч. сотр., аспирант,
sviridov.vim@ya.ru

Ю.А. Гончарова,

науч. сотр., аспирант,
lopatina.julia@yandex.ru

Р.А. Алехина,

инженер,
rioraya9@gmail.com
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Исследована химическая стойкость полиуретановых компаундов PolyFlex 80A, Силагерм 6080 и Адваформ (марка 80) к воздействию трех агрессивных технических сред: гербицида Лазурит, фунгицида Ракурс и минерального моторного масла MAXCUT HD SAE 30. Доказано, что наибольшее влияние на образцы оказывает гербицид Лазурит. Наилучшим материалом для изготовления диафрагм мембранно-поршневого насоса является Адваформ (марка 80).

Ключевые слова: сельскохозяйственный опрыскиватель, мембранно-поршневой насос, диафрагма, полиуретановый компаунд, химическая стойкость.

Постановка проблемы

Современные мировые тенденции свидетельствуют о расширении технологий внесения удобрений в жидкой форме по сравнению с твердыми удобрениями (в США – до 80%, в Европе – до 25%) и средств химической защиты растений с помощью опрыскивателей различного типа [1]. Среди многообразия применения опрыскивателей для различных сельскохозяйственных культур одной

из наиболее перспективных и востребованных в последнее время является обработка бобовых, посевные площади которых за последние пять лет увеличились на 50% [2]. Одна из наименее прихотливых бобовых культур – соя, имеющая высокий индекс урожайности и устойчивость к засухе. Для получения высокой урожайности ее обрабатывают специальными средствами химической защиты растений. К основным препаратам можно отнести гербициды, позволяющие успешно бороться с основными сорными растениями в посевах, и фунгициды, применяемые для борьбы с грибковыми болезнями [3, 4].

Все перечисленные препараты наносятся методом опрыскивания, попадая на листовую часть, цветки и завязи растений в капельно-жидком состоянии. Основная сельскохозяйственная машина, позволяющая осуществить данный метод внесения препаратов, – опрыскиватель. Конструктивными частями всех типов опрыскивателей являются резервуар с гидравлической или инжекторной мешалкой, насос, всасывающая и нагнетательная системы, штанга с распылителями, регулятор давления,

гидравлическая система, система фильтрации рабочей жидкости, а также механизм передач (рис. 1). В большинстве конструкций сельскохозяйственных опрыскивателей используют мембранно-поршневой насос, принципиальная схема которого представлена на рис. 2.

Основными преимуществами мембранно-поршневого насоса являются компактный размер, малый вес, универсальность применения, низкая стоимость. К недостаткам можно отнести выход из строя уплотнителей, износ диафрагм, что впоследствии приводит к возникновению кавитации потока. В процессе работы диафрагма контактирует одновременно с двумя различными средами: с одной стороны, на нее воздействует препарат, применяемый при обработке сельскохозяйственных культур, с другой – минеральное моторное масло [5]. Эти среды являются весьма агрессивными, способными оказать воздействие на материал диафрагмы. В связи с этим возникает необходимость проведения исследования химической стойкости различных типов материалов, которые могут быть использованы при изготовлении



Рис. 1. Основные конструктивные части опрыскивателя

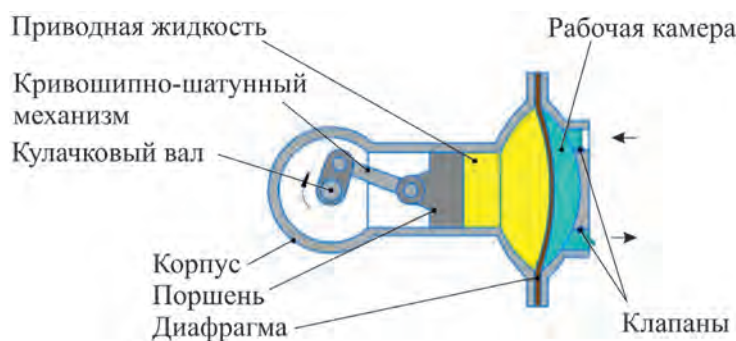


Рис. 2. Принципиальная схема мембранно-поршневого насоса

диафрагм мембранно-поршневого насоса.

Современные тенденции в обеспечении надежности сельскохозяйственной техники свидетельствуют о расширении использования новых технологий и материалов при изготовлении полимерных деталей машин и оборудования [6, 7]. Одной из таких технологий является технология литья в силиконовые формы из полиуретановых компаундов, позволяющая получать изделия с высокими физико-механическими характеристиками, широким диапазоном твердости (от 30 А до 90 Д по Шору), а также достаточной химической стойкостью [8, 9]. Технология и используемые материалы могут быть применимы и для изготовления диафрагм мембранно-поршневых насосов.

Цель исследований – оценка химической стойкости полиуретановых компаундов для изготовления диафрагм к воздействию технических сред, использующихся в мембранно-поршневых насосах при обработке сельскохозяйственных культур (на примере сои).

Материалы и методы исследования

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к материалу диафрагмы мембранно-поршневого насоса [10], для исследования были выбраны три марки полиуретановых компаундов с эластомерными свойствами: Адваформ (марка 80), PolyFlex 80А и Силагерм 6080П. При выборе марки полиуретанов учитывались их твердость и время жизни материалов.

Адваформ (марка 80) представляет собой эластичный материал холодного

отверждения. Среди ассортимента жидких полиуретановых компаундов фирмы «Адваформ» данный материал имеет наиболее высокие физико-механические свойства. Его отверждение происходит при комнатной температуре за 12 ч, однако имеется возможность ускоренного отверждения при нагреве до температуры 60-80 °С. Эксплуатация изделий, полученных из данного материала, возможна через двое суток. Основа и отвердитель имеют низкую вязкость и хорошо совмещаются. Рекомендуемая пропорция при смешивании – 1 часть отвердителя и 2,5 части основы по массе.

Полиуретановый компаунд фирмы PolyFlex также представляет собой эластомерный материал. Он имеет низкую вязкость и высокие физико-механические свойства. Время отверждения составляет 12-24 ч. Компоненты смешиваются в соотношении 1:2 по массе (отвердитель: основа).

Силагерм 6080П используется для изготовления прочных и износостойких изделий в условиях холодного отверждения. Изделия из этого компаунда являются стойкими к воздействию агрессивных сред, таких как кислоты, щелочи, растворители, нефтепродукты, а также имеют высокую абразивную стойкость и хорошую

адгезию к различным поверхностям. Время отверждения при комнатной температуре составляет 10-16 ч, но окончательный процесс отверждения происходит за 24 ч. Дополнительное отверждение при температуре 65 °С (около 4-8 ч) позволяет повысить характеристики материала. Рекомендуемая пропорция компонентов (отвердитель: основа) – 1:2 по массе. Свойства выбранных полиуретановых компаундов представлены в табл. 1.

Исследование химической стойкости представленных материалов проводилось с учетом норм обработки сои средствами химической защиты растений: гербицидом Лазурит и фунгицидом Ракурс.

Основным компонентом гербицида Лазурит является метрибузин, обладающий системным действием (замедляет фотосинтез, действует в акропетальном направлении, проникая через листья и корни). Механизм его действия основан на прекращении деления клеток однолетних двудольных и злаковых сорняков, вследствие чего происходит остановка роста и последующая гибель.

Фунгицид Ракурс представляет собой суспензионный концентрат, имеющий в составе специальные полимеры, обеспечивающие прилипание капли к поверхности и быстрое проникновение препарата. Действующими веществами являются эпоксиконазол и ципроконазол, оказывающие на культуру лечебное, защитное и профилактическое действие в комплексе. Растворы фунгицида и гербицида были подготовлены в соответствии с концентрациями, представленными в паспортных данных препаратов для обработки соевых культур (табл. 2) при условии, что на 1 га обрабатываемой площади приходится 150 л раствора.

Таблица 1. Свойства марок полиуретановых компаундов

Марка	Твердость по Шору, А	Время жизни, мин	Удлинение при разрыве, %	Предел прочности на разрыв, МПа	Цена, руб/кг
Адваформ (марка 80)	75-85	20-30	350	14	650
PolyFlex 80А	80	30-40	≥ 750%	14,5	966
Силагерм 6080 П	80-85	10-25	350-500	10-12,5	800

Таблица 2. Нормы расхода гербицида и фунгицида для обработки сои (по паспортным данным)

Препарат	Норма расхода	Концентрация при эксперименте
Гербицид Лазурит	0,5-1 кг/га	15 г/л
Фунгицид Ракурс	0,2 л/га	3 мл/л

Для проведения эксперимента концентрация подготавливаемых растворов была увеличена в 3 раза.

Помимо средств химической защиты растений на диафрагму мембранно-поршневого насоса при опрыскивании действует также минеральное моторное масло, которое представляет собой смазочный материал, обеспечивающий корректную работу мембранно-поршневого насоса и продлевающий срок его службы. Наиболее популярной маркой для таких типов насосов является минеральное моторное масло MAXCUT HD SAE 30 класса вязкости 30.

Оценка стойкости различных марок полиуретановых компаундов к воздействию агрессивных сред проводилась по изменению массы образцов при их выдержке в данных средах. Изменение массы фиксировалось с помощью аналитических весов AND GR-200 с дискретностью измерений 0,0001 г.

Испытания проводились на протяжении трех недель при комнатной температуре. Образцы извлекались из среды один раз в неделю и подвергались взвешиванию после просушивания на воздухе в течение 2 ч. Для повторных погружений образцов в испытательные среды после измерений массы каждый раз подготавливались новые растворы фунгицида и гербицида с целью сохранения реакционной способности данных веществ на максимальном уровне, а минеральное масло перемешивалось. Изменение массы оценивалось в процентах по отношению к исходной массе образца и вычислялось по следующей формуле:

$$\Delta m = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100\%,$$

где m – масса образца после выдержки в агрессивной среде, г;

m_0 – исходная масса образца до погружения в агрессивную среду, г.

Результаты исследований и обсуждение

Изменение массы исследуемых марок полиуретановых компаундов после выдержки в трех различных агрессивных средах представлены на рис. 3. Как видно из рисунка, образцы преимущественно имели склонность к увеличению массы, т.е. тенденцию к набуханию в исследуемых средах. В целом изменение массы образцов не превышало 5%.

Характер стойкости полиуретанов Силагерм 6080 и PolyFlex 80A к раз-

личным средам схож: наибольшую стойкость материалы проявили к фунгициду, наименьшую – к гербициду. Адваформ (марка 80) показал отличный от предыдущих марок характер: наибольшая стойкость – к маслу и наименьшая – к фунгициду.

Для интегральной оценки стойкости каждой марки полиуретанового компаунда к воздействию агрессивных сред было вычислено среднее значение изменения массы образцов всех трех сред по истечении трех недель. Полученная зависимость представлена на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что наименьшую потерю массы имеет полиуретан Адваформ (марка 80), в то время как полиуретан Силагерм 6080 имеет среднюю потерю массы 2,3%.

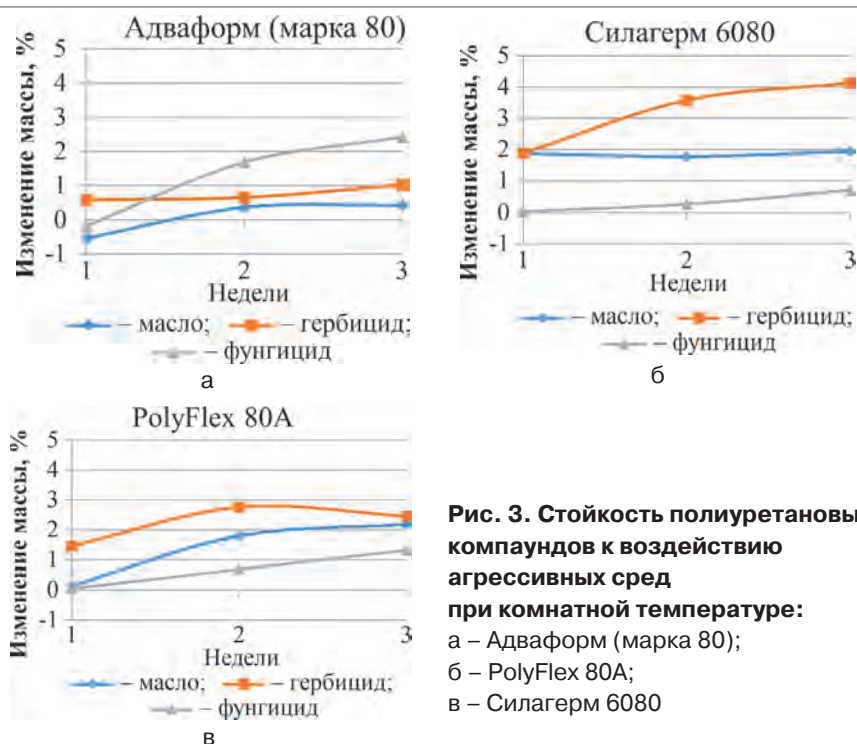


Рис. 3. Стойкость полиуретановых компаундов к воздействию агрессивных сред при комнатной температуре:

а – Адваформ (марка 80);
б – PolyFlex 80A;
в – Силагерм 6080



Рис. 4. Среднее значение изменения массы образцов, выдержанных в течение трех недель в трех различных агрессивных средах

Выводы

1. Согласно полученным экспериментальным данным, наиболее стойким к воздействию рассматриваемых агрессивных сред является полиуретановый компаунд Адваформ (марка 80).

2. Наименьшую стойкость показал Силагерм 6080. Среди исследованных марок полиуретановых компаундов (Адваформ (марка 80), PolyFlex 80A, Силагерм 6080П) для изготовления диафрагм мембранно-поршневых насосов с точки зрения наилучшей стойкости к воздействию агрессивных сред (гербицид Лазурит, фунгицид Ракурс и минеральное моторное масло MAXCUT HD SAE 30) можно рекомендовать компаунд Адваформ (марка 80), показавший наименьшее изменение массы за время испытания – в среднем 1,3%.

Список использованных источников

1. Щеголихина Т.А. Анализ основных показателей технического уровня штанговых опрыскивателей // Техника и оборудование для села. 2014. № 5. С. 10-12.
2. Литвиненко О.В., Корнева Н.Ю. Перспективы использования новых сортов

сои селекции Всероссийского НИИ сои в производстве соево-шоколадного напитка // Вестник Мурманского гос. техн. ун-та. 2019. Т. 22. № 3. С. 413-420.

3. Состояние производства и применения жидких минеральных удобрений в сельском хозяйстве / Л.А. Марченко [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 6. С. 36-41.

4. Болезни, вредители и сорняки на посевах сои в Краснодарском крае и меры борьбы с ними / В.М. Лукомец [и др.] // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского науч.-исслед. ин-та масличных культур. 2007. № 1. С. 66-75.

5. Башкирев А.П., Шварц А.А., Шкабенко А.Ю. Анализ работы полевых опрыскивателей // Наука в центральной России. 2019. № 6. С. 50-58.

6. Дорохов А.С., Свиридов А.С. Применение аддитивных технологий при техническом сервисе садовой техники // Агроинженерия. 2020. № 6. С. 39-44.

7. Лопатина Ю.А., Денисов В.А. Исследование пористости композитных конструкций на основе 3D-печатных каркасов, пропитанных эпоксидной смолой // Технический сервис машин. 2021. № 1. С. 131-139.

8. Тужилин С.П., Лопатина Ю.А., Свиридов А.С. Переработка полимерных материалов методом свободного литья в вакууме // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 7. С. 93-100.

9. Шумков А.А. Особенности технологии тиражирования пластиковых изделий методом литья двухкомпонентных

холоднотвердеющих полиуретанов в силиконовые формы в вакууме // Вестник Пермского нац. исслед. политех. ун-та. Машиностроение, материаловедение. 2014. Т. 16. № 2. С. 94-100.

10. Свиридов А.С., Алехина Р.А. Выбор материалов, применяемых для изготовления диафрагм мембранно-поршневых насосов в агрессивных средах // Агроинженерия. 2021. № 1. С. 52-57.

Evaluation of the Chemical Resistance of Polyurethane Compounds Used in the Manufacture of Diaphragms for Diaphragm Piston Pumps

A.S. Dorokhov, A.S. Sviridov, Yu.A. Goncharova, R.A. Alekhina (VIM)

Summary. The chemical resistance of PolyFlex 80A, Silagerm 6080 and Advafarm grade 80 polyurethane compounds to three aggressive technical media: the Lazurit herbicide; the Rakurs fungicide; the MAXCUT HD SAE 30 mineral motor oil has been studied. It has been proven that the Lazurite herbicide has the greatest effect on the samples. The best material for the manufacture of diaphragms of a piston diaphragm pump is Advafarm grade 80.

Keywords: agricultural sprayer, piston diaphragm pump, diaphragm, polyurethane compound, chemical resistance.

Реферат

Цель исследования – оценка химической стойкости полиуретановых компаундов для изготовления диафрагмы к воздействию технических сред, используемых в мембранно-поршневых насосах при обработке сельскохозяйственных культур на примере сои.

В соответствии с требованиями к материалу диафрагмы мембранно-поршневого насоса для исследования выбраны три марки полиуретановых компаундов с эластомерными свойствами: Адваформ (марка 80), PolyFlex 80A и Силагерм 6080П. При выборе марки полиуретанов учитывались их твердость и время жизни материалов. Оценка стойкости различных марок полиуретановых компаундов к воздействию агрессивных сред проводилась по изменению массы образцов при их выдержке в данных средах. Изменение массы фиксировалось с помощью аналитических весов AND GR-200 с дискретностью измерений 0,0001 г. Испытания проводились на протяжении трех недель при комнатной температуре. Образцы извлекались из среды один раз в неделю и после просушивания на воздухе в течение 2 ч взвешивались. Для повторных погружений образцов в испытательные среды после измерения массы каждый раз подготавливались новые растворы фунгицида и гербицида с целью сохранения реакционной способности данных веществ на максимальном уровне, а минеральное масло перемешивалось. Изменение массы оценивалось в процентах по отношению к исходной массе образца и вычислялось по специальной формуле. Наиболее стойким к воздействию рассматриваемых агрессивных сред оказался полиуретановый компаунд Адваформ (марка 80). Наименьшую стойкость показал Силагерм 6080. Среди исследованных марок полиуретановых компаундов (Адваформ (марка 80), PolyFlex 80A, Силагерм 6080П) для изготовления диафрагм мембранно-поршневых насосов с точки зрения наилучшей стойкости к воздействию агрессивных сред (гербицид Лазурит, фунгицид Ракурс и минеральное моторное масло MAXCUT HD SAE 30) можно рекомендовать компаунд Адваформ (марка 80), показавший наименьшее изменение массы за время испытания – в среднем 1,3%.

Abstract

The purpose of the research is to assess the chemical resistance of polyurethane compounds designed for the manufacture of a diaphragm to the effects of technical media to be used in piston diaphragm pumps when processing agricultural crops using the example of soybeans.

In accordance with the requirements for the material of the diaphragm of a piston diaphragm pump, three grades of polyurethane compounds having elastomeric properties, such as Advafarm (grade 80), PolyFlex 80A and Silagerm 6080P were selected for the study. When choosing a grade of polyurethanes, their hardness and the lifetime of the materials were taken into account. The resistance of various grades of polyurethane compounds to aggressive media was evaluated by changing the weight of the samples during their exposure to these media. The change in the weight was recorded using an AND GR-200 analytical balance having a measurement resolution of 0.0001 g. The tests were performed for three weeks at room temperature. Samples were removed from the medium once a week and weighed after air-drying for 2 h. To immerse repeatedly the samples in the test media, after measuring their weight, new solutions of the fungicide and herbicide were prepared each time in order to maintain the reactivity of these substances at the maximum level, and then the mineral oil was mixed. The change in the weight was estimated as a percentage in relation to the initial weight of the sample and was calculated using a special formula. The Advafarm (grade 80) polyurethane compound turned out to be the most resistant to the effects of the aggressive media considered. The Silagerm 6080 showed the least resistance. Among the studied brands of polyurethane compounds (Advafarm [grade 80], PolyFlex 80A, and Silagerm 6080P) intended for the manufacture of diaphragms of piston diaphragms in terms of the best resistance to aggressive media (the Lazurit herbicide, Rakurs fungicide and MAXCUT HD SAE 30 mineral motor oil), we can recommend the Advafarm compound (grade 80), which has showed the smallest weight change during the test being equal to an average of 1.3%.

УДК 631.313.6:631.514

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-8-45-48

Оценка эффективности четырехрядных дисковых борон с энергонасыщенными тракторами

С.А. Свиридова,
зав. лабораторией,
S1161803@yandex.ru

Д.А. Петухов,
канд. техн. наук,
зам. директора по науч. работе,
dmitripet@mail.ru

Ю.А. Юзенко,
науч. сотр.,
yulek.com@mail.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
[КубНИИТиМ])

Аннотация. Представлены результаты анализа применения четырехрядных дисковых борон отечественного производства, испытанных с энергонасыщенными тракторами в 2019-2020 гг. Приведены показатели эксплуатационно-технологической и экономической оценок.

Ключевые слова: четырехрядная дисковая борона, техническая характеристика, показатель, оценка, эксплуатационно-технологический, экономический.

Постановка проблемы

Дисковые бороны и лущильники заслужили славу «всепогодных» машин в том понимании, что диапазон изменения условий их нормального функционирования существенно выше, чем у орудий с пассивными рабочими органами – отвальных плугов, культиваторов, большинства комбинированных агрегатов и других почвообрабатывающих орудий [1].

Доктрина продовольственной безопасности страны [2] наряду с необходимостью соблюдения технологий производства сельскохозяйственных культур ставит задачу вовлечения в оборот неиспользуемых пахотных земель.

По данным Росреестра [3] на 1 января 2020 г., залежные земли

Таблица 1. Распределение земель сельскохозяйственного назначения

Наименование угодий	Площадь, тыс. га			
	на 1 января 2017 г.	на 1 января 2018 г.	на 1 января 2019 г.	на 1 января 2020 г.
Земли сельхозназначения	383 612	383 227,7	382 509,8	381 673
Сельскохозяйственные угодья, в том числе:	197 739,3	197 785,1	197 720,7	197 780,3
пашня	116 213,7	116 235,1	116 241,8	116 211,9
залежь	4 354,3	4 336,3	4 319,2	4 372,7

составляют 4372,2 тыс. га, или 2,2 % от площади сельхозугодий. Анализ динамики изменения площади залежных земель за последние четыре года показал снижение данного показателя на 0,8 % в период с 1.01.2017 по 1.01.2019 и рост на 1 % за последний временной интервал (табл. 1).

Основными почвообрабатывающими орудиями, применяемыми при разработке залежных земель, являются трех- и четырехрядные дисковые бороны. По сравнению с двухрядными боронами четырехрядные дисковые бороны имеют ряд преимуществ: достаточно большое расстояние между дисками в ряду, что позволяет применять их на полях с большой засоренностью и на большую глубину; являются отличными планировщиками; легко сглаживают свальные гребни, развальные борозды, глубокую колею.

Проведенные в КубНИИТиМ исследования субсидированных государством дисковых борон отечественного производства показали эффективность их применения [4-5].

В настоящее время рынок дисковых борон представлен широким ассортиментом отечественных моделей, отличающихся диаметром,

толщиной, формой и расположением дисков, углом атаки, типом крепления к несущей раме, шириной захвата, массой, классом агрегируемой техники, производительностью и стоимостью [6]. В свою очередь, сельскохозяйственные предприятия различаются по агроклиматической зоне расположения, размерам и конфигурации полей, парку тракторов, финансовым возможностям. Для сельхозтоваропроизводителей актуальной является задача выбора наиболее эффективных четырехрядных дисковых борон с точки зрения конкретных условий хозяйствования.

Цель исследований – оценка эффективности применения четырехрядных дисковых борон отечественного производства в агрегате с энергонасыщенными тракторами.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных материалов для проведения исследования использованы результаты испытаний за 2019 и 2020 г. четырехрядных дисковых борон отечественного производства, получивших положительное заключение по результатам испытаний на МИС [7-8].



Методы исследований основаны на анализе технических характеристик, эксплуатационно-технологических и экономических показателей машинно-тракторных агрегатов (МТА) с четырехрядными дисковыми боронами. Показатели экономической оценки определены в соответствии с основными положениями межгосударственного стандарта ГОСТ 34393 [9] с применением программного обеспечения «Экономическая оценка» [10]. Расчеты проведены на площадь 1000 га, цена на сельхозтехнику взята без учета НДС.

Результаты исследований и обсуждение

В качестве объектов исследования взяты восемь образцов четырехрядных дисковых борон (табл. 2).

Исследованные четырехрядные дисковые бороны предназначены

для традиционной, минимальной основной и предпосевной обработки почвы под зерновые, технические и кормовые культуры, освежения задернелых лугов и лущения стерни на глубину до 15 см. За один проход бороны производят измельчение и заделку растительных остатков предшественника и сорной растительности в почву, создают взрыхленный и выровненный слой почвы. Все модели снабжены прикатывающими пластинчато-трубчатыми или спиральными шлейф-катками. Краткая техническая характеристика рассматриваемых четырехрядных дисковых борон приведена в табл. 3.

Расчеты по определению показателей экономической оценки проведены с учетом агротехнического срока 10 дней, продолжительности работы в день 10 ч. Показатели экономической оценки четырехрядных дисковых борон с тракторами тяго-

вого класса 5 приведены в табл. 4 и на рис. 1.

Из четырех исследованных агрегатов с четырехрядными дисковыми боронами и тракторами тягового класса 5 по критерию минимума капитальных вложений наиболее эффективными являются агрегаты с боронами БДМП-4×4 (производство АО «Белинсксельмаш») и БДМ-6×4 (ООО «БДТ-Агро»).

По критерию минимума эксплуатационных затрат денежных средств наиболее эффективным является агрегат с бороней БДМ-6×4.

Показатели экономической оценки четырехрядных дисковых борон с тракторами тягового класса 6 приведены в табл. 5 и на рис. 2.

Из четырех исследованных агрегатов с четырехрядными дисковыми боронами и тракторами тягового класса 6 практически по всем показателям экономической оценки, за исключением величины капитальных вложений, наиболее эффективным является агрегат с бороней БДМП-8×4С-01 (АО «Белинсксельмаш»).

По критерию минимума капитальных вложений наиболее эффективным является агрегат с бороней БДМ-7×4 (ООО «БДТ-Агро»).

В 2021 г. бороны БДМП-4×4 и БДМП-8×4С-01 (АО «Белинсксельмаш») вошли в перечень субсидируемой государством сельскохозяйственной техники.

Таблица 2. Общие сведения о четырехрядных дисковых боронах

Марка	Изготовитель	МИС
БДМ-5×4	ООО «БДТ-Агро»	Поволжская
БДМ-6×4		
БДМ-7×4		
БДМП-4×4	АО «Белинсксельмаш»	Центрально-Черноземная
БДМП-6×4С		
БД-6×4ПГ	ООО «Радогост-Маш»	Центрально-Черноземная
DANA БДП 6×4М	ЗАО «Рубцовский завод запасных частей»	Сибирская
БДМП-8×4С-01	АО «Белинсксельмаш»	Центрально-Черноземная

Таблица 3. Краткая техническая характеристика четырехрядных дисковых борон

Марка	БДМ-5×4	БДМ-6×4	БДМ-7×4	БДМП-4×4	БДМП-6×4С	БД-6×4ПГ	DANA БДП 6×4М	БДМП-8×4С-01
Тип	Полуприцепной			Прицепной			Полуприцепной	Прицепной
Агрегатирование, тяговый класс	4-5	5	5-6	5	5	5	5	6
Рабочая скорость, км/ч	До 15			10,4-10,8	11,7-11,9	11-11,6	10,9	10,7-11
Ширина захвата, м	5,2	6,1	6,8	4	6	6	6	8
Габаритные размеры, мм								
длина	6560	6600	7700	6595	6610	8050	7000	6720
ширина	5570	6260	7000	4335	6530	3750	6070	3430
высота	1300	1350	1100	1480	1420	3350	1500	3930
Масса, кг	4550	4900	7600	3750*	4898*	5500**	5130***	6730

Информация с сайтов:

* <https://www.bsm.sura.ru>

** <https://postexarpo.pф>

*** <https://almaztd.ru>

Таблица 4. Показатели экономической оценки МТА с четырехрядными дисковыми боронами и тракторами тягового класса 5

Показатели	Значение показателя по МТА с бороной			
	БДМ-5х4	БДМ-6х4	БДМП-4х4	БДМП-6х4С
<i>Исходные данные для проведения расчетов</i>				
Марка трактора	К-701	К-701	К-701	New Holland T8040
Производительность в час времени, га:				
основного	4	5,5	4,1	6,8
сменного	3,2*	4,4*	3,4	5,4
Коэффициент:				
использования сменного времени	0,80**	0,80**	0,83*	0,80*
готовности	1	1	1	0,99
Расход топлива, кг/га	8,1	7,9	10,7	6,2
Цена, руб.:				
бороны	91 7 500	817 500	747 917	1 104 167
трактора	4 708 333	4 708 333	8 730 206	31 038 270
<i>Показатели экономической оценки (на 1000 га)</i>				
Затраты труда, чел.-ч	310	230	290	190
Потребность:				
в МТА, шт.	4	3	3	2
механизматорах	4	3	3	2
топливе, т	8,1	7,9	10,7	6,2
капитальных вложений – всего, тыс. руб.	22 503	16 578	16 369	64 285
в том числе в бороны	3 607	2 453	2 244	2 208
Эксплуатационные затраты денежных средств, тыс. руб.	1 130	903	1 169	1 311

* Получено расчетным путем.

** В соответствии с СТО АИСТ 4.6-2018.

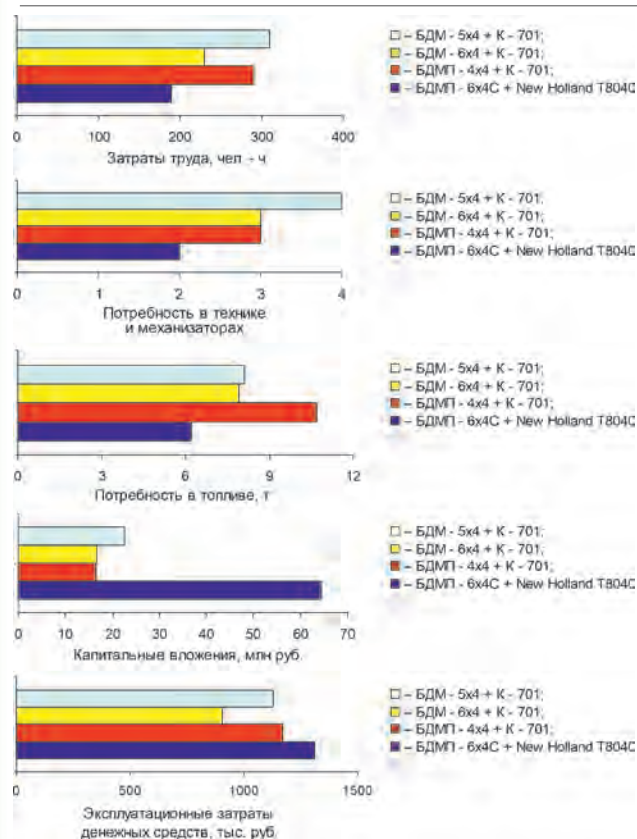


Рис. 1. Показатели экономической оценки МТА с четырехрядными дисковыми боронами и тракторами тягового класса 5

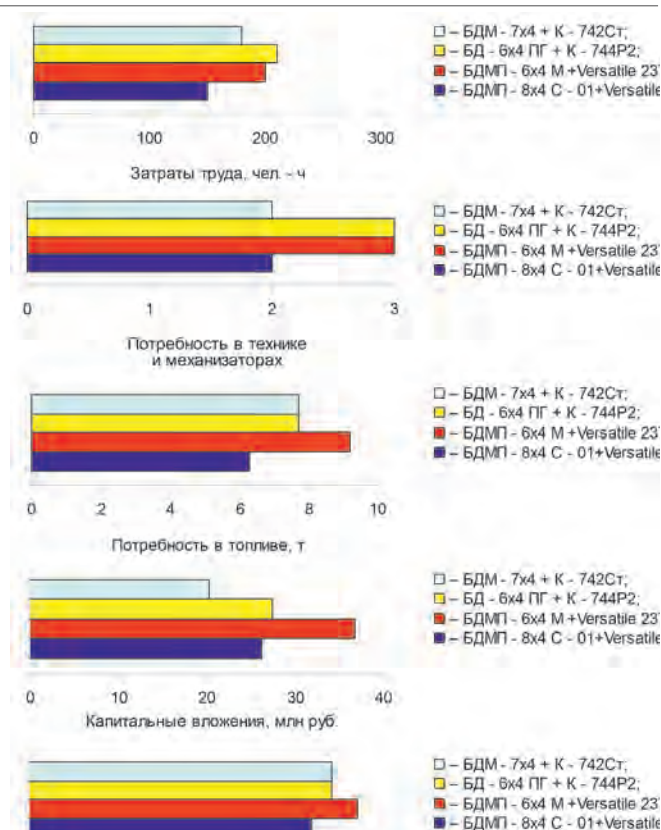


Рис. 2. Показатели экономической оценки МТА с четырехрядными дисковыми боронами и тракторами тягового класса 6

Таблица 5. Показатели экономической оценки МТА с четырехрядными дисковыми боронами и тракторами тягового класса 6

Показатели	Значение показателя по МТА с бороной			
	БДМ-7×4	БД-6×4 ПГ	БД-6×4М	БДМП-8×4С-01
<i>Исходные данные для проведения расчетов</i>				
Марка трактора	К-742Ст	К-744Р2	Versatile 2375	
Производительность в час времени, га:				
основного	7	6,1	6,3	8,4
сменного	5,6*	4,8	4,9	6,6
Коэффициент:				
использования сменного времени готовности	0,80** 1	0,79* 0,98**	0,78* 0,98**	0,79* 0,98**
Расход топлива, кг/га	7,7	7,7	9,2	6,3
Цена, руб.:				
бороны	1 380 833	1 026 308	1 126 167	1 429 167
трактора	8 730 206	8 087 660	11 639 000	11 639 000
<i>Показатели экономической оценки (на 1000 га)</i>				
Затраты труда, чел.-ч	180	210	200	150
Потребность:				
в МТА, шт.	2	3	3	2
механизаторах	2	3	3	2
топливе, т	7,7	7,7	9,2	6,3
капитальных вложениях – всего, тыс. руб.	20 222	27 342	36 740	26 136
в том числе в бороны	2 762	3 079	1 823	2 858
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	1 045	1 044	1 135	973

* Получено расчетным путем.

** В соответствии с СТО АИСТ 4.6-2018.

Выводы

1. Все представленные образцы четырехрядных дисковых борон обеспечивают необходимые уровни эксплуатационных параметров и показатели качества выполнения технологического процесса.

2. При выборе для приобретения эффективной четырехрядной дисковой бороны из многообразия моделей, представленных на рынке, необходимо учитывать конкретные условия хозяйствования: имеющийся парк тракторов, применяемую технологию обработки почвы, возделываемые сельхозкультуры, преобладающий тип почвы.

3. По результатам проведенного исследования сельхозтоваропроизводители имеют возможность выбрать необходимую по параметрам, отвечающим конкретному произ-

водству, четырехрядную дисковую борону отечественного производства.

Список использованных источников

1. Дисковые бороны и лущильники. Проектирование технологических параметров: учеб. пособ. / К.А. Сохт [и др.]. Краснодар: КубГАУ, 2014. 164 с.

2. Указ Президента Российской Федерации № 20 от 21 января 2020 года «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.kremlin.ru> (дата обращения: 22.01.2021).

3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году [Электронный ресурс]. URL: <https://rosreestr.gov.ru/site/activity/>

[gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/](https://rosreestr.gov.ru/site/activity/) (дата обращения: 10.05.2021).

4. Результаты анализа эффективности применения субсидируемой сельскохозяйственной техники: информ. изд. / Н.П. Мишуров [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 208 с.

5. Свиридова С.А., Петухов Д.А., Семизоров С.А. Эффективность применения четырехрядных дисковых борон // Техника и оборудование для села. 2020. № 10. С. 40-44.

6. Оценка эффективности двухрядных дисковых борон с энергонасыщенными тракторами / Н.П. Мишуров [и др.] // Техника и оборудование для села. 2020. № 10. С. 40-44.

7. ФГБУ «ГИЦ» – Результаты испытаний за 2019 год [Электронный ресурс]. URL: <http://sistemamis.ru/protocols/2019> (дата обращения: 24.05.2021).

8. ФГБУ «ГИЦ» – Результаты испытаний за 2020 год [Электронный ресурс]. URL: <http://sistemamis.ru/protocols/2020> (дата обращения: 28.05.2021).

9. ГОСТ 34393-2018. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ, 2018. III, 12 с. (Техника сельскохозяйственная).

10. Свиридова С.А., Попелова И.Г. Современное программное обеспечение для экономической оценки сельскохозяйственной техники // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. XII Междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXII Агропромышленного форума Юга России и выставки «Интерагромаш», Ростов-на-Дону: ДГТУ-Принт, 2019. С. 869-871.

Evaluation of the Efficiency of Four-row Disc Harrows to be Used With Energy-intensive Tractors

S.A. Sviridova, D.A. Petukhov,
Yu.A. Yuzenko
(KubNIITiM)

Summary. The results of the analysis of the use of domestic four-row disc harrows tested with energy-intensive tractors in 2019-2020 are presented. Performance indicators are provided.

Keywords: four-row disc harrow, specifications, indicator, performance.



ПротеинТек
Форум и экспо

Специализированный
форум и выставка
по кормовым протеинам и
глубокой переработке
высокобелковых культур

📍 Москва,
отель Холидей Инн Лесная
📅 22 сентября 2021

+7 (495) 585-5167 | info@proteintek.org | www.proteintek.org



ПроПротеин
Форум и экспо

Специализированный
форум и выставка
по новым пищевым протеинам

Растительное мясо, насекомые и
культивируемое "мясо из пробирки"

📍 Москва,
отель Холидей Инн Лесная
📅 23 сентября 2021

+7 (495) 585-5167 | info@proprotein.org | www.proprotein.org

ТЕМЫ ФОРУМА:

- Технологии и рынки растительных и животных протеинов.
- Глубокая переработка растительного сырья.
- Технологии производства и применения протеинов в питании и кормлении животных.
- Растительные заменители мяса.
- Перспективные протеины, в том числе из насекомых.
- Биотехнологическое производство кормового белка из метана и другого сырья.
- Технологии производства искусственного мяса.

ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РЕКЛАМЫ:

- ✓ Форум и выставка "ПротеинТек" и "ПроПротеин" привлекут в качестве участников владельцев и топ-менеджеров компаний, что обеспечит Вам, как спонсору, уникальные возможности для встречи с новыми клиентами;
- ✓ Большой выставочный зал будет удобным местом для размещения стенда Вашей компании;
- ✓ Выбор одного из спонсорских пакетов позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка





1–4 СЕНТЯБРЯ 2021

**30-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА**



АГРОРУСЬ

ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЁР


**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ТЕЛЕКАНАЛ**

AGRORUS.EXPOFORUM.RU
ТЕЛ.: +7 (812) 240 40 40
ДОБ. 2235, 2980



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

0+

**28 АВГУСТА –
5 СЕНТЯБРЯ
2021**

**ЯРМАРКА
АГРОРУСЬ**

**ВХОД. ПАРКОВКА.
АВТОБУС*
БЕСПЛАТНО**

*** АВТОБУС
ОТ СТ. М. «МОСКОВСКАЯ»**

AGRORUS.EXPOFORUM.RU

ТЕЛ.: +7 (812) 240 40 40, ДОБ. 2244, 2281