



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК СИБИРИ

Материалы Международной
научно-технической конференции

7-8 октября 2021 г. р.п. Краснообск

Новосибирск 2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК СИБИРИ

Материалы Международной научно-технической конференции

7-8 октября 2021 г. р.п. Краснообск

Новосибирск 2021

УДК 631.17:631.3(571.1/.5)

ББК 40.7(253)я431

Н 34

Составители:

Н.М. Иванов – чл.-корр. РАН, профессор,
А.Е. Немцев – доктор технических наук,
В.Н. Делягин – доктор технических наук,
Н.Н. Назаров – доктор технических наук,
А.А. Сухопаров – кандидат технических наук,
И.В. Некрасова

Н 34

Научно-техническое обеспечение АПК Сибири: материалы Международной научно-технической конференции (р.п. Краснообск, 7-8 октября 2021 г.) / Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. – Новосибирск, 2021. – 241 с.

ISBN 978-5-6047430-0-3

Материалы конференции включают результаты исследований в области машинно-технологического обеспечения сельхозтоваропроизводителей Сибири, технического сервиса, эксплуатации машинно-тракторного парка, технического переоснащения, энерго- и ресурсосбережения сельскохозяйственных предприятий, информационного обеспечения инженерной сферы АПК. Доклады и статьи представлены научными работниками научно-исследовательских институтов, учеными из числа профессорско-преподавательского состава аграрных вузов, аспирантами и докторантами России, Беларуси, Казахстана и Украины.

Оргкомитет выражает признательность всем авторам, принявшим участие в конференции, и благодарит за помощь в подготовке материалов к публикации С.М. Сапелкину, С.К. Гамзякову, О.М. Русских.

УДК 631.17:631.3(571.1/.5)

ББК 40.7(253)я431

ISBN 978-5-6047430-0-3

© СФНЦА РАН, 2021

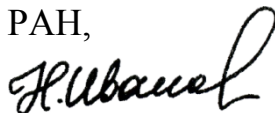
Дорогие коллеги!

Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ СФНЦА РАН) более 60 лет является ведущим научно-исследовательским учреждением в области механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства Сибири. Институт объединяет и координирует работу научных организаций региона, занимающихся решением проблем агроинженерной науки региона. Институт поддерживает тесные связи и осуществляет научно-техническое сотрудничество с научными коллективами, органами управления АПК и учебными заведениями России, Монголии, республик Беларуси, Казахстана. Это сотрудничество, включая предприятия сельхозмашиностроения, как Сибири, так и страны в целом, позволило институту разрабатывать системы конкурентоспособных и наукоемких машинных технологий и технических средств, обеспечивающих устойчивое производство сельскохозяйственной продукции АПК Сибири.

Институт разрабатывает интенсивные технологии и комплексы машин и орудий для обработки почвы, посева, ухода за посевами, уборки и послеуборочной обработки зерновых, кормовых и технических культур, эффективного технического сервиса, энергообеспечения технологических процессов. Разработаны технология сушки и модельный ряд сушилок, реализующих принципы ресурсосбережения; системы управления продукционным процессом выращивания овощей томатной группы с закрытой почвенно-корневой системой и использованием защитных экранов; технологии и систему приборов для диагностики технического состояния и полевого ремонта сложной сельскохозяйственной техники; системы надежного и безопасного энергоснабжения сельских потребителей; системы децентрализованно энергоснабжения АПК с использованием водоугольного топлива; технологий утилизации отходов жизнедеятельности животных и обеззараживания подстилочных материалов. Это основные направления исследовательских работ, которые выполняются нашим коллективом.

Институт активно участвует в подготовке научных кадров высшей квалификации. 46 лет в институте работает диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций, в котором защищено более 350 диссертаций. Регулярно проводится (в международном формате) научно-технические конференции по вопросам научно-технического обеспечения АПК Сибири на которых рассматриваются актуальные вопросы технологического и технического оснащения возделывания зерновых, кормовых, технических культур, кормление животных, эффективного технического сервиса машинно-тракторного парка, энергетического обеспечения технологических процессов сельскохозяйственного производства.

Руководитель СибИМЭ СФНЦА РАН,
член-корр. РАН, профессор



Н.М. Иванов

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Альт В.В.¹, Исакова С.П.², Балушкина Е.А.²

¹академик РАН, д-р техн. наук, профессор, руководитель подразделения

²старший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Российская Федерация, e-mail: altviktor@ngs.ru

Аннотация. Цифровые технологии в сельском хозяйстве выступают как один из инструментов повышения эффективности производства. Одновременно с этим они являются инструментом и методологией поиска новых путей технологического, физико-биологического и социального развития сельскохозяйственного производства как многокритериального пространства. В условиях необходимости роста производительности труда, сокращения квалифицированных кадров и изменяющихся экологических показателей природы возникает необходимость поиска полиоптимальных решений для конкретного сельхозтоваропроизводителя.

Ключевые слова: цифровизация, объемы данных, проблемы цифровизации, технологии растениеводства.

Сельскохозяйственные науки занимаются изучением сельскохозяйственного производства как совокупности процессов направленных на решение задач по производству товаров продовольственного и технического назначения. Сельскохозяйственные научные направления нацелены на развитие и совершенствование сельского хозяйства путем увеличения объемов производства при наименьших трудовых и материальных затратах.

С ростом населения и его потребностей в продуктах питания, сельское хозяйство становится одним из приоритетных направлений преобразований в России, которое необходимо развивать. Однако в связи с изменениями климата, плохо прогнозируемыми засухами и увлажнением сельскохозяйственный сектор становится более рискованным производством, что в современных условиях влечет необходимость применения цифровых технологий в сельском хозяйстве, тем самым повышая устойчивость сельскохозяйственного производства. Это связано с тем, что человеку, принимающему решение, необходимо своевременно получать информацию в удобной для него форме о процессах, изменяющихся во времени и пространстве[1].

Однако внедрение цифровизации в аграрный сектор связано с рядом проблем:

- мультипликативность составляющей производства;
- многогранность ресурсов сельскохозяйственного производства;
- многомерность составляющей производства (учет множества факторов, влияющих на производство сельскохозяйственной продукции, и их мониторинг);
- социум и потребность в обучении;
- преодоление лимитирующих факторов природно-климатического характера ;
- психологические барьеры, которые препятствуют внедрению инноваций.

Наличие стратегии (дорожные карты) по внедрению цифровых технологий и средств цифровизации даст понимание и возможные пути, когда и как осуществлять внедрение цифровых технологий в сельскохозяйственное производство. Тогда каждый фермер будет понимать преимущества и необходимость внедрения цифровых технологий в своем хозяйстве [2].

Несмотря на перечисленные выше сложности, переход к цифровым технологиям позволит:

- увеличить урожайность;

- минимизировать затраты на производство;
- снизить трудоемкость работ;
- повысить производительность труда;
- увеличить качество принимаемых решений за счет минимизации влияния человеческого фактора [3-5].

В Новосибирской области посевные площади составляют порядка 1900 тыс. га. Решение задач цифрового управления на этой территории по всему спектру видов и сортов сельхоз культур, технологий выращивания и уборки урожая в конкретном хозяйстве, например, при 3 технологиях обработки почвы (отвальная-классическая, безотвальная, no-till) и 3 уровнях интенсификации (экстенсивная, нормальная, интенсивная) и 6 посылах информационных цифровых технологий [6] равно 247520 вариантам. Анализ такого множества вариантов превышает человеческие возможности, однако применение цифровых технологий позволит снизить их число до 4.

При этом цифровизация не происходит одномоментно и требует постепенного внедрения отдельных цифровых решений. Это продемонстрировано на Рис. 1, где в качестве примера приведена хронология внедрения элементов цифровых технологий в растениеводстве Новосибирской области.

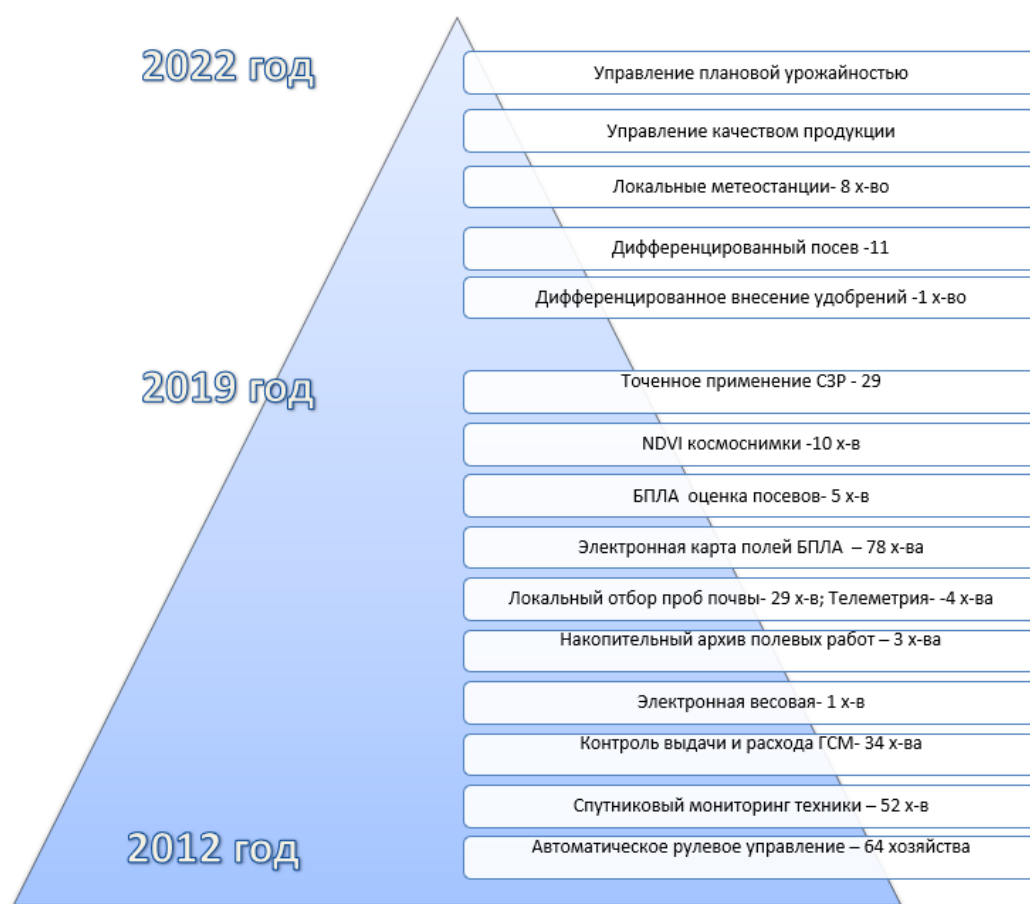


Рис. 1 – Хронология внедрения элементов цифровых технологий в растениеводстве Новосибирской области

Опыт внедрения цифровых технологий хозяйствами показывает преимущества этого решения. Например, в ООО «Соколово» Новосибирской области в период с 2014 по 2019 года намолот зерна увеличился в 4,8 раз, а урожай – 3,6 раз.

С повышением прогнозируемой урожайности потребуются применение новой техники для уборки. Например, наличие комбайнов в ЗАО «Новомайское» Новосибирской области сократилось, однако выросла их производительность (Табл. 1).

Табл. 1 - Комбайны в ЗАО «Новомайское» Новосибирской области.

Показатель	1988 г.	2019 г.
Количество комбайнов, шт.	67	15
Площадь посевов, тысяч га	9	20
Урожайность зерна, ц/га	12	24

В связи с увеличением объема получаемых данных (погодные данные, данные с датчиков техники, прогнозируемой урожайности, карты полей и др.) возрастает и требования к системам их обработки. Таким образом, предполагается использование такой цифровой платформы, которая позволит обрабатывать объемы данных около 2 петафлопс [7, 8].

Это все позволит:

- найти пути преодоления негативного влияния погодных факторов (весенней, летней и осенней засухи);
- выбирать сортов устойчивых к возвратным и ранним заморозкам;
- прогнозировать погоду в долгосрочной и краткосрочной перспективе;
- развивать покупательский спрос населения на товары местного производства на рынках товаропотребления;
- развивать местное товарное производства товаров с исключительно высокими показателями.

Список литературы

1. Чеккуева Л.К. Преимущества и недостатки цифровизации сельского хозяйства России / Л.К. Чеккуева // KANT. 2019. № 4(33). С. 108-112.
2. Alt V.V., Isakova S.P., Balushkina E.A. Digitalization: problems of its development in modern agricultural production / V.V Alt, S.P. Isakova, E.A. Balushkina // 8th Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020; Don State Technical university Rostov-on-Don; Russian Federation; 19 August 2020 до 30 August 2020. Vol. 210. № 10001. DOI: 10.1051/e3sconf/202021010001.
3. Rohit Sharma, Shreyanshu Parhi, Anjali Shishodia Industry 4.0 Applications in Agriculture: Cyber-Physical Agricultural Systems (CPASs) / КюИрфкьф // Advances in Mechanical Engineering. Select Proceedings of ICAME 2020 – 2020. P. 807–813. DOI: 10.1007/978-981-15-3639-7_97
4. Gurfova S.A. Digitalization of agriculture: formation and development / S.A. Gurfova // Экономика и предпринимательство. 2020. № 3 (116). С. 445-448.
5. Zhumaxanova K.M., Yessymkhanova Z.K., Yessenzhigitova R.G., Kaydarova A.T. The current state of agriculture digitalization: problems and ways of solution / K.M. Zhumaxanova [et al.] // Central Asian Economic Review. – 2019. – № 5 (128). – С. 144-155.
6. Альт В.В., Чекусов М.С., Исакова С.П., Балущкина Е.А. Гносеологические основы использования использования цифровых технологий в сельском хозяйстве Сибири / В.В. Альт, М.С. Чекусов, С.П. Исакова, Е.А. Балущкина // Сельскохозяйственные машины и технологии, 2021. № 1. Т. 15. С 16-23. DOI:10.22314/2073-7599-2021-15-1-16-23.
7. David Christian Rose, Rebecca Wheeler, Michael Winter, Matt Lobley Charlotte-Anne Chivers, Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet / D.Ch. Rose [et al.] // Land Use Policy – 2021. Vol. 100, No. article 104933. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104933
8. Измайлов А. Ю., Годжаев З. А., Гришин А. П., Гришин А. А., Дорохов А.А. Цифровое сельское хозяйство (обзор цифровых технологий сельхозназначения) / А.Ю. Измайлов [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 2 (31). С. 41–52.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN PLANT GROWING

Alt V.V.¹, Isakova S.P.², Balushkina E.A.²

¹*academic of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences,
Professor, head of the department*

²*the oldest researcher*

*Federal State Budgetary Institution of Science Siberian Federal Scientific Centre of
Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russian Federation, e-mail: altviktor@ngs.ru*

Abstract. *Digital technologies in agriculture act as one of the tools for improving production efficiency. At the same time, they are a tool and methodology for finding new ways of technological, physical, biological and social development of agricultural production as a multi-criteria space. In the conditions of the need for an increase in labor productivity, a reduction in qualified personnel and changing environmental indicators of nature, there is a need to search for polyoptimal solutions for a particular agricultural producer.*

Keywords: *digitalization, data volumes, digitalization problems, crop production technologies.*

УДК 631.171/62-529

ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – ГЛАВНЫЙ АСПЕКТ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АПК БЕЛАРУСИ И СИБИРИ

Иванов Н.М.¹, Бакач Н.Г.²

¹*Член-корреспондент РАН, профессор, руководитель Сибирского института
механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН, р.п.*

Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация

²*Кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по
научной работе, РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского
хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь, bakachng@yandex.by*

Аннотация. *В статье представлено обоснование целесообразности и необходимости внедрения в Республике Беларусь и районах Сибири технологий и элементов точного земледелия, обеспечивающих сокращение затрат и повышающих качество и количество производимой продукции.*

Ключевые слова. *Сельское хозяйство, точное земледелие, продукция, технология, оборудование.*

Рассматривая Республику Беларусь с ее географическими координатами по ширине, которые находятся в пределах 51-56 градусов, с административной территорией Сибири, то в данные пределы широты в большей своей части попадают Новосибирская и Кемеровская области, Алтайский край, Республика Хакасия и другие районы Сибири и Дальнего Востока. Несмотря на климатические отличия Республики Беларусь и регионов Сибири, но везде хорошо развит агропромышленный комплекс. Ведь сельское хозяйство играет важную роль в экономической сфере любой страны. Во всем мире сельское хозяйство - это отрасль с оборотом 5 триллионов долларов[1].

Как известно, процесс производства растениеводческой продукции можно разделить на несколько частей (рисунок 1).

Подготовка почвы: начальный этап, включающий в себя процессы обработки почвы по созданию идеальных условий для посева семян.

Посев семян: на этом этапе важную роль играют такие климатические условия, как температура, влажность и количество осадков, а также соблюдение требуемого расстояния между семенами и глубины их посадки.



Рисунок 1. Жизненный цикл производства растениеводческой продукции

Внесение удобрений: этот этап направлен на поддержание плодородия почвы и является важным фактором, позволяющим выращивать здоровые культуры и определяет качество урожая.

Орошение: на этом этапе поддерживается влажность почвы для роста сельскохозяйственных культур.

Защита от сорняков: этот этап особенно важен, так как сорняки снижают урожайность, увеличивают производственные затраты и ухудшают качество урожая.

Сбор урожая: это процесс самый трудоемкий и включает в себя также послеуборочную обработку, такую как очистка, сортировка, упаковка и охлаждение.

Хранение: эта фаза послеуборочной системы, в течение которой продукты хранятся. Также сюда входит упаковка и транспортировка урожая.

Исходя из данных процессов, существуют проблемы, с которыми сталкиваются сельхозпроизводители при использовании традиционных методов ведения сельского хозяйства.

Во-первых, это климатические факторы, такие как осадки, температура и влажность, которые играют важную роль в жизненном цикле сельского хозяйства. В зависимости от климатических изменений сельхозпроизводителям порой сложно принимать решения о сроках подготовки почвы, посеве семян и уборке урожая.

Во-вторых, каждая культура требует определенного питания в почве, которая содержит 3 основных питательных вещества: азот (N), фосфор (P) и калий (K). Недостаток питательных веществ ведет к плохому качеству урожая.

В-третьих, это защита от сорняков. Если данный процесс не контролировать, это может привести к увеличению производственных затрат, а также к поглощению сорняками питательных веществ из почвы, что вызовет их дефицит для культурных растений.

Поэтому отрасль ищет пути, позволяющие выращивать более здоровые культуры, бороться с вредителями, контролировать почву и условия выращивания, систематизировать данные, помогать с рабочей нагрузкой и улучшать широкий спектр задач, связанных с сельским хозяйством, во всей цепочке выращивания и поставок продуктов питания. И одним из путей является применение точного земледелия, которое основано на современной

концепции управления сельским хозяйством с использованием в сочетании цифровых и сенсорных технологий, спутниковой навигации, технологии позиционирования, а также Интернета вещей для мониторинга и оптимизации процессов сельскохозяйственного производства. Методы точного земледелия направлены на количество и качество сельскохозяйственной продукции при меньших затратах (вода, энергия, удобрения, пестициды и др.) и снижении воздействия на окружающую среду [1].

Согласно определению [Европейского парламента](#), **точное земледелие**- это *модель управления сельским хозяйством, основанная на наблюдении, измерении и реагировании на изменчивость культур между и внутри полей*[2].

Задачами точного земледелия являются (рисунок 2):

- ❖ составление почвенных карт полей с использованием автоматических почвоотборников;
- ❖ возможность вносить строго определенное количество удобрений и семян на различные участки одного и того же поля;
- ❖ отслеживание изменения состояния полей и посевов на различных участках, что позволяет определить последовательности их обработки;
- ❖ автоматический мониторинг урожайности и составление карт урожайности полей;
- ❖ мониторинг и контроль использования сельскохозяйственной техники;
- ❖ автоматизация процессов вождения техники при проведении технологических операций;
- ❖ накопление и хранение данных, позволяющих отслеживать динамику процессов и наглядность их представления;
- ❖ многофакторный анализ и визуализация собранных данных;
- ❖ поддержка принятия решений и контроль их исполнения.



Рисунок 2. Структура системы информационно-управляемого земледелия

Потенциал точного земледелия для экономии затрат можно проиллюстрировать двумя примерами:

1. Доза внесения азотных удобрений - это требуемое количество удобрений, применяемого в поле, которое фактически должно поглощаться растением. Предполагая, что средняя скорость поглощения азота растением составляет 50%, это означает, что оставшая часть попадает в воздух, почву или грунтовые воды: т.е. 50% поглощается и 50% как бы идет

в отходы. Следовательно, при стоимости азот-удобрений около 180 евро на га - это может означать потенциальную экономию в размере 90 евро за га.

2. Проведенные ФАО исследования показывают, что во многих странах менее 10% всех случаев применения опрыскивателей поражают больное растение или сорняк, что означает 90% условно отходов. При стоимости опрыскивания зерновых культур на уровне приблизительно 190 евро за гектар существует примерно 170 евро за гектар потенциала экономии при опрыскивании.

В совокупности эти две технологические проблемы представляют собой потенциал экономии в размере 260 евро на гектар (170 евро+ 90 евро).

Сегодня технологии точного земледелия пока не в полной мере позволяют сэкономить 260 евро с гектара. Однако эти цифры свидетельствуют о неиспользованном потенциале новых технологий для обеспечения устойчивости сельского хозяйства.

В тоже время применительно к Республике Беларусь и областям Сибири нужно отметить широкое разнообразие сельского хозяйства, особенно в том, что касается размеров ферм, видов сельского хозяйства, климатических условий, методов ведения сельского хозяйства, производства и занятости. Так, если рассматривать объемпроизводствасельскохозяйственная продукция(например, в евро на гектар), то он широко варьируется между странами, а в пересчете на площадь средняя себестоимость продукции колеблется от 500 до 5 000 евро за гектар, в зависимости от возделываемых культур.

Например, если рассматривать среднюю урожайность зерновых культур, то она значительно ниже чем в передовых странах Евросоюза и других стран мира (рисунок 3). Несмотря на то, что Республика Беларусь и регионы Сибири в какой-то мере самодостаточны в производстве зерновых, но при этом нельзя забывать, что более 50% производства зерновых скормливается животноводству, и спрос на корма для животных оказывает существенное влияние на рынок, как внутри страны, так и на международном уровне.

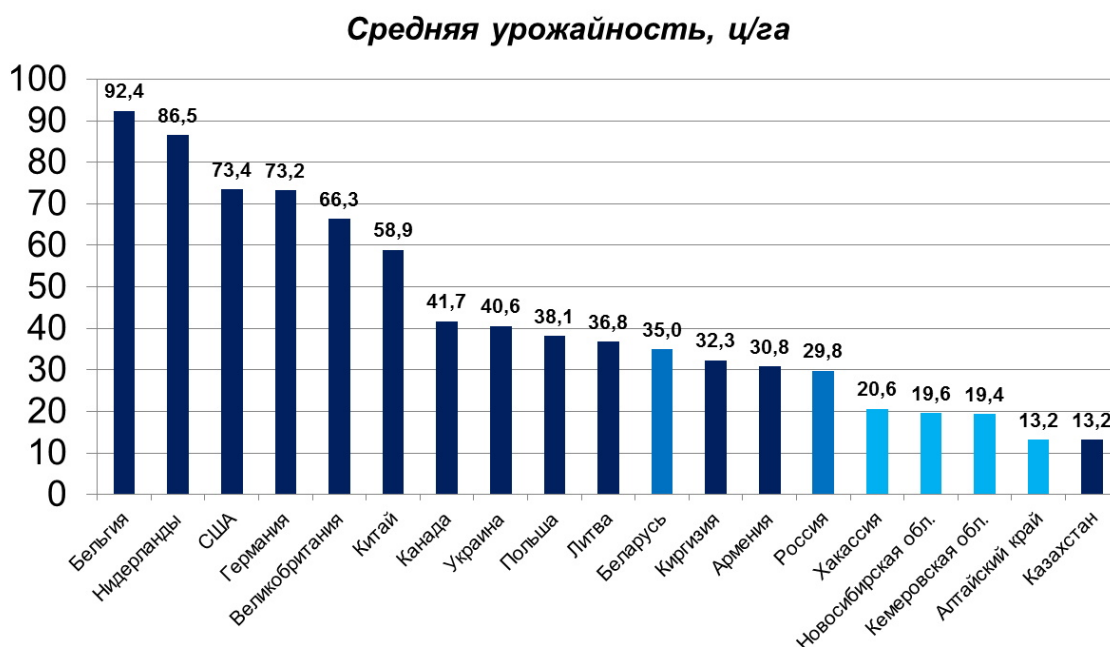


Рисунок 3. Средняя урожайность зерновых культур по странам

В то же время растущая цифровизация сельскохозяйственной практики позволяет производить растительную продукцию со все более высокой эффективностью и все более низким воздействием на окружающую среду.

Конечно, сегодня можно уже констатировать, что многие сельхозпроизводители используют отдельные элементы точного земледелия импортного производства. Но при этом существует высокий риск того, что их сельское хозяйство становится зависимым от зарубежного производства технологий и машин, используемых элементы точного земледелия.

Кроме того, наблюдается технический разрыв между мелкими и крупными фермерами или сельхозпроизводителями, поскольку мелким фермерам может не хватать инвестиционного капитала или знаний для приобретения технологий точного земледелия.

Независимо от того, каким может быть экономический контекст в ближайшие десятилетия, но точное земледелие будет необходимо сельхозпроизводителям как Республики Беларусь, так и регионов Сибири для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. А стратегический вопрос здесь заключается в следующем: будут ли Республика Беларусь и регионы Сибири основными, так называемыми, игроками в области технологий точного земледелия или будут зависимыми от зарубежных технологий и оборудования?

К сравнению, Евросоюз уже предпринял некоторые энергичные шаги в решении этой проблемы и удвоил свои усилия с беспрецедентным бюджетом почти в 4 млрд евро на инновации в сельском хозяйстве и сельских районах и в качестве приоритетов включил финансирование НИОКР по девяти программам, в том числе точному земледелию и роботизации. Все заинтересованные стороны Евросоюза согласились с тем, что инвестиции в научные исследования и разработки станут ключевой движущей силой для создания рабочих мест в сельском хозяйстве завтрашнего дня. Кроме того, предлагается в дальнейшем больше денег инвестировать в передовые технологии, такие как биосенсоры, робототехника и спектрографические изображения...

Поэтому считаем, что более широкое внедрение в Республике Беларусь и регионах Сибири системы точного земледелия является актуальным и необходимым.

Эта технология может быть использована в три этапа: мониторинг площади для роста сельскохозяйственных культур, анализ данных на этапе принятия решения и внесение переменных норм с использованием интеллектуальной сельскохозяйственной техники [3].

Мониторинг территории на предмет условий роста сельскохозяйственных культур включает не только состояние здоровья сельскохозяйственных культур. Можно максимизировать объем производства и свести к минимуму вероятность сбоев из-за стихийных бедствий, системных ошибок и других факторов путем сбора данных о росте, погоде и сельскохозяйственном оборудовании.

Анализ данных на этапе принятия решения включает анализ данных мониторинга и определение необходимых сельскохозяйственных работ. На этом этапе собранные данные накапливаются, обрабатываются и анализируются как большие данные. Затем эффективные и точные решения в отношении данных принимаются таким образом, которые превосходят человеческий интеллект, мудрость и опыт. Кроме того, можно собирать экологические данные о выращивании (среда выращивания, информация о вредителях, информация о климате и погоде, плодородие почвы, топографическая актуальность и т.д.).

Точное земледелие дает шанс повысить конкурентоспособность сельского хозяйства и возможность преодолеть структурные недостатки нашей нынешней сельскохозяйственной системы и ограничения интенсивного сельского хозяйства.

В итоге, внедрение точного земледелия позволит:

1. внести значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности и сохранности стран;
2. способствовать развитию более устойчивых способов ведения сельского хозяйства с положительным воздействием на окружающую среду и роста производительности;
3. влиять на практику работы и условия жизни на сельскохозяйственных землях, способствовать широким социальным изменениям в сельском хозяйстве.

В тоже время хотелось бы отметить, что ученые НАН Беларуси и Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН уже работают в данном направлении

и есть хорошие результаты. Вместе с тем авторы статьи считают актуальным объединить совместные усилия в создании элементов точного земледелия и их внедрении в сельхозпроизводство Беларуси и Сибири.

Список литературы

1. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве: использование современного искусственного интеллекта для решения традиционных сельскохозяйственных проблем - www.analyticsvidhya.com/blog/2020/11/artificial-intelligence-in-agriculture-using-modern-day-ai-to-solve-traditional-farming-problems/.
2. Точное сельское хозяйство и будущее сельского хозяйства в Европе / Научное форсайт-исследование. Отдел научного прогнозирования Европейского парламента – 2016. - <http://www.ep.europa.eu/stoa/>.
3. JehoonSung. Четвертая промышленная революция и точное земледелие - <https://www.intechopen.com/chapters/57703>

PRECISION AGRICULTURE IS THE MAIN ASPECT FOR THE DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF BELARUS AND SIBERIA

Ivanov N. M.¹, Bakach N. G.²

¹Member-Correspondent of the Russian Academy of Sciences, Professor, Head of the Siberian Institute of Mechanization and Electrification of the SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation

²Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy General Director for Scientific Work, RUE NPC of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization", Minsk, Republic of Belarus, bakachng@yandex.by

Annotation. The article presents the rationale for the expediency and necessity of introducing technologies and elements of precision farming in the Republic of Belarus and the regions of Siberia that reduce costs and increase the quality and quantity of products produced.

Keywords. Agriculture, precision farming, products, technology, equipment.

УДК 031.31

РОССИЙСКИЕ ЭКОЛОГО-ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ ПО КОРМОПРОИЗВОДСТВУ

Мазитов Н.К.,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, профессор ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, Казань, Россия, e-mail: mazitov.nazib@yandex.ru

Сахапов Р.Л.,

доктор технических наук, профессор, член-корреспондент АН РТ, зав. кафедрой «Дорожно-строительные машины» ФГБОУ ВО Казанский ГАСУ, Казань, Россия, e-mail: rustem@sakhapov.ru

Сibaгатуллин Ф.С.,

доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры биотехнологии,
животноводства и химии ФГБОУ ВО Казанский ГАУ,
Казань, Россия, , e-mail: ganiev-almaz@mail.ru

Рахимов Р.С.,

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Тракторы,
сельхозмашины и земледелие» ФГБОУ ВО
Южно-Уральский ГАУ, Челябинск, Россия, e-mail: ildarr@bk.ru

Сорокин Н.Т.

Доктор экономических наук, Заслуженный машиностроитель РФ, главный
специалист ФГБНУ ФНАЦ ВИМ,
Москва, Россия, e-mail: n.Sorokin.vnims13@yandex.ru

***Аннотация.** Допустимая экологическая чистота продукции всегда была важнейшим показателем аграрного производства. За последние тридцать лет она стала весьма тревожной, угрожающей [1,2]. Все авторы этой статьи ученые разных областей аграрной науки вместе работают над этой проблемой с 1980 года. Работа, начатая в Татарском НИИСХ, нашла воплощение в новых моделях сельскохозяйственных машин и оборудования именно в Сибири – г. Новосибирске – «Сибсельмаше», создав первые экземпляры блочно-модульных культиваторов КБМ, способных создать семенное ложе для посева по теории Т.С.Мальцева и конических дискозубовых борон для аэрационной обработки дернины многолетних трав по теории С.П.Смелова, удостоенной ещё в 1990 году Государственной премии РФ в области науки и техники и Правительственной в 2001 году. Результатом этих легитимных стратегических исследований и разработок были удвоение производительности и урожайности, снижение затрат до двух раз и более, ограничение использования химических удобрений. На сегодня эти разработки не применяются ни в одном импортном аналоге, не оправдавшем своих рекламных показателей и более того – создавшем искусственную засуху, не отрицаемую гербицидную потребность, нерентабельность, угрозу жизни нации. Причина – некомпетентность реформаторов и покрывающих их деятельность некоторых ученых представляющих интересы АПК в науке, умело и убедительно варьирующих высокой энергонасыщенностью, производительностью и валовым сбором экологически низкого продукта, включая животноводческого. Представленные материалы подтверждают, что работа, начатая в Сибири, в интересах продовольственной независимости России требует повсеместного внедрения [3-7]. Поэтому она представлена на эту конференцию, а техника применяется от Беларуси до Сахалина.*

***Ключевые слова:** влагоаккумуляция, семенное ложе, аэрационная обработка, энергозатраты, себестоимость.*

Результаты исследований. Сначала проанализируем состояние проблемы – последовательность создания зависимости

Последовательность создания зависимости

1. Исключение из технологии осенних приёмов влагопоглощения (щелевание, кротование, плоскорезная обработка);
2. Отказ от севооборотов и накопления гумуса;
3. Переуплотнение полей тяжелой техникой, которая на Западе не работает: почва мертва, не поглощает влагу, на глубине 2 м нет влаги и воздуха, появляются уничтожающие наводнения;

4. Неприемлемая для России агротехника: из-за высокой гребнистости испаряется влага:

4.1. Запас влаги уходит за несколько дней (сорта и удобрения бесполезны);

4.2. До половины дорогих семян не заделываются (урожай уже уничтожен заранее);

4.3. Недружные, слабые всходы и неровное созревание, плановый низкий урожай гарантирован;

5. Гарантирована высокая себестоимость малого урожая:

5.1 Из-за низкого урожая;

5.2 Из-за высоких амортизационных отчислений (половина себестоимости);

5.3 Из-за высоких затрат на химию из-за минимальной обработки почвы;

5.4 Из-за еще более высокой цены на запчасти иномарок, чем даже на сами машины;

6. Итог – банкротство фермеров, критическая недостаточность своей продукции;

7. Разрушение деревень – источников здоровой жизни и национального производства;

8. Запланированная покупка чужих продуктов питания, выращенных на сверхбольших дозах (300-400 кг/га) минеральных удобрений, которая производится у нас же – в России, а это – плановое развитие онкологических болезней и рождение больных детей.

9. Утечка финансов России сначала на покупку техники, а потом – экологически недопустимой продукции питания, кормов и лекарств, парализовав перерабатывающую промышленность.

Как видим, причины, создавшие продовольственную зависимость из за резкого снижения урожайности, его качества, рентабельности, вызвавшие резкое повышение себестоимости - выше затрат – привело к банкротству многих хозяйств, забиванию складов некачественным зерном, резкому ухудшению иммунитета у человека.

Научные основы решения проблемы:

Вполне очевидно стало, что решение Проблемы необходимо безоговорочно, и начинать его нужно прежде всего с разработки методов накопления влаги в условиях Российских природных климатических особенностях, снижения затрат на новую технологию на основе создания принципиально нового унифицированного блочно-модульного многофункционального комплекса российской техники, превосходящей технико-экономические, агро-экологические показатели над всеми зарубежными совершенно научно-необоснованными комплексами, которыми наводнили поля России (рис.1, 2, 3, 4).

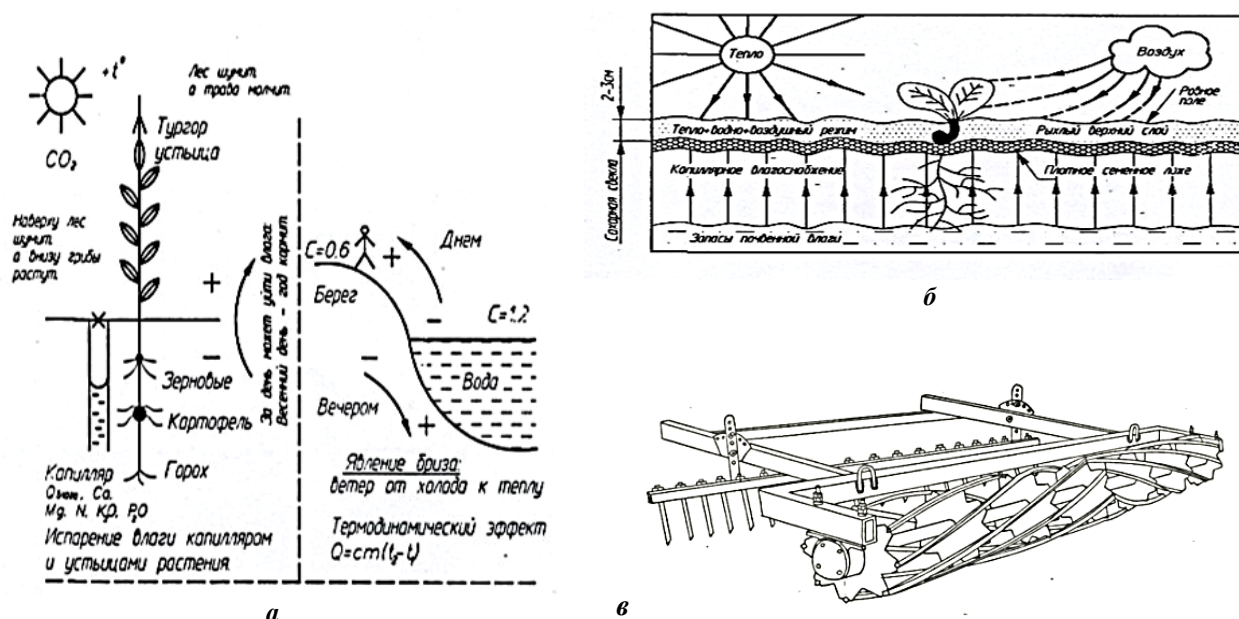


Рис.1 Научные основы влагоаккумуляции в почве: Условия испарения и сохранения почвенной влаги по закону Жюрена (а) о капиллярном испарении почвенной влаги (1718 г) и конструкции семенного ложа (б) по теории Т.С. Мальцева (1944 г) и её решение (в) (Н.К. Мазитов, 1980г.)

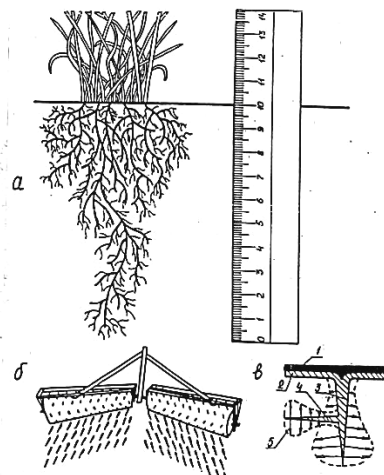
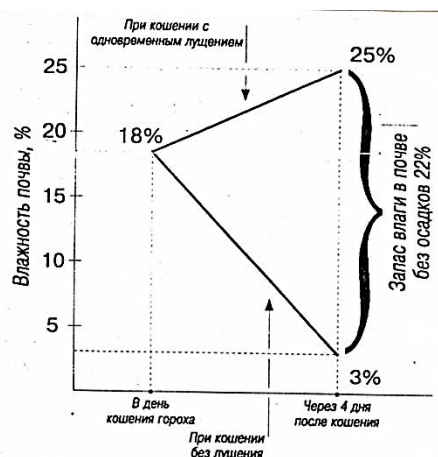


Рис.2 Условия накопления влаги в посевном слое при лущении стерни (И.Е. Овсинский — как составная часть, а не самостоятельная: а - условия накопления влаги на многолетних травах: основная масса корневой системы трав находится на глубине до 10 см (С.П. Смелов, Н.Г. Андреев, Г.С. Скоблин, А.С. Кружилин); б-перекрещивающиеся микрошлейфы после зубьев конической дисковой борона; в - разрез одной щели: 1- жидкость, 2-поверхностный слой поля; 3-микрошлейф, 4-боковые микрошлейфы из-за конусности борона, 5-давление воды

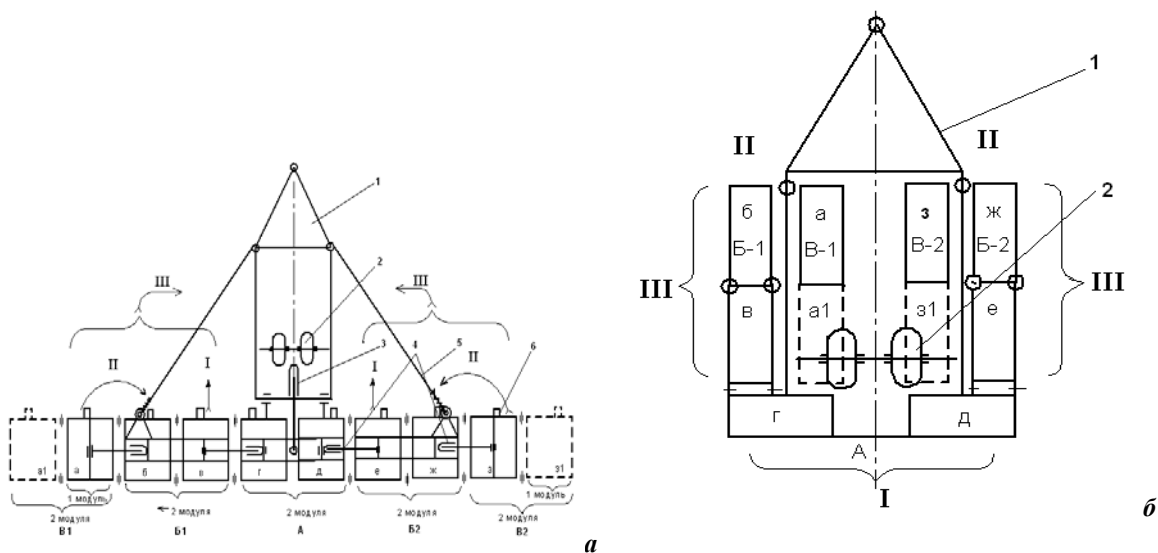


Рис.3 Принцип блочно-модульной конструкции: сменные рабочие органы — пакеты — блоки- маневренные и компактные легкие машины для тракторов всех тяговых классов, доступных к движению по автомобильным дорогам/ Широкозахватный блочно-модульный почвообрабатывающий агрегат (а - вид сверху в рабочем положении) (б - вид сверху в транспортном положении)

С учётом вышеизложенного нами обоснован **«Комплекс отечественной техники Прорывного Проекта»** для цельнозамкнутой противозасушливой энерго-, ресурсосберегающей, импортоопережающей технологии производства зерна и кормов, производимой в ЗАО ПК «Ярославич», ООО «Челябинский компрессорный завод», ООО «Варнаагромаш» Челябинской области на базе отечественных тракторов для внедрения в учебные процессы Казанского ГАУ, Сабинского, Актанышского, Апастовского, Верхнеуслонского аграрных колледжей, на базе ООО «Юлбат» Сабинского района Республики Татарстан, как образцового всероссийского прорывного проекта для АПК, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и демонстрационно-образовательно-испытательного Агроинженерного Научного Центра цельнозамкнутой прорывной технологии на основе отечественной техники (Лаишевский район РТ). Таблицы (1-4)

Таблица 1. Для трактора тягового класса 5 (К-744Р1), 300 л.с., 14 000 кг

№ п/п	Наименование СХМ	Стоимость, млн.руб. (в ценах на 12.07.2021 г.)
1.	Плуг-глубококорытитель блочно-модульный ПРБ-4В «Зубр» (Ярославич)	1,019
2.	Дисковый агрегат ДА -6х2ПБТ «Бизон» (Диски диаметром 610 мм) (Ярославич)	2,946
3.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной с оборотной лапой КБМ-14,4-3П-Г1К-НО (Ярославич)	2,377
4.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной со стрельчатой лапой КБМ-14,4-3П-Г1К-НС (Ярославич)	2,520
5.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной со стрельчатой лапой КБМ-14,4-4П-1К-НС (Ярославич)	2,536
6.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной КБМ-15 -4П-Г1К-ВС	2,576
7.	Комплекс посевной ПК-10 (ЧКЗ)	9,150
8.	Посевной комплекс КСКП-2,6-6 (Варна)	1,730
9.	Трактор К-744Р1	13,974
	Всего: за 1 комплект	38,828

Таблица 2. Для трактора тягового класса 3 (Belarus 1523), 150 л.с., 6500 кг

№ п/п	Наименование СХМ	Стоимость, млн.руб. (в ценах на 12.07.2021 г.)
1.	Плуг-глубококорытитель блочно-модульный ПРБ-3В «Зубр» (Ярославич)	0,860
2.	Дисковый агрегат ДА -3х2ПБТ «Бизон» (Диски диаметром 610 мм) (Ярославич)	1,575
3.	Борона дисковая тяжелая БДТ-3-22Ф «Вепрь» (Ярославич)	2,094
4.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной с оборотной лапой КБМ-10,8-3П-Г1К-НО (Ярославич)	1,604
5.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной со стрельчатой лапой КБМ-10,8-3П-Г1К-НС (Ярославич)	1,698
6.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной со стрельчатой лапой КБМ-10,8-4П-1К-НС (Ярославич)	1,865
7.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной со стрельчатой лапой КБМ-10,8-4П-Г2К-НС (Ярославич)	2,031
8.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной КБМ-10,8-4П-Г1К-НС (Ярославич)	1,914
9.	Посевной комплекс ПК-8,0 (ЧКЗ)	9,150
10.	Посевной комплекс КСКП-2,1-3 (Варна)	1,420
11.	Трактор Belarus 1523	3,500
	Всего: за 1 комплект	27,711

Таблица 3. Для трактора тягового класса 2 (Belarus 1221), 132 л.с., 5800 кг

№ п/п	Наименование СХМ	Стоимость, млн.руб. (в ценах на 12.07.2021 г.)
1.	Борона дисковая тяжелая БДТ-2,5-18Ф «Вепрь»	1,940
2.	Агрегат дисковый полуприцепной ДА-2,5х2ПБ «Бизон»	1,275
3.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной КБМ-8-3П-Г1К-НО	1,129
4.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной КБМ-8-3П-Г1К-НС	1,213
5.	Культиватор блочно-модульный навесной КБМ-6-3Н-Г1К-НО	0,732
6.	Культиватор блочно-модульный навесной КБМ-6-3Н-Г1К-НС	0,898
7.	Культиватор блочно-модульный навесной со стрельчатой лапой КБМ-8НУС (МТЗ-1221)	0,890
8.	Культиватор блочно-модульный навесной с оборотной лапой КБМ-8НУ (МТЗ-1221)	0,798
9.	Коническая борона 5 секций (15 метров)	2,550
10.	Коническая борона с внесением минеральных удобрений	5,150
11.	Посевной комплекс КСКП-2,1-2	1,130
12.	Многофункциональный распределитель удобрений УРМ-10	2,663
13.	Погрузчик навесной быстросъемный ПНБ-1200 «Геркул»	0,534
14.	Трактор Belarus 1221	2,064
	Всего: за 1 комплект	22,787

Таблица 4. Для трактора тягового класса 1,4 (Belarus 82.3), 84 л.с., 4800 кг

№ п/п	Наименование СХМ	Стоимость, млн.руб. (в ценах на 12.07.2021 г.)
1.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной КБМ-7,2ПС (МТЗ-82.3) (Ярославич)	1,122
2.	Культиватор блочно-модульный навесной КБМ-6НУ (Компл.1) (МТЗ-82.3) (Ярославич)	0,789
3.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной с оборотной лапой КБМ-8ПС (МТЗ-82.3) (Ярославич)	1,129
4.	Пневматическая навесная сеялка с дисковыми сошниками (Ярославич)	0,781
5.	Пневматическая навесная сеялка с анкерными сошниками (Ярославич)	0,837
6.	Посевной комплекс КСКП-2,1-3 (Варна)	0,860
7.	Коническая борона БК-9, луговая, 9 м (ЧКЗ)	1,950
8.	Коническая борона, луговая, 9 м с внесением минеральных удобрений (ЧКЗ)	4,450
9.	Трактор Belarus 82.3	2,410
	Всего: за 1 комплект	14,328

Необходимо учесть, что стоимость сверхтяжелых (до 35 тонн) импортных тракторов до 7 раз дороже, себестоимость продукции выше – до 4 раз! (рис.4)

1. МТЗ-82+ СБМП-8 (ТамНИИСХ)	432,6 руб/га
2.МТЗ-1221 + ЗСЗП-3,6 (Традиционная)	464,8
3. Deutz-Fahr Agrottron 265 +Solitair 12	701,6
4. МТЗ-1221 + Agromaster 4800	827,7
5. МТЗ-1221 + Обь-4,8	901,8
6. Fendt 936 Vario +Horsch ATD 9,35	1282,7
7. New Holland TJ 375 +Flexi-Coil 9,8	1606,4

1.МТЗ-82+СБМП-8



2.МТЗ-1221+ЗСЗП-3.6



3. Deutz-Fahr Agrottron 5+Solitair 12



4. МТЗ-1221+Агромастер-4800



5. МТЗ-1221+Обь-4



6. Fendt 936 Vario+Horsch-ATD 9.35



7. New Holland TJ375+Flexi-Coil 9.8

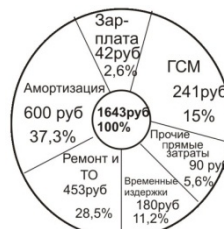


Рис. 4 Сравнительна структура себестоимости посева различными агрегатами. Выездные Госиспытания Поволжской МИС в ООО «Союз-Агро» Альметьевского района Республики Татарстан

Положительное, существенное влияние азрационной обработки многолетних трав конической дискозубовой боронной установлено, еще в 1987 году – на СибМИС (г. Омск), в

1981-1983г.г. в ТатНИИСХ (г. Казань), в 1981г. – на Поволжской МИС (г. Кинель), в 1983г. – на Северо-Кавказской МИС (г. Зерноград), в 1985-1986г.г. – на Прибалтийской МИС (г. Каунас), в 1987г. – на Западной МИС (г. Минск), показав повышение урожайности многолетних трав от 50 процентов до двух раз. Ныне она создана в вариантах чистого боронования, боронования с подсевом, боронования с внесением удобрений на Челябинском компрессорном заводе (г. Челябинск) для агрегатирования с тракторами мощностью всего 80-130 л.с. [8]. Подобных агрегатов в России и за рубежом не существует.

Применение наших блочно-модульных почвообрабатывающе-посевных комплексов предусматривает не только исключение применения гербицидов, но и замену минеральных удобрений органическими - гуминовыми удобрениями полученными на основе переработки торфа, бурых углей, сапропеля и биогумуса, а также на основе отходов животноводства, известкования, что за последние 4 года в Пестречинском районе Республики Татарстан обеспечило урожайность озимой пшеницы 49 ц/га только второго и третьего классов.

Внедрение эколого-ресурсосберегающей технологии в АО «Востокзернопродукт» на площади 250 тыс. га в Республике Татарстан, Воронежской, Ульяновской областях в 2006-2019 г.г. обеспечило урожай пшеницы 30-35 ц/га с содержанием 85% третьего класса в любые климатические годы, включая острозасушливые.

Технология дополняется также производством и внесением гуминовых удобрений по Рязанской технологии. Всё это исключает наличие в зерне тяжелых металлов, инсектицидов и глифосата. На посевах рапса полностью исключается гибель пчёл.

Таким образом, Комплекс нашей отечественной техники исключает экологический риск для здоровья человека в аграрном производстве.

Легитимность исследований подтверждается фактами на рис. 5 и выездным заседанием по импортозамещению Секции механизации Отделения сельского хозяйства РАН 22 октября 2015г. И Международной конференцией 2 октября 2020г. в г.Казань.



Президент РТ М.Ш.Шаймиев знакомится с первым экземпляром культиватора КБМ-10,5 в ОАО КМПО. Присутствуют: Председатель Госсовета РТ Ф.Х.Мухаметшин, Министр СММ РТ Ф.С.Сибгатуллин, директор завода д-р т.н. А.Ф.Павлов, МЭР г.Казани К.Ш.Исхаков. Докладывает науч.рук.проекта Н.К.Мазитов. 1995 г. [56].



Президент РТ М.Ш. Шаймиев, Глава администрации Нурлатского района и г.Нудаты РТ Ф.С. Сибгатуллин на приемке культиваторов КБМ-10,5 производства Нурлатского машзавода, 29 апреля 1997 г.



Международная конференция РАСХН и выездное заседание Государственной комиссии по приемке культиваторов КБМ. 10 июля 2000 г. г.Казань



Участники выездного заседания Бюро ОМЭАСХ РАСХН «Опыт научно-конструкторского обеспечения процессов почвообработки и создания эффективных блочно-модульных культиваторов» 19 июля 2002 г. г.Казань, ТатНИИСХ

Рис. 5 Легитимность исследований

Выводы. На основе вышеизложенного предлагаем следующий механизм выполнения импортоопережающей технологии:

1. Исключение применения сверхтяжелой переуплотняющей почву техники под видом энергонасыщенности и нехватки кадров с неприемлемыми амортизационными отчислениями, которая у них не применяется;

2. Восстановление приемов влагонакопления, влагосохранения и повышения плодородия, исключив искусственные наводнения и надуманные ссылки на «засуху» и поздний посев;

3. Создание и освоение в производстве отечественного импортозамещающего технологического комплекса унифицированной модульно-блочной техники с кратным импортоопережением по всем удельным показателям производительности, потребной мощности, металла, расхода топлива и урожайности.

4. Агрохимическую основу представляет учение Д.Н. Прянишникова о том, что незнание агротехники **нельзя возместить применением избытка минеральных удобрений!**

5. Широкое внедрение нашей работы в учебные процессы всех ВУЗов на опыте Казанского, Башкирского ГАУ, Кировской ГАА, Ярославской ГАА, РГАУ (МСХА), Южно-Уральского ГАУ, Ивановской, Чувашской ГСХА и др.

6. Предлагаем обсудить работу на уровне Президиума РАН, как Прорывной Проект гарантирования Продовольственной безопасности национального масштаба, формирование устойчивой кормовой базы для животноводства и птицеводства в АПК России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сельхознадзор за качеством//Информационный бюллетень МСХ РФ, № 1, 01.02.2021, - С.29
2. Качество хлеба//Информационный бюллетень МСХ РФ, № 2, 2021, С.35.
3. Шаймиев М.Ш. АПК Республики Татарстан в процессе реформирования // Техника и оборудование для села. – 1998, № 11-12, С.2-5.
4. Мазитов Н.К., Сахапов Р.Л., Шарафиев А.З., Отечественная техника и технология ликвидации продовольственной зависимости//Вестник Курганской ГСХА, 2020, № 3(35), - С.76-80.
5. Бледных В.В., Ерохин М.Н., Мазитов Н.К., Рахимов Р.С., Стоян С.В., Хлызов Н.Т., Рахимов И.Р. Комплекс многофункциональных почвообрабатывающих машин «Уралец» // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук – 2008. № 1. – С.57-60.
6. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Мазитов Н.К. Почвообрабатывающая техника: Пути импортозамещения //Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. № 2. – С.37-41.
7. Монография. Мазитов Н.К. Российская прорывная техника и технология производства продукции безопасного жизнеобеспечения//Издание 2-е, дополненное, посвященное 80-летию автора. – М., ООО «Сам Полиграфист», 2020, - 604с.
8. Патент № 205457 РФ, U1 МПКА01В25/00,/Универсальная комбинированная борона//Рахимов Р.С., Ялалетдинов А.Р., Мазитов Н.К., Рахимов И.Р., Ялалетдинов Д.А., Коновалов В.Д., Фетисов Е.О., Рахимжанов А.Р., Выдрина О.С., Пацкань А.Р. Заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Челябинский компрессорный завод» (ООО «ЧКЗ») (RU), заяв. 20.04.2021. Оpub. 15.07.2021. Бюл. № 20. Патент на полезную модель.

RUSSIAN ENVIRONMENTAL ENERGY SAVING COMPLEXES FOR FEED PRODUCTION

Mazitov N.K.,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of

Sciences, Professor of Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia, e-mail:

mazitov.nazib@yandex.ru

Sakhapov R.L.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Head of Department "Road Construction Machines"

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia, e-mail:

rustem@sakhapov.ru

Sibagatullin F.S.,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Biotechnology, Animal Husbandry and Chemistry, Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia, e-mail: [ganiev-](mailto:ganiev-almaz@mail.ru)

almaz@mail.ru

Rakhimov R.S.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Tractors, Agricultural Machinery and Agriculture, South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia, e-mail:

ildarr@bk.ru

Sorokin N.T.

Doctor of Economics, Honored Mechanical Engineer of the Russian Federation, Chief Specialist of FGBNU FNATS VIM,

Moscow, Russia, e-mail: n.Sorokin.vnims13@yandex.ru

Annotation. The permissible ecological cleanliness of products has always been the most important indicator of agricultural production. Over the past thirty years, it has become very alarming, threatening [1,2]. All the authors of this article, scientists from different fields of agricultural science, have been working together on this problem since 1980. The work started at the Tatar Research Institute of Agriculture was embodied in new models of agricultural machinery and equipment in Siberia - Novosibirsk - "Sibselmash" - in Novosibirsk - Sibselmash, creating the first copies of block-modular KBM cultivators capable of creating a seedbed for sowing according to the theory of T.S. Maltsev and conical disc-toothed harrows for aeration treatment of sod of perennial grasses according to the theory of S.P. Smelov, awarded in 1990 the State Prize of the Russian Federation in the field of science and technology and the Government Prize in 2001. The result of this legitimate strategic research and development was a doubling of productivity and yields, a reduction in costs by up to two times or more, and a restriction on the use of chemical fertilizers. Today, these developments are not used in any imported analogue that did not justify its advertising indicators and, moreover, created an artificial drought, an undeniable herbicidal need, unprofitability, and a threat to the life of the nation. The reason is the incompetence of the reformers and some scientists covering their activities representing the interests of the agro-industrial complex in science, skillfully and convincingly varying the high energy saturation, productivity and gross yield of an ecologically low product, including animal husbandry. The presented materials confirm that the work begun in Siberia, in the interests of food independence of Russia, requires widespread implementation [3-7]. Therefore, it is presented at this conference, and the technique is applied from Belarus to Sakhalin.

Key words: moisture accumulation, seedbed, aeration treatment, energy consumption, prime cost.

УДК 631.816.3

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНЕСЕНИЯ В ПОЧВУ ЖИДКИХ ФОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Назаров Н.Н., д-р техн. наук, вед науч. сотр., Некрасова И.В., ст. науч. сотр.,

Аннотация. Рассмотрены вопросы развития направлений технического обеспечения внесения в почву жидких форм минеральных удобрений (ЖМУ) при реализации существующих способов их использования. Установлено, что при создании и совершенствовании технологических машин для реализации этого процесса приоритетной целью является повышение качества распределения – 55 %, повышение эффективности внесения – 27 % и 18 % от анализируемого числа патентов, возрастает значимость снижения энергоемкости процесса.

Ключевые слова. Жидкие минеральные удобрения, внесение, способы, техническое обеспечение.

На текущем этапе функционирования сельское хозяйство использует в основном агротехнологии с невысокими выходными параметрами и экстенсивные по вложению и отдаче знаний, капитала и материальных ресурсов. Степень интенсификации машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, как правило, связывают с объемами использования средств химизации, в первую очередь, с применением минеральных удобрений. В настоящее время удобрения вносятся в ограниченных объемах, в основном в виде урезанных стартовых доз. Это вызвано резким сокращением поставок в технологии возделывания зерновых культур минеральных, в первую очередь азотных, удобрений. В России в настоящее время на 1 га пашни вносится около 26 кг д.в. этих удобрений, практически не обеспечивая даже стартовой дозы для вегетирующих растений, а в Сибирском федеральном округе – не более. Поэтому величина урожая зависит в основном от складывающихся погодных условий и естественного плодородия почв. Все это не позволяет обеспечить хозяйствам устойчивую прибыль, они остаются низкорентабельными или убыточными по экономической результативности.

Вместе с тем в последние годы хозяйства Новосибирской области активно осваивают в растениеводстве интенсивные и нормальные технологии на основе увеличения объемов использования средств химизации. Отмечается возросший интерес сельскохозяйственных производителей Новосибирской области к почвенному внесению жидких удобрений. Так, по данным Минсельхоза НСО использование КАС и ЖКУ увеличилось в 13 раз, с 1088,7 т. в 2018г. до 13339,0 т. в 2020г.

Отмечается отсутствие по ряду позиций техники и оборудования конкурентоспособного отечественного предложения, что не позволяет эффективно реализовать преимущества технологии точного земледелия и вынуждает наиболее «продвинутых» сельхозтоваропроизводителей приобретать импортные системы и сельскохозяйственную технику. Но даже в этом случае в основном выбираются доступные по цене комплектации с минимальными функциями ресурсосбережения и автоматизации технологического процесса. Как пример – цена 9-ти метровой сеялки Амазоне DMC с компьютерным управлением для дифференцированного внесения посевного материала на 3 млн руб. выше, чем без него.

Поэтому требуется разработка и выпуск отечественного технического обеспечения рассматриваемого технологического процесса.

Известно, что в настоящее время внесение в почву различных препаратов (растворов удобрений, микроэлементов, почвенных гербицидов и т.д.) реализуется в следующих способах:

- основное (допосевное, предпосевное);
- внесение основной массы удобрений в почву к севу или посадки;
- строчное (припосевное);

- внесение удобрений во время сева или посадки;
- внесение удобрений в период вегетации растений;
- внекорневая подкормка – подпитка растений растворами удобрений опрыскиванием их надземных частей [1]

С учётом подобной классификации установлено, что внутрипочвенное внесение ЖМУ является преобладающим (более 90% патентов). При этом практически в 50 % целью разработки способов является повышение эффективности внесения ЖМУ, на втором месте – повышение качества распределения ЖМУ – 44%, и лишь в шести процентах изобретений целью является снижение энергоёмкости процесса.

При создании и совершенствовании технологических машин для внесения в почву жидких минеральных удобрений приоритетной целью является повышение качества распределения ЖМУ – 55 %, а повышение эффективности внесения ЖМУ занимает вторую строчку с 27 %, при этом значительно, до 18 % от анализируемого числа патентов, возрастает значимость снижения энергоёмкости процесса. Важно отметить, что аналогичное значение данного показателя наблюдается при патентовании устройств (рабочих органов) и устройств для внесения и дозирования жидких минеральных удобрений – 17 и 16 % соответственно. Но наиболее высокое значение показателя – 81 % имеет цель создания дозирующих устройств жидких минеральных удобрений (рис. 1).

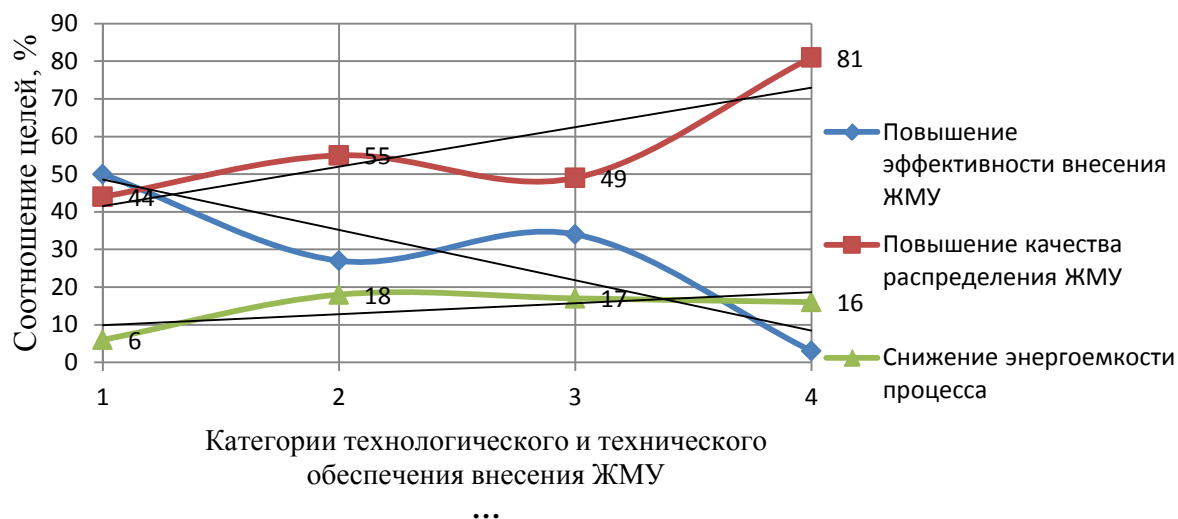


Рис.1 Цели разработки категорий технологического и технического обеспечения внесения в почву ЖМУ и их соотношение

1 - способ внесения ЖМУ; 2 - создание технологических машин; 3 - рабочие органы для внесения ЖМУ; 4 - устройства для дозирования

По способам подачи ЖМУ на обрабатываемую поверхность также имеются значительные расхождения (рис. 2). Практически треть используемых жидких минеральных удобрений вносится в почву струёй под давлением. Значительная доля ЖМУ используется в виде капельно-воздушной смеси, которая подаётся на обрабатываемые участки почвы, при использовании технологических процессов вспашки или культивации. Значительную долю в распределении жидких удобрений занимает их послойное распределение в почве (около 16 %), а также поверхностное распределение с последующей их заделкой в почву (16 – 17 %). Незначительную долю (не более 7 %) занимает использование ЖМУ при посеве зерновых в потоке с семенами.

Обозначенные способы подачи ЖМУ на обрабатываемую поверхность имеют свои преимущества и недостатки. При сплошной обработке почвы и использовании для этих целей культиваторов или плугов отмечается низкая производительность агрегатов, поэтому применение этих технологических машин возможно, например, при посеве зерновых (культиваторные сеялки) с одновременным внесением в почву жидких минеральных

удобрений. При раздельном от посева внесении ЖМУ целесообразно использование комбинированных агрегатов – прицепная цистерна + культиватор, обеспечивающих повышенную производительность технологического процесса.



Рис. 2. Способы подачи ЖМУ на обрабатываемую поверхность

1 – подача в почву в виде струи под давлением; 2 – подача капельно-воздушной смеси в почву под давлением; 3 – многослойное внесение ЖМУ, в том числе с выхлопными газами; 4 – внесение в виде подкормки вегетирующих растений; 5 – поверхностное внесение с последующей заделкой; 6 – внесение ЖМУ в потоке с семенами

Отмечена тенденция внесения жидких препаратов, используемых для подкормки вегетирующих растений точечно под ранее сформированный ряд этих растений. При этом, как правило, машина содержит резервуар для рабочей жидкости, насос, компрессор, трубопроводную запорную, регулировочную и распределяющую арматуру, штангу с рабочими органами, приборы и оборудование управления. Технические решения позволяют дифференцированно вносить в почву жидкие минеральные удобрения с заданной дозой и качеством на каждом элементарном участке поля с повышением эффективности обработки сельскохозяйственных культур, повышением производительности машины и расширением ее технологических возможностей [2] – [6].

Наиболее широкое применение в настоящее время находят напорные схемы дозирования жидкостей. Ведущая роль при этом отводится насосам различного типа, которые являются и источниками напора, и могут выступать в качестве дозирующих устройств: центробежные, шланговые, плунжерные, диафрагменные, поршневые, шестеренчатые. Перечисленные типы насосов имеют свои и преимущества, и недостатки, поэтому их использование возможно только для конкретного технологического процесса с учетом задач, требующих разрешения. Следует отметить при этом, что для реализации некоторых технологических процессов не требуется высокое давление рабочей жидкости, а достаточно 0,2...0,04 МПа.

Установлена тенденция развития комбинированных агрегатов, совмещающих предпосевную обработку почвы, внесение удобрений и посев, оснащение машин бункерами большой вместимости и набором сменных сошников для разных условий работы, применения приборов и устройств, обеспечивающих функциональный контроль и управление основными системами машин для внесения жидких форм минеральных удобрений, при этом реализуются устройства для их бесступенчатого регулирования.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – https://agristo.ru/Catalog/TechMain_Podkorm_Injector.html (дата обращения (31.06.2021)).
2. [Электронный ресурс]. – <https://90zavod.ru/raznoe/razbrasyvatel-udobrenij-zhidkix-mashiny-dlya-vneseniya-udobrenij-klassifikaciya-mashin-sposoby-vneseniya-udobrenij.html> (дата обращения ((дата обращения 28. 04.2021)).

3. [Электронный ресурс]. – <https://studwood.ru/1810781> Технологии и комплексы машин для внесения в почву твердых, пылевидных и жидких минеральных удобрений - Комплексная механизация основного внесения минеральных удобрений с разработкой схемы и расчетом рабочих органов разбрасывателя кузовного типа (studwood.ru) (дата обращения (18.04.2021) (дата обращения (25.04.2021)).

4. [Электронный ресурс]. - <https://yandex.ru/images/search?text=машины> (дата обращения (06.05.2021)).

5. [Электронный ресурс]. – <https://agroserver.ru/b/oborudovanie-dlya-vneseniya-kas-i-zhku-dlya-kultivatorov-1172365.htm> (дата обращения (31.06.2021)).

6. [Электронный ресурс]. – <https://featagro.ru/catalog/posevnyie-kompleksyi/sistemyi-vneseniya-jidkih-udobreniy-FeatAgro-dlya-kombinirovannyih-posevnyih-kompleksov-s-vyisevom-v-diskoviy-soshnik> (дата обращения (31.06.2021)).

THE MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF TECHNICAL SUPPORT FOR THE INTRODUCTION OF LIQUID FORMS OF MINERAL FERTILIZERS INTO THE SOIL

N.N.Nazarov, doctor of Technical Sciences, v.n. s., laboratory of soil treatment and sowing of grain crops, **I.V. Nekrasova**, s. n. s., laboratory of innovation and information activity
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

Abstract. The issues of development of directions of technical support for the introduction of liquid forms of mineral fertilizers into the soil in the implementation of existing methods of their use are considered. It is established that when creating and improving technological machines for the implementation of this process, the priority goal is to improve the quality of distribution - 55%, increase the efficiency of application - 27% and 18% of the analyzed number of patents, the importance of reducing the energy intensity of the process increases.

Keywords: Liquid mineral fertilizers, application, methods, technical support.

УДК 631.17.001.57

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Немцев А.Е., д-р техн. наук, гл. науч. сотр.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия, e-mail:sibime@sfscs.ru

Для устойчивого развития сельскохозяйственного производства и обеспечения продовольственной безопасности страны необходима высокоэффективная система агротехсервиса [1].

Задачей системы агросервиса является обеспечение работоспособности машин и доведение технической готовности машинно-тракторного парка до уровня 0,96-0,98(в напряженные периоды полевых работ) на основе комплексной планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта (ТОР), включающей ремонтно-обслуживающую базу в хозяйствах, районах и областях (краях), прогрессивные технологии, нормативы и другую техническую документацию, квалифицированные кадры, а также оборудование, приборы и средства комплексной механизации и автоматизации процессов

ТОР с применением информационных технологий с учетом требований ресурсосбережения и экологии в ремонтно-обслуживающем производстве.

Рассмотрим некоторые аспекты этой задачи на примере Новосибирской области, Сибирского федерального округа и РФ в целом.

На работоспособность машины, которая зависит от инженерно-технического сервиса (ИТС), оказывают влияние совокупность природно-климатических, производственных и эксплуатационно-технических, организационно-экономических и непосредственно технических факторов.

Системное представление о влиянии различных факторов на эффективность ИТС через работоспособность машины дает морфологическая схема, выходные показатели составляющих которой зависят от множества переменных элементов системы, подвергающиеся воздействию управляемых факторов и параметров окружающей среды (Рисунок 1).

Комплексный анализ факторов, влияющих на эффективность системы ИТС через работоспособность машин позволит сформировать функцию цели – максимум прибыли товаропроизводителей при минимальных суммарных затратах на её построение и связанных с её функционированием при производстве сельскохозяйственной продукции.

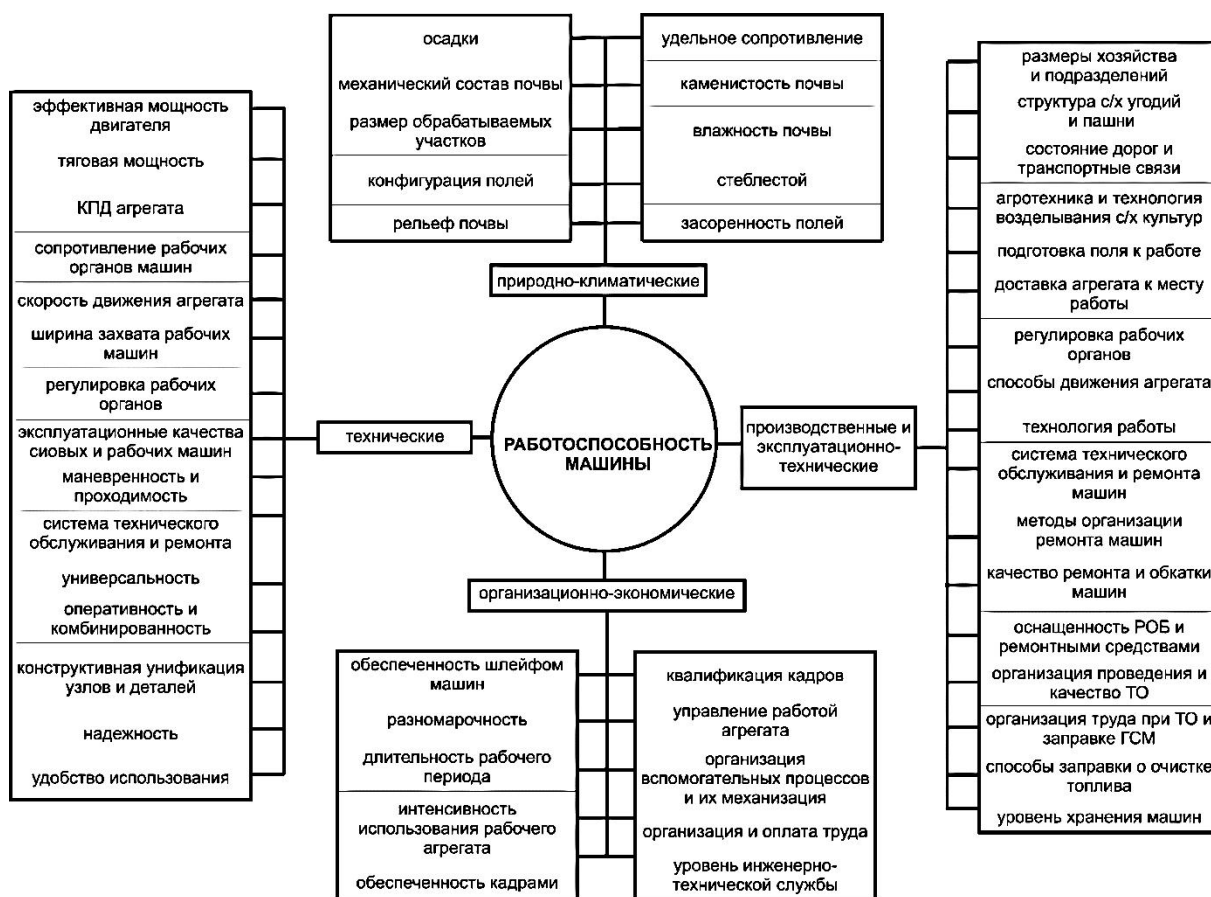


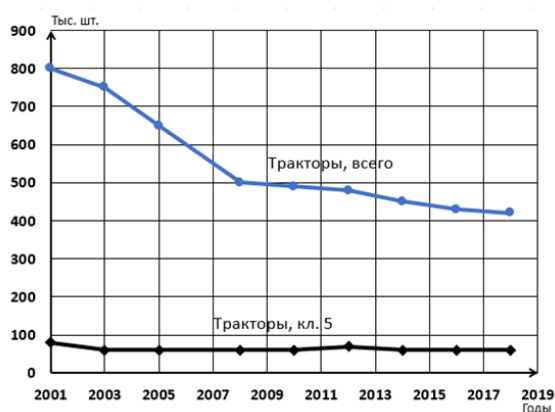
Рисунок 1 – Развернутая схема системообразующих факторов работоспособности машины

Для построения эффективной системы технического сервиса в любом регионе необходима следующая объективная основная информация:

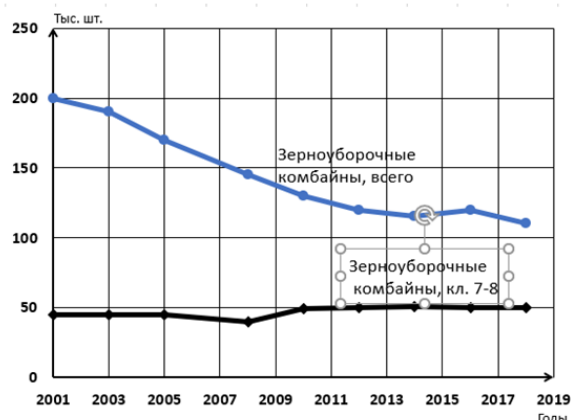
- Площадь пашни и площадь под зерновыми и бобовыми культурами (фактическая и прогнозируемая).
- Наличие техники по маркам, количество.
- Состояние МТП (его возраст, по маркам, в т. ч. за пределами амортизационного срока).

- Состояние инженерной службы (количество и обеспеченность объектами оборудованием, приборами, кадрами).
- Обеспеченность механизаторами.
- Обеспеченность тракторами, зерноуборочными комбайнами и сельскохозяйственными машинами.
- Нагрузка на один трактор, га.
- Нагрузка на один зерноуборочный комбайн, га.
- Энергообеспеченность СХП, в расчете на 100 га посевной площади, л. с.

Приведем информацию ГОСНИТИ в целом по стране (рис. 2; табл. 1, 2) для анализа и сравнения с положением в каждом регионе СФО (по состоянию на 2018 г.).



а)



б)

Рисунок 2 – Наличие машин в АПК РФ

Таблица 1 Структура МТП АПК РФ

Наименование	до 3 лет, в процентах	от 3 до 10 лет, в процентах	более 10 лет, в процентах
Тракторы	12,02	20,49	67,49
Зерноуборочные комбайны	16,11	27,28	56,61
Кормоуборочные комбайны	21,56	31,64	46,8
Свеклоуборочные комбайны	18,5	37,7	43,8

Анализ состояния МТП АПК и инженерной службы

МТП АПК РФ ослаблен количественно и качественно. На 01.01.2018 г. в нем тракторов до 3-х лет – 12%, с 3-х до 10 лет – 20,5%, свыше десяти – 67,5. Комбайнов со сроком службы свыше 10 лет около 50%. Ослаблена и инженерная служба по кадрам, количеству и качеству ремонтно-технологического оборудования.

Затраты на ремонт МТП выросли с 49,5 до 53,3 млрд. руб. У старой техники с неполным сервисом выросло количество и сложность отказов, а производительность упала в 2 раза.

Ежегодно ремонтируют 55-60% парка тракторов и комбайнов. Трудозатраты и стоимость ремонта со старением машин возрастают.

Развитие диагностирования и создание ИЦР позволит несколько снизить их на 7-10% за счет предупредительного диагностирования и инновационного обслуживания МТП.

Таблица 2
Годовые затраты на ремонт машин в АПК РФ (на 2018 г.)

Наименование машины	Затраты, в процентах	Доля ремонта в РТП и заводах, в процентах
Тракторы, всего	46	2,8
в т.ч. класса 5	12,1	8,0
класса 4	7,4	5,0
Грузовые автомобили	10	3,4
Зерноуборочные комбайны	25	2,9
в т.ч. класса 7 - 8	12,5	2,9
Кормоуборочные комбайны	4	2,8
Косилки самоходные	1	6,8
Свеклоуборочные комбайны	1	6,9
Плуги	3	0,5
Сеялки	6	0,6
Культиваторы	4	0,3
Итого	100	3,5

Состояние технического сервиса МТП.

Доля ремонта МТП в РТП и на РМЗ в целом лишь 3,5%, по всем тракторам 2,8%, по тракторам класса 5т и 4т – 8,0% и 5,0%, по комбайнам – 2,9%. ТО ведется слабо.

Отсюда естественно, технический сервис во всем жизненном цикле МТП, как суть инженерной службы АПК, следует расширять.

В первую очередь целесообразно расширять предупредительное и ресурсное диагностирование для устранения повышенного изнашивания машин.

Целесообразно сочетание диагностирования с инновационными формами технического сервиса.

Это возможно силами самих СХП. в МТС, РТП, Центрах высокоресурсного ремонта.

Фундаментальную научную базу в современных технологиях и в разработке технических средств сервиса представляют работы ГНУ ГОСНИТИ, СибИМЭ, ЧИМЭСХ.

Однако в этой сложнейшей для села проблеме пока мало положительных результатов:

- в большинстве хозяйств регионов не налажен в полном объеме фирменный технический сервис;
- для сельских товаропроизводителей автономные структуры технического сервиса из-за недостаточности оборотных средств оказались невостребованными;
- отсутствие системы испытаний и адаптации новшеств для конкретного ремонта;
- низкое качество ТО и ремонта.
- Большая разномарочность техники: в хозяйствах Новосибирской области эксплуатируются тракторы 189 моделей 42 фирм и заводов, в том числе 14 отечественных и

28 дальнего зарубежья, 65 моделей зерноуборочных комбайнов 23 фирм (4 отечественных и 19 зарубежных), ещё больше разномарочность почвообрабатывающих и посевных машин [3].

Аналогичная картина по возрастной структуре МТП, как и в РФ, наблюдается в регионах СФО (табл. 3).

В табл. 4 приведена обеспеченность тракторами на 1000 га пашни в регионах СФО, которая составляет 2-3 шт., а в 1990 г. была 10-12 и в табл.5 она приведена в л.с./100 га. Из-за недостаточной обеспеченности техникой значительно выросла нагрузка на неё (табл. 6) [2], а уборка проводится с большим превышением агротехнических сроков.

В мире нормальным показателем для села считается, когда у крупного хозяйства 18 – 20 тракторов на 1000 га пашни. Хотя в США цифра давно перевалила за 80, в Канаде и Австралии – 50-60, в Германии и Нидерландах вообще более 200 тракторов на 1000 га [4]. В нашей стране, как следует из таблицы 4, всего 2-3, что сказывается на резком сокращении рабочих мест и сложившемся дефиците механизаторов.

Таблица 3

Возрастная структура парка сельскохозяйственной техники
в регионах Сибирского федерального округа, %

Субъект Российской Федерации	Тракторы			Зерноуборочные комбайны		
	до 3-х лет, %	от 3-х до 10 лет, %	более 10 лет, %	до 3-х лет, %	от 3-х до 10 лет, %	более 10 лет, %
Российская Федерация	12,49	27,68	59,83	18,82	36,11	45,07
Сибирский ФО	9,08	23,42	67,50	13,96	35,76	50,28
Республика Алтай	10,14	53,32	36,54	6,78	30,51	62,71
Республика Тыва	5,72	29,52	64,76	10,91	3,64	85,45
Республика Хакасия	13,40	48,05	38,55	9,09	32,20	58,71
Алтайский край	6,44	21,61	71,95	10,57	35,70	53,72
Красноярский край	13,06	24,98	61,96	17,83	35,83	46,35
Иркутская область	14,52	30,50	54,97	14,26	22,58	63,16
Кемеровская область	6,28	18,49	75,23	14,30	39,08	46,62
Новосибирская область	6,96	20,21	72,82	10,90	30,22	58,88
Омская область	10,58	19,26	70,16	18,52	42,82	38,66
Томская область	17,97	34,68	47,34	26,13	34,13	39,74

Таблица 4 Количество тракторов на 1000 га пашни

Субъект Российской Федерации	2017	2018	2019
Сибирский ФО	2,4	2,2	2,1
Республика Алтай	6,0	5,8	5,8
Республика Тыва	6,9	6,8	7,1
Республика Хакасия		1,1	1,0
Алтайский край	2,2	2,1	2,0
Красноярский край	2,3	2,3	2,2
Иркутская область	1,7	1,6	1,5
Кемеровская область	2,1	2,0	1,9
Новосибирская область	2,4	2,4	2,3
Омская область	2,6	2,6	2,5
Томская область	2,7	2,7	2,5

Таблица 5 Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций в регионах Сибирского федерального округа, л.с./100 га.

Субъект Российской Федерации	2018 год	2019 год	+/-
Российская Федерация	149,6	149,0	-0,6
Сибирский ФО	141,8	143,2	1,4
Республика Алтай	161,9	163,8	1,9
Республика Тыва	216,3	157,5	-58,8
Республика Хакасия	94,6	100,5	5,8
Алтайский край	144,2	148,7	4,5
Красноярский край	125,7	122,5	-3,1
Иркутская область	150,6	143,5	-7,1
Кемеровская область	143,8	145,9	2,1
Новосибирская область	133,7	129,8	-3,9
Омская область	152,0	156,0	3,9
Томская область	131,2	132,0	0,8

Таблица 6

Нагрузка на 1 ед. сельскохозяйственной техники в регионах Сибирского федерального округа

Субъект Российской Федерации	Нагрузка на 1 ед. тракторов, га.	Нагрузка на 1 ед. зерноуборочных комбайнов, га.
Российская Федерация	273,1	507,6
Сибирский ФО	356,0	485,4
Республика Алтай	88,6	120,8
Республика Тыва	75,6	259,5
Республика Хакасия	439,5	299,4
Алтайский край	341,7	559,1
Красноярский край	373,8	382,7
Иркутская область	417,3	440,4
Кемеровская область	330,7	473,0
Новосибирская область	369,1	454,0
Омская область	370,5	488,7
Томская область	513,5	403,1

На долю сервисных предприятий в настоящее время приходится 15-20 % работ, остальные работы проводятся в мастерских хозяйств силами механизаторов и инженерных служб СХП. Из более чем 60 поставщиков техники, оборудования и других материально-технических ресурсов, дилеров, технических центров, работающих в Новосибирской области, только единицы соответствуют всему спектру предъявляемых к ним требованиям.

Проблема заключается в отсутствии эффективной инженерной инфраструктуры технического сервиса, в частности, эффективного взаимодействия изготовителей технических средств, производителей с.-х. продукции (и её переработчиков), а также исполнителей услуг технического сервиса.

Для обеспечения работоспособности как старой, так и вновь приобретаемой техники нужна эффективная система технического сервиса, важнейшие составляющие которой приведены на рис. 1. Остановимся на ней более подробно на примере Новосибирской области.

Составной частью любой системы технического сервиса является техническое обслуживание и ремонт (ТОР) – комплекс мероприятий, направленных на поддержание машин и оборудования в постоянной готовности к эффективной эксплуатации.

Техническим сервисным обслуживанием сельских товаропроизводителей в Новосибирской области занимаются «Агроснабтехсервис» и десятки крупных и малых фирм и дилеров, как было указано выше, действия которых пока не скоординированы.

Технический сервис отечественной техники в области проводится на основе планово-предупредительной системы технического обслуживания (ППСТО), согласно которой в определённые сроки выполняют работы, предупреждающие возникновения преждевременных износов и неисправностей.

ППСТО тракторов, комбайнов и сложных сельскохозяйственных машин включает: обкатку, периодические ТО (ТО-1, ТО-2, ТО-3), хранение, технический осмотр и ремонт. По срокам и содержанию ТО тракторов подразделяются на ежесменное, периодическое и сезонное.

Система агротехсервиса области включает 8 технических центров (включая головной), 15 ремонтно-технических предприятия, 21 райагроснаб, торгово-выставочные площадки, магазины – склады и ремонтно-эксплуатационную базу хозяйств.

Хозяйства области располагают 515 центральными ремонтными мастерскими, 520 автомобильными гаражами, 170 пунктами технического обслуживания, 322 машинными дворами.

Существующая система Агротехсервиса представляет комплекс услуг [5]:

- обеспечение товаропроизводителей АПК области материально-техническими ресурсами;
- проведение сервисного гарантийного, послегарантийного, предпродажного технического обслуживания сельскохозяйственной техники;
- лизинговую деятельность на федеральном и региональном уровнях;
- ремонт и восстановление машин, оборудования, агрегатов;
- оказание услуг по техническому обслуживанию и механизации оборудования для животноводства;
- оказание транспортных услуг;
- работы по договорам уборочно-транспортных отрядов в хозяйствах СФО;
- маркетинг, рекламу, дилерское представительство отечественных и зарубежных компаний по продаже и сервисному обслуживанию оборудования;
- дилерскую деятельность;
- создание и организацию технических обменных пунктов;
- коммерческую деятельность (товарообменные операции и реализация сельскохозяйственной продукции);
- создание и развитие оптово-розничной сети.

В своей деятельности «Агроснабтехсервис» руководствуется основным правилом, сформулированным ещё более 40 лет назад Александром Александровичем Ежевским – родоначальником отечественного сельскохозяйственного машиностроения. Звучит оно так: «Вместе с трактором, комбайном или сеялкой крестьянин должен получить полный сервис, плюс информационное обеспечение, плюс агротехнологии». С учётом требований времени, реалий сегодняшнего дня, в области восстановлена единая система, включающая агроснабтехсервис и техсервис сельских товаропроизводителей.

Для любого хозяйства очень удобно всё получить на одном предприятии – технику, запчасти, технологии, консультации специалистов. Особенно важно это в напряжённые периоды проведения работ. Причём, сервисная сеть должна быть максимально приближена к товаропроизводителю.

Технические центры, работающие в области, получают от заводов технику, производят досборку и запуск агрегатов, проводят диагностику, техническое обслуживание и ремонт машин. Имеющиеся в районах розничные магазины – склады обеспечивают хозяйства всем необходимым для эффективного функционирования проданной техники.

Сервисные технические центры включают главный торгово-выставочный центр в р. п. Коченёво.

Всего в техническо-сервисной службе области работает более 50 человек, в ней более 20 мобильных машин техсервиса.

Установлены деловые отношения с рядом компаний, выпускающих технику для АПК, например, с предприятиями «Ростсельмаш», «Воронежсельмаш», «Пёттингер», с Санкт-Петербургским, Тамбовским, Саранским тракторным заводами и рядом других предприятий.

В «Агроснабтехсервисе» создан научно-консультационный центр, через который производится обучение инженерных кадров и реализуются научные разработки в области обеспечения эффективного функционирования техники в АПК.

Импортную технику обслуживает ООО «ЭкоНиваСибирь», которая является одной из лучших организаций по обслуживанию импортной техники, и её опыт заслуживает распространения на всю Новосибирскую область и другие регионы СФО.

В СибИМЭ СФНЦА РАН разработана адаптируемая региональная система обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники на основе сервисных кластеров [6], через параметры которой можно будет влиять на время удовлетворения заявок потребителей на технические услуги, которые для районов и хозяйств находятся в широком диапазоне из-за различных условий и специфики эксплуатации техники.

Например, для районов они варьируются по тракторам от 0,042 до 3,617, по зерноуборочным комбайнам – от 0,251 до 2,664.

К примеру, для хозяйств Коченёвского района: по тракторам от 0,256 до 3,881, по зерноуборочным комбайнам – 0,174 до 3,347. Для хозяйств других районов их значения будут другими.

Коэффициенты спроса на услуги технического сервиса потребителей определяются с учетом объемов выполняемых механизированных работ, интенсивности отказов техники и обеспеченности механизаторами и их квалификации (в районах и в отдельных хозяйствах).

В 2018 г. сотрудниками института издана «Концепция развития системы обеспечения работоспособности мобильных энергетических средств». В ней приведены результаты анализа основных направлений развития системы обеспечения работоспособности мобильных энергетических средств в современных условиях Сибири, которые могут быть применены для субъектов СФО, поскольку они имеют много общего в вопросах обслуживания техники.

Так, например, по аналогии с «Агроснабтехсервисом» Новосибирской области, в Омской области потребности сельскохозяйственных производителей в ресурсах и услугах, которые в настоящее время удовлетворяются не полностью (производственные, сервисные, научно-технические, торговые, снабженческо-сбытовые, финансовые, информационные и правовые) обеспечивают ООО «Корпорация Енисей», с её структурным подразделением ОАО «Семиреченская база снабжения», которая является официальным дилером и сертифицированным техническим центром ООО «Комбайнового завода Ростсельмаш» в городе Омске, ОАО «Карбышевское», ОАО «База снабжения Сибирская», ООО ПСК «Омскдизель». ОАО «База снабжения Агрокомплект».

В других субъектах СФО, как в Новосибирской и Омской областях, имеются свои фирмы и организации по обслуживанию техники.

Список литературы

1. Концепция развития технического сервиса в АПК России на период до 2010 года / ГОСНИТИ – В.К. Черноиванов, А.Э.Северный, В.П. Лялякин и др.; Минсельхоз РФ – Л.С. Орсик, С.А.Горячев. –М., 2003 – 197 с.
2. Грицык В.Ю. Техническая политика в АПК России //Механизация и электрификация сел хоз-ва. – 1995. – №5-6. – С.2-4.
3. Немцев А.Е. Развитие сервиса – основа эффективного использования техники в Сибири / А.Е.Немцев, А.М.Криков // Достижения науки и техники АПК. – 2004. – №10. – С.21-23.
4. Гурдин К. То что в земле, – всегда тайна. – Аргументы недели. – №31 (775) от 11.08.2021. – С.9.
5. Немцев А.Е. Методология формирования системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники: монография А.Е.Немцев, В.В.Коротких; СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. – 208 с.
6. Немцев А.Е., Криков А.М., Коротких В.В., Деменок И.В. Концепция развития системы обеспечения работоспособности мобильных энергетических средств / СибИМЭ СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. – 72 с.

СЕКЦИЯ 1. Машинно-технологическое обеспечение сельхозтоваропроизводителей Сибири

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИ УБОРКЕ ХЛЕБНОЙ МАССЫ ЗЕРНОУБОРОЧНЫМ КОМБАЙНОМ

Байзакова Ж.С. - к.т.н., асс. профессор, Муздыбаева Ш.А. - к.х.н. асс. профессор, Утегалиева Ф.У. - ст. преподаватель, Турсбекова Г.Ж. - ст. преподаватель, Казахстанский Инженерно-Технологический Университет, Республика Казахстан, 050060, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 89/21, email: kazetu2001@gmail.com

Аннотация. Целью исследования являлась повышение эффективности уборки зерновых культур. Задачей нашего исследования являлось - способствовать расширению технологических возможностей распределения хлебной массы по ширине наклонной камеры зерноуборочного комбайна. На основании теоретического обоснования и их технических решений для уборки зерновых сделаны: процесс изменения потерь зерна молотилкой комбайна. Теоретически изучены вероятности обмолота и повреждения зерна ускорителем обмолота нового типа, позволяющие подробно рассматривать процесс обмолота для зерновых культур. Полученные результаты показывали, что обмолот зерна увеличивается за счет равномерного распределения массы.

Ключевые слова: уборка зерновых, ускоритель обмолота, вдоль продольной оси МСУ, дообмолотного распределения, масс зерновых культур, устройства которое установленного наклонной камере зерноуборочного комбайна.

Введение

Охрана окружающей среды направлена на: сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий [1].

При этом пшеница - самая основная продовольственная культура в большинстве стран мира и наиболее важная зерновая культура, дающая почти 30% мирового производства зерна и снабжающая продовольствием более половины населения земного шара. Ее широкая популярность объясняется разносторонним использованием ценного по качеству зерна [2].

Пшеница содержит 11-20% белка, СО-64% крахмала, около 2% жира, минеральные вещества, витамины группы В и РР. Оно идет прежде всего на производство муки, из которой почти повсеместно готовят хлеб, многие другие продукты питания и концентрированный корм для сельскохозяйственных животных и сырье для многих отраслей промышленности.

Сложившаяся ситуация в зерновом хозяйстве республики в целом характеризуется нестабильностью валового сбора зерна, одна из причин - большие потери в процессе уборки. Главными причинами потерь и низкого качества семян являются высокий уровень их травмирования и недомолот, что объясняется недостаточным технологическим и техническим уровнем механизации производства семян.

Проблемы, которые обсуждают ведущие ученые республики, во многом схожи. Так, например, ситуация с недостаточно высокой урожайностью зерновых культур в Казахстане во многом сложилась из-за того, что при технологии уборки и обмолоте зерновых культур допускает значительные количественные и качественные потери. Исследование же качественных потерь зерновых культур проводилось недостаточно, причем каждый качественный показатель изучался без связи с другими для отдельных культур и сортов и чаще для отдельных регионов [3].

Для устранения вышеуказанных недостатков нами предложена усовершенствованная методика для определения коэффициента распределения масс зерновых. Предлагаемая нами методика относится к технике исследования и испытания наклонной камеры нового поколения уборочных машин. В частности к способу определения коэффициента

распределения хлебной массы, связанного с неравномерной загрузкой комбайна по ширине, относится влияние неравномерности на показатели обмолота и сепарации.

Цель исследования - повышение эффективности уборки зерновых культур за счёт дообмолотного распределения масс зерновых культур вдоль продольной оси МСУ комбайна и разработки устройства установленного наклонной камере зерноуборочного комбайна.

Материалы и методы.

Несмотря на достаточно солидный производственный потенциал, уборка зерновых культур зерноуборочными комбайнами в республике не отвечает современным требованиям. Если в целом результат успешного возделывания зерновых культур по ресурсосберегающей технологии зависит от многих факторов, то на последней стадии - уборке, получение качественного урожая во многом предопределяется работой зерноуборочной техники, в особенности, зерноуборочных комбайнов. Можно вырастить хороший урожай и потерять его или ухудшить качество получаемого зерна в целом при уборке. Уборка должна происходить быстро и оперативно, именно такими способами, которые бы обеспечивали самые лучшие показатели качества продукта [4].

По результатам анализа уборочных процессов нами предложена классификация основных направлений увеличения сбора урожая зерновых культур. Предложенные потереснижающие устройства к уборочным машинам обеспечивают дополнительный сбор урожая, снижение трудоемкости производства зерна, повышение качества продукции, сокращение сроков уборки урожая и площади посева зерна, снижение себестоимости послеуборочной обработки продуктов урожая и удельных капитальных вложений, что соответствует требованиям ресурсосберегающей технологии.

Нашей задачей исследования является способствовать расширению технологических возможностей распределения (выравнивания) массы по ширине наклонной камеры за счет эффекта переменного зазора в зоне выбросной кромки наклонной камеры зерноуборочного комбайна [5-7].

Это достигается тем, что в известном ускорителе обмолота уборочной машины, содержащей наклонную камеру с днищем, рабочая поверхность, которой выполнена гофрировано. Причем гофры имеют V и W-образный профиль с непрерывно расположенными растаскивающими ветвями, планчатый транспортер и привод. Здесь одна растаскивающая ветвь выполнена дискретно. Дискретность растаскивающей ветви гофр определяется по формуле:

$$\ell = n (\ell_k + \ell') , \quad (1)$$

где: ℓ – общая длина растаскивающей ветви гофр, мм;

n - количество дискретности, ед.;

ℓ_k - среднеарифметическое значение длины массы, мм;

ℓ' - длина дискретной части гофр, мм.

В зависимости от урожайности, сорта и ломкости массы убираемой культуры длину дискретной части гофр устанавливают равной $\ell' = 2\ell_k$, а при низкоурожайной и слабой ломкости массы равной $\ell' = 3\ell_k$.

В зависимости от нужд хозяйствующих субъектов возможны варианты компоновки днища 2 ускорителя обмолота уборочной машины разными профилями гофр 3. При этом V-образный профиль служит для выравнивания потока массы зерновых (рис. 1).

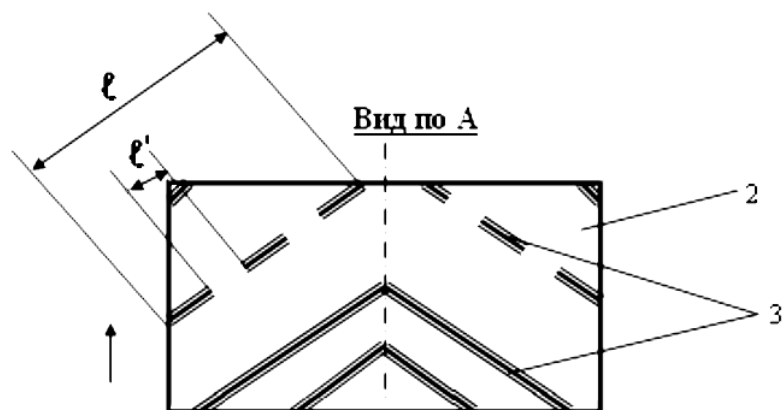


Рисунок 1. V - образный профиль для выравнивания потока сухой короткостебельной массы

W - образный профиль - для выравнивания и частичного обмолота потока массы труднообмолачиваемой культуры (рис. 2).

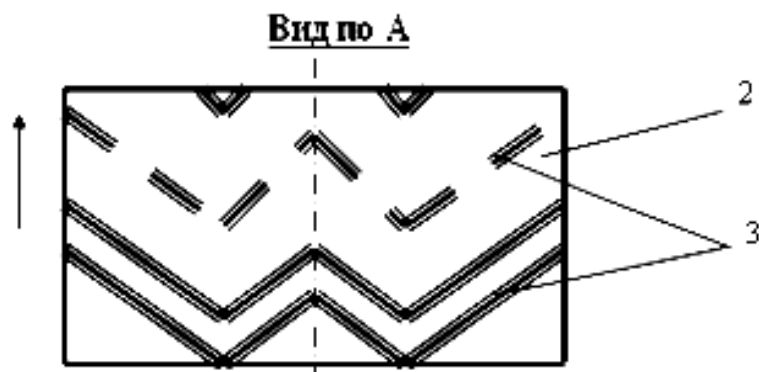


Рисунок 2. W - образный профиль для выравнивания и частичного обмолота потока труднообмолачиваемой массы сухих короткостебельных

Рабочий процесс ускорителя обмолота уборочной машины протекает следующим образом. При прямом комбайнировании исходное состояние массы имеет минимум по толщине в середине потока и максимум по краям. Вследствие того, что верхняя часть гофр выполнена в сторону молотилки, в зависимости от урожайности, сорта и ломкости массы убираемой культуры длину дискретной части гофр устанавливают равной $\ell' = 2\ell_k$, а при низкоурожайной и слабой ломкости массы равной $\ell' = 3\ell_k$. Таким образом, биомасса сухих короткостебельных, поступающая в ускоритель обмолота транспортируется планчатым транспортером 4 в молотилку уборочной машины.

Предлагаемый нами новый тип ускорителя обмолота обеспечивает распределение массы зерновых культур вдоль продольной оси МСУ комбайна, который показан на рис. 4 (Д - травмирование, %, П - потери недомолотом, %) [8].

Использование работы ускорителя обмолота нового типа для зерновых культур приводит к минимальному травмированию зерен и к минимальным потерям недомолотом (рис. 3 г), в то время как использование серийного комбайна без ускорителя обмолота для зерновых культур приводит к максимальному травмированию зерен и к максимальным потерям недомолотом (рис. 3 в). Распределение массы зерновых культур так, как показано на рис. 3 а и б невозможно даже при использовании любого типа зерноуборочного комбайна [9].

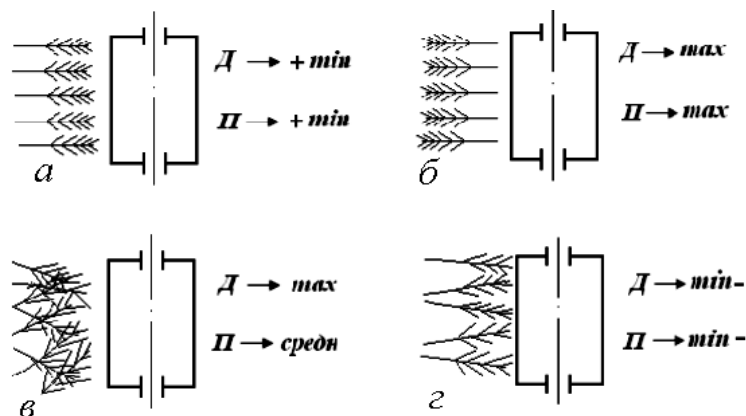


Рисунок. 3. Работа ускорителя обмолота нового типа для зерновых культур

Выводы.

Таким образом, новый тип ускорителя обмолота для зерновых культур позволяет оптимизировать параметры подаваемой на обмолот урожайной массы, что, в свою очередь: улучшает процесс обмолота, сокращает количественные и качественные потери зерна, увеличивает технический ресурс узлов агрегатов зерноуборочного комбайна и создает экономию материальных ресурсов.

При этом на урожайность влияют погодные условия как при созревании, так и во время сбора урожая. Проливные дожди могут сильно осложнить процесс, как и сильные ветра - они приводят к полеглице. Однако в наше время специалистам агрокомплекса доступны технологии, которые позволяют собрать все зерно с полей вне зависимости от условий окружающей среды. Уборка зерна - это только промежуточный этап сбора урожая. За ним идет более важный - сохранение зерна. Его послеуборочное дозревание заканчивается только тогда, когда оно достигнет наивысших качественных показателей.

Список литературы

1. Смирнова Л.Г., Молохова Ю.Н., Михайленко Н.И. Влияние экологических факторов в условиях микрозональности на высоту растений озимой пшеницы. - Реферативный журнал. - 2011.- № 3.- С. 14-16.
2. Чепурин Г.Е. Технологическое обеспечение комбайновой уборки зерновых культур (на примере Западной Сибири). Автореф. Дисс... докт.техн.. наук. – М., 1987 -56 с.
3. Жалнин Э.В., Савченко А.Н. Технологии уборки зерновых комбайновыми агрегатами. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 207с
4. Евразийский патент №002420. ЕАПВ. Способ сбора биологически ценного зерна Жарылкасына и устройства для его осуществления. / Садыков Ж.С.; Опубл. 25.04.2002 г.
5. Байзакова Ж.С. Параметры устройства для нормализации хлебной массы в наклонной камере комбайна перед обмолотом зерновых культур: диссерт. кандидат технических наук: 05.20.01. - Новосибирск: ГНУ СибИМЭ, 2013. - 119 с.
6. Ряднов А.И. Агротехнические решения проблемы уборки зерновых колосовых культур по комплексному критерию эффективности в условиях недостаточного увлажнения: Автореф. Дисс. ... доктора с-х. наук. – Волгоград, 1995, - 46 с.
7. Байзакова Ж.С. К определению качественных показателей работы ускорителя обмолота пшеницы в производственных условиях //Аграрная наука-сельскохозяйственному производству Казахстана, Сибири и Монголий. Труды XII-й Международной научно-практической конференции, Том II. - Шымкент, 2009. 487-490 стр.
8. Байзакова Ж.С. Теоретические предпосылки снижения потерь пшеницы при уборке //Международная научно-практическая конференция “Приоритетное направление по производству и переработке сельскохозяйственной продукции”, посвященная 80-летию академика К.У.Медеубекова – Алматы, 2009г. 415-419 стр.

9. Горский В.Г., Адлер Ю.П., Талалай А.М. Планирование промышленных экспериментов. М.: Металлургия. 1978. 112 с.

Environmental consequences when harvesting grain mass with a combine harvester

Baizakova Zh.S. - Candidate of Technical Sciences, ass. professor, **Muzdybayeva Sh.A.** - Candidate of Technical Sciences ass. professor, **Utegaliyeva F.U.** - senior lecturer, **Tursbekova G.ZH.** - senior lecturer, Kazakhstan University of Engineering and Technology Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty, Al-Farabi Ave.89/21, kazetu2001@gmail.com

Annotation. The aim of the study was to increase the efficiency of harvesting grain crops. The objective of our research was to contribute to the expansion of the technological possibilities of the distribution of bread mass along the width of the inclined chamber of the combine harvester. Based on the theoretical justification and their technical solutions for grain harvesting, the following are made: the process of changing grain losses by the combine thresher. The probabilities of threshing and damage to grain by a new type of threshing accelerator have been theoretically studied, which allow us to consider in detail the threshing process for grain crops. The obtained results showed that the threshing of grain increases due to the uniform distribution of mass.

Keywords: grain harvesting, threshing accelerator, along the longitudinal axis of the MSU, pre-threshing distribution, grain masses, a device installed in the inclined chamber of a combine harvester.

УДК 636.085:66(083.132)

МЕТОДИКА И ПРИМЕР РАСЧЕТА БИОАКТИВАТОРА ЗЕРНА С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЕРЕВОРАЧИВАЮЩЕЙСЯ ЕМКОСТЬЮ

Г.Ф. Бахарев, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., **А.П. Цегельник**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., **Л.И. Дролова**, ст. науч. сотр.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
р.п. Краснообск, Россия, e-mail: baharev50@ngs.ru

Аннотация. Изложена методика и пример расчета биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся емкостью, предназначенного для приготовления биоактивированного зерна овса молодняку КРС (крупного рогатого скота) в количестве 200 голов. Учены специфика разбухания зерна в емкости в течение суточной биоактивации и особенность устройства биоактиватора.

Ключевые слова: биоактивация зерна, 200 голов молодняка КРС, овес, вода, воздух.

Введение

Биоактивация (проращивание, проклеивание) зерна давно применяется на фермах КРС, овце – и свинофермах и повышает продуктивность на 17-20 %. Выполняется вручную с применением стеллажей. Разработанный в СибИМЭ СФНЦА РАН механизированный и автоматизированный способ биоактивации зерна [1] включает следующие операции: загрузку зерна в емкость (барабан) биоактиватора, подачу воды в нее в различных соотношениях к массе зерна, которые зависят от вида зерна (пшеницы, ячменя, овса, гороха и др.), влагонасыщение и проращивание в течение суток с периодическим естественным аэрированием (без компрессора!) путем вращения емкости через каждые 4 часа в течение 1 минуты с частотой вращения до 30 об/мин. Устройство – биоактиватор зерна – для

реализации способа выполнено на базе штурвального бетоносмесителя из существующего типоразмерного ряда по вместимости емкости: 35; 60; 80; 90; 100; 120; 125; 130; 132; 138; 145; 150; 160; 165; 170; 180; 190; 200; 215; 220; 235; 260; 280; 320; 350; 430; 440 и 500 литров.

Однако для приготовления биоктивированного зерна в больших объемах или изготовления биоактиватора не на базе штурвального бетоносмесителя требуется другая конструкция биоактиватора, например, с вертикальной переворачивающейся емкостью [2].

Цель исследования – разработать методику и провести расчет биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся емкостью.

Объект, методика и пример расчета биоактиватора

Биоактиватор зерна с вертикальной переворачивающейся емкостью устроен следующим образом (рис.). Рабочая емкость 3 биоактиватора закреплена на приводном валу 7, про-

ходящему частично внутри емкости. Вал опирается на два подшипниковых узла 8. Привод

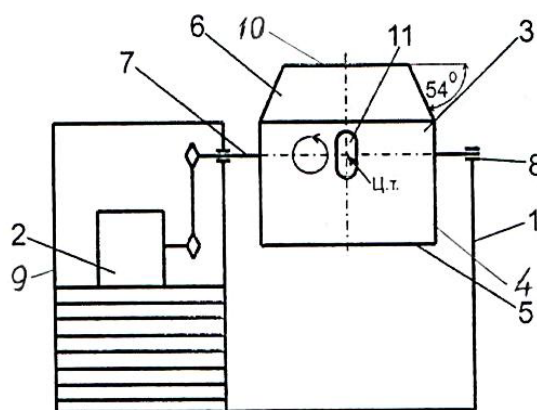


Рис. Схема биоактиватора фуражного зерна с вертикальной переворачивающейся емкостью в положении загрузки зерна и заливки воды где: 1 – рама; 2 – привод (мотор-редуктор, цепная передача, пульт управления с реле времени); 3 – емкость (состоящая из нижней част в виде куба с длиной граней «В», четырех вертикальных граней – 4, дна – 5, и загрузочно-разгрузочной части – 6 в виде усеченной пирамиды высотой «Н₁»); 7 – вал приводной; 8 – подшипниковый узел; 9 – площадка оператора; 10 – герметичная крышка; 11 – смотровое стекло; Ц.т. – центр тяжести емкости, загруженной зерном и водой; 54° – угол наклона стенок загрузочно-разгрузочной части емкости

2 вала состоит из мотор-редуктора, цепной передачи и пульта управления с реле времени для автоматического включения привода, например, на одну минуту каждые 4 часа для периодического перемешивания, смачивания и аэрации зерна. Привод 2 и подшипниковые узлы 8 закреплены на площадке оператора 9 и раме 1.

Особенность работы этого биоактиватора состоит в том, что вертикально стоящая во время загрузки зерна, воды и закрытия герметичной крышки 10 емкость 3 переворачивается при периодическом вращении так, что емкость дном 5 каждые пол оборота располагается то вверх, то вниз. При этом масса зерна разрыхляется, покрывается вся водой, аэрируется естественным образом (не с помощью мощного и шумного компрессора!), а зерна, постепенно разбухая, увеличиваются в объеме в герметичной емкости, создавая повышенное давление воздуха.

Методически расчет биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся емкостью начинается с определения технологических параметров вертикальной рабочей емкости биоактиватора зерна, предназначенного, например, для приготовления биоктивированного овса суточного проращивания молодяку КРС в количестве 200 голов. Данные об объемных массах сухого зерна овса $\gamma_{\text{сух}} = 0,53 \text{ кг/л}$ и биоктивированного $\gamma_{\text{биоакт}} = 0,43 \text{ кг/л}$ получены в лабораторных условиях при биоактивации зерна овса в вертикальной переворачивающейся вручную прозрачной емкости.

1. Для технологии, обслуживающей $N_{\text{гол}} = 200$ голов при суточном рационе $q_{\text{рац}} = 1,5$ кг овса на голову, количество сухого зерна овса Q_z , загружаемого в емкость биоактиватора, составляет $N_{\text{гол}} * q_{\text{рац}} = 200 * 1,5 = 300$ кг.

2. Количество заливаемой в емкость воды Q_v из соотношения зерно овса:вода 1:0,6 равно $0,6 * 300 = 180$ л.

3. Всего в емкость биоактиватора должно загружаться $300 + 180 = 480$ кг зерна и воды. Отсюда объем сухого зерна овса в бункере V_z составит $Q_z / \gamma_{\text{сух}} = 300 / 0,53 = 566$ л., так как заливка зерна водой практически не повышает совместный первоначальный объем с зерном из-за промежутков между зернами. Но через сутки за счет разбухания зерен объем $V_{\text{разбух}}$ увеличится до $(Q_z + Q_v) / \gamma_{\text{биоакт}} = (300 + 180) / 0,43 = 1116$ л.

4. Конструктивный расчет емкости. Принимаем форму вращающейся вертикальной переворачивающейся емкости в виде куба с загрузочно-разгрузочной частью b в виде правильной усеченной пирамиды высотой H_1 (см. рис.). примем длину граней куба $B = 1000$ мм, высоту усеченной пирамиды $H_1 = 500$ мм, угол наклона стенок пирамиды 54° , длину стороны $C = 1000 - 2a$, где a – нижний катет прямоугольного треугольника с углом 54° . У пирамиды из условия $\text{tg } 54^\circ = H_1/a$, $a = H_1 / \text{tg } 54^\circ = 500 / 1,3764 = 363$ мм. Тогда $C = 1000 - 2 * 363 = 274$ мм.

4.1. Объем усеченной пирамиды равен: $V_{\text{пир}} = 1/3(S_1 \cdot H - S_2(H - H_1))$, где S_1 – площадь основания пирамиды, H – высота не усеченной пирамиды, S_2 – площадь верхнего квадрата пирамиды. Считаем в дециметрах, чтобы высчитать объем в литрах: $S_1 = 10 * 10 = 100 \text{ дм}^2$, $S_2 = 2,74 * 2,74 = 7,5 \text{ дм}^2$, $H = 5 * \text{tg } 54^\circ = 5 * 1,3764 = 6,88$ дм, $V_{\text{пир}} = 1/3(100 * 6,88 - 7,5(6,88 - 5)) = 225$ л.

4.2. Общий объем емкости составит $1000 + 225 = 1225$ л, т.е. в него войдет по приведенным выше расчетам 1116 л готового биоактивированного зерна овса и останется еще 109 л.

4.3. Посчитаем массу части емкости, состоящей из сваренных листов металла толщиной 2 мм. Масса пяти квадратных листов шириной 100 см составит: $100 * 100 * 5 * 0,2 * 7,85 \text{ г/см}^3 = 78500$ г или 78,5 кг.

Масса четырех листов – трапеций рассчитана так. Из чертежа (см. рис.) высоту боковой грани трапеции $h_{\text{трап}}$ вычислим из выражения $H_1/h_{\text{трап}} = \sin 54^\circ$, откуда $h_{\text{трап}} = H_1 / \sin 54^\circ = 500 / 0,8090 = 618 \text{ мм} = 61,8 \text{ см}$. Площадь трапеции равна $0,5 h_{\text{трап}} (C + B) = 0,5 * 61,8 (27,4 + 100) = 3936 \text{ см}^2$. Масса четырех одинаковых граней трапеций равна $3936 \text{ см}^2 * 0,2 \text{ см} * 7,85 \text{ г/см}^3 * 4 \text{ шт} = 24722 \text{ г} = 24,72 \text{ кг}$.

Масса сварочных швов катетом 2 равна 4 кг.

4.4. Масса емкости равна $(78,5 + 24,72 + 4) = 107,22$ кг или ~ 107 кг, а с зерном, водой и валом примерно равна $107 + 480 + 28 = 615$ кг. На каждый подшипники буде приложено усилие ориентировочно равное или больше $615 : 2 = 307,5$ кг.

После расчета основных технологических и конструкционных параметров вертикальной емкости проводятся предварительный выбор привода и расчеты основных узлов биоактиватора [3].

1. Мощность привода выбрана по аналогии: барабан штурвального биоактиватора вместимостью 180 литров приводится электродвигателем 0,8 кВт; емкостью 470 л – 1,5 кВт, значит рассчитанная емкость биоактиватора емкостью 1225 л может приводиться двигателем не более 5,5 кВт из соотношений $1225 : 180 = 6,8$ умноженному на 0,8 кВт или $1225 : 470 = 2,5$, умноженному на 1,5. Передаточное отношение привода (редуктора и цепной передачи) $i = 1500 / 30 = 50$. С учетом к.п.д. цепной передачи рассчитывается крутящий момент на валу емкости.

2. Так как емкость расположена близко от подшипников, то изгибающими напряжениями вала пренебрегаем (если касательные напряжения будут намного меньше допускаемых). Конструктивно диаметр вала выбираем равным 60, внутренний диаметр подшипников и конец вала, где установлена звездочка привода – 50 мм. Вал нужно проверить на прочность по допускаемым касательным напряжениям, чтобы они не превышали для

стали Ст 3 40 Н/мм². Вал из металла Ст3 не испытывает кручение, так как приварен внутри емкости, поэтому дополнительного расчета не требуется.

3. Шпоночные соединения рассчитываются на смятие и срез, подшипники – по коэффициенту работоспособности.

4. Материалы рамы и площадки оператора (швеллеры, уголки, листы и др.) выбираются «из конструктивных соображений» по аналогии с известными проверенными решениями.

Выводы

Таким образом, на основании данной методики и примера расчета биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся емкостью на 1225 литров, позволяющей приготовить за сутки биоактивированный овес 200 головам молодняка КРС, можно рассчитывать подобные биоактиваторы зерна с необходимой потребителю вместимостью рабочей емкости.

Список литературы

1. Пат. 2480975 РФ, МПК А01С1/01. Способ биоактивации фуражного зерна и устройство (биоактиватор) для его осуществления / Иванов Н.М., Бахарев Г.Ф., Цегельник А.П., Л.И. Дролова, Емельянова Л.Н. Заявитель и патентообладатель ГНУ СибИМЭ Россельхозакадемии; заявл. 01.06.2011 г. Оpubл. 10.05.13, Бюл. № 13. Патент на изобретение.

2. Патент № 185269 РФ, МПК7 А01С1/02. Биоактиватор фуражного зерна / Бахарев Г.Ф., Цегельник А.П., Дролова Л.И. Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), заявл. 31.07.2018. Оpubл. 29.11.2018, Бюл. № 34. Патент на полезную модель.

3. Устюгов И.И. Детали машин. М.: Высшая школа, 1973. 472 с.

THE METHOD AND EXAMPLE OF CALCULATING THE BIOACTIVATOR OF GRAIN WITH A VERTICAL INVERTING CONTAINER

G. F. Bakharev, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, A. P. Tsegelnik, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, L.I. Drolova, Senior Staff Scientist

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsr, Russia, e-mail: baharev50@ngs.ru

Abstract. *The method and an example of calculating a grain bioactivator with a vertical inverting container intended for the preparation of bioactivated oat grain for young cattle (cattle) in the amount of 200 heads are described. The specifics of grain swelling in the container during daily bioactivation and the peculiarity of the bioactivator device are taken into account.*

Keywords: *bioactivation of grain, 200 heads of young cattle, oats, water, air.*

УДК 631.354.2:631.33.022

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАЗБРАСЫВАНИЯ СОЛОМЫ ЗА ЗЕРНОУБОРОЧНЫМИ КОМБАЙНАМИ

Бурлаков Ю.В. ст. науч. сотр., Чемоданов С.И. ст. науч. сотр.,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
р.п. Краснообск, Россия, e-mail: yura011@yandex.ru

Аннотация. *Разработаны энергосберегающие лопастные и дисковые разбрасывающие устройства к зерноуборочным комбайнам для равномерного распределения незерновой части урожая по поверхности поля без предварительного их измельчения.*

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, разбрасыватель соломы, солома, разбрасывание, равномерность.

Солома – естественный исходный материал для образования гумуса почвы и повышения плодородия почвы. Внесение соломы улучшает физикохимические свойства почвы, уменьшает потери азота и способствует повышению ее биологической активности, в результате чего улучшаются условия питания растений. Поэтому хозяйства, специализирующиеся на возделывании зерновых культур, используют незерновую часть урожая в качестве удобрений путем разбрасывания ее почвообрабатывающими органами по поверхности поля и заделки в почву в послеуборочный или весенний периоды. Солома на поверхности поля оказывает почвозащитный эффект, способствует сохранению влаги и защищает ее от эрозии. В зависимости от урожайности убираемых культур, при комбайновой уборке солому можно разбрасывать по полю как предварительно измельчив, так и без измельчения [1].

Технологический процесс измельчения и разбрасывания соломы по поверхности поля за зерноуборочными комбайнами осуществляется путем навески в задней части комбайнов измельчителей-разбрасывателей. Научно-исследовательские работы по разработке и совершенствованию приспособлений для зерноуборочных комбайнов ведутся с 60-х годов. В разное время в нашей стране выпускались различные универсальные измельчители-разбрасыватели для зерноуборочных комбайнов, позволяющие осуществлять в том числе и многовариантную уборку незерновой части урожая. Были широко распространены следующие измельчители-разбрасыватели соломы и их различные модификации для зерноуборочных комбайнов СК-5 «Нива», СКД-5 «Сибиряк», СК-6 «Колос», СК-6М-1 «Нива-Эффект» и Дон-1500Б: измельчители соломы навесные ИСН-2, ИСН-2-1М, ИСН-3,5А, ИСН-3, ИСН-3У, ИСН-4; измельчитель навесной комбайновый ИНК-3,5; приспособления универсальные навесные ПУН-5, ПУН-5Н, ПУН-6; измельчители-разбрасыватели соломы навесные ИРСН-1200, ИРСН-1500, универсальное приспособление 54-136 и 65-136 [2].

В настоящее время для измельчения и распределения соломы по поверхности поля за зерноуборочными комбайнами выпускаются усовершенствованные и доработанные измельчители соломы навесные ИСН «Торнадо». Например, для зерноуборочных комбайнов «Дон-1500А/Б» выпускается измельчитель соломы навесной ИСН-3М, для зерноуборочных комбайнов «Вектор» - измельчитель соломы навесной ИСН-3В и для комбайнов «Енисей-1200» и СК-5 «Нива» - ИСН-2-1МБ, для зерноуборочного комбайна «Енисей-1200-1М» - измельчитель-разбрасыватель ИСН-2-1МБ. Измельчение соломы – достаточно энергоемкий процесс. Так, для измельчения и разбрасывания соломы за зерноуборочными комбайнами по ширине поля от 4 до 9 метров потребляется мощность от 10 до 17 кВт. Это обусловлено необходимостью поддержания рабочей частоты барабана 2000 об/мин., оборудованного измельчающими ножами от 68 до 88 шт., при этом степень измельчения соломы находится в пределах от 30 до 150 мм [3].

Существуют определённые требования к соломе, распределённой по поверхности поля за зерноуборочными комбайнами, оборудованными измельчителями-разбрасывателями. Так, согласно агротребованиям, массовая доля фракций соломы до 100 мм должна составлять не менее 90%, а доля фракции свыше 15 см не должна превышать 3%. При этом степень измельчения в меньшей мере зависит от типа и конструктивного оформления измельчителя и, в большей степени, от влажности исходного материала [4].

Измельчители-разбрасыватели соломы в различной степени измельчают и разбрасывают солому, как по степени измельчения, так и по равномерности распределения по поверхности поля. Так, при повышении высоты скашивания доля крупной фракции соломы за измельчителем уменьшается, а доля средней и мелкоизмельченной фракции увеличивается. Увеличение рабочей скорости комбайна и высоты среза стеблей приводит к росту длины измельчаемой соломы [5].

Существуют различные варианты утилизации незерновой части урожая путем ее мульчирования: однофазным способом (путем использования навесных измельчителей-разбрасывателей к зерноуборочным комбайнам) или двухфазным путем использования прицепных измельчителей-разбрасывателей соломы из валков, сформированных после зерноуборочных комбайнов. Навесной адаптер снижает потенциальные возможности по производительности зерноуборочных комбайнов. К тому же основной рабочий орган навесного измельчителя для выполнения агротехнических требований имеет максимальную частоту вращения и выступает источником дополнительной вибрации. Использование навесных измельчителей-разбрасывателей к зерноуборочным комбайнам ведёт и к снижению их производительности, увеличению расхода топлива, уменьшению срока эксплуатации, росту затрат на ремонт и повышению эксплуатационных расходов, связанных с закупкой запчастей и техническим обслуживанием, а также с повышением вибрационных нагрузок и, как следствие, повышению степени утомляемости комбайнера. Реализация двухфазного варианта мульчирующей технологии уборки соломы в виде прицепного измельчителя-разбрасывателя, агрегируемого колесным трактором, позволяет существенно упростить технологический процесс, реализуемый зерноуборочным комбайном, а также повысить его производительность и снизить негативную вибрационную нагрузку на комбайнера.

В неблагоприятных сибирских погодных условиях многие хозяйства при уборке часто переходят на высокий срез (до 30 см), тем самым повышая производительность комбайнов на 20-30%. Солома при этом получается меньшей длины и может разбрасываться без дополнительного измельчения. Этот рациональный метод достаточно хорошо обоснован, основывается на срезании верхней, зерносодержащей части зерновой культуры и позволяет существенно сократить подачу соломы в молотильно-сепарирующее устройство и повысить эффективность использования зерноуборочного комбайна [6].

При уборке низкорослых зерновых культур на высоком срезе соломы зерноуборочные комбайны для снижения энергозатрат целесообразно оборудовать дисковыми и лопастными разбрасывателями соломы без измельчения соломы, разработанные СибИМЭ. Разбрасыватели соломы устанавливаются в местах схода соломы с соломотряса (Рис.1 и 2).

Целесообразно использовать разбрасыватели дискового и лопастного типа с зерноуборочными комбайнами, у которых наряду с бильным имеется один или два барабана штифтового или зубового типа, например: «Енисей-970» – с двумя барабанами зубовыми; «Енисей-960» – со вторым барабаном зубовым; «Енисей-952» – с одним барабаном зубовым; «Енисей-956» - со вторым барабаном зубовым; «Енисей-957» - с первым барабаном зубовым; «Енисей-958» – со вторым барабаном штифтовым; «Енисей-959» – с предварительным штифтовым вторым барабаном зубовым; «Агромаш-3121» – с первым барабаном зубовым; «Laverda-M310 MCS Plus – со вторым барабаном штифтовым; «John Deere T550» – со вторым штифтовым барабаном. Солома в этом случае хорошо повреждается зубовыми и штифтовыми рабочими органами и не требуется проводить ее дополнительное измельчение.

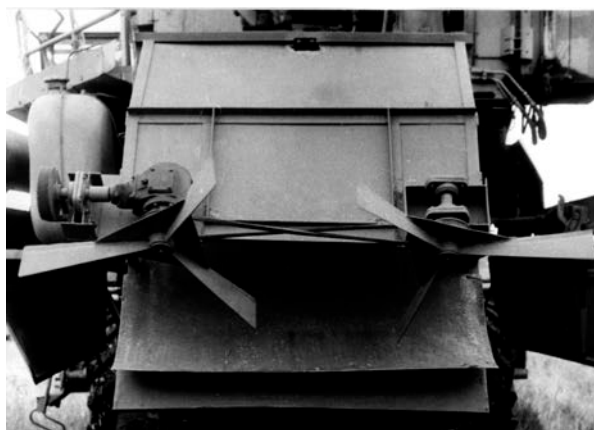


Рис 1. Лопастной разбрасыватель соломы РСЛ-2 установленный на зерноуборочном комбайне «Енисей-1200»



Рис 2. Технологический процесс разбрасывания соломы дисковым разбрасывателем за зерноуборочным комбайном СК-5 «Нива»

Аналогичная ситуация с комбайнами, оборудованными очесывающими жатками, которые оставляют на поверхности поля стеблестой, поврежденный очесывающими гребенками, при этом в молотильное устройство попадает минимальное количество соломы, поэтому использование дисковых и лопастных разбрасывателей в данном случае наиболее целесообразно [7].

Как показала хозяйственная проверка, при уборке зерновых культур с высотой стеблестоя до 1,0 м зерноуборочными комбайнами, оборудованными дисковыми и лопастными разбрасывателями соломы, неравномерность распределения соломы по ширине захвата жатки составляет не более 56%. Неизмельченная солома хорошо заделывается в почву последующей вспашкой поля отвальным плугом [8].

Для нивелирования разнообразных агрометеорологических условий при уборке зерновых культур в плане многовариантности утилизации соломы за зерноуборочными комбайнами позволяет существенно снизить энергозатраты и повысить их производительность.

Процесс измельчения соломы за молотилкой зерноуборочного комбайна перед ее разбрасыванием имеет свои положительные стороны, так как улучшаются условия заделки соломы в почву, однако для реализации потребляется мощность от 10 до 30 кВт, при этом увеличиваются потери за очисткой комбайна и снижается производительность комбайна. К достоинствам разбрасывателей соломы без предварительного измельчения следует отнести их малую энерго- и металлоёмкость, на привод рабочих органов требуется не более 2,5 кВт.

Список литературы

1. Использование соломы на удобрение [Электронный ресурс].- <https://agriecomission.com/base/ispolzovanie-solomy-na-udobrenie>
2. Ягельский М.Ю., Родимцев С.А. Тенденции развития и классификация соломоизмельчителей-разбрасывателей современных зерноуборочных комбайнов / М.Ю. Ягельский, С.А. Родимцев // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. № 3(60). С. 73-87.
3. Измельчитель-разбрасыватель соломы «ТОРНАДО» навесной измельчитель для комбайна ДОН, ВЕКТОР, НИВА, ЕНИСЕЙ, АКРОС и др. [Электронный ресурс].- https://eurotch.ru/tornado/?utm_source=direct_search®ion=Новосибирск&keyword=Измельчитель%20зерноуборочного%20Комбайна&roistat=direct6_search_5044793924_Измельчитель%20зерноуборочного%20Комбайна&roistat_referrer=none&roistat_pos=premium_1&yclid=5097226095345566902.
4. Родимцев С.А. Оценка качества работы измельчителей зерноуборочных комбайнов / М.Ю. Ягельский; Механизация и электрификация животноводства, растениеводства. 2013. №1. С. 24-27.

5. Ловчиков А.П., Ловчиков В.П., Поздеев Е.А. Агротехническая оценка работы измельчителей-разбрасывателей соломы комбайнов при уборке зерновых культур прямым комбайнированием / А.П. Ловчиков, В.П. Ловчиков, Е.А. Поздеев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 55-57.

6. Смолинский С.В. Теоретические предпосылки качественной уборки зерновых культур при высоком срезе стеблей / С.В. Смолинский // В сборнике: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Материалы Международной научно-технической конференции: в 3-х томах. 2014. С. 256-261.

7. Чемоданов С.И. Агротехнологические возможности очёсывающих рабочих органов / С.И. Чемоданов // Актуальные агросистемы. 2019. № 1-2 (62). С. 10-13.

8. Бурлаков Ю.В. Технологический процесс разбрасывания соломы при комбайновой уборке зерновых культур / А.В. Кузнецов, Ю.В. Бурлаков, П.А. Пыльник, Г.В. Сурилова // Механизация, автоматизация и электрификация технологических процессов сельскохозяйственного производства: Сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд-ние. СибИМЭ. Новосибирск, 2000. С. 52-59.

THE USE OF ENERGY-SAVING MEANS FOR SPREADING STRAW BEHIND GRAIN HARVESTERS

Burlakov Y.V., Chemodanov S.I., Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia, yura011@yandex.ru

Abstract. *Energy-saving blade and disc spreading devices for combine harvesters have been developed for the uniform distribution of the non-grain part of the crop over the field surface without their preliminary grinding.*

Keywords: *combine harvester, straw spreader, straw, spreading, uniformity.*

УДК: 631.171:633.1

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Галимов Р.Р., младший научный сотрудник,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
р.п. Краснообск, Россия, e-mail: rufangalimov@yandex.ru

Аннотация. *В данной работе был проведен анализ эффективности проведения кормоуборочных работ кукурузы на силос высокопроизводительными кормоуборочными комбайнами. Был проведен анализ полученных исследовательских данных на заготовке силоса. По полученным данным выявились существенные отличия между расчетной и фактической производительностями высокопроизводительными кормоуборочными комбайнами. По полученным данным следует, что наиболее напряженным звеном является перевозка измельченного растительного сырья от кормоуборочных комбайнов к местам закладки на хранение. Выполнена оценка эффективности работы модели по уборке кормоуборочных культур за счет совершенствования технических средств.*

Ключевые слова: *кормоуборочный комбайн, заготовка кормов, логистика, уборочно-транспортный процесс.*

На осенний период в сельском хозяйстве приходится наибольшие объемы транспортных перевозок во время уборки культур, особенно при уборке кормовых культур. Для организации уборочно-транспортных процессов необходима строгая согласованность транспортного обслуживания с кормоуборочными комбайнами, иначе производительность уборочно-транспортного комплекса снизится из-за случайных колебаний рабочих циклов комбайнов и техники.

При выполнении поставленных задач значительно возрастает роль уборочной техники и технологического транспорта, чтобы своевременно и без потерь, но и с минимальными затратами ресурсов, обеспечить уборку, транспортировку, переработку и хранение продуктов урожая. В разных регионах России из-за ограниченного периода уборки и сроки заготовки грубых кормов, уборки зерна и сенажа совпадают. Это приводит к нехватке транспортных средств и рабочих, особенно операторов.

Большие объемы и жесткие агротехнические условия для проведения кормоуборочных работ в хозяйствах требуют использования высокого уровня техники и персонала.

Резервом увеличения урожайности кормовых культур является сокращение и оптимизация транспортно-уборочных работ путем совершенствования производительности транспортного обслуживания высокопроизводительных кормоуборочных комбайнов путем применения методов позиционирования и логистики.

В настоящее время во многих сельскохозяйственных предприятиях на уборке кукурузы на силос используются современные высокопроизводительные кормоуборочные комбайны с производительностью 45-55 кс/с. Для оптимальной работы данных кормоуборочных комбайнов целесообразно использовать транспортные средства с большой грузоподъемностью [1] или логистическую систему для управления обслуживающих транспортных средств и кормоуборочных комбайнов на поле [2].

В виду несогласованности работ между обслуживающими транспортными средствами и кормоуборочными комбайнами на поле, происходит не производительные пробеги обслуживающих транспортных средств, что ведет к простоям, как кормоуборочных комбайнов, так и обслуживающих транспортных средств.

Актуальность проблемы состоит в том, что в большинстве сельскохозяйственных предприятиях Западной Сибири стоит проблема нехватки и обновления парка транспортных средств, что возможно достичь применением систем мониторинга и позиционирования машин на поле. Данная работа была проведена в сельскохозяйственных предприятиях Ордынского и Каргатского районов.

Целью данной работы является анализ и оценка эффективности работы уборочно-транспортной системы на уборке кукурузы на силос.

Научно-экспериментальные исследования в рамках поставленных задач работы проводились с 2018 по 2020 годы, в сельскохозяйственных предприятиях по Новосибирской области, расположенной на юго-восточной части Западной Сибири. Где проводились исследования на уборке кукурузы на силос с урожайностями от 14 до 45 т/га, с различным парком уборочно-транспортных средств и с разными расстоянием транспортировки зеленой массы (3-15 км). Научно-исследовательские работы проводились в период осенних уборочных работ, при уборке кукурузы на силос. Все опытные данные были получены путем пассивных экспериментальных исследований, а именно с помощью установок ГЛОНАС/GPS навигатора на различные марки высокопроизводительных кормоуборочных комбайнов с различным захватом ширины жатки. Полученные экспериментальные данные обрабатывались с помощью метода статистического обработки. Исследование маршрутов высокопроизводительных кормоуборочных комбайнов проводились на персональном компьютере с помощью программного обеспечения MapSource 6.16.3 и КОМПАС-3D 16v, Microsoft Word 2019 и Excel 2019. Был проведен анализ уборочно-транспортного процесса с различными типами и марками обслуживающих транспортных средств для прямоточных схем взаимодействия уборочно-транспортных машин.

Были проведены расчеты для определения основных значимых факторов, и для определения влияния этих факторов на показатели уборочно-транспортной системы, проводились полевые научно-исследовательские работы.

В Научно-исследовательских экспериментах участвовали следующие марки машин, участвующих на уборочно-транспортном процессе при уборки кукурузы на силос: 1) высокопроизводительные кормоуборочные комбайны (Krone Bix 700, Ягуар 850, Ягуар 840); 2) автомобили (Камаз 4514 + 2ПТС-7, Камаз 55102 + 2ПТС-7, Volvo FMX 8x4) 3) тракторные поезда (МТЗ 82,1 + 2ПТС – 6, МТЗ 82,1 + 2ПТС-4 + 2ПТС-4, МТЗ 2222 + 2ПТС-9 + 2ПТС-6, Massey Ferguson MF 8690 + Fliel-952342, Massey Ferguson MF 8690 + Fliegl-ASW 381, John Deere + Тонар-952342, New Holland T 9.615 + + Fliel-952342,).

Исследование методов уборки кукурузы на силос показал, что эффективность уборочно-транспортного процесса очень сильно зависит от наличия и состояния кормоуборочных комбайнов и состояния обслуживающих транспортных средств, урожайность культуры, агрометеорологических факторов, качества дорожных покрытий и других факторов. Но как показали научно-исследовательские эксперименты на поле, эффективность уборочно-транспортного процесса очень сильно зависит от того как была организована работа кормоуборочных комбайнов и обслуживающих его транспортных средств.

Построение рациональной схемы взаимодействия высокопроизводительных кормоуборочных комбайнов с обслуживающими транспортными средствами во время уборки кукурузы на силос очень сильно влияет на полученную урожайность и на сроки выполнения уборочных работ. Сельскохозяйственные предприятия вынуждены во время уборочных работ привлекать большое количество разномарочной техники и людских ресурсов. При случайном распределении окончания заполнения кузова транспортного средства возникают проблемы, связанные с оптимальной выбора длины гона и прокладки транспортных магистралей на поле.

Результаты научных исследований по сельскохозяйственному предприятию Ордынского района с 2018 по 2019 годы показали, что совершенствование транспортного обслуживания высокопроизводительных кормоуборочных комбайнов все еще является очень актуальной. Так как при анализе полученных исследовательских данных выявились существенные отличия между расчетной и фактической производительностями высокопроизводительными кормоуборочными комбайнами. Например, расчетная производительность кормоуборочного комбайна марки Ягуар 850 с рабочей шириной захвата жатки 4,275 м, при урожайности кукурузы 25 т/га составляет 102,6 т/ч, а так как при анализе хронометражных наблюдениях выявилось, что по факту производительность составляет 60 т/ч.

Это связано с несогласованностью работы между высокопроизводительными кормоуборочными комбайнами и обслуживающими их транспортными средствами и не совершенствованным уровнем организации уборочно-транспортной системы (рис. 1).



Рисунок 1 –Схема траектории движения кормоуборочного комбайна за 2019 г.

В данном хозяйстве не использовали логистически управляемую модель уборочно-транспортного процесса. Что приводило к простоям кормоуборочных комбайнов за счет несогласованности транспортного обеспечения на поле (рис. 1) [3,4,5].

Установлено, что эффективность при транспортном обслуживании кормоуборочных комбайнов при уборке зеленой массы на 19-55% зависит от слаженности работы уборочно-транспортной системы [6]. Проведены расчеты по наибольшему влиянию на функцию отклика (время заполнения кузова транспортного средства). Так на первом месте оказывает фактор грузоподъемность транспортного средства), так как данный фактор по расчету имеет наибольший коэффициент. На втором месте по значимости на отклик имеет фактор урожайности [7, 8].

Необходимо углубленное изучение и выявление закономерностей производительности кормоуборочного комбайна от технологий транспортного обслуживания. Совершенствование системы по обслуживанию кормоуборочных комбайнов во время уборки. Разработка и внедрение экономико-математической модели логистически управляемого уборочно-транспортного процесса.

Список литературы

1. Анализ качества сельскохозяйственной техники по результатам периодических испытаний на МИС за период 2006-2012 гг.: отчет о НИР/ФГБУ «Государственный - испытательный центр»; рук. Горшков М.И.; исполн. Хлепитько М.Н. Солнечногорск, 2013. 66 с.
2. Чепурной А.И. Современные кормоуборочные комбайны и перспективы их развития: Обзорная информ. –М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1989. –56с., 17 ил. – (Сер.2. Сельскохозяйственные машины и орудия: Вып 8).
3. Непарко, Д.А. Кушнер// Современные технологии и комплексы технических средств в сельскохозяйственном производстве: материалы Медунар. науч.-практ. конф., г.Минск, 25-27 мая 2005 г.- Мн.: БГАТУ, 2005. С. 59 – 60.
4. Обеспечение транспортно-технологического обслуживания АПК в Сибирском федеральном округе: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук. Петухов А.С.- Москва, 2016.-34 с.-Библиогр.: с. 29-34
5. Проспект фирмы «Claas» на самоходный кормоуборочный комбайн «JAGUAR» (Германия), 1998г.
6. Galimov R., Maksimovich K., Tikhonovskiy V. Evaluation of combines transport support effectiveness for harvesting silage crops in Western Siberia //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. Vol. 175. P. 05030.
7. Галимов Р. Р., Максимович К.Ю., Тихоновский В.В. и Войнаш С.А. Оценка эффективности работы транспортного обслуживания кормоуборочных комбайнов при уборке кукурузы на силос в условиях Новосибирской области //Тракторы и сельхозмашины. – 2021. – №. 1. – С. 73-80.
8. Галимов Р. Р., Максимович К. Ю. Оценка эффективности работы модели уборки кормовых культур в условиях Западной Сибири //Ползуновский альманах. – 2020. – №. 1. – С. 69-71.

FEATURES OF OPERATION OF HIGH-PERFORMANCE FORAGE HARVESTERS IN THE CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA

Galimov R.R., Junior Researcher

Siberian Federal Scientific Centre of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia, e-mail: rufangalimov@yandex.ru

Abstract. In this paper, an analysis of the efficiency of corn forage harvesting for silage by high-performance forage harvesters was carried out. The analysis of the obtained research data on

the silage harvesting was carried out. According to the data obtained, significant differences were revealed between the calculated and actual productivity of high-performance forage harvesters. According to the data obtained, it follows that the most stressful link is the transportation of crushed plant raw materials from forage harvesters to the places of laying for storage. The efficiency of the model for harvesting forage crops was evaluated due to the improvement of technical means.

Keywords: forage harvester, forage harvesting, logistics, harvesting and transport process.

УДК 631.31:62-50

ПОВЫШЕНИЕ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРУДИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПРОПАШНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

¹В.В. Голдыбан, канд. техн. наук, ¹И.А. Барановский, канд. техн. наук,

²В.И. Ветохин, д-р техн. наук, доцент, профессор

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: labpotato@mail.ru

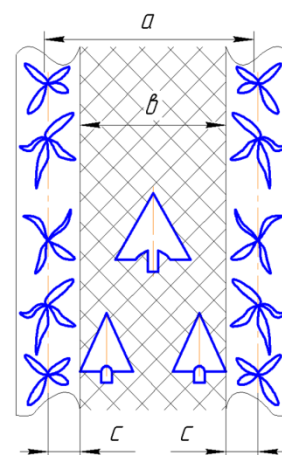
²Полтавский государственный аграрный университет, г. Полтава, Украина, e-mail:

veto.vladim@gmail.com

Аннотация: В статье приводится описание навесной системы для ориентации пропашного культиватора по рядам и его смещение относительно трактора с помощью систем технического зрения и автоматического управления. Предложена система технического зрения, позволяющая на основе использования технологии искусственных нейронных сетей глубокого обучения чётко определять листья сахарной свеклы, а специально разработанный алгоритм выявления центра междурядья направлять подвижную часть культиватора в требуемую сторону для нивелирования неточности хода трактора.

Ключевые слова: междурядная обработка, точное вождение, система распознавания, система управления, защитная зона.

Современное овощеводство предъявляет высокие требования к качеству проводимых сельскохозяйственных мероприятий. При возделывании пропашных культур одна из наиболее ответственных и трудоемких операций – борьба с сорняками в период вегетации. Для этого обычно проводят не менее четырех междурядных обработок. Практика свидетельствует, что в настоящее время при междурядных рыхлениях с защитной зоной в 20 см обрабатывается 54-56 % площади [1-5]. Особенностью первых междурядных обработок является то, что в фазе вилочки или первой пары листьев растения легко повреждаются. Поэтому приходится решать две задачи: обрабатывать междурядья без повреждения культурных растений и бороться с сорной растительностью в зоне ряда. Для решения этих задач необходимо сведение величины защитной зоны (рис. 1) до минимума, возможного по условию допустимых повреждений культурных растений (2-3 см на одну сторону), и выдерживание этой величины с высокой точностью, строго копируя культиватором направления рядков культурных растений [6-7]. Защитная зона представляет собой участок поля слева и справа от ряда, который не обрабатывается



а) размер междурядья;
в) зона обработки; с) ширина
защитной зоны.

Рис. 1. – Схема защитной зоны

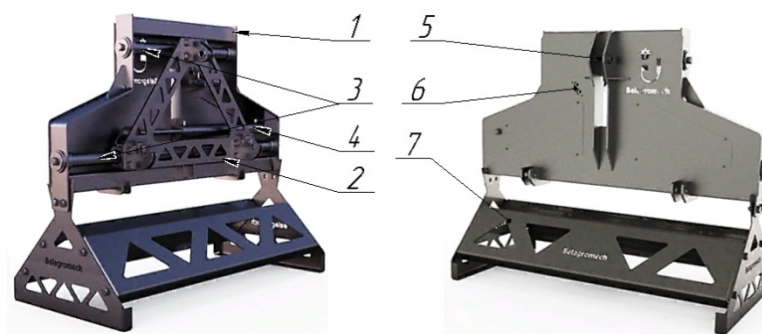
при культивации. Ширина защитной зоны – это расстояние от крайней части рабочего органа, ближе всего расположенного к рядку, до линии рядка (с). При обработке пропашными культиваторами защитная зона составляет 15-20 см. В работе ставится задача за счёт применения систем технического зрения и автоматического управления достигнуть снижения рабочей зоны до 6 см.

С целью повышения качества междурядной обработки лабораторией механизации производства овощей и корнеклубнеплодов РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ГНУ «Объединённый институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» в рамках задания 4.39 «Исследование точности вождения пропашных культиваторов с целью повышения качества междурядных обработок» ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства», 2016–2020 гг., подпрограмма «Механизация и автоматизация процессов в АПК» выполнялась разработка и изготовление автоматической управляемой навесной системы (АУНС) для отслеживания защитной зоны культурных растений при междурядной обработке сахарной свеклы (рис. 2).



Рис. 2. – Автоматическая управляемая навесная система в агрегате с пропашным культиватором (BELAGRO 2021)

АУНС состоит из механической части и аппаратно-программного обеспечения. Механическая часть представляет собой рамную конструкцию с верхней и нижней направляющими, по которым перемещается подвижная рамка с навешиваемым на нее культиватором (рис. 3).



1 – рама; 2 – подвижная треугольная рамка; 3 – направляющие; 4 – гидроцилиндр;
5 – навесная система; 6 – гидрораспределитель; 7 – подставка

Рис. 3. – Компоновочная схема исполнительного механизма

Исполнительный механизм автоматической управляемой навесной системы состоит из неподвижной трапецидальной 1 и подвижной треугольной рамки 2, установленных с возможностью поперечного перемещения относительно друг друга и соединённых между собой в верхней и нижних частях направляющими 3.

Функциональная схема проектируемой системы автоматического управления пропашным культиватором (САУПК) представлена на рисунке 4. На схеме обозначены следующие функциональные блоки: видео камера (ВК), вычислительный модуль (ВМ), преобразователь уровней (ПУ), объект управления (ОУ), оператор (ОП) и сенсорный монитор (СМ). Причём, указанная схема содержит название основных коммуникационных интерфейсов внутри САУПК.

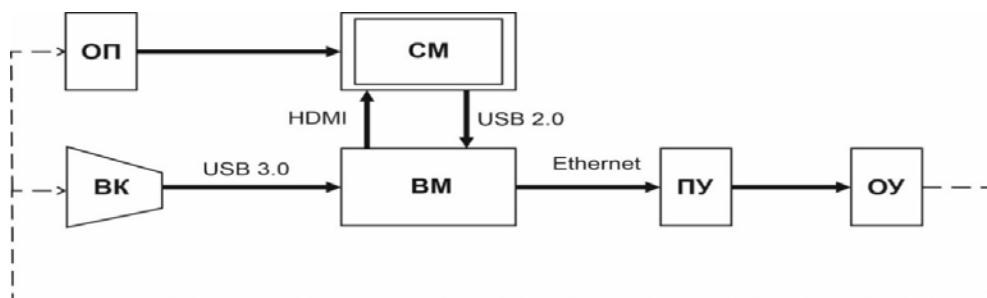


Рис. 4. – Функциональная схема САУПК

В основу работы системы автоматического управления пропашным культиватором положена концепция использования визуальной информации о положении растений в рядке полученной с видеокамеры. Вычислительный модуль на основании полученной видео информации от камеры и заложенной в него логики способен через преобразователь уровней воздействовать на гидравлическую систему объекта управления. Ответная реакция объекта управления сразу передаётся через видео камеру на вычислительный модуль и цикл рабочий повторяется заново. Оператор, которым является механизатор, может самостоятельно влиять на логику работы вычислительного модуля через сенсорный монитор. Под этим понимается установка предварительных параметров алгоритма управления, а также принудительное отключение силовой части объекта управления.

Работа системы технического зрения АУНС основывается на классической схеме обработки цифровых изображений. Благодаря тому, что в АУНС использовались современные устройства захвата видео изображений с помощью камеры, первый этап обработки осуществлялся контроллерами самих устройств.

При работе МТА высота установки камеры относительно поверхности почвы составила $h_m = 1100$ мм, угол наклона камеры по ходу движения трактора $\alpha = 25^\circ$.

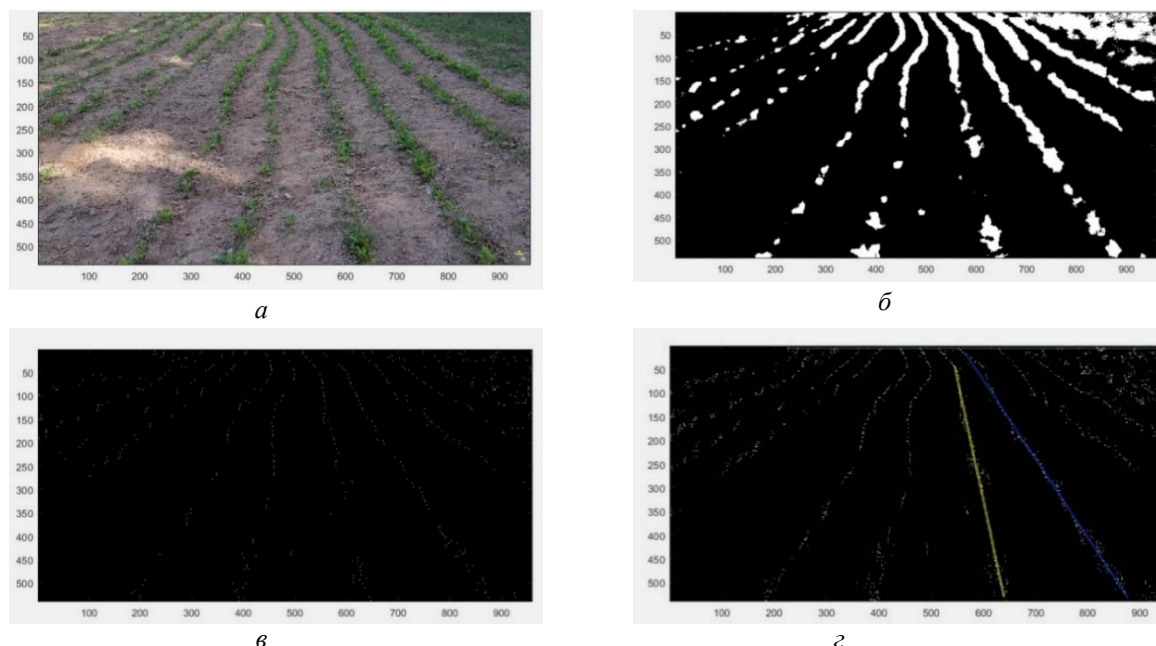
Для проведения исследований по влиянию конструктивных и технологических параметров автоматизированной системы управления на качественные показатели процесса междурядной обработки сахарной свеклы в середине августа, начале сентября были заложены полевые опыты на площади 0,2 га. В качестве семенного материала сахарной свеклы был выбран сорт «Белполь». Посев опытных делянок производился с междурядьем 45 см. Разница в сроках посева опытных делянок составляла 2 недели (рис. 5). Уклон местности земельного участка составил 5° . Земельный участок под опытные делянки выбирался с такой целью, чтобы проверить точность вождения культиватора при его работе на склонах значительной величины.



а – фаза роста 1; б – фаза роста 2; в – фаза роста 3

Рис. 5. – Фаза роста сахарной свеклы в разный период своего развития

Разработанное программное обеспечение системы автоматического управления пропашным культиватором работает на основе алгоритма Хафа [8-9], позволяющего на бинарном изображении определить вероятное расположение линий рядка (рис. 6).



а) исходное цветное изображение; б) бинарное изображение; в) пиксели, соответствующие всем полученным на предыдущем шаге центрам масс выявленных множеств; г) фильтрация полученных отрезков

Рис. 6. – Процесс выделения рядков с помощью алгоритма Хафа

Система технического зрения способна на основе использования технологии искусственных нейронных сетей глубокого обучения чётко определять листья сахарной свеклы, а специально разработанный алгоритм выявления центра междурядья направлять подвижную часть культиватора в требуемую сторону для нивелирования неточности хода трактора.

Заключение.

Результаты испытания проводимых на опытных посевах сахарной свеклы показали, что точность отслеживания защитной зоны растений составила от $\pm 2,0$ см до $\pm 2,3$ см. Кроме того, использование автоматической управляемой навесной системы со скоростью 7,6-7,8 км/ч в контрольных точках показало, что в защитной зоне рядка уничтожалось 91 % сорняков. Что касается повреждения культурных растений в процессе исследований, то повреждаемость находилась в пределах агродопуска 3 %, при условии работы МТА со скоростью, не превышающей 8 км/ч. Повышение скорости МТА свыше 8 км/ч снижает качество междурядной обработки, что сказывается на числе поврежденных культурных растений.

Как показали испытания, АУНС отвечает требованиям эргономики, применение её облегчает труд механизатора, одновременно повышая её производительность, она проста и удобна в эксплуатации, достаточно надежна.

Список литературы

1. Паламорчук В.И. Обработка междурядий с различными защитными зонами. / В.И. Паламорчук // Агротехника. М.: 1986; – С. 28-31.

2. *Аветисян Р.Д.* Исследование устойчивости движения и управляемости культиваторных агрегатов при междурядной обработке пропашных культур на склонах: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01. Ереван, 1974. – 26 с.
3. *Луценко В.П.* Экологически безопасные технологии уничтожения сорняков в защитной зоне пропашных культур / В.П. Луценко, Н.А. Токарев, И.М. Соколова, Т.В. Никитина // К 95-летию ВНИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства. Вестн. РАСХН, 2006; № 5. – С. 70-71.
4. *Бейсеев Х.С.* Поделка и копирование направляющих борозд для культивации сахарной свёклы с малыми защитными зонами: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Алма-Ата, 1984. – 137 с.
5. *Судаченко В.Н.* О совершенствовании устройства для отслеживания защитной зоны культурных растений при междурядной обработке / В.Н. Судаченко, В.В. Козлов // Сборник научных трудов СЗНИИМЭСХ: 2002 Вып. 73. – С. 71-76.
6. Применение направляющих щелей при возделывании сахарной свеклы для управления культиватором: методические рекомендации / В.С. Глуховский, В.Н. Данченко, В.И. Ветохин, К.Н. Якименко и др. НПО «Сахарная свекла»; Черниговский обл. Агропромышленный комитет. Чернигов: Десна, 1987. – 19 с.
7. Агротребования к новым машинам для механизации перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур / И.И. Гуреев, В.П. Дьяков, Г.К. Гребенщиков, С. Дурдыев. – Курск, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2013. - 35 с.
8. What is the best multi-stage architecture for object recognition? / Y. LeCun [et al.] // The 12th Intern. Conf. on Computer Vision, Kyoto, 27 Sept. - 4 Oct. 2009. - Kyoto, 2009. - P. 2146-2153.
9. *Прокопович, Г.А.* Разработка системы технического зрения для сервисного мобильного робота / Г. А. Прокопович // Третий Всерос. науч.-практ. семинар «Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта», Иннополис, 22-23 сент. 2015 г. - Иннополис: Ун-т Иннополис, 2016. - С. 127-136.

INCREASING THE EXCHANGE RATE STABILITY OF THE TOOL WHEN CULTIVATING ROW CROPS

¹**V.V. Goldyban**, PhD in Engineering sciences, ¹**I.A. Baranovsky**, PhD in Engineering sciences

²**V.I. Vetokhin**, Doctor in Engineering sciences, Associate Professor, Professor
¹RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization», Minsk, Republic of Belarus, e-mail: labpotato@mail.ru

²Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine, e-mail: veto.vladim@gmail.com

Abstract: The article describes a mounted system for the orientation of a row-by-row cultivator and its displacement relative to the tractor using technical vision and automatic control systems. A system of technical vision is proposed that allows using the technology of artificial neural networks of deep learning to clearly determine the leaves of sugar beet, and a specially developed algorithm for identifying the center of the row spacing to direct the moving part of the cultivator in the required direction to level the inaccuracy of the tractor stroke.

Keywords: row-to-row processing, precise driving, recognition system, control system, protective zone.

ОСОБЕННОСТИ И СОСТОЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В ХОЗЯЙСТВАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.

Корниенко И.О., старший научный сотрудник,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия,

Аннотация: В статье приведены итоги за 2020 год мониторинга реализации ресурсного потенциала (составляющих роста) эффективности сельскохозяйственного производства, роста производительности труда, социального благополучия в АПК Новосибирской области, определённых Концепцией с целью определения тенденций производственной деятельности, выявления узких мест, в решении которых необходимы согласованные действия науки, власти и производства. Определены основные сдерживающие факторы ускоренной цифровой трансформации сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического и технического прорыва в АПК и пути их решения.

Ключевые слова: цифровое сельское хозяйство, цифровые платформы, мониторинг, сельскохозяйственное производство, ресурсы, техника, сельскохозяйственные машины, производительность, производительность труда, агротехнологии, точное земледелие.

Цифровая платформа «Цифровое сельское хозяйство» интегрированная с цифровыми субплатформами для управления сельским хозяйством на региональном и муниципальном уровнях, предложена МСХ РФ в рамках ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» в 2019 году.

Основная цель – цифровая трансформация сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и роста производительности труда, продуктивности, эффективности производства на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях. С целью сокращения отставания по производительности труда, продуктивности и другим показателям от стран с традиционно развитым сельским хозяйством.

В качестве положительного примера вовлечения регионов в реализацию ведомственного проекта приводится Новосибирская область, Алтайский и Краснодарский края. С точки зрения развития инновационной деятельности в АПК ситуация прогрессирует, но медленно, пока инерционно.

Развитие элементов цифровизации и интеллектуализации позволяет эффективно использовать земельные ресурсы, средства механизации, химизации, селекции, семеноводства, другие составляющие производства, их потенциальные возможности роста продуктивности и эффективности производства.

В 2016-2017 годах Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ) СФНЦА РАН, создав рабочую группу из руководителей и специалистов хозяйств, органов региональной и муниципальной государственной власти, депутатов Законодательного собрания Новосибирской области, предприятий сельхозмашиностроения и технического сервиса, науки, образования, разработал Концепцию программы машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области до 2025 года которая была утверждена НТС МСХ НСО 26 июля 2017 года.

Ежегодно институт проводит мониторинг реализации ресурсного потенциала (составляющих роста) эффективности сельскохозяйственного производства, роста

производительности труда, социального благополучия в АПК Новосибирской области, определённых Концепцией с целью определения тенденций производственной деятельности, выявления узких мест, в решении которых необходимы согласованные действия науки, власти и производства.

Итоги мониторинга показывают, что темпы прироста производства продукции пяти лет свидетельствуют о возможности реального выхода на запланированы Концепцией показатели на 2025 год.

Машинно-технологический комплекс сельского хозяйства Новосибирской области как инновационная база аграрного производства является важнейшей социально-ориентированной производственной системой, которая регулирует объёмы, качество и экономические характеристики конечной сельскохозяйственной продукции и включает в себя агротехнологии производства растениеводческой продукции, выполняемые машинными агрегатами, технические средства, материально-технические ресурсы и инфраструктуру, обеспечивающие работоспособность системы. В сельскохозяйственной науке и практике стали применяться: методы телеметрии, дистанционного контроля, космического и аэронавигационного контроля на основе использования спутниковых систем и беспилотных летательных аппаратов (БЛПА), точного земледелия, робототехники, автоматического вождения с использованием «ГЛОНАС» и «GPS» и др. элементов цифровых технологий.

В последние годы передовые хозяйства области стали уделять внимание внедрению элементов точных технологий при производстве растениеводческой продукции. Сейчас около 10 процентов пашни обрабатываются с применением элементов точного земледелия, которые включают в себя (перечисление ведётся в порядке градации величины освоения на площадях): определение границ и конфигурации полей с использованием спутниковых систем навигации и БЛПА, локальный отбор проб почв, телеметрия производственных процессов, работы машин и агрегатов машин, выдачи и расхода ГСМ, движения зерна дифференцированное использование средств химизации, дифференцированный по площади посев, составление цифровых карт и планирование урожайности, мониторинг состояния посевов с использованием дистанционного зондирования и данных с локальных метеостанций, аэро- или спутниковая фотосъемка, системы параллельного вождения, мониторинг качества урожая, дифференцированная обработка почвы, составление карт электропроводности почв, беспилотная сельскохозяйственная техника, интернет вещей Internet of Things (IoT), анализ "больших данных" (Big Data), искусственный интеллект.

Технология телеметрии позволяет не только вести мониторинг полноты и точности выполнения технологических операций на полях, а также обеспечивать контроль за состоянием и использованием техники, получать запрограммированную дифференцированную урожайность по каждому полю. Вся информация о ходе полевых работ стекается в диспетчерский пункт и отражается на мониторах. Банк информации Big Data и интернет позволяют оперативно принимать наиболее правильное решение.

Агротехнологии производства продукции растениеводства – это комплекс воздействий на биологический объект, в результате которых обеспечивается получение сельскохозяйственной продукции с запроектированными количеством, качеством и экономическими параметрами и который подвержен непредсказуемым природно-климатическим ситуациям, что осложняет формирование цифровых платформенных решений.

Стратегический ресурс повышения производительности труда, который будет формировать рынок сельхозтехники в будущем, - рост энерговооружённости труда и энергообеспеченности в расчёте на гектар пашни. Использование высокопроизводительной, надёжной техники с опциями и электронным программным обеспечением реализации элементов точного земледелия в совокупности с организационными мерами позволит существенно увеличить производительность труда.

Реализовать предлагаемую парадигму автоматизированных систем для мониторинга и управления технологическими процессами, сельскохозяйственными машинами и

оборудованием в растениеводстве с использованием алгоритмов на основе цифровых технологий и функций нейросетевых интеллектуальных систем, комплексная задача в рамках тесного и взаимовыгодного сотрудничества сквозной научно-производственной кооперации: науки, федеральных и региональных органов государственной власти и бизнеса.

Основными сдерживающими факторами ускоренной цифровой трансформации сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического и технического прорыва в АПК являются:

Первый и видимо главный – нет должного поступательного движения в модернизации материально-технической базы сельского хозяйства и системы наполнения субплатформ цифровых технологий. При определённой стабилизации МТП хозяйств области на уровне: 9,5 тысяч тракторов, 3,5 тысячи зерноуборочных комбайнов, 620 кормоуборочных комбайнов, ежегодного приобретения техники на сумму в пределах 8,0 млрд. рублей 70-80% технических средств в хозяйствах морально устарели и приобретаются хозяйствами морально устаревшие машины, не имеющие опций для автоматизации.

Цифровизация без «железа» - профанация. К «железу» кроме датчиков мониторинга, исполнительных механизмов мобильных, сельскохозяйственных машин и оборудования относятся: средства связи, беспилотники, бортовые и сетевые компьютеры, серверы и другие технические и электронные средства и программы.;

Второй – нет системы мер государственной поддержки внедрения точного земледелия по направлениям производственной деятельности, переработки и реализации сельскохозяйственной продукции.

Третий – низкий уровень знаний в области IT – технологий в АПК, отечественных научных сотрудников НИИ, преподавателей аграрных ВУЗов и как следствие почти нет IT-специалистов в хозяйствах. В Новосибирской области прошли переподготовку по направлению точное земледелие 35 человек из 23 хозяйств, что составляет 1,8% к общему количеству хозяйств. Нет отраслевой квазикорпоративной системы знаний.

В новых условиях очевидна востребованность в специалистах новой формации.

Четвёртый – дефицит кадров массовых профессий, главных специалистов и руководителей среднего звена. Анализ качественного состава руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций показывает их невысокую подготовленность к новым инновационным процессам на селе. (около 50% специалистов технологов (агрономы, инженеры, зоотехники, вет. врачи) не имеют высшего образования. В постсоветское время в кадровой политике на селе произошли коренные изменения. В 1990 году в 552 хозяйствах было 9662 технолога с высшим и средне специальным образованием (главных отраслевиков - 1920, в 2016 г. - 872 главных специалистов, в 2020 г. - 685, за 5 лет уменьшилось на 187, в том числе с высшим образованием гл. инженеров уменьшилось на 28 человек, врачей - 62, зоотехников - 27, агрономов - 9). Наличие кадров массовых профессий и главных специалистов технологов приведены в таб.1.

Таблица 1. Наличие кадров главных специалистов и массовых профессий в хозяйствах Новосибирской области

	Расчётная потребность	Имеется всего		Умень- шение	Специалистов с высшим образованием		
	2020 г.	2020 г.	2016 г.		2020 г.	2016 г.	Уменьш.
Гл. инженеров	201	164	221	-57	80	108	-28
Гл. агрономы	182	140	159	-19	110	119	-9
Гл. зоотехников	149	117	193	-76	81	108	- 27
Гл. вет. врачи	153	121	299	-178	81	143	- 62
Всего гл. спец.	686	542	872	-330	352	478	-126
Механизаторов, тыс. чел.		3,4	4,5	-1,1			
Операторов маш. доения		2,8	3,5	-0,7			

Существующая система подготовки, переподготовки и закрепления кадров массовых профессий, специалистов всех уровней не эффективна и не имеет положительных тенденций.

Рассчитывать на значительное увеличение численности и повышение качества знаний и опыта в реализации ИТ – технологий у существующего контингента работников не реально. В перспективе эта проблема должна решаться путём машинной индустриализации, автоматизации, компьютеризации, цифровизации и роботизации производства с оказанием консалтинговых технологических и технических услуг, подготовке специалистов новой формации и созданию условий для работы и жизни на селе.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
2. Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
3. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 года № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы».
5. Ведомственный проект МСХ РФ «Цифровое сельское хозяйство»
6. Мониторинг реализации ресурсного потенциала (составляющих роста) эффективности сельскохозяйственного производства, роста производительности труда, социального благополучия в АПК Новосибирской области, определённых Концепцией Машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области до 2025 года.

УДК 631.362.33

МОБИЛЬНЫЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ ДЛЯ МЕЛКИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ И КРУПНЫХ АГРОХОЛДИНГОВ

Леканов С.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры «Наземные транспортно-технологические системы», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, serrg333@mail.ru

Стрикунов Н.И.

канд. техн. наук, доцент, кафедры «Сельскохозяйственная техника и технологии», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, strikunov555@mail.ru

***Аннотация.** Данные по технико-экономическим показателям различных мобильных агрегатов позволяют товаропроизводителю принимать более правильные и обоснованные решения по выбору наиболее целесообразной модификации агрегата. В работе дано описание технологии и основных компоновочных решений по размещению машин и оборудования на площадке прицепа. Технологические и технические решения в разработанной технологии имеют новизну и защищены патентами РФ.*

Ключевые слова: *мобильный зерноочистительный агрегат, центробежно-воздушный сепаратор, семяочистительная машина, пневмосортировальный стол, семенная фракция*

Введение. Мировой рынок оборудования для очистки зерна и семян оценивался в 394,72 миллиона долларов США в 2020 году и, по прогнозам, к 2028 году достигнет 423,99 миллиона долларов США, при этом среднегодовой темп роста с 2021 по 2028 год составит 3,79% [1]. Ведущие фирмы производители оборудования для очистки зерна и семян: «Petkus» (Германия), «Cimbria» (Дания), «Bühler» (Швейцария), «Alvan Blanch» (Англия), «Carter Day» (США), «Skiold Damas» (Дания), «Denis» (Франция), «Hannaford» (Австралия), «Shijiazhuang Sanli Grain Sorting Machinery Co Ltd» (Китай), «Zanin» (Италия), Akyurek (Турция), «Agrosaw» (Индия), «Семплавакс» (Болгария), «BLOMAR» (Аргентина) и др. Практически все представленные компании выпускают мобильные семяочистительные агрегаты.

В Российской Федерации мобильные зерноочистительные агрегаты имеют богатое прошлое [2] и перспективное будущее. В настоящее время идет процесс становления этого направления. В то же время в Республике Беларусь и на Украине появились уже серийные зерноочистительные агрегаты: мобильная зерноочистительная линия МЗЛ-25/5 «Lileya» фирмы «Амкодор-Агро» и мобильный зерноочищающий завод фирмы «Фадеев Агро» соответственно.

На сегодняшний день готовые решения в области послеуборочной обработки зерна приобретают устойчивый спрос [3-9]. Проектирование технологической линии, закупка машин, транспортного оборудования занимают несколько месяцев, что при нестабильных условиях рынка это может привести к резкому увеличению стоимости разработанного технического решения для конкретного хозяйства.

Отечественная промышленность выпускает сложные и комбинированные зерно-семяочистительные машины (МС-4,5) [10-12]. Однако, это снимает только часть вопросов в очистке зерна. Рациональный выбор машин, входящих в технологию, необходимость расчета транспортного оборудования, а также аспирационных сетей приводит к разработке полноценного проекта на строительство зерноочистительного агрегата.

За последние несколько лет мировыми лидерами в области производства зерноочистительной техники разработан ряд готовых решений, позволяющих резко сократить время ввода в эксплуатацию зерно-семяочистительной линии [13,14].

Основная часть. Технологическая схема мобильного зерноочистительного агрегата представлена на рисунке 1. Агрегат состоит из приемного бункера 1 со скребковым транспортером 21, загрузочной норией 2 с устройством для выделения грубых и крупных примесей 16, центробежно-воздушного сепаратора 3 с осадочной камерой 4 и установленным на ней вентилятором 5, шнека промежуточного 6, норией промежуточной 7, машины вторичной очистки МВУ-1500 8, с воздушно-очистительной частью с первым и вторым пневмоканалами и тремя осадочными камерами 24, 25 и 18, верхнего 28 и нижнего 29 решетных станов, вентилятора 9 и циклона 10, продольного шнека фуражных отходов 11, промежуточного шнека 12, норией заключительной 13, машины окончательной очистки МОС-9Н 14 с вентилятором 15.

В результате модернизации аспирационной системы машины вторичной очистки МВУ-1500 удалось повысить эффективность работы второго аспирационного канала 26 за счёт переустановки клапана послерешётной сепарации 17 и вентилятора 9.

Мобильный агрегат работает таким образом.

На раме грузового прицепа 31, опирающейся на тандемное шасси 32 с прицепным устройством 33 (транспортное средство не показано) смонтировано технологическое оборудование зерноочистительного агрегата и пульт управления 35. Исходный зерновой материал скребковым транспортером 21 из бункера 1 подаётся в загрузочную норию 2, в верхней головке которой размещено устройство 16 для выделения грубых и крупных примесей и в центробежно-воздушный сепаратор 3, где выделяются лёгкие примеси.

Эти примеси поступают в осадочную камеру 4. После предварительной воздушной сепарации, зерновой материал шнеком 6 направляется в промежуточную норию 7, которая подает его на машину МВУ-1500 8 для воздушно-решётной сепарации. Очищенное зерно поступает в промежуточный шнек 12, фуражные отходы шнеком 11 выводятся за пределы мобильного агрегата, а запылённый воздух с помощью вентилятора 9 направляется в циклон 10.

Установленный промежуточный шнек 12 направляет зерновой материал и легкую фракцию третьей осадочной камеры 18 машины вторичной очистки зерна МВУ-1500 (8) в заключительную норию 13 и далее на машину окончательной очистки МОС-9Н 14, оснащенной вентилятором 15.

Все фракции после сортирования на пневмостоле собираются в отдельные накопители (не показаны). Техническое оснащение мобильного зерноочистительного агрегата позволяет повысить качество и увеличить выход семян посевного стандарта.

Установка патрубка 30 в верхней части торцевой стенки канала второй аспирации 26 и размещение клапана 17 позволяют увеличить диапазон регулирования скорости воздушного потока в канале второй аспирации 26, что важно при очистке различных культур.

При очистке семян зерновых культур, когда выход зерна из третьей осадочной камеры 18 объединяется с основным потоком материала, поступающего на окончательную очистку, позволяет повысить выход высокопродуктивных семян, а при очистке семян технических культур, например, подсолнечника, сократить потери семян.

Если требуется изменение технологического процесса, в зависимости от зерна обрабатываемой культуры, в агрегате предусмотрены ряд распределителей: 19, 20 и 22.

Мобильный зерноочистительный агрегат размещен на раме грузового прицепа 31, оснащен тандемным шасси 32 (см. рисунок 2), имеет пульт управления 35. Транспортировка мобильного зерноочистительного агрегата осуществляется посредством прицепного устройства (33). Вентилятор 9 соединен с циклоном 10 посредством воздуховода 34. В транспортном положении прицеп закрыт тентом (не показан).

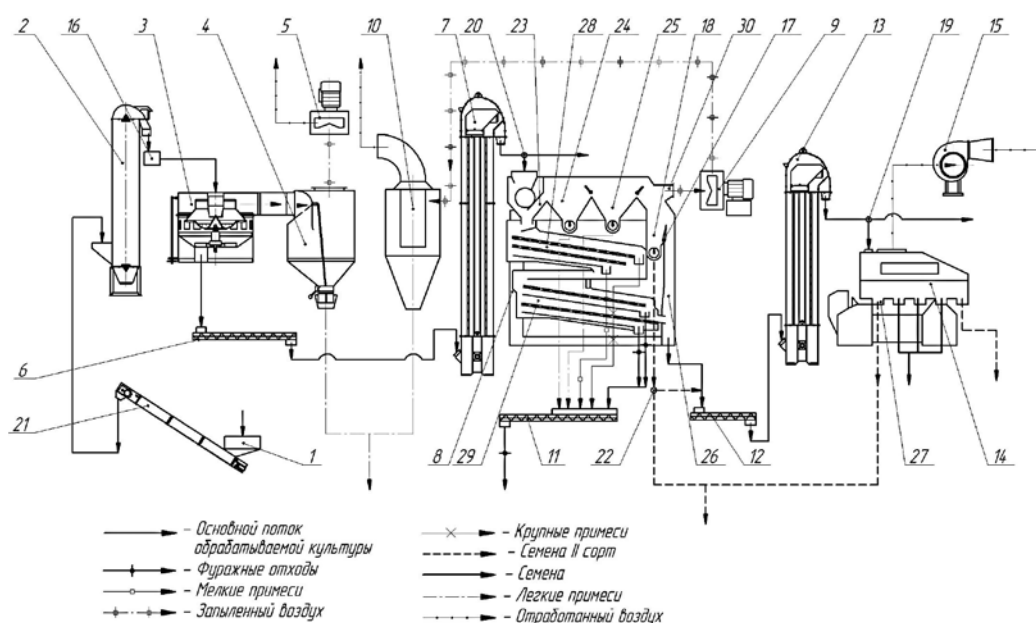


Рис. 1 - Технологическая схема работы мобильного зерноочистительного агрегата

1- приемный бункер; 2- нория загрузочная; 3- центробежно-воздушный сепаратор; 4- осадочная камера; 5- вентилятор; 6- шнек; 7- нория промежуточная; 8- машина вторичной очистки зерна МВУ-1500; 9- вентилятор; 10- циклон; 11- шнек фуражных отходов; 12- промежуточный шнек; 13- заключительная нория; 14- пневмосортировальный стол МОС-9Н; 15- вентилятор; 16- устройство для выделения грубых и крупных примесей; 17- заслонка; 18- третья осадочная камера; 19- клапан-распределитель; 20- клапан-распределитель; 21- скребковый транспортер; 22- клапан-распределитель; 23- канал первой аспирации; 24- первая осадочная

камера; 25- вторая осадочная камера; 26- канал второй аспирации; 27 – патрубок вывода легких фракций машины окончательной очистки МОС-9Н, 28 – первый решетный стан, 29 – второй решетный стан, 30 – патрубок для соединения вентилятора машины вторичной очистки зерна МВУ-1500

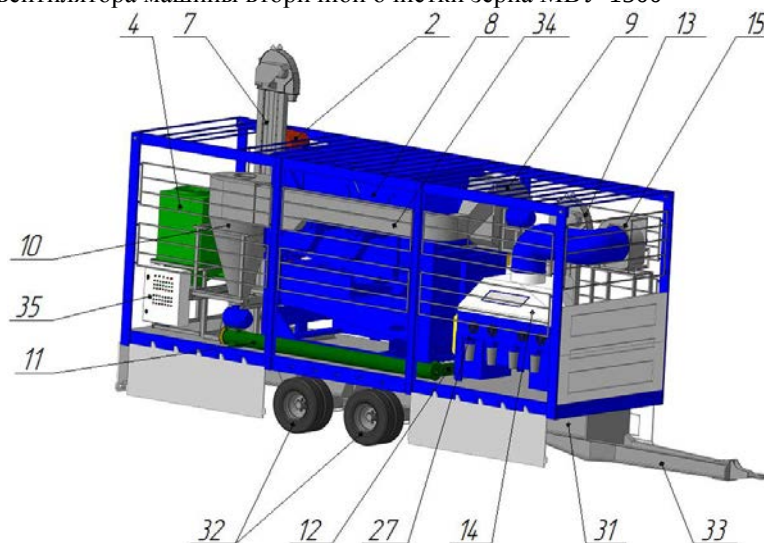


Рис.- Общий вид мобильного зерноочистительного агрегата

2- нория загрузочная; 4- осадочная камера; 7- нория промежуточная; 8- машина вторичной очистки зерна МВУ-1500; 9- вентилятор; 10- циклон; 11- шнек фуражных отходов; 12- промежуточный шнек; 13- заключительная нория; 14- пневмосортировальный стол МОС-9Н; 15- вентилятор; 27 – патрубок вывода легких фракций машины окончательной очистки МОС-9Н, 31- рама грузового прицепа; 32- tandemное шасси; 33- прицепное устройство; 34- воздуховод; 35- пульт управления

Заключение

При сегодняшнем крупномасштабном зерновом производстве, отрасль семеноводства не может развиваться без наличия уникальных технологий.

Появившиеся в последнее время современные зерно-семяочистительные машины позволяют товаропроизводителям при консультационной помощи учёных и специалистов в области послеуборочной обработки зерна анализировать и принимать правильное решение при выборе машин и оборудования для новой технологии.

В настоящее время в ряде зарубежных стран активно ведутся работы по созданию мобильных технологий и технических средств для очистки зерна и семян.

Применение принципа мобильности в процессе разработки технологии и технических средств в представленной зерно-семяочистительной линии лежит в основе ресурсо-энергосберегающего и экологически безопасного зернопроизводства. Основой для создания мобильной технологии явилось появление фермерских хозяйств с малыми посевными площадями.

Представленный мобильный зерноочистительный агрегат разработан впервые в России и защищен патентами РФ на изобретение [15].

Список литературы

1. Global Grain And Seed Cleaning Equipment Market Size By Product Type, By Operation, By End User, By Geographic Scope And Forecast // Statistics Market Research Consulting Pvt Ltd, 2021.- 202 p.
2. Иванов, Н.М. Мобильная техника и технологии для послеуборочной обработки зерна и семян. История развития: учебно-методическое пособие / Н.М. Иванов, Н.И. Стрикунов, С.В. Леканов // РАСХН. Сиб. Отд-ние. СибИМЭ; научн.ред. Н.М. Иванов-Новосибирск.- 2012.- 106 с.
3. Леканов, С. В. Мобильная техника и технологии для послеуборочной обработки зерна и семян. Мобильные зернопогрузчики, зернометатели и протравливатели: учеб.пособие / С.В. Леканов, А.А. Хижников, Н.И. Стрикунов. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2013.- 117 с.

4. Иванов, Н.М. Мобильная техника и технологии для послеуборочной обработки зерна и семян. Мобильные зерноочистительные машины: учебное пособие / Н.М. Иванов, С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов // РАСХН. Сиб. Отд-ние. СибИМЭ; научн.ред. Н.М. Иванов-Новосибирск.- 2013.- 326 с.
5. Леканов, С. В. Мобильная техника и технологии для послеуборочной обработки зерна и семян. Мобильные зерносушилки: учеб.пособие / С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов, Старцева В.В. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2016.- 142 с.
6. Шестаев, А. В. Мобильные технологии послеуборочной обработки зерна и семян / А.В. Шестаев, С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета: сборник научных трудов. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – № 2. – С.34-36.
7. Щербаков, С. С. Мобильная технология очистки семян для хозяйств Алтайского края / С.С. Щербаков, С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета: сборник научных трудов. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – № 2. – С.36-38.
8. Леканов, С. В. Классификация мобильных зерносушилок / С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов, А.С. Руденок // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 27-28 октября 2017 г. / Под ред. к.т.н., доцента С.А. Гончарова; к.ф-м.н., доцента Е.А. Дудник / Рубцовский индустриальный институт. -2017.- С.131-140.
9. Микитюк, М. Е. Выбор рациональной схемы компоновки мобильного зерноочистительного агрегата / М.Е. Микитюк, С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов // Научный журнал «Научно-образовательный потенциал молодежи в решении проблем XXI века». - Ачинск: Краснояр. гос. аграр. ун-т. Ачинский ф-л.- Ачинск, 2018. - С. 127-129.
10. Леканов С.В. Техника и технологии для послеуборочной обработки зерна и семян: рекомендации / С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов.- Барнаул: Изд-во Алт. ИПК АПК, 2019.- 74 с.
11. Леканов С.В. Перспективы послеуборочной очистки зерна и семян / С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов, С.А. Черкашин // Актуальные агросистемы.- 2019.- №1-2. - С. 26-28.
12. Леканов, С. В. Очистка зерна самопередвижными зерноочистительными машинами / С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов, М.Е. Микитюк, Н.М. Чуклин // Молодой ученый. - 2020. - № 49 (339). - С.37-39.
13. Леканов, С. В. Основные направления развития мобильной зерноочистительной техники / С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета.- 2014. - № 6 (116).- С. 120-124.
14. Головин Н.Д. Трансформация мобильных зерноочистительных агрегатов / Н.Д. Головин, С.В. Леканов // Наука и молодежь: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (19–23 апреля 2021 года, г. Барнаул): инженерно-технические науки, в 2 т. / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова; отв. редактор М. В. Гунер. – Барнаул: АлтГТУ.- 2021 – Том 1. – С.204-206.
- 15 Патент России № 2749395 С1 МПК В07В 9/00 (2006.01). Мобильный зерноочистительный агрегат / Леканов С.В., Стрикунов Н.И., Черкашин С.А., Щербаков С.С., Микитюк М.Е. 2020132603; заявл. 01.10.2020; опубл.: 09.06.2021, Бюл. №16.

MOBILE SEED CLEANING UNIT FOR SMALL FARMS AND LARGE AGRICULTURAL HOLDINGS

Lekanov S.V.

PhD (technical sciences), Associate Professor Department "Land Transport and Technological Systems", Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, Russian Federation. I.I. Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, serrg333@mail.ru

Strikunov N.I.

PhD (technical sciences), Associate professor Department "Agricultural machinery and technologies", Altai State Agrarian University, Barnaul, Russian Federation, strikunov555@mail.ru

Abstract. Data on the technical and economic indicators of different mobile units allow the producer to make more correct and grounded decisions on the choice of the most appropriate modification of the unit. The description of the technology and the basic layout solutions for placing the machinery and equipment on the trailer site is given in the work.. Technological and technical solutions in the developed technology are new and are protected by patents of the Russian Federation.

Keywords: mobile seed cleaning unit, centrifugal-air separator, seed cleaning machine, pneumatic sorting table, seed fraction

УДК 621.876

ПОВЫШЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБАЙНОГО ПАРКА В УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Мизанбеков И.Т., докторант

Научный руководитель - к.т.н., Бекбосынов С.Б.

Казахский национальный исследовательский аграрный университет,
г.Алматы, Казахстан, miza-88@mail.ru, serik.bek@bk.ru

Аннотация. Рассмотрена необходимость формирования единого процесса взаимосвязанного воспроизводства в сельском хозяйстве и машиностроении, поступающая высокопроизводительная техника позволит укрепить сельское хозяйство, возросший покупательский спрос явится стимулом эффективного развития предприятий сельскохозяйственного машиностроения. Деятельность «АгромашХолдинг» направлена на изготовлении высокотехнологичной сельскохозяйственной техники для Казахстана, других регионов, осуществляет закупку комбайнов новых моделей, относящихся к эконом-классу, подходящих для небольших хозяйств, располагающих маневренностью, минимальным воздействием на почву. Широко используются зерноуборочные комбайны серии Comia C12. Компания Kazrost Engineering Ltd. осуществляет модернизацию производственной площадки комбайнового завода «Вектор», что позволила выпустить больше единиц сельскохозяйственной техники в год.

Ключевые слова: сельское хозяйство, техника, комбайн, уборка, зерно.

Конкурентоспособность казахстанского продовольствия может быть обеспечена лишь при условии снижения высоких, по мировым стандартам, совокупных издержек в аграрном секторе, что требует существенного подъема уровня технической оснащенности сельского хозяйства.

Для поддержания физически и морально устаревших машин в минимальном рабочем состоянии отвлекаются огромные финансовые средства, превышающие затраты на приобретение новой техники. Материально-вещественная несбалансированность в сельском хозяйстве (т.е. несоответствие марочного и количественного состава используемых технических средств реальным потребностям) в условиях рыночной среды приводит к глубокому технологическому неравновесию между сферами АПК, становится основным источником избыточных затрат при производстве продовольствия и причиной сокращения его объемов.

Кроме того, резкое сокращение спроса на технику со стороны аграрного сектора подрывает адаптационный потенциал машиностроительных предприятий АПК, в которых качественные изменения происходят на фоне сохраняющихся диспропорций между имеющимися крупными производственными мощностями и фактическим уровнем заказов на продукцию.

Интерпретация сдвигов в структуре межотраслевого взаимодействия убеждают, что высокая конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции не может быть достигнута без развития машиностроительного сектора АПК, который выступает единственным внутренним высокотехнологичным ресурсом модернизации аграрного сектора. Фактически речь идет о необходимости формирования единого процесса взаимосвязанного воспроизводства в сельскохозяйственном и машиностроительном секторах АПК, когда поступающая на село высокопроизводительная техника позволит укрепить сельское хозяйство, а возросший покупательский спрос последнего, в свою очередь, явится стимулом ускоренного развития предприятий тракторного и сельскохозяйственного машиностроения(1).

Обеспеченность сельскохозяйственной техникой - главная проблема для реализации концепции устойчивого развития и повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного производства. Поэтому от уровня научно-исследовательских и проектных работ в области сельскохозяйственного машиностроения и применения интенсивных инновационных технологий зависит решение большинства проблем АПК. Главой государства в Послании народу РК поставлена задача в ближайшие пять лет в 2,5 раза увеличить и производительность труда в сельском хозяйстве страны, и экспорт переработанной сельскохозяйственной продукции. Для их решения необходимы разработка техники, соответствующей местным условиям земледелия, разведения животных, применение интегрированных технологий использования источников энергии в аграрном производстве.

Достижение параметров, заложенных в Государственную программу развития АПК РК на 2017 – 2021 годы, напрямую зависит от того, будет ли проведено техническое переоснащение сектора. В настоящий момент превышение нормативного срока эксплуатации по парку тракторов составляет 86%, комбайнов 72%, сеялок 88%, жаток 84%. Это заставляет сельских товаропроизводителей ежегодно нести огромные затраты на капитальный и текущий ремонт парка техники. При этом, темпы обновления при общемировой норме не менее 10% в год в Казахстане составляют: по тракторам - 1,2%, комбайнам - 2,8%, сеялкам - 0,6%, жаткам - 1,6%. Пятилетняя Госпрограмма ставит задачу многократного повышения количества приобретаемой техники и доведения уровня обновления в 2021г. до 18,2% в год(1).

Производительность труда в сельском составляет 1,5 миллиона тенге (в год на каждого, занятого в АПК) и в сельском хозяйстве Казахстана производительность труда остается очень низкой. Если отечественный работник производит сельскохозяйственной продукции на \$3,9 тыс. в год, то во Франции - на \$84,6 тыс., в Австралии - на \$ 52,7 тыс., в Японии - на \$50,7 тыс. - Основная причина низкой производительности труда - в недостаточной технической оснащенности. Согласно данным статистики, удельный вес казахстанских домохозяйств, имеющих в наличии сельскохозяйственную технику, машины и рабочий скот, составляет всего 8,3% от общего числа. По количеству сельскохозяйственных тракторов Казахстан значительно отстает от других стран. На 1 га сельскохозяйственных земель в Казахстане приходится 1 трактор, тогда как в США - 27, в Индии -16, в Бразилии - 11. При этом срок эксплуатации большей части тракторов и комбайнов в РК превышает нормативный срок в 17 лет. А использование изношенных машин приводит к увеличению затрат на ремонт и ГСМ в среднем на 20% и, главное, к недополучению порядка 14% валового сбора урожая.

В динамике обновления техники в стране наблюдается за последний год резкое снижение этих темпов и уровень обновления сократился до 2% при оптимальном показателе

– 6%. Следует отметить, что техническое оснащение аграрного производства и прежде всего сельского хозяйства находится на низком уровне, вследствие этого не может произвести конкурентоспособную продукцию. Например, нагрузка на трактор по Казахстану составляет 102 га, в США - 28, в Германии - 8. По зерновым комбайнам этот показатель соответствует 390; 82 и 67 га. В связи с недостатком техники сельскохозяйственные производители вынуждены сокращать посевные площади, и не используют прогрессивные технологии, что в конечном итоге сокращается производство продукции.

Стратегия должна предусмотреть замену моделей машин, выпускаемых в течение десятков лет, которые к настоящему времени устарели. Необходимо не только преодолеть отставание отечественной техники по ряду показателей, включая параметры надежности, от технического уровня зарубежных аналогов, но и обеспечить выпуск более производительных систем машин, компенсирующих повышенные издержки в сельском хозяйстве республики, вызванные менее благоприятными природно-климатическими условиями производства в силу особенностей географического положения страны(2).

«АгромашХолдинг» фокусируется на изготовлении высокотехнологичной конкурентоспособной сельскохозяйственной техники для Казахстана и других регионов. Компания также является дистрибьютором продукции ОАО «Гомсельмаш», предлагая своим клиентам закупку комбайнов из Республики Беларусь. Основная линейка, доступная сейчас в продаже, называется Essil. Комбайны делаются на базе дизельного двигателя с мощностью от 155 л. с., снабжены барабанным молотильным аппаратом, бункером от 3,2 м², способны обрабатывать 8 километров поля в час.

Основные модели представлены Essil K3C-76, Essil K3C-740, Essil K3C-750 (новая модель с улучшенным режущим аппаратом и трехкаскадной очисткой. Отличается повышенной автоматизацией рабочих процессов); Essil K3C-730 - новая модель, относящаяся к эконом-классу, подходит в использовании в небольших хозяйствах, его отличие в маневренности и минимальным воздействием на почву. Техника производителя характерна стабильным качеством, удобной кабиной и хорошей сепарацией остаточного зерна.

ТОО «Машиностроительный завод «КАЗТЕХМАШ» активно расширяет производство, заключая партнерские соглашения внутри страны и с зарубежными компаниями: сотрудничает с брендом Sampo Asia (Финляндия) и Pronar Asia (Польша). С конвейера сходят зерноуборочные комбайны трех серий: Comia C12. Включает разработки 2018 года как спецтехника, снабженная уникальной системой предварительного обмолота, позволяющей поднять производительность на 20%. Ширина захвата у комбайна 7 метров, мощный двигатель на 300 л. с. соответствует стандартам Евро 4, и эргономика упрощает работу в машине.

Стандартные высокотехнологичные комбайны (SR3085) по цене, окупаемой через 2 года, комбайн подхватывает колосья, не разрушая зерно. Модели отличаются продуманностью от зернового бункера до места для водителя. В серию SR2010 входят уникальные комбайны, предназначенные специально для сборки зерна на небольших селекционных участках они отличаются компактностью и бережным отношением к сырью. Двигатель на 82 л. с. достаточно мощный, справляется со средними нагрузками, зерновой бункер самоочищается, рабочая ширина жатки - от полутора до 2,3 метра(3).

Каждая линейка специфична и заточена под определенные действия и техника описанных производителей заняло немалое место на рынке сельскохозяйственной техники заводы. ТОО «Вектор» в Кокшетау поставляет современную технику для обработки полей. Наиболее известной продукцией бренда признаны модели Acros 530 и Vector 410 KZ.

Компания Kazrost Engineering Ltd провела модернизацию производственной площадки комбайнового завода «Вектор», что позволяет выпускать больше единиц сельскохозяйственной техники в год. Kazrost Engineering Ltd осуществляет производство сельскохозяйственной техники на базе комбайнового завода «Вектор».

Площадь объекта увеличилась на 3000 кв. м., возведён и укомплектован второй цех, что обеспечивает выпуск более 800 единиц техники в год. Новый цех укомплектован всем необходимым оборудованием для производственного процесса – сварочными аппаратами, компрессорами и т.д. Производственная площадка выпускает зерноуборочные комбайны VECTOR 410 KZ и ACROS 550 KZ. бренда «РОСТСЕЛЬМАШ». Kazrost Engineering Ltd занимается производством, сбытом и гарантийным сервисным обслуживанием зерноуборочных самоходных комбайнов, комплектующие завозятся из России, Беларуси (4).

Комбайн CLAAS – LEXION 8000-6000, представляющий новое поколение модели, перед запуском в серийное производство, компания CLAAS в течение 8 лет проводила масштабные практические испытания нового комбайна и всех его систем. Более 6000 моточасов отработали экспериментальные машины в 10 странах мира при самых разных условиях уборки всех основных культур. К примеру, на острове Рюген в Германии убиралась озимая пшеница Tobak с влажностью 17,5% и урожайностью 10,15 т/га. Комбайн вышел на производительность 43,7 т/ч при расходе топлива 15,7 л/га и потерях менее 1%. Еще больший КПД, по сравнению, с предыдущими моделями новому LEXION обеспечивает увеличенная на 10% выходная мощность и сниженный на 10% расход топлива. Модернизированная концепция гибридного молотильно-сепарирующего устройства APS SYNFLOW HYBRID добавила машине 10% к производительности, усовершенствованный соломотряс APS SYNFLOW WALKER превзошел предшественника на 25%, установив рекорд производительности среди данного типа МСУ, доступный ранее только роторным системам.

Экономия топлива на 10% обеспечивает система DYNAMIC POWER, которая адаптирует отбираемую мощность под реальные текущие потребности, увеличивая нагрузку на двигатель до максимума лишь тогда, когда это действительно необходимо, например, при выгрузке зерна из бункера. Мощные LEXION, способные работать с широкозахватными жатками, обладают вместительными бункерами: 13 500 л у моделей 6000-й серии и 18 000 л – у 8000-7000-х серий. Первые способны разгрузиться всего за 75 с, вторые – за 100 с, это сводит до минимума время простоев, однако и предъявляет более высокие требования к организации логистики и своевременной подаче транспортных машин (5).

Солома становится все более востребованным и ценным ресурсом. Поэтому ее заготовка для многих хозяйств становится дополнительным и существенным источником дохода. Устанавливаемая на комбайнах LEXION система CEMOS AUTO CHOPPING оптимизирует качество измельчения и контролирует стабильность процесса резки, с учетом меняющейся влажности и объема поступающей массы.

Вторым важным моментом, который учли разработчики CLAAS, является распределение уже измельченного материала по полю, в зависимости от задач. При использовании системы нулевой обработки почвы измельченная масса благодаря мощному и подстраиваемому под условия работы разбрасывателю распределяется по всей ширине жатки. Электронные датчики корректируют интенсивность и направление метания с учетом рельефа местности и ветра.

Зерноуборочный комбайн LEXION нового поколения собирает широкий диапазон данных об урожае, технических параметрах работы всех систем, геолокации и т.п. Данные через систему TELEMATICS передаются на центральный сервер, доступны для анализа в удаленном режиме авторизованными пользователями. Это позволяет точно документировать результаты выполняемых заданий, фиксировать расход топлива, урожайность, потери и другие экономически значимые параметры и на основании собранных с разных машин данным хозяйство может делать выводы относительно оптимизации всей технологической цепочки(5).

Отслеживает около 50 рабочих настроек комбайна, влияющих на его производительность, расход топлива, качество зерна в бункере, измельченной соломы. Механизатор лишь задает один из целевых параметров, и система регулирует частоту вращения барабанов, величину зазора планки и основной деки в молотильной системе, интенсивность вращения вентиляторов в системе очистки и т.п. Все это снижает рабочую

нагрузку на механизатора, позволяя ему сосредоточиться на выполнении главных агрономических целей его работ.

Возможность тонкой настройки работы всех систем, а также наличие барабана предварительного ускорения гарантируют интенсивный, но при этом и щадящий обмолот, когда одни зерна легко осыпаются, а другим необходимо дополнительное воздействие для освобождения от шелухи.

Важным фактором воздействия на формирование зерна мягкой пшеницы является уборка зерна.

Изучение способов уборки зерна мягкой яровой пшеницы показывает, что, в зависимости от погодных условий, высоты и густоты стеблестоя, засоренности посевов и склонности к осыпанию, распространены два способа уборки: однофазный – прямое комбайнирование; двухфазный – раздельная уборка, при этом применение одного из двух способов уборки зерна пшеницы, обусловлено определенными факторами(6).

Прямое комбайнирование является стандартной технологией уборки зерновых. Преимущество прямого комбайнирования состоит в его большей независимости от погодных условий, в снижении риска уборки, в более высоком качестве обмолота, в меньших затратах энергии и труда и меньшей себестоимости продукции. Особое преимущество прямое комбайнирование имеет при неблагоприятных погодных условиях. Стеблестой после дождей быстрее сохнет, чем в валках. Зерно, убираемое при оптимальной влажности, является хорошо выполненным и имеет высокую всхожесть. Раздельная уборка оправдана только при большой засоренности посева, неравномерном созревании и сильном развитии подгонов, а также при обильном развитии подпокровных культур.

При низкой урожайности можно образовать сдвоенные или даже тройные валки и, тем самым, лучше использовать пропускную способность комбайна. Исследования показывают, что яровая мягкая пшеница сравнительно легко осыпается при созревании, что требует коротких сроков уборки.

По данным «Научно-производственного центра зернового хозяйства им. А.И.Бараева», при планировании технологии уборки важно знать пестроту урожаев в пределах хозяйства. Нельзя оставлять большое количество хлебов в валках на длительную перележку, при перележке зерна в валках 15 дней, даже в относительно благоприятных условиях уборки, резко снижается натура, наблюдается тенденция к снижению стекловидности.

Перележка в валках при ненастной погоде (осадки, высокая относительная влажность воздуха) способствует снижению комплекса товарных и технологических показателей качества урожая: на 8-й день биологические потери составляют 7,2%, на 9-й - 8,8%, на 10 день - 10,2%. Стекловидность снижается на 25-27%, клейковина по качеству может перейти во вторую группу. Поэтому разрыв между двумя основными операциями - свалом и подбором - не должен превышать пяти-шести дней. Подбор и обмолот валков рекомендуется начинать при влажности 17% и ниже».

Для Северного Казахстана наиболее эффективна прогрессивная уборка урожая, которая предусматривает сбор необмолоченного зерна, вывоз на край поля в виде завершенных стогов и обмолот мобильной высокопроизводительной молотилкой или комбайном. Способы уборки не оказывают существенного влияния на содержание белка и количество клейковины, а относительная влажность воздуха в период уборки пшеницы не оказывает особого влияния на физические показатели качества зерна, но заметно отражается на содержании клейковины.

Список литературы

1. Г. А. Иовлев, А. Г. Несговоров, И. И. Голдина Исследование работы и формирование состава уборочно-транспортного комплекса из зерноуборочных комбайнов зарубежного производства.//Сельскохозяйственные машины и технологии -2020 - Том 14, № 4 – С.49-56

2. Ковтунов А.В., Лопатнюк Л.А. Стратегия развития сельскохозяйственных предприятий на основе инновационного потенциала//Исследования, результаты – 2019 - №2(82)- С.367 – 371

3. Усманов А.С., Голиков В.А., Рзалиев А.С. и др. Состояние технического обеспечения агропромышленного комплекса и сельскохозяйственного машиностроения / Научно-аналитический обзор. – Алматы: AD -Time, 2015. - 274 с.

4. Голиков В.А., Усманов А.С., Рзалиев А.С. и др. Система технологий и машин для комплексной механизации растениеводства в Казахстане на период до 2021 года. Рекомендации. - Алматы: AD-Time, 2017. - 128 с.

5. Усманов А.С., Голиков В.А., Рзалиев А.С. и др. Рекомендации по развитию сельскохозяйственного машиностроения Казахстана / Научное издание. - Алматы: AD-Time, 2017. - 310 с.

6. Дзуганов В.Б., Дзуганова М.А. Состояние и оценка развития технической оснащённости АПК региона//Фундаментальные исследования. – 2016. – № 8 (часть 1) – С. 134-138

INCREASING THE USE OF COMBINE HARVESTER FLEET IN GRAIN CROPS HARVESTING

Mizanbekov I.T., PhD student

Supervisor - candidate of technical science, Bekbosynov S.B.

Kazakh National Research Agrarian University,

Almaty, Kazakhstan, miza-88@mail.ru, serik.bek@bk.ru

Abstract: *The necessity of forming a unified process of interrelated reproduction in agriculture and mechanical engineering has been considered, the incoming high-performance equipment will strengthen agriculture, the increased customer demand will stimulate the effective development of agricultural machinery enterprises. “AgromashHolding” activity is focused on production of high-tech agricultural machinery for Kazakhstan, other regions, it buys new economy-class models of harvesters, suitable for small farms, maneuverable, with minimal impact on the soil. Grain harvesters Comia C12 series is widely used. Kazrost Engineering Ltd. is upgrading the production site of the combine plant “Vector”, which allowed producing more units of agricultural machinery per year.*

Key words: *agriculture, machinery, combine harvester, harvesting, grain.*

УДК 631.153.4

К РАСЧЁТУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЁТОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

Назаров Н.Н., д-р техн. наук, вед. науч. сотр., Некрасова И.В., ст. науч. сотр.,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п.

Краснообск, Россия, sibime-nazarov@yandex.ru

Аннотация. *Приведены материалы по комплектованию машинно-тракторных агрегатов по минимизации энергетических затрат на изготовление и эксплуатацию мобильных энергетических средств и технологических машин в технологических картах возделывания сельскохозяйственных культур. Установлено, что целесообразно использование следующих мобильных энергетических средств мощностью до 110 л.с. при бороновании и вспашке:*

Ключевые слова. Машинно-тракторные агрегаты, энергетические затраты, формирование.

Вопросы комплектования машинно-тракторных агрегатов при возделывании сельскохозяйственных культур приобретают в настоящее время особую значимость. Это связано с техническим перевооружением отрасли сельского хозяйства, совершенствованием самой техники, и, связанное с этим её удорожание. Кроме того значительно расширилась номенклатура выпускаемых как мобильных энергетических средств, так и технологических машин, реализуемых в соответствующих технологиях. Всё сказанное ставит перед сельхозтоваропроизводителем задачу по выбору эффективного технического обеспечения технологий возделывания требуемых культур с наименьшими затратами при его эксплуатации.

Основным документом, регламентирующим процесс производства любой сельскохозяйственной культуры является технологическая карта. В ней отражены основные технологические процессы и их составные части, сырье, материалы, техника, машины, оборудование и технологические режимы, необходимые для изготовления изделия время, квалификация работников [1]. Как правило, в преамбуле такого рода технологической карты указывается возделываемая культура, площадь на которой она возделывается, предшественник, планируемая урожайность, при необходимости – норма высева семян. На наш взгляд, было бы целесообразным, расширить представление условий функционирования технологий возделывания усилив его видом агроландшафта, типом почвы, уровнем интенсификации технологии, а также обозначить лимитирующие факторы. Остальные показатели представляются без изменений (таблица).

При расчёте прямых эксплуатационных затрат определяющую роль играют производительность агрегата и цена техники, поскольку эти показатели используются при определении затрат средств на оплату труда обслуживающего персонала и затрат на ремонт и техническое обслуживание приобретённой техники. Для определения минимального уровня прямых эксплуатационных затрат в технологии возделывания сельскохозяйственной культуры требуется неоднократный расчёт при смене как мобильных энергетических средств, так и технологических машин, составляющих агрегат. Поэтому целесообразно на начальном этапе формирования машинно-тракторного агрегата его выбор произвести по минимуму энергетических затрат.

При определении энергозатрат на создание и эксплуатацию мобильных энергетических средств и энергозатрат живого труда исходили из следующего.

Таблица. Форма технологической карты возделывания сельскохозяйственных культур

Агроландшафт – равнинный Предшественник – пар чистый Тип почвы – черноземы выщелоченные и оподзоленные средне- и тяжелосуглинистые Уровень интенсификации технологий – малоинтенсивный					Сорта: Новосибирская 15, Новосибирская 29 Новосибирская 22, Алтайская 92 Урожайность, ц/га: – в благоприятные годы – 40...42 – в неблагоприятные годы – 13...15					Лимитирующие факторы: 1. Несбалансированность азотно-фосфорного питания 2. Дефицит влаги							
Группа норм выработки: пахотные работы – 3, непашотные – 2, уборочные – 3																	
Возделываемая культура																	
Технологические процессы	Характер засоренности полей	Погодные условия, влажность почвы	Ориентировочные сроки выполнения работ	Основные параметры технологических процессов	Состав агрегата		Единица измерения работ	Норма выработки агрегата за смену (8 ч)	Затраты труда на единицу работы, чел.-ч	Удельный расход топлива или эл. энергии □ кг (кВт-ч)	Амортизационные отчисления на 1 ч по трактору	Отчисления на ТО и ремонт на 1 ч работы техники, руб			Удельные эксплуатационные затраты, руб/га	Удельная стоимость технологических материалов, руб/га	Прямые удельные затраты на единицу работы, руб/га
					Трактор	С.-х. маш.						по с.-х. машинам	по трактору	по с.-х. машинам			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Тракторы, автомобили и сельхозмашины являются средствами длительного пользования и переносят свою энергоемкость на продукцию сельского хозяйства в течение всего срока службы, подвергаясь периодически техническим обслуживаниям и ремонтам. При этом расходуются запасные части, ремонтные материалы, электроэнергия и т.д.

Поэтому удельную (в расчете на 1 ч работы) энергоемкость тракторов, технологических машин и сцепок определяют по формулам [2] – [6]:

$$E_m = \frac{M_m \cdot A_m}{100} \left[\frac{a_m}{T_{нт}} + \frac{a_{км} + a_{мм}}{T_{зм}} \right]; \quad (1)$$

$$E_{\text{м}} = \frac{M_{\text{м}} \cdot A_{\text{м}}}{100} \left[\frac{a_{\text{м}}}{T_{\text{нм}}} + \frac{a_{\text{мм}}}{T_{\text{зм}}} \right]; \quad (2)$$

$$E_c = \frac{M_c \cdot A_m}{100} \left[\frac{a_c}{T_{\text{нс}}} + \frac{a_{\text{мс}}}{T_{\text{зс}}} \right], \quad (3)$$

где. E_m , $E_{\text{м}}$, E_c – удельная энергоемкость соответственно тракторов, технологических машин, сцепок в расчете на 1 ч работы, МДж/ч;

a_m , $a_{\text{м}}$, a_c – норматив отчисления на реновацию соответственно тракторов, технологических машин, сцепок, %;

$a_{км}$ – норматив отчислений на капитальный ремонт тракторов, %;

$a_{мм}$, $a_{\text{мм}}$, $a_{\text{мс}}$ – нормативы отчислений соответственно на текущий ремонт, техническое обслуживание и хранение тракторов, технологических машин, сцепок, %;

$T_{нт}$, $T_{\text{нм}}$, $T_{\text{нс}}$ – нормативная годовая загрузка соответственно тракторов, технологических машин, сцепок, ч;

$T_{зм}$, $T_{\text{зм}}$, $T_{\text{зс}}$ – зональная годовая загрузка соответственно тракторов, технологических машин, сцепок, ч.

Нормативы годовой загрузки, отчислений на реновацию, капитальный и текущий ремонты, техническое обслуживание и хранение сельскохозяйственной техники взяты из [7]. При этом энергетический эквивалент 1 кг физической массы тракторов и автомобилей принят на уровне 142,2 МДж, сельскохозяйственных машин — 116,1.

Энергозатраты обслуживающего персонала ($E_{\text{ж}}^j$, МДж/га), занятого в j-м частном технологическом процессе, определяют по соотношению

$$E_{\text{ж}}^j = \frac{n_{\text{ч}}^j \cdot A_{\text{ж}}^{\text{ч}} + n_{\text{в}}^j \cdot A_{\text{ж}}^{\text{в}}}{W_{\text{см}}^j}, \quad (4)$$

где $n_{\text{ч}}^j$, $n_{\text{в}}^j$ – соответственно число основных (трактористы, комбайнеры, шоферы) и вспомогательных (сеяльщики, прицепщики, грузчики) работников, чел.;

$A_{\text{ж}}^{\text{ч}}$, $A_{\text{ж}}^{\text{в}}$ – соответственно энергетические эквиваленты затрат труда основных и вспомогательных работников, МДж/чел.-ч.

С учетом комплекса затрат по обеспечению функционирования работников могут быть приняты следующие энергетические эквиваленты на трудовые ресурсы, МДж/чел.-ч: трактористы, комбайнеры, шоферы – 60,8; вспомогательные работники – 33,3 [5].

В качестве примеров приведена оценка перспективности использования борон по энергетическим затратам при выполнении технологического процесса боронования (мощность трактора – до 110 л.с.) (рис.1). При этом учитывались приведённые выше показатели, как энергетических средств, так и технологических машин, а также производительность последних (рис. 2).

Представленный материал свидетельствует о том, что использование борон различных видов целесообразно с тракторами следующих марок: ЮМЗ-6, AGCO MF3640; MTЗ-80/82, John Deere JD5620 и Беларус 900, которые имеют суммарные удельные энергоёмкости на минимальном уровне 160, 161, 165, 167 и 169 МДж/га, соответственно.

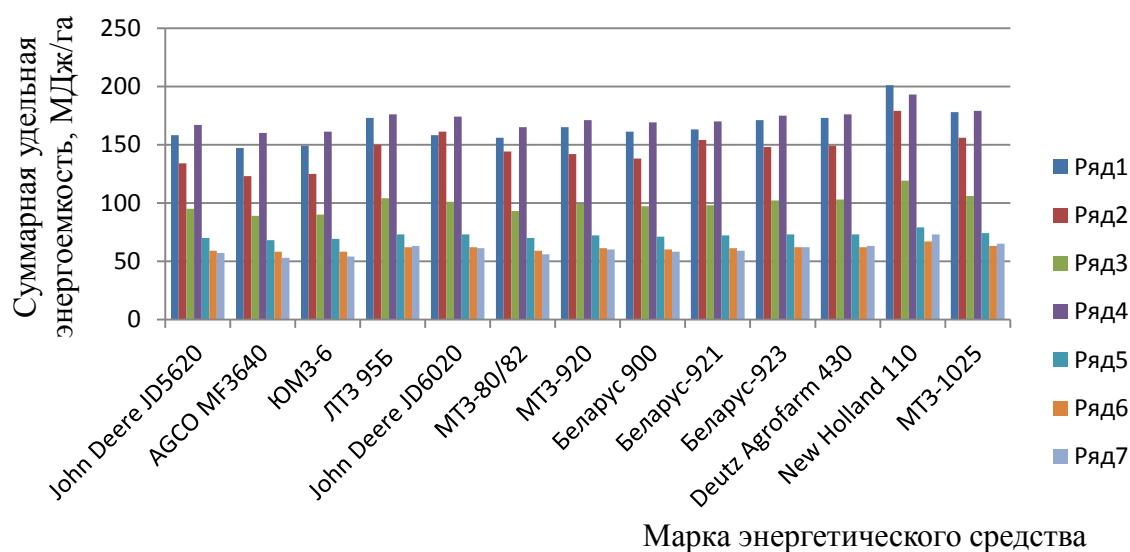
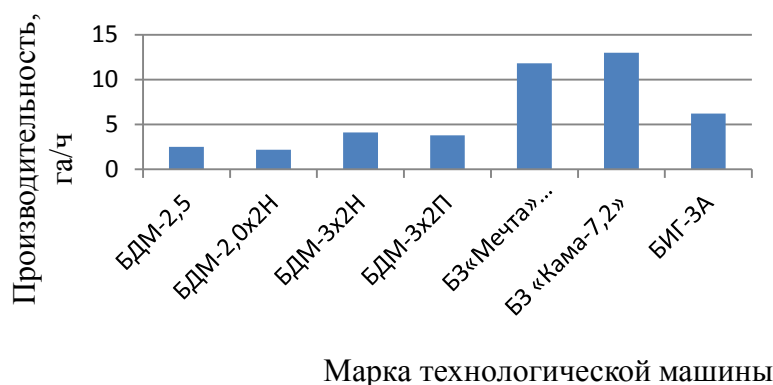


Рис. 1. Суммарная удельная энергоёмкость использования борон, МДж/га
(мощность трактора – до 110 л.с.)

Ряд 1 – БДМ-2,5; Ряд 2 – БДМ-2,0х0х2Н; Ряд 3 – БДМ-3х2Н; Ряд 4 – БДМ – 3х2П; Ряд 5 – Борона зубовая «Мечта БЗГ-15»; Ряд 6 – Борона зубовая «Кама 7,2»; Ряд 7 – Борона БИГ-3А

Принципиально по обозначенному минимуму энергетических затрат можно использовать все пять тракторов и рассчитывать с их использованием технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур с применением обозначенных технологических машин.



Марка технологической машины

Рисунок 2 – Производительность при использовании борон, МДж/га (мощность трактора – до 110 л.с.)

При использовании на вспашке мобильных энергетических средств мощностью до 110 л.с. широко применяют плуги типа ПЛН-3-35. В этом случае по минимуму энергетических затрат целесообразно использовать следующие трактора: AGCO MF3640, ЮМЗ-6, МТЗ-80/82 и JD-5620, имеющие суммарные удельные энергоёмкости на минимальном уровне 211, 215, 239, 232 МДж/га, соответственно (рис. 3).

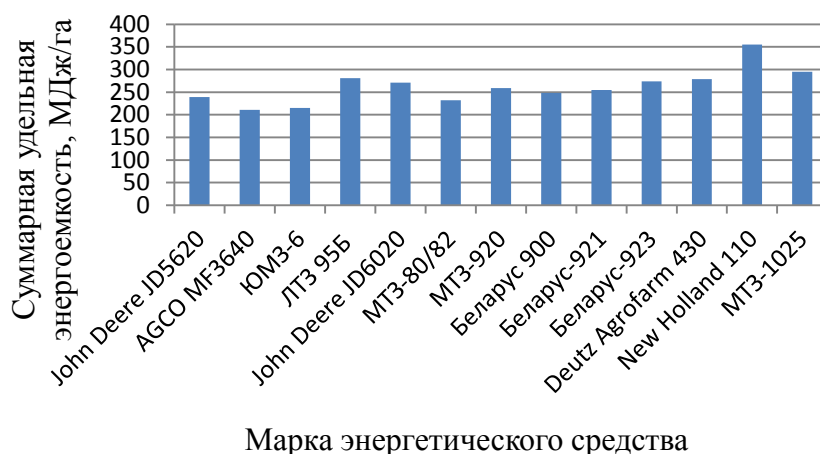


Рис.3. Суммарная удельная энергоёмкость использования плуга ПЛН-3-35, МДж/га (мощность трактора – до 110 л.с.)

Таким образом, приведённые выше расчеты позволяют существенно сократить время на формирование технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Марченко А.В. Организационно-технологические карты в растениеводстве / Марченко А.В., Меньщикова А.Ф., Светлакова Т.В., Юшкова М.К. – ФГБОУ ВО Пермская ГСХА. – 2016. – 76 с.
2. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых материалов / БелНИИПА. — Минск, 1996. — 50 с.
3. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / ВНИИЗиЗПЭ. — Курск, 1999. — 48 с.
4. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / ВИМ. — М., 1995. — 95 с.
5. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур / ВАСХНИЛ. — М., 1989. — 72 с.
6. Методическое пособие по энергетической оценке технологий производства семян многолетних трав / ВНИИкормов.— М., 1996.—51 с.
7. Миндрин А.С. Энергоэкономическая оценка сельскохозяйственной продукции / А.С. Миндрин // РАСХН. ВНИИТУСХ. — М, 1997. — 197 с.
8. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Ч. 2: Нормативно-справочный материал – М., 1998. – 251 с.

TO THE CALCULATION OF TECHNOLOGICAL MAPS OF CULTIVATION OF AGRICULTURAL CROPS, TAKING INTO ACCOUNT ENERGY COSTS

N.N. Nazarov, doctor of Technical Sciences, v.n. s., I.V. Nekrasova, s. n. s.,
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences;
Krasnoobsk, Russia, sibime-nazarov@yandex.ru

Abstract. The materials on completing machine-tractor units to minimize energy costs for the manufacture and operation of mobile power facilities and technological machines in technological maps of crop cultivation are presented. It was found that it is advisable to use the following mobile power equipment with a capacity of up to 110 hp for harrowing and plowing: AGCO MF3640, YMZ-6, MTZ-80/82 and JD-5620. The calculation of technological maps taking into account energy costs allows you to significantly reduce the time for their formation

Keywords: Machine and tractor units, energy costs, formation

УДК 633.331.1

ВЛИЯНИЕ УГЛА УСТАНОВКИ СЕМЯПРОВОДОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕНТЫ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ

Назаров Н.Н., д-р техн. наук, вед. науч. сотр., **Некрасова И.В.**, ст науч. сотр.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук р.п.
Краснообск, Россия, sibime-nazarov@yandex.ru

***Аннотация.** Приведены результаты исследований влияния установочных параметров семяпроводов на формирование ширины ленты посева зерновых культур. Экспериментально установлено, что достижение максимальной ширины ленты посева возможно при установке семяпровода под углом к горизонту не менее 65° при использовании резинового или сэвильенового семяпровода.*

***Ключевые слова.** Посев зерновых, семяпровод, ширина ленты посева.*

Теоретические исследования и практика посевных работ определяют тесную взаимосвязь двух подсистем многофункциональной системы процесса посева: формирование исходного материала и преобразование движущегося зернового потока. Пять основных факторов – угол наклона, длина, тип и материал, а также качество изготовления семяпроводов являются основными в преобразовании движущегося зернового потока. В связи с этим следует обратить внимание на компоновочную схему самих посевных машин: установку семенных бункеров на раме машины, расстановку почвообрабатывающих и посевных рабочих органов, которые определяют угол наклона и длину семяпроводов. Известно, что для получения максимальной ширины полосы посева зерновых угол наклона семяпровода к горизонту должен быть не менее 70° [1,2], что практически не выдерживается у выпускаемой сеялки "Обь-4". На этой же сеялке используются гофрированные семяпроводы, в которых зерновой поток имеет самые низкие скоростные показатели, что, в свою очередь не обеспечивает требуемую ширину полосы посева. В связи с этим исследователи отмечают [3,4], что для получения максимальной ширины полосы посева должна быть выдержана соответствующая скорость зерновок в момент их соприкосновения с поверхностью распределителя. При этом семяпроводная часть должна оказывать минимальное тормозящее воздействие на полет зерен, с увеличением длины семяпровода возрастает его влияние на скорость падающих семян, и чем больше его диаметр, тем это влияние меньше. Следует также отметить и то, что длина семяпровода и угол его наклона должны обеспечить формирование семенного потока за достаточно малый промежуток времени – не более 1,5 с, а длина семяпровода должна быть максимальной. Возникающее противоречие требует дальнейшего разрешения с использованием необходимых технических решений. Семяпроводы, соединяющие конечные точки рассматриваемой системы, выступают важнейшими структурными элементами преобразующей подсистемы и в значительной степени определяют качественные показатели распределения семян на семенном ложе.

Параметры семенного потока (скорость его движения, расположение в канале семяпровода, рассредоточенность по площади сечения канала и т.д.) в семяпроводе зависят от типа распределителя семян, установленного в подсошниковой зоне. В настоящее время распределение семенного материала по площади питания при реализации широкополосного способа посева осуществляется с помощью установленных в подсошниковом пространстве делителей пассивного типа различной формы, включающие: делительные пластины,

установленные в нижней части стойки семяпровода и предназначенные для разделения зернового потока на части; наклонные лотки, размещенные в камере рассева и предназначенные для разводки отдельных порций семян под крылья лапы; отражатель семян для рассеивания потока семян, движущегося в центральной части семяпровода, по средней полосе захвата сошника и т.п. Обладая бесспорными преимуществами (простота изготовления, компактность, малая металлоёмкость и т.д.), данное техническое решение имеет и существенные недостатки: высокую неравномерность распределения семян на семенном ложе, высокую нестабильность распределения семян по ширине ленты и т.д. Причиной этому служат пространственная ограниченность зоны распределения семян, а также неточности при изготовлении и установке распределителей. Поэтому зерновки, в своём большинстве, распределяются перекатыванием по неровностям семенного ложа, зачастую не достигая нужного положения по ширине ленты. Поэтому в последние годы ведутся работы по использованию активных рабочих органов для распределения семенного материала в подсошниковом пространстве [5].

При использовании стрелчатых лап для реализации широкополосного посева зерновых требуется обеспечить распределение семян с образованием максимальной ширины посевной ленты. Указанному процессу препятствует ограниченность подлапового пространства, недостаточная скорость движения семян в семяпроводе и негативное влияние микрорельефа на перекатывание семян на семенном ложе. Использование в этом случае известных технических решений не позволяет получить требуемого результата.

Графическая иллюстрация скорости движения зерновок полученных с использованием различных семяпроводов при их длине 1,2 м представлена на рис. 1-3.

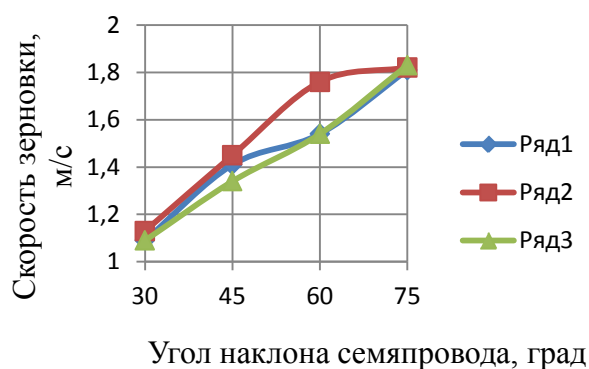


Рис.1. Скорость движения зерновки (семяпровод резиновый, длина – 1,2 м)
Ряд 1 – пшеница; Ряд 2 – ячмень; Ряд 3 – овёс

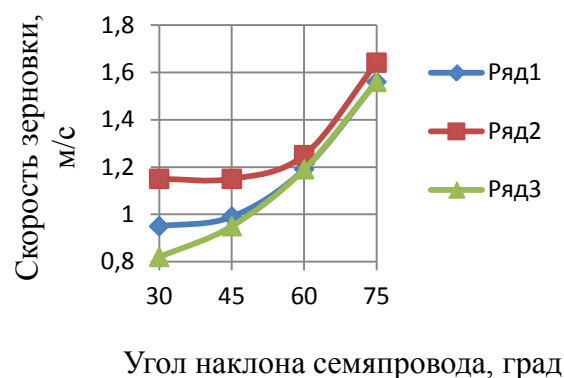


Рис.2. Скорость движения зерновки (семяпровод сэвильеновый, длина – 1,2 м)
Ряд 1 – пшеница; Ряд 2 – ячмень; Ряд 3 – овёс

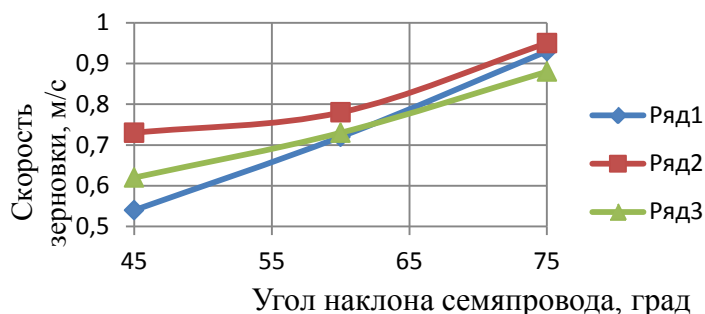


Рис.3. Скорость движения зерновки (семяпровод гофрированный, длина – 1,2 м)
Ряд 1 – пшеница; Ряд 2 – ячмень; Ряд 3 – овёс

Анализ представленного материала указывает на то, что скорость движения семян в семяпроводах зависит от следующих основных факторов: физико-механических свойств семян, угла наклона семяпровода, а также его типа и длины. На этом основании можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее транспортабельным с точки зрения создания максимальной скорости движения семян в семяпроводе является ячмень. В среднем на 10...25% скорость движения его семян выше, чем скорость движения семян пшеницы.

2. Наивысшая скорость движения семян достигается при использовании резиновых семяпроводов, минимальная скорость движения в гофрированных семяпроводах.

Для определения влияния скорости движения семян в семяпроводах на формирование ширины ленты посева были проведены дополнительные исследования. Рассматривался широкий диапазон скоростей: от 0,6 до 1,8 м/с с шагом варьирования 0,4 м/с. Организационно данный эксперимент выглядел следующим образом. В зависимости от принятых скоростей движения семян в семяпроводах выбирался тип семяпровода, длина и угол его наклона к горизонту. После реализации необходимых параметров на созданной для этих целей лабораторной установке, вбрасывались десять зерновок в воронку высевающего аппарата. Удаление этих зерновок от центра делителя семян в подлапном пространстве фиксировалось с помощью мерной линейки. Опыты производились в десятикратной повторности. Графическая иллюстрация полученных результатов представлена на рис. 4.

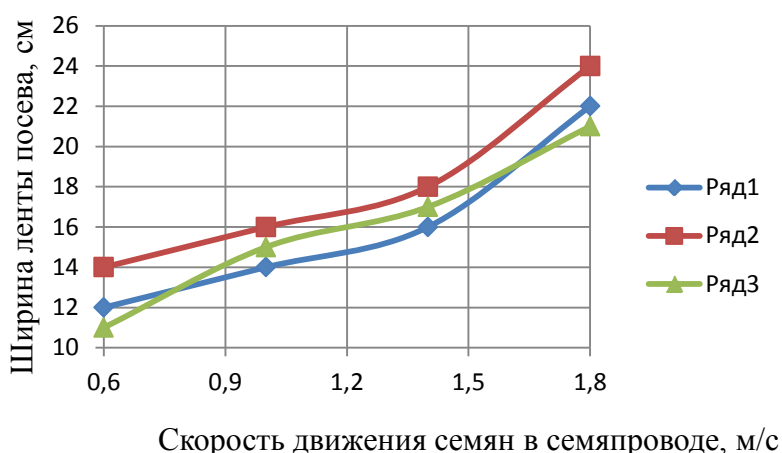


Рис. 4. Влияние скорости движения семян в семяпроводе на формирование ширины ленты посева

Определение влияние скорости движения семян в семяпроводе на формирование ширины ленты посева производилось в стационарных условиях в статике. Вполне естественно предположить, что в реальных условиях при движении посевного агрегата в поле характер распределения семян на семенном ложе будет несколько иной, поскольку в данном случае не учитывается скорость движения семенного материала относительно земли и, вследствие этого не рассматриваются вопросы взаимодействия зерновки с микрочастицами почвы и т.д., но то, что ширина ленты посева несколько увеличится (в пределах 25-27 см) не вызывает сомнения. Приведённый материал позволяет сделать некоторые выводы:

1. Устойчивая ширина ленты посева (более 20 см) создаётся при скорости движения семян в семяпроводе не менее 1,6 м/с. Установленной скорости движения семян соответствуют эвильеновые или резиновые семяпроводы с углом их установки к горизонту не менее 65° . Использование гофрированных семяпроводов не допустимо.

Список литературы

1. Назаров Н.Н. Влияние параметров семяпроводов на ширину засеваемой полосы при внутрипочвенном разбросном посеве зерновых / Н.Н. Назаров // Совершенствование машинных технологий и технических средств для сельскохозяйственного производства: Сб. науч. тр. /РАСХН. Сиб. от-ние. СибИМЭ. – Новосибирск, 2003. – С.72-78

2. Ногтиков А.А. Обоснование параметров семяпровода для внутривспашочно-разбросных сошников / А.А. Ногтиков, С.Н. Сазонов // Техника в сельском хозяйстве. – 1995. – №3. – С.29-31

3. Новицкий А.А. Исследование работы сошника разбросного подповерхностного способа посева. – Автореф. дис. канд. с.-х. наук – Ленинград, 1963. – 21 с.

4. Белодедова Т.М. Исследование процесса распределения семян зерновых культур при подпочвенно-разбросном посеве. – Автореф. дис. канд. техн. наук – Москва, 1980. – 17с.

5. Лаврухин П.В. Совершенствование процесса подпочвенного разбросного распределения семян. – Автореф. дис. канд. техн. наук – Зеленоград, 2000. – 20 с.

INTRODUCTION OF LIQUID FORMS OF BACTERIAL PREPARATIONS SIMULTANEOUSLY WITH SOWING

N.Nazarov, doctor of Technical Sciences, v.n. s., I.V. Nekrasova, s. n. s.,
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences;
Krasnoobsk, Russia, sibime-nazarov@yandex.ru

Abstract. The results of studies of the influence of the setting parameters of seed ducts on the formation of the width of the sowing belt of grain crops are presented. It has been experimentally established that it is possible to achieve the maximum width of the seeding belt when installing the seed line at an angle to the horizon of at least 65° when using a rubber or savylene seed line.

Keywords. Sowing of grain, seed line, width of the sowing tape.

УДК 631.53.042

К ВОПРОСУ О РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН НА СЕМЕННОМ ЛОЖЕ

Назаров Н.Н., д-р техн. наук, вед. науч. сотр., **Некрасова И.В.**, ст. науч. сотр.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
р.п. Краснообск, Россия, sibime-nazarov@yandex.ru

Аннотация. Установлено влияние угла наклона систем транспортировки семян на формирование ширины ленты посева: у сошников 5,1,9 и 11,4,8 формирующие 1,2,3 и 9,10,11 ряды соответственно ширина ленты посева в среднем на 17-20% меньше ширины ленты посева, образуемых остальными сошниками. В связи с этим необходимо рассмотреть вариант расстановки бункеров на раме сеялки и обеспечить необходимый и достаточный угол наклона семяпровода для создания максимальной ширины ленты посева.

Ключевые слова. Широкополосный посев, распределение семян, неравномерность.

Для получения высоких урожаев необходимо создать и выдержать соответствующие условия жизни растений, которые позволяют обеспечить на оптимальном уровне все процессы в растительном организме. Как отмечают исследователи, для жизнедеятельности растений необходим постоянный приток энергетических средств: минерального питания, воды, света и тепла, углекислоты и кислорода. Кроме того, необходимо оптимальное сочетание внешних факторов – свойств почв и агротехнических приёмов, через которые растения реализуют имеющиеся энергетические ресурсы. Отмеченные внешние факторы, к которым следует отнести и погодные условия в период вегетации, приёмы агротехники, сорта растений – всё это находится в тесной взаимосвязи, а каждый отдельный элемент может оказаться решающим в получении высоких урожаев (рис. 1).

Существует вполне обоснованное утверждение (Ф.Габерланд, В.И. Эдельштейн), что наиболее выгодно с точки зрения использования солнечного света, углекислоты воздуха, влаги и питательных веществ почвы, а также с точки зрения ослабления отрицательного взаимодействия растений равномерное распределение растений, при котором площадь питания каждого из них приближается к квадрату или равнобедренному треугольнику. Как пример большого значения равномерность размещения растений находит подтверждение в более высокой продуктивности рядовых посевов по сравнению с разбросными, при которых растения распределяются хаотически: одни из них стеснены, другие имеют повышенную площадь питания [1]. Например, немецкий учёный Э Вольни ещё в начале XX века отдавал предпочтение рядовым посевам перед разбросными, а перекрёстным посевам перед рядовыми, поскольку первые обеспечивают более равномерное размещение семян.

В тоже время разбросной (широкополосный) посев будет весьма перспективен, если обеспечить повышенную равномерность расположения семян. Проблема заключается в несовершенстве существующих сеялок для реализации этого способа посева. При использовании стрельчатых лап для реализации широкополосного посева зерновых требуется обеспечить распределение семян с образованием максимальной ширины посевной ленты. Указанному процессу препятствует ограниченность подлапового пространства, недостаточная скорость движения семян в семяпроводе и негативное влияние микрорельефа на перекачивание семян на семенном ложе. Использование в этом случае известных технических решений не позволяет получить требуемого результата.

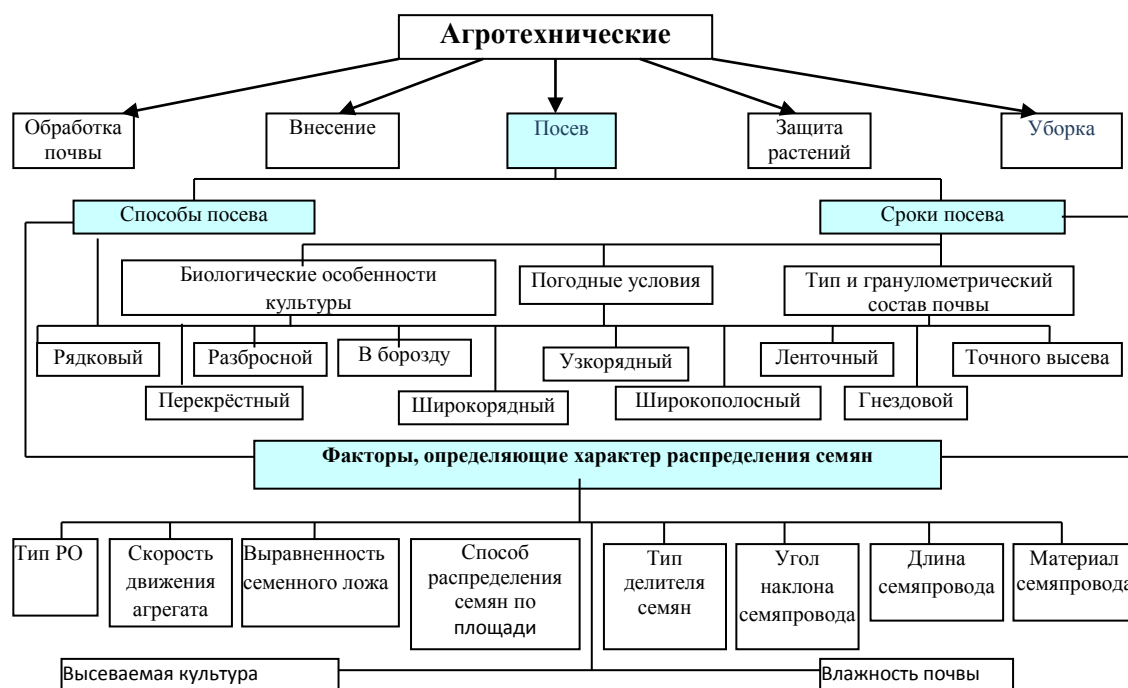


Рис.1. Агротехнические условия, влияющие на урожайность зерновых

Нужно иметь в виду еще одно обстоятельство: семена должны укладываться на слежавшийся слой почвы (или на уплотнённое ложе дна борозды) для подтягивания к семенам влаги через капиллярные образования почвы; с трёх сторон заделываться влажным нижним слоем почвы для объёмного контакта семян с почвой, а сверху накрываться мульчирующим слоем почвы для свободного доступа кислорода воздуха и воздушно – теплового обмена [2,3].

Цель посева считается достигнутой, если по каждой сельскохозяйственной культуре получены дружные всходы, которые к началу уборки соответствуют оптимальной густоте насаждения и равномерному размещению растений по площади питания. Для получения подобных результатов необходимо создать соответствующие условия для прорастания семян

(а в дальнейшем – для вегетации растений), которые можно сформулировать в следующем виде [2]:

- создание уплотнённого семенного ложа;
- обеспечение плотного контакта семян с почвой (достаточно с трёх сторон);
- создание рыхлого мульчирующего слоя над засеянными семенами;
- максимальная глубина заделки семян (во влажный слой почвы);
- проведение посева в сжатые агротехнические сроки.

В соответствии с этими требованиями были рассмотрены вопросы качества подготовки почвы и посев зерновых культур сеялкой "Обь-4".

Посев с использованием сеялки "Обь-4", созданной на базе тяжёлого культиватора, проводился по двум фонам: чёрного пара и стерни. Производился прямой посев по обозначенным фонам, в которых наличие фракции размером более 25 мм составляли около 80%. Кроме того, доля комков, размером 45-75 мм составляла не менее половины. Данное обстоятельство привело к тому, что часть семян оказались под увеличенными в размерах почвы комками и их прорастание было замедлено. В результате данные посевы взошли на 2-3 дня позднее основных всходов, и они были истощены. Отмечен факт того, что распределение семян под стрельчатой лапой (расположение семян на семенном ложе) в большинстве случаев представлено двумя лентами, что возможно из-за неточности установки делителя семян или его необоснованного выбора. Отмечено, загущение всходов при двухполосном распределении семян под стрельчатой лапой.

Для достижения уплотненного семенного ложа при посеве использовались стрельчатые лапы, а обеспечение плотного контакта семян с почвой и создание рыхлого мульчирующего слоя над засеянными семенами – работой дискретно–прерывистого катка, установленного сзади стрельчатых лап. Высеваемая культура – пшеница Новосибирская 89, норма высева 240 кг/га.

Дальнейшие исследования связаны с оценкой качества выполнения технологического процесса укладки семенного материала на семенное ложе. Первым в этом списке стоит неравномерность ширины ленты посева по сошникам (рис. 2).

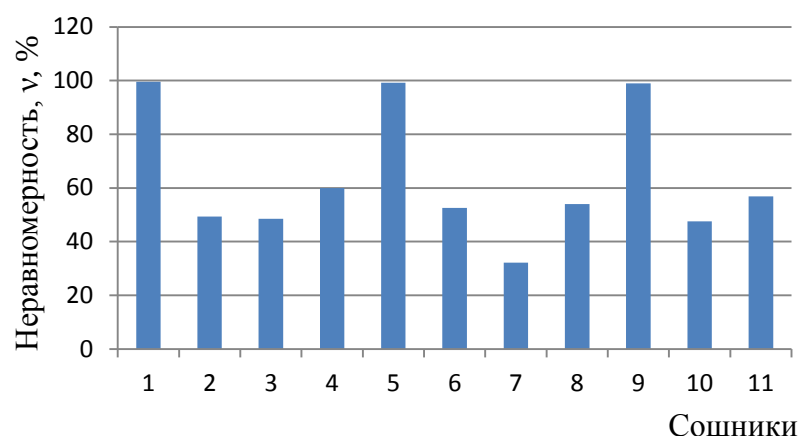


Рис. 2. Неравномерность ширины ленты посева по сошникам

Отмечается очень высокая неравномерность (99,0 – 99,5 %) в 1, 5 и 9 сошниках, а также по сошникам 11, 4 и 8, где ширина ленты посева в среднем на 17-20% меньше ширины ленты посева, образуемой остальными сошниками. Минимальная неравномерность отмечена при распределении семян сошником под № 7. Это связано с расположением сошников в сеялке (рис. 3), обеспечивающим различные углы наклона семяпроводов к горизонту. Представленный материал позволяет сделать вывод о том, что угол наклона семяпровода, определяющий скорость движения семенного материала, существенно влияет и на неравномерность ширины ленты посева.

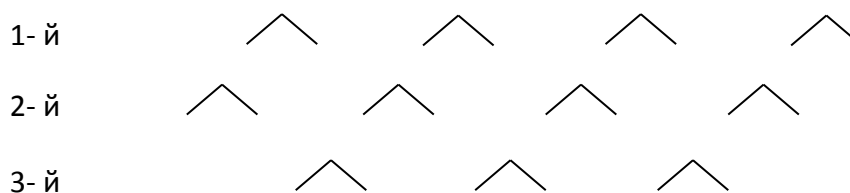


Рис.3. Схема расстановки стрелчатых рабочих органов

Кроме того, влияние отмеченного параметра однозначно прослеживается и в распределении семян в ленте (рис. 4.) Приведённый материал говорит, о высокой неравномерности распределения семян по площади питания: около 50% площади практически не засеяны, не менее чем на 30% площади (в пятисантиметровых квадратах) заняты лишь одним растением. И только 20% площади имеют два и более растения. Поэтому вопрос равномерного распределения семян на семенном ложе при использовании сеялок подобного типа требует дополнительных исследований.

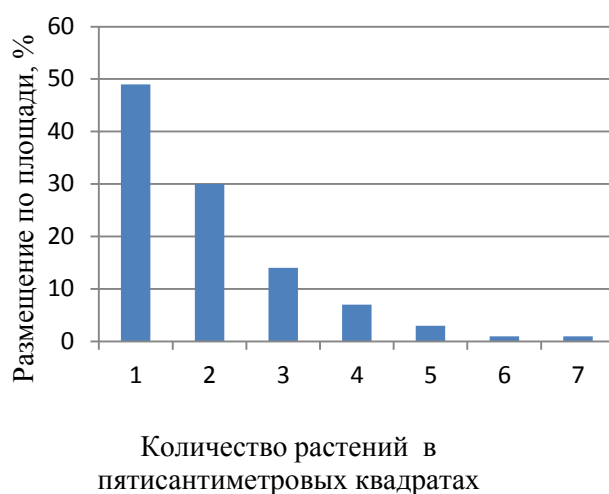


Рис.4. Равномерность распределения семян по площади питания

Для устранения отмеченных негативных явлений необходимо рассмотреть вариант расстановки бункеров на раме сеялки и обеспечить необходимый и достаточный угол наклона семяпровода для создания максимальной ширины ленты посева.

Список литературы

- 1 Ламан Н.А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур / Н.А. Ламан. – Минск: Наука и техника, 1985. – 70 с.
- 2 Хорунженко В.Е. Технологические основы создания посевных машин и перспективы развития зерновых сеялок / В.Е. Хорунженко // Тракторы и сельхозмашины – 1987. – №11. – С44-46.
- 3 Ма С.А. Технологические основы теоретического и технологического обоснования принципов различных способов посева и создания рабочих органов и посевных машин / С.А. Ма, Я.А. Копчинский // Научные и методологические основы разработки перспективных технологий и технических средств для растениеводства: Сб. науч. тр./ВИМ.– т.129. – С.39-56.

ON THE QUESTION OF THE UNIFORMITY OF THE DISTRIBUTION OF SEEDS ON THE SEED BED

*N.N. Nazarov, doctor of Technical Sciences, v.n. s., I.V. Nekrasova, s. n. s.,
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences;
Krasnoobsk, Russia, sibime-nazarov@yandex.ru*

Abstract. The influence of the angle of inclination of the seed transportation systems on the formation of the width of the sowing belt is established: in the coulters 5,1,9 and 11,4,8 forming 1,2,3 and 9,10,11 rows, respectively, the width of the seeding tape is on average 17-20% less than the width of the seeding tape formed by the other coulters. In this regard, it is necessary to consider the option of placing bunkers on the frame of the seeder and ensure the necessary and sufficient angle of inclination of the seed line to create the maximum width of the sowing belt.

Keywords: Broadband sowing, seed distribution, unevenness.

УДК 632.931.1

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПО ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Назаров Н.Н., д-р техн. наук, вед. науч.сотр., Некрасова И.В., ст. науч. сотр.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
р. п. Краснообск, Россия, sibime-nazarov@yandex.ru

Аннотация. Приведены материалы по оценке качества осаждения диспергированной рабочей жидкости на подстилающую поверхность при проведении технологического процесса защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. Установлено, что при максимальной высоте установки штанги 80 см наблюдается максимальная неравномерность – 11,3 %, которая снижается до 6,73 % при высоте установки штанги 60 см и увеличивается до 8,84 % при уменьшении высоты до 40 см. Влияние давления в системе на неравномерность осаждения РЖ на подстилающую поверхность практически линейно, увеличивая её при возрастании и снижая – при уменьшении.

Ключевые слова. Защита растений, рабочая жидкость, распределение, неравномерность.

В настоящее время значительное распространение получил химический способ борьбы с вредными факторами, для реализации которого используются, как правило, штанговые опрыскиватели. При их несомненных достоинствах (постоянная ширина захвата, достаточно равномерное распределение рабочей жидкости по обрабатываемой площади) имеют и ряд существенных недостатков: низкая технологическая надежность из-за частого забивания распылителей (особенно при малых расходах), меньшая по сравнению с вентиляторными опрыскивателями производительность, сложность настройки опрыскивателя, большая металлоемкость и т.д. Но, пожалуй, самая большая проблема, возникающая при использовании штанговых опрыскивателей, состоит в значительных потерях распыленной жидкости, которые оцениваются в 20-30 % и даже более. Это существенно снижает эффективность защитных мероприятий и приводит к загрязнению окружающей среды.

Характерные физические потери препаратов при опрыскивании вызываются рядом причин, которые можно условно подразделить на несколько категорий [1]:

- воздействие атмосферных осадков на капли распыленных препаратов;
- недостаточное удержание капель при контакте с поверхностью обрабатываемого объекта;
- конструктивные и эксплуатационные недостатки опрыскивающей аппаратуры, которые проявляются в некачественном распределении препарата;
- отсутствие избирательного осаждения препаратов на вредные объекты.

Наиболее радикальное решение проблемы снижения физических потерь - снабжение опрыскивателей ротационными рабочими органами, которые позволяют диспергировать

жидкость на капли контролируемого размера. Однако из-за сложности исполнения и недостаточной надежности такие РО не получили широкого распространения в штанговых агрегатах.

Одним из главных агротехнических требований при проведении мероприятий по уходу за растениями является равномерное распределение распыленного препарата по ширине захвата агрегата [2, 3]. При этом:

- неравномерность распределения рабочей жидкости (РЖ) по ширине захвата машины выраженная коэффициентом вариации должна быть не более 25 %;
- отклонение от заданной нормы расхода РЖ – не более ± 10 %;
- отклонение расходов РЖ через отдельные распылители от среднего значения – не более ± 5 %;

Дальнейшее изложение материала построено с учетом представленных выше требований.

Оценка качества выполнения агротехнических требований на процесс распределения диспергированной рабочей жидкости проводилась при реализации эксперимента при двух факторах. При этом использован экспериментальный образец технического средства для ухода за растениями (рис. 1) и экспериментальная установка для сбора распыленной рабочей жидкости (рис. 2).



Рис. 1. Общий вид экспериментального образца технического средства для ухода за растениями



Рис. 2. Лабораторная установка для улавливания и сбора распыленной жидкости

При установившемся (неизменном) шаге расстановки распылителей неравномерность распределения диспергированной РЖ по ширине захвата опрыскивателя в общем случае зависит от величины подачи этой жидкости через распылители и высоты их установки над подстилающей поверхностью. Поэтому можно записать

$$K = f(p, h),$$

где K – неравномерность распределения распыленной жидкости по подстилающей поверхности; p – подача препарата (рабочее давление в системе), кг/с, МПа;
 h – расстояние от улавливающей поверхности до оси распылителя.

С точки зрения возможностей проведения активного эксперимента факторы p и h переведены в разряд контролируемых.

Уловленная РЖ при работе распылителей взвешивалась на лабораторных весах ВЛТК-500 с точностью до 0,1 г. Продолжительность работы распылителя – 1 мин. Опыты проводились с трехкратной повторностью. По результатам взвешивания собранной с подстилающей поверхности РЖ построены графики распределения по ширине захвата распределения.

Для реализации принят план № 13 композиционный, трёхуровневый таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей [6]. При обработке результатов измерений и экспериментальных использованы методы математической статистики [4-8] и

их методика не приводится. Неравномерность Y распределения распыленной жидкости по подстилающей поверхности оценивалась по значению коэффициента вариации, выраженного в процентах.

Пределы варьирования значений факторов: давление в системе – P , МПа – 0,2; 0,3; 0,4; высота установки распылителей над подстилающей поверхностью – h , м – 0,4; 0,6; 0,8.

После реализации плана экспериментов по оценке качества распределения диспергированной рабочей жидкости (РЖ) по ширине захвата и полученных результатов, произведен расчет коэффициентов регрессии и получена математическая модель рассматриваемого процесса

$$Y = 6,73 + 0,26X_1^2 + 3,34X_2^2 + 1,3X_1 + 1,23X_2 + 0,015X_1 X_2. \quad (1)$$

где: Y – неравномерность распределения распыленной жидкости по подстилающей поверхности; X_1 – давление в системе, МПа; X_2 – высота установки распылителей над подстилающей поверхностью, h , м.

Значения коэффициентов рассматриваемой математической модели позволили установить, что на качество распределения диспергированной РЖ оба фактора оказывают практически одинаковое влияние. Целесообразно рассмотреть влияние каждого из факторов независимо от влияния другого, т.е. при его нулевом значении (рис. 3).

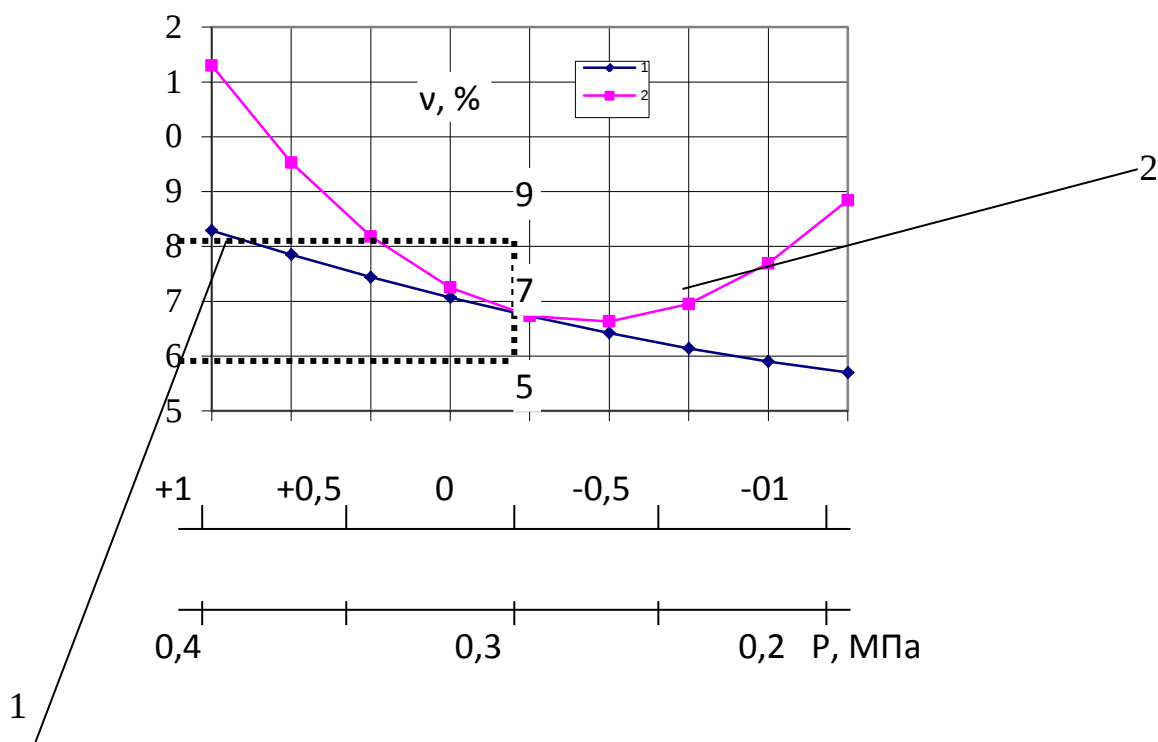


Рис. 3. Графическая интерпретация регрессионного уравнения 1 – $v = f(P)$; 2 – $v = f(h)$

Приведённый материал показывает, что первый фактор – давление в системе – оказывает влияние на неравномерность осаждения РЖ на подстилающую поверхность практически линейно, увеличивая её при возрастании давления и снижая – при уменьшении. Нужно отметить, что неравномерность при этом колеблется в пределах двух градусов, а в абсолютных значениях – от 5,7 до 8,29 % и принципиально не является значимым. Что касается влияния на качество осаждения РЖ высоты установки штанги, то влияние этого фактора более неоднозначно: при максимальной высоте установки штанги 80 см наблюдается максимальная неравномерность – 11,3 %, которая снижается до 6,73 % при высоте установки штанги 60 см и увеличивается до 8,84 % при уменьшении высоты до 40 см.

Таким образом, для получения минимальной неравномерности осаждения диспергированной РЖ на подстилающую поверхность при проведении защитных мероприятий без использования воздушных потоков для её принудительного осаждения необходимо иметь рабочее давление в системе в пределах 3-4 атм. Высота установки штанги при этом должна быть в пределах 60-80 см. Используемые распылители - щелевые воздушно-инжекционные ИДК 120-15.

Список литературы

1. Шершабов И.В. Сокращение потерь препаратов при опрыскивании – актуальная задача механизации защиты растений / И.В.Шершабов // Механизация технологических процессов защиты растений. – М.: Агропромиздат, – 1991. – С.63-79.
2. Сборник агротехнических требований на тракторы и сельскохозяйственные машины/М.:ЦНИИТЭИ, 1982. – Т.30. – 298 с.
3. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве/М.: ФГНУ “Росинформагротех”, 2005. – 270 с.
4. Мудров В.И. Методы обработки измерений. Квазиправдоподобные оценки./ В.И.Мудров, В.Л.Кушко. – М.: Радио с связь, 1983. – 304 с.
5. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений/ П.В.Новицкий, И.А.Зограф. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.
6. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей (Справочное издание). – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.
7. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий/ Ю.П.Адлер, Е.В.Маркова, Ю.В.Грановский. – М.: Наука, 1976. – 276 с.
8. Смирнов Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений/ Н.В.Смирнов, И.В.Дунин-Барковский. – М.: Наука, 1965. – 511 с.

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE DISTRIBUTION OF THE WORKING FLUID ON THE UNDERLYING SURFACE

*N.N. Nazarov, doctor of Technical Sciences, v.n. s., I.V. Nekrasova , s. n. s.,
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences;
Krasnoobsk, Russia, sibime-nazarov@yandex.ru*

Abstract. *The materials on the assessment of the quality of precipitation of the dispersed working fluid on the underlying surface during the technological process of plant protection from weeds, pests and diseases are presented. It is established that at the maximum height of the rod installation of 80 cm, the maximum unevenness is observed-11.3 %, which decreases to 6.73 % at the height of the rod installation of 60 cm and increases to 8.84 % when the height decreases to 40 cm. The influence of pressure in the system on the uneven deposition of RYE on the underlying surface is almost linear, increasing it with increasing and decreasing it with decreasing.*

Keywords: *Plant protection, working fluid, distribution, unevenness.*

УДК 631.816.3

ВНЕСЕНИЕ ЖИДКИХ ФОРМ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ОДНОВРЕМЕННО С ПОСЕВОМ

Назаров Н.Н., д-р техн. наук, вед. науч. сотр., **Некрасова И.В.**, ст. науч. сотр.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
р. п. Краснообск, Россия, sibime-nazarov@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы обработки семенного материала рабочей жидкостью бактериальных препаратов при её внесении в почву одновременно с посевом делителем компонентов на две части. Качественное деление компонентов на равные части достигается при норме высева семян от 150 до 250 кг/га при угле наклона делителя до 6 град. При этом неравномерность, выраженная коэффициентом вариации, не превышает 8%.

Ключевые слова. Бактериальные препараты, рабочая жидкость, семена зерновых, распределение, неравномерность.

Решение вопросов азотного питания зерновых культур в настоящее время осуществляется в определенной степени бессистемно. Ограниченное применение этого вида удобрений, используемого как в виде сухих туков, так и в жидком виде, низкая техническая оснащенность для их внесения, не решают вопросов совершенствования технологических процессов их применения. К настоящему времени создано достаточно большое число бактериальных препаратов для обработки семян как бобовых, так и злаковых культур. К сожалению, способы их применения в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур еще не в полной степени отработаны. В основном используют способы обработки (инокуляции) семян сухими препаратами, при этом значительная часть бактерий осыпается, гибнет на свету и не попадает вместе с семенами в почву. В этом случае возникает необходимость решения вопроса о кардинальной замене способа внесения препаратов этих бактерий в почву. Одним из таких способов является внесение препаратов азотфиксирующих бактерий в виде жидких форм (рабочей жидкости) одновременно с посевом зерновых.

В предлагаемом варианте технического решения проблемы (рис 1) обеспечиваются равные условия для прорастания и вегетации зерновых культур: семена укладываются в один почвенный горизонт с равной обеспеченностью основными факторами роста и располагаются в структурах, обеспечивающих формирование оптимальной площади питания. Кроме того, при формировании ленточного посева (в отличие от сплошного) достигается дополнительное смачивание семян и снижается объем внесения жидких форм бактериальных препаратов на единицу площади (га).

Для обоснования основных режимов и параметров предлагаемого делителя компонентов на части и оценки качества этого деления проведен двухфакторный эксперимент с использованием плана №18 [1] (композиционный, симметричный, ортогональный трехуровневый). В качестве варьируемых факторов приняты норма высева зерновых, N и положение устройства в пространстве – угол его наклона к горизонту – α .

Исследования проведены на специально созданной для этих целей экспериментальной установке, общий вид которой представлен на рис. 2, с использованием экспериментальных

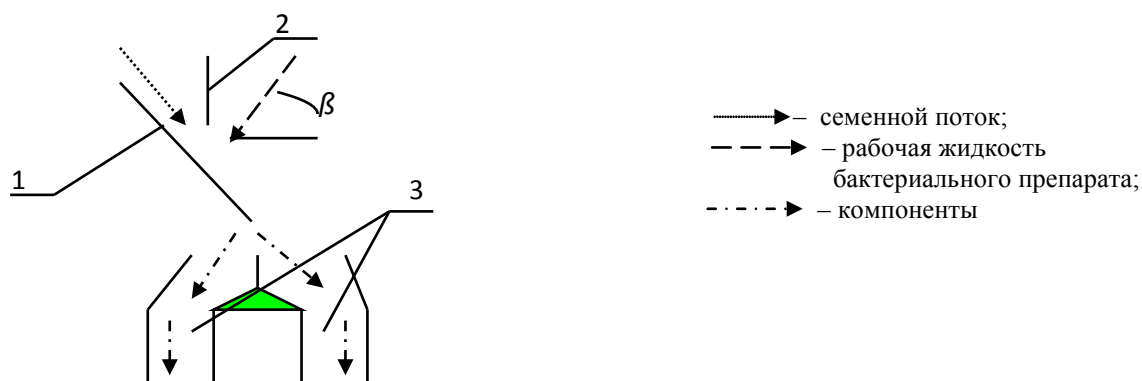


Рис. 1. Схема устройства для обработки семенного материала

1 – лоток для смешивания компонентов; 2 – формирователь потока семян; 3 – каналы для транспортировки компонентов к рабочим органам

рабочих органов, обеспечивающих деление движущегося зернового потока семян и рабочей жидкости бактериального препарата на две равные части и укладки этих частей в ленты на семенном ложе (рис. 3).



Рис. 2. Общий вид экспериментальной установки для определения качества обработки и размещения семян в полосы



Рис. 3. Экспериментальные рабочие органы

Пределы изменения исследуемых параметров: норма высева семян – 150, 200, 250 кг/га (N); отклонение делителя от вертикали, град (α) – 0, 3, 6. В качестве выходного показателя принималась равномерность распределения компонентов на две части, выражаемая коэффициентом вариации γ .

Организационно каждый опыт построен следующим образом. В соответствии с принятым планом экспериментов устанавливается необходимая норма высева семян, фиксируется в пространстве положение распределителя, запускается установка и выводится на установившийся режим (8 – 10 с). Одновременно в лоток для смешивания компонентов подается рабочая жидкость бактериального препарата. Проходящий по индивидуальным каналам смесь компонентов улавливается в специальные емкости, взвешивается на весах ВЛКТ – 500 с точностью до 0,1 г, результаты записываются в специальный журнал. Смачиваемость зерна рабочей жидкостью бактериального препарата оценивалась визуально. Обработка результатов экспериментальных исследований производилась в соответствии с рекомендациями [2].

После расчета коэффициентов регрессии математическое описание исследуемого процесса выразилось следующим уравнением

$$\gamma = 5,02 - 1,068 X_1 + 3,083 X_2 - 1,077 X_1 X_2, \quad (1)$$

где: γ – равномерность распределения компонентов на две части; X_1 – норма высева зерновых, кг/га; X_2 – угол отклонения делителя от вертикальной оси

Значения коэффициентов полученной математической модели показывают, что на равномерность деления потока компонентов наибольшее влияние оказывает положение делителя в пространстве (угол отклонения от вертикальной оси). Влияние на показатель качества нормы высева незначительное.

Так как b_i при X_1 меньше нуля, то увеличение γ возможно только при нахождении X_1 на верхнем уровне. Учитывая, что $b_j > 0$, то увеличение X_2 вызывает уменьшение угла наклона делителя, т.е. когда X_2 находится на нижнем уровне. Влияние смешанного произведения факторов можно оценить следующим образом. Поскольку $b_{ij} < 0$, то величина γ будет возрастать, если $X_1 X_2$ находятся на одном уровне.

Влияние варьируемых факторов на качество деления потока компонентов изучалось на основе графического материала. Для этого были рассчитаны и построены графики

зависимостей показателя качества исследуемого процесса от каждого из варьируемых факторов при фиксированных значениях остальных (рис. 4). Для определения оптимальных значений параметров проведено преобразование регрессионного уравнения [3,4] к именованным величинам.

$$\gamma = 5,132 + 2,054\alpha - 0,007\alpha N \quad (2)$$

Анализ приведенных результатов показывает, что неравномерность деления потока компонентов на две части практически линейно возрастает при увеличении

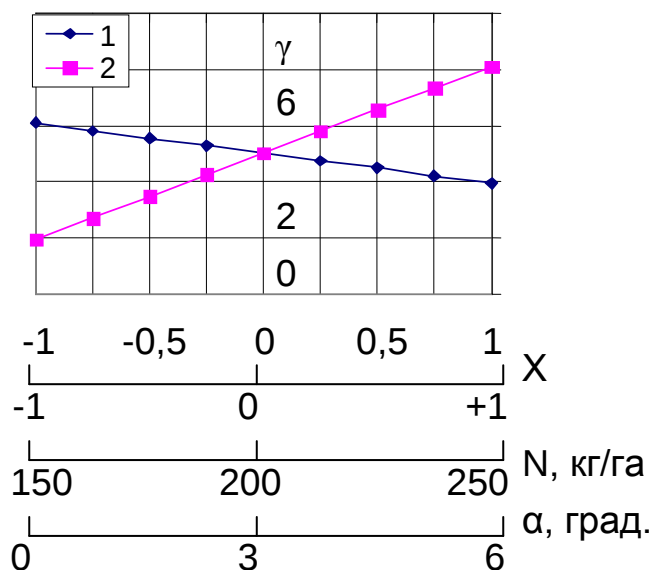


Рис. 4. Графическая интерпретация регрессионного уравнения: 1 – $\gamma = f(N)$; 2 – $\gamma = f(\alpha)$;

угла наклона делителя и достигает максимального значения при $\alpha = 6^\circ$ и также линейно снижается при возрастании нормы высева семян. Покрытие поверхности высеваемых семян рабочей жидкостью бактериальных препаратов, оценено на уровне 90-95 %, что подтвердило правильность выбора технического устройства для решения проблемы обработки (смачивания) семенного материала рабочей жидкостью бактериальных препаратов при их внесении в почву одновременно с посевом.

Список литературы

1. Бродский В.З. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей (Справочное издание) / В.З. Бродский, Л.И. Бродский и др. – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.
2. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, Алешкин В.Р., Роцин П.М. – М.: Колос, 1980. – 168 с.
3. Маркова Е.В. Планирование эксперимента в условиях неоднородностей / Е.В. Маркова, А.Н. Лисенков. – М.: Наука, 1973. – 220 с.
4. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 256 с.

INTRODUCTION OF LIQUID FORMS OF BACTERIAL PREPARATIONS SIMULTANEOUSLY WITH SOWING

*N.Nazarov, doctor of Technical Sciences, v.n. s., I.V. Nekrasova, s. n. s.,
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences;*

Abstract. The issues of processing seed material with the working fluid of bacterial preparations when it is introduced into the soil simultaneously with sowing with a divider of components into two parts are considered. The qualitative division of the components into equal parts is achieved at a seeding rate of 150 to 250 kg / ha with a divider angle of up to 6 degrees. At the same time, the unevenness expressed by the coefficient of variation does not exceed 8%.

Keywords: Bacterial preparations, working fluid, grain seeds, distribution, unevenness.

УДК 631.171.167.53.043.001.8

МИНИМИЗАЦИЯ ДЛИНЫ ТРЕКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ АГРЕГАТА НА ПОЛЕ.

Нечаев А.И.

Старший научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий
Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия, netaew@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается способ минимизация длины трека для управления движением агрегата на поле челночным методом с объектами-препятствиями сложной формы, геометрически имеющих перекрытия или вложенный характер. Анализируется использование алгоритма Дейкстры определения минимального пути. Определены свойства алгоритма Дейкстры и свойства графа поля с объектами – препятствиями, исключающее прямое применение алгоритма Дейкстры. Сформированы требования к модификации алгоритма Дейкстры. Разработан алгоритм и программа вычисления трека минимальной длины движения агрегата на поле на основе модифицированного алгоритма Дейкстры.

Ключевые слова: управление движением агрегата, алгоритм Дейкстры, челночный метод

При движении агрегата на поле в различных стадиях обработки (посев, опрыскивание) при наличии объектов - препятствий (колки, овраги и т.п. далее объекты) различной конфигурации возникает задача минимизации пути обхода объектов.

В случае сложной конфигурации, при взаимосвязанности, перекрытии и вложенности объектов простые вычислительные методы оптимизации пути обхода объектов, основанные на переборе вариантов комбинации составляющих цепочку гона, имеют большую размерность количества вариантов. При этом решение задачи нахождения минимального пути обхода объектов усложняется тем, что такой путь должен содержать участки гона (поля) находящиеся внутри или между объектами подлежащих обработке.

Существуют алгоритмы нахождения минимального пути в теории графов, когда необходимо найти минимальный путь от вершины 1 к вершине 2- алгоритм Дейкстры - алгоритм на графах, изобретённый нидерландским учёным Эдсгером Дейкстрой в 1959 году [1]. Находит кратчайшие пути от одной из вершин графа до всех остальных. Алгоритм работает только для графов без рёбер отрицательного веса, рис.1 с обозначениями: кружками обозначены вершины, линиями - пути между ними (рёбра графа). В кружках обозначены номера вершин, над рёбрами обозначен их вес - длина пути.

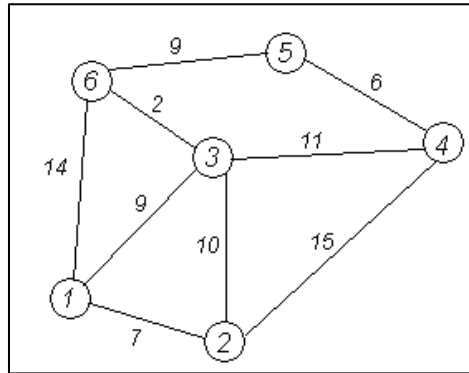


Рисунок 1 Граф алгоритма Дейкстры.

С целью использования алгоритма Дейкстры для вычисления трека минимальной длины движения агрегата на поле с объектами-препятствиями при параллельной системе гонов произведено исследование свойств данного метода на разработанной экспериментальной программной модели, позволяющей варьировать структуру программной модели и конфигурацию поля с объектами с целью определения взаимосвязи параметров модели поля со структурой алгоритма Дейкстры. Экспериментальная программная модель алгоритма Дейкстры создана на языке СИ++.

В качестве модели поля с объектами использовалась сложная конфигурация вложенных и перекрывающихся объектов, рис 2. Алгоритм Дейкстры записывается следующим образом: пусть задан простой неориентированный граф $G = (V, E)$, как конечное множество вершин V и множество E неупорядоченных пар $\{v_i, v_j\}$ – ребер. Каждому ребру предписано действительное число $a[i][j] > 0$, которое называется длиной этого ребра. Требуется найти кратчайший путь между заданными вершинами s и q , то есть такую последовательность вершин $u_1, u_2, \dots, u_n$, что $u_1 = s$, $u_n = q$, $\{u_i, u_{i+1}\} \in E$ для всех $1 \leq i \leq n-1$, и сумма длин ребер $\{u_i, u_{i+1}\}$ минимальна. Задача решается с помощью алгоритма Дейкстры:

1.Каждой вершине припишем временный вес $t(v_i) = \infty$. Положим $t(s) = 0$ и далее $t(s)$ изменяться не будет, т.е. $t(s)$ – постоянный вес вершины s . Положим $v = s$.

2.Для всех вершин $u = v_i$, смежных с v , имеющих временный вес, изменяем вес по формуле $t(u) = \min(t(u), t(v) + a[v][u])$.

3.Устанавливаем постоянный вес той вершины u , которая имеет наименьший временный вес. Положим $v = u$. Если $v = q$, то $t(v)$ – длина кратчайшего пути из s в q . Если $v \neq q$, то переходим к шагу 2.

В результате работы алгоритма получим длину кратчайшего пути из s в q . Чтобы найти вершину и ребра, составляющие этот путь, нужно определить массив $h[V]$, где $h[v]$ – вершина, предшествующая вершине v на кратчайшем пути, а в шаге 2 добавить операцию $h[u] = v$, в случае, когда $t(u) > t(v) + a[v][u]$.

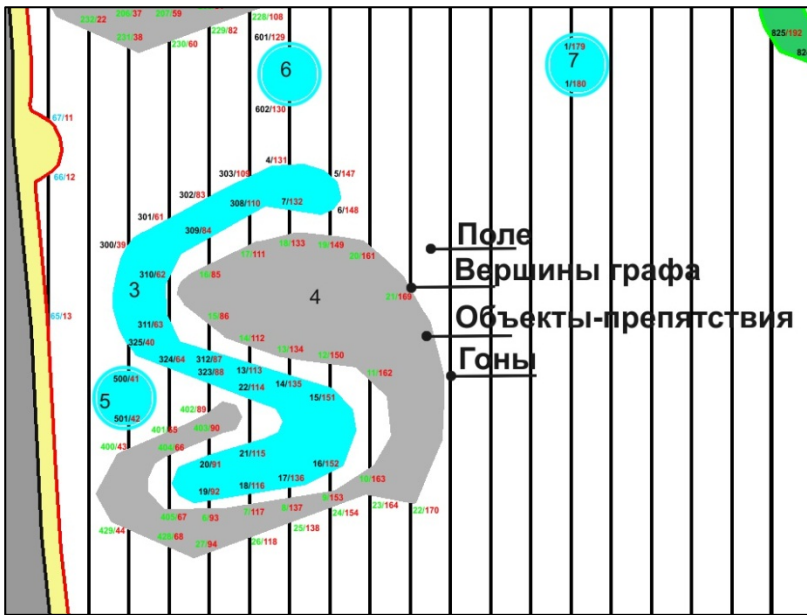


Рисунок 2 Модель поля со сложной конфигурацией вложенных и перекрывающихся объектов

Для поля с объектами граф $G = (V, E)$ может быть представлен как конечное множество вершин V , являющимися точками пересечения контуров поля и объектов с линиями гонов, и множество E неупорядоченных пар $\{v_i, v_j\}$ – ребер, длина которых соответствует расстоянию между вершинами-длине отрезка гона или длине контура границы поля или объекта.

Минимальный путь L_{min} для граф G из начальной до конечной точки системы челночных гонов при обработки поля агрегатом, определяется как сумма:

$$L_{min} = \sum_{ig=ig_{max}}^{ig=0} Lg_{ig} \quad (1),$$

где: ig, ig_{max} - текущий и конечный номер гона, Lg -минимальный путь от начальной до конечной точки гона.

При этом задача обработки поля состоит в обработки свободных от объектов участков поля по линии гона. Тогда минимальный путь от начальной до конечной точки гона Lig :

$$Lig = \sum_{i=0}^{i=n} Lxx_i + \sum_{n=n_{max}}^{n=0} Lobj_n \quad (2),$$

где: Lxx_i -длина отрезка гона между вершинами графа V_i, V_{i+1} ,

$Lobj_n$ –минимальная длина контура поля, объекта между вершинами графа V_n, V_{n+1} ,

i - номер отрезка гона ig между объектами,

n - номер объекта, участка границы поля в пересечении линией гона ig .

Таким образом, соотношение (2) показывает, что необходимо определить минимальный путь обхода n -го объекта, включая границу поля между вершинами графа V_n, V_{n+1} соответствующими конечной вершиной i -го отрезка гона и начальной вершиной $i+1$ отрезка гона.

Исследование свойств алгоритма Дейкстры при экспериментальном моделировании расчета выявило следующие закономерности.

- алгоритм находит кратчайший путь от одной из вершин графа до всех остальных. Алгоритм работает только для графов без ребер отрицательного веса для связных, неориентированных графов;

- алгоритм не учитывает условия связности вершин (коммутационные условия перехода между вершинами графа);

- ребра графа, включенные в маршрут, не могут быть пройдены повторно.

Исследование свойств графа поля с объектами выявило следующие его свойства:

- граф поля с объектами является связным, неориентированным графом;

- связь вершин графа поля является неоднородной, вследствие условий поворота агрегата с заданным радиусом поворота R_{agr} , т.е. граф имеет коммутационные условия перехода между вершинами графа (матрицу коммутации);

- существует оптимальный набор отрезков гона для их последовательного обхода, имеющего минимальный путь.

Выявленные свойства и закономерности алгоритма Дейкстры и графа поля позволяют сформировать следующие требования к модификации алгоритма Дейкстры (алгоритм "мДейкстра") и алгоритму трассировки:

- алгоритм должен находить кратчайший путь между заданными вершинами графа с учетом коммутационных условий связи вершин;

- ребра графа, включенные в маршрут, могут быть пройдены повторно при изменении условий коммутации связей вершин;

- алгоритм трассировки должен определять наборы отрезков гона для их последовательного обхода, имеющего минимальный путь;

- результат расчета должен содержать путь (набор последовательности вершин) с коммутационными условиями перехода.

Структурная схема алгоритма "мДейкстра" трассировки представлена на рис. 3.

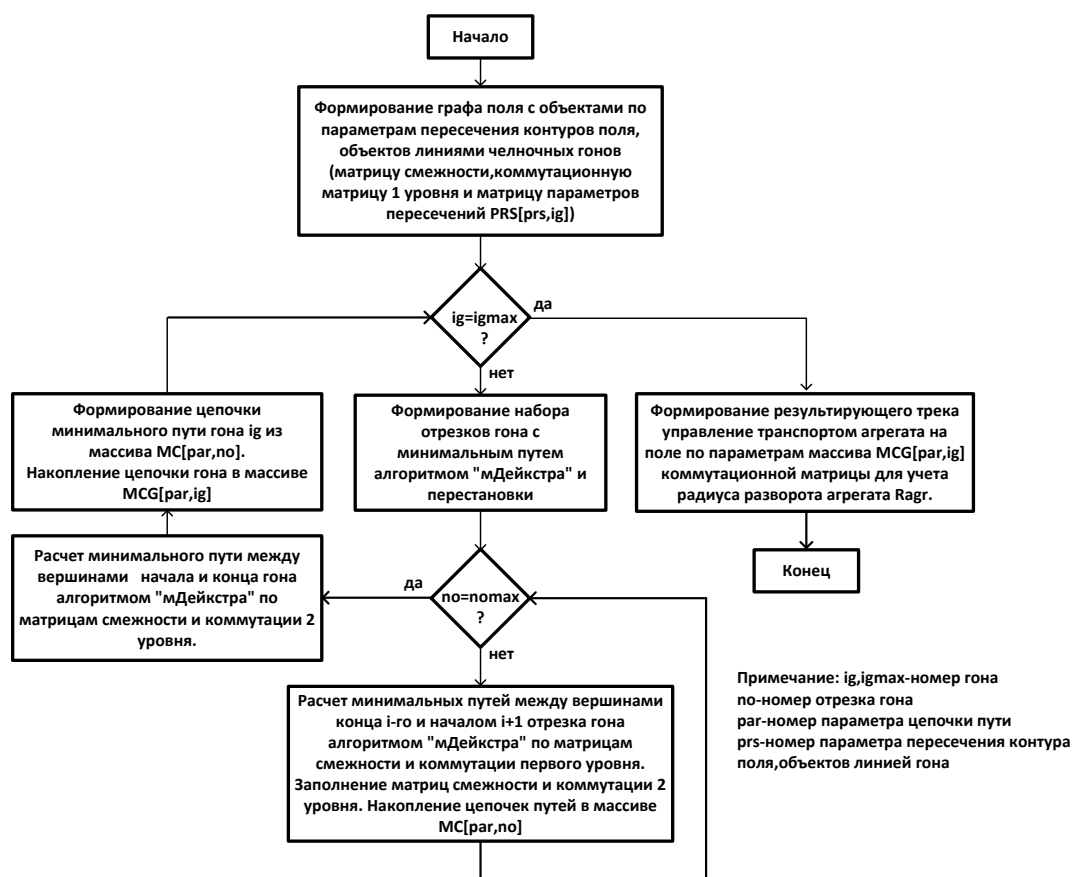


Рисунок 3 Структурная схема алгоритма трассировки модифицированным алгоритмом Дейкстры ("мДейкстра")

Разработан алгоритм и программа на языке СИ++ вычисления трека минимальной длины движения агрегата на поле для сложной конфигурацией вложенных и перекрывающихся объектов-препятствиями при параллельной системе гонов на основе модифицированного алгоритма Дейкстры.

Список литературы

1. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs // Numer. Math - Springer Science+Business Media, 1959. - Vol. 1, Iss. 1. - P. 269–271. - ISSN 0029-599X; 0945-3245 - doi:10.1007/BF01386390

2. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. - 2-е изд. - М.: «Вильямс», 2006. - С. 1296. - ISBN 0-07-013151-1.
3. Левитин А. В. Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ - М.: Вильямс, 2006. - С. 189–195. - 576 с. - ISBN 978-5-8459-0987-9.
4. Альт В.В., Нечаев А.И. Экспериментальное программное обеспечение расчета параметров оптимального управления с/х агрегатом с учетом радиуса разворота агрегата и поворота штанги при криволинейном непрерывном движении агрегата по полю с проведением полевого эксперимента// Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб. науч. тр. по материалам заочной международной научно-практич. конф. (г. Рязань, ФГБНУ ВНИМС, 15 декабря 2014 г.)/ ФГБНУ ВНИМС. – Рязань, 2014,-с.94- 107.

Minimize track length to control implement movement in the field.

A.I. Nechaev

Senior Researcher, Sibir Federal Scientific Center of Agro-Biotechnology Russian Academy of Sciences (SFNTSA) RAS), Krasnoobsk, Russia, netaew@mail.ru

Abstract. *The article discusses a way to minimize the length of the track to control the movement of the unit on the field by the shuttle method with objects-obstacles of complex shapes, geometrically overlapping and nested. The use of Dijkstra's method for determining the minimum path between the vertices of the graph is analyzed. The properties of the Dijkstra algorithm and the properties of the field graph with objects - obstacles are determined (the connection of the vertices of the field graph is inhomogeneous, due to the conditions of rotation of the unit with a given radius of rotation, i.e. the graph has switching conditions for the transition between the vertices of the graph), which excludes the direct application of the Dijkstra algorithm ... Requirements for modification of Dijkstra's algorithm and tracing algorithm have been formulated. An algorithm and a program for calculating the track of the minimum length of movement of the unit on the field for a complex configuration of nested or overlapping objects - obstacles in a parallel system of rutting based on the modified Dijkstra algorithm - have been developed.*

Keywords: *control of the movement of the unit, Dijkstra's algorithm, shuttle method*

УДК 631.312.021

ДАТЬ НОВУЮ ЖИЗНЬ СЕЯЛКЕ-КУЛЬТИВАТОРУ СКП-2,1

Николашкин В.И.

*Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук,
р.п. Краснообск, Россия, sibime@sfsca.ru*

Аннотация: *В статье предлагается замена стоек на сошники с параллелограммной подвеской, внесение туков раздельно от семян, увеличение семенного и тукового ящика с целью увеличить промежуток между заправками до фиксированного времени*

Ключевые слова: *Сошник, параллелограммная подвеска, воронка, бункер.*

Одним из главных условий получения высокого и устойчивого урожая является качественный посев качественными семенами. Для получения дружных всходов необходимо

создать всем семенам одинаковые условия, уложить на почву с ненарушенной капиллярностью, способной поднимать влагу из глубины, прижать почву к семенам. Проводить предпосевную обработку с минимальным отрывом от посева, на таких скоростях, чтобы не выворачивать влажный слой на поверхность. Необходимо распределять семена по поверхности равномерно, отдельно вносить удобрения. Все эти условия не всегда выполняются отечественными и импортными сеялками. Одним из общих недостатков – пневматическая подача семян. Наши семена теряют 15% и более всхожести из-за травмирования на изгибах семяпроводов. В свою очередь семяпроводы в этих местах быстро изнашиваются. Нет данных равномерности распределения семян по сошникам. Импортные сеялки очень дорогие, требуется их сервисное обслуживание и хранение. Нужно учесть, что сеялки работают 2 недели в году, а 50 – стоят на хранении, а хранение таких сеялок тоже не дешево, и ложится на себестоимость зерна. Сошники, используемые в наших и импортных сеялках, имеют ряд существенных недостатков. Двойные дисковые сошники делают ложе в виде усеченной пирамиды, т.к. стык у них находится на расстоянии около 170мм от нижних кромок, а сев производится на глубину 30...40мм. Семена поэтому попадают в разные условия, одни – в основание пирамиды, ближе к влаге, остальные распределяются по поверхности. И если не выпадут вовремя осадки, то семена, что попали в основание, взойдут, а остальные после дождя образуют подгон. Долотообразные сошники образуют скученный посев, оставляя незасеянными междурядья, оставляя место для сорняков. Необходимо создать сеялку, по возможности учитывающую упомянутые требования. Наиболее подходящая база – сеялка культиватор СКП-2.1. Она малогабаритная. При горизонтальной шарнирной компоновке сцепки из нескольких сеялок СКП-2,1 можно получить сеялочный агрегат, хорошо копирующий рельеф поля. Удобно заправлять такой агрегат семенами и удобрениями.

Сеялка – культиватор СКП-2,1, имеет ряд существенных недостатков и требуется её модернизация. Так все сошники неподвижно установлены на раме, поэтому не могут стабильно вносить семена по глубине из-за невыровненности полей. Кольчатый каток в таком виде равномерно прикатать не может по той же самой причине, что и сошники. Кроме того кольчатый каток хорошо прикатать не может из-за широко расставленных дисков, так как рассчитан на работу в батарее из двух катков, входящих один в другой с целью самоочистки.

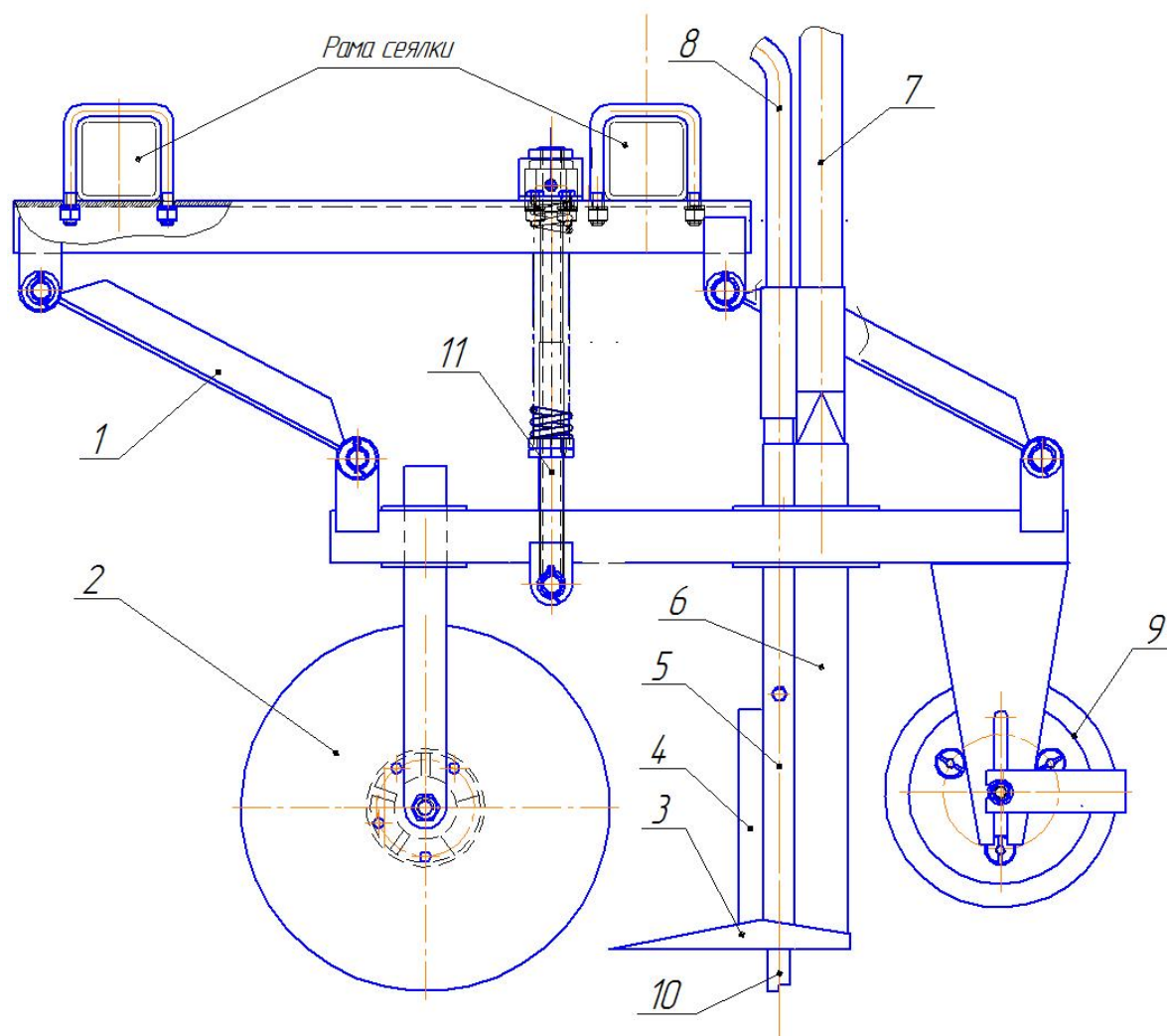


Рис. 1. Сошниковая группа

1 – Параллелограммная подвеска; 2 – Щелерез; 3 – лапа культиватора (без хвостовика); 4 – рассекатель; 5 – направляющая тукопровода; 6 – направляющая семяпровода; 7 – рукав семяпровода; 8 – рукав тукопровода; 9 – каток прикатывающий; 10 – тукопровод; 11 – регулятор давления.

Предлагается сошниковая группа (рис.1) универсальная для предпосевной обработки почвы, сплошного разбросного распределения семян на ровное ложе с одновременным раздельным внесением удобрений и прикатыванием за каждым сошником. Сошниковая группа крепится к раме СКП-2,1 стремянками. Параллелограммная подвеска 1 удерживает стрельчатую лапу 3 всегда в горизонтальном положении. Лапа 3 образует гладкое ложе для семян и одновременно подрезает сорняки. Щелерез 2 прорезает почву, вдавливают или разрезает пожнивные остатки, проделывая проход с целью уменьшения сопротивления следующим за ним органам. Рассекатель 4 раздвигает почву и сокращает сопротивление следующим за ним направляющему тукопроводу 5 и семяпроводу 6. Удобрения поступают в направляющую тукопровода 5 через рукав 8, семена – в направляющую семяпровода 6 через рукав 7. Удобрения вносятся в почву тукопроводом 10. Прижимает почву к семенам каток 9. Сила прижатия рабочих органов сошниковой группы регулируется стойкой 11 с пружиной.

Перечисленные рабочие органы крепятся подвижно.

Для того, чтобы отдельно от семян вносить удобрения, необходимо реконструировать воронку, преобразуя её в МАТЕРИАЛОПРОВОД (рис. 2). В воронке 1 проделывается отверстие для удобрений, которое отгораживается от семян перегородкой 2. Кронштейн тукопровода 3 крепится к воронке 4-мя винтами. К кронштейну тукопровода 3 хомутом крепится рукав 5. К воронке 1 также хомутом крепится рукав семяпровода 4.

Рабочая скорость лаповых сошников не может превышать 5-и км/ч, иначе при больших скоростях выносятся влажный слой почвы на поверхность и наматывается на прикатывающий каток. Большие скорости при почвообработке и посеве чреваты ухудшением качества и увеличением удельного расхода топлива, т.к. при увеличении скорости увеличивается сопротивление обработки, разброс почвы и выглубление рабочих органов.

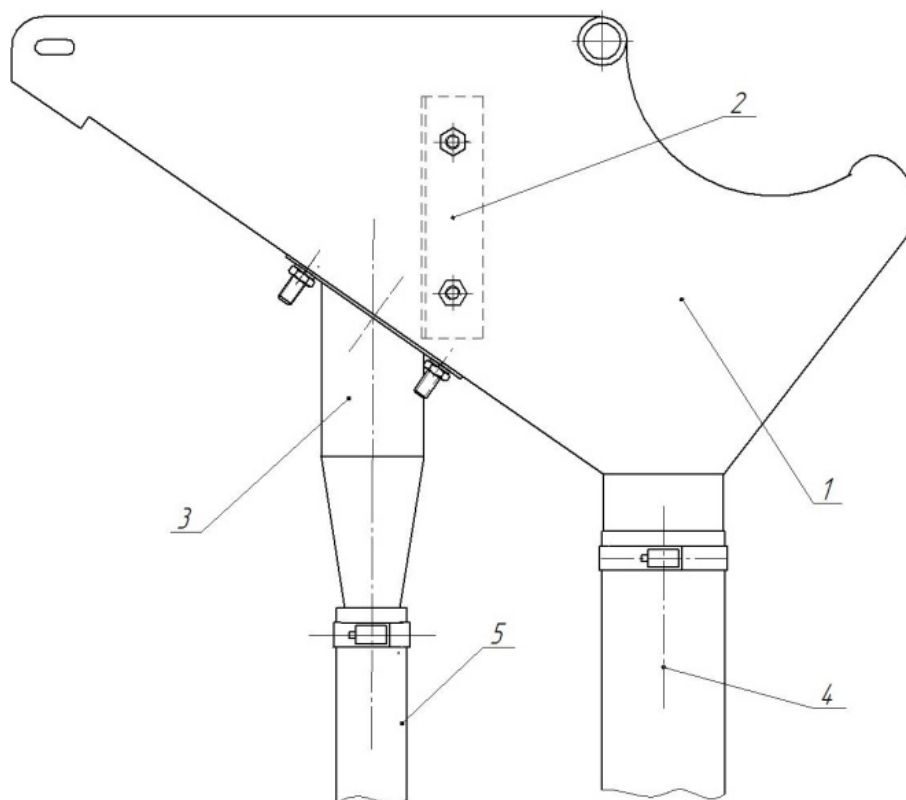


Рис. 2. Материалопровод

1 – воронка; 2 – перегородка; 3 – кронштейн тукопровода; 4 – рукав семяпровода;
5 – рукав тукопровода.

Использование предлагаемой сошниковой группы исключает применение для прикатывания кольчатых катков, но требуется установка колёсного хода. Заводы-изготовители выпускают такие сеялки. В СибИМЭ разработано, изготовлено и опробовано несколько вариантов колёсного хода для СКП-2.1 и СЗС-2.1.

На рис.3 показано размещение сошниковых групп на раме СКП-2.1

Требуется небольшая доработка сеялки-культиватора СКП-2.1, а именно: увеличить ящик для зерна до 400 дм^3 на 1 метр захвата, а для туков – до 240 дм^3 . В расчёте на то, что заправка семенами и удобрениями была не чаще чем через 4 часа. Это время можно совместить со временем отдыха и приёма пищи.

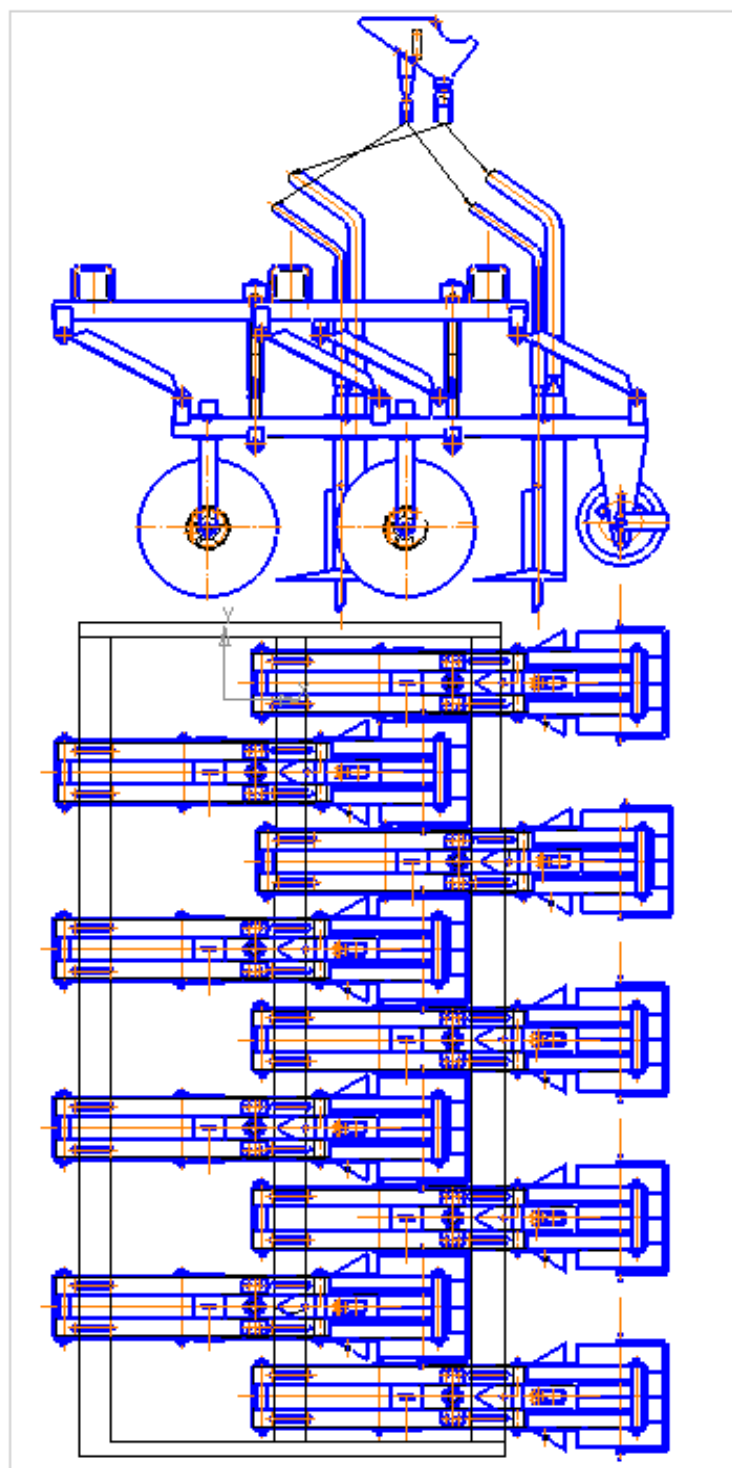


Рис. 3 Размещение сошниковых групп на раме СКП-2,1.

1. Таким образом модернизированная сеялка-культиватор СКП-2,1 одновременно может проводить предпосевную обработку и посев. Сеялка малогабаритная, легко вмещается в транспортные средства. Шарнирные сцепки позволяют составлять агрегаты до 8 сеялок. Такие агрегаты хорошо копируют рельеф поля.

2. Использование предлагаемой сошниковой группы исключает применение для прикатывания кольчатых катков, но требуется установка колёсного хода. Заводы-изготовители выпускают такие сеялки. В СибИМЭ разработано, изготовлено и опробовано несколько вариантов колёсного хода для СКП-2,1 и СЗС-2,1.

Список литературы

1. «ООО СИБЗАВОД АГРО» СЕЯЛКА-КУЛЬТИВАТОР СКП-2,1 Руководство по эксплуатации СКП 00.00.000 РЭ.
2. Кленин Н.И., Егоров В.Г. Сельскохозяйственные машины.-М «КолосС», 2002.
3. Спицин И.А. , Орлов А.Н., Ляшенко В.В. и др. Сельскохозяйственная техника и технологии.-М.:2006.

GIVE A NEW LIFE TO THE SEEDER-CULTIVATOR SKP-2,1.

Nikolashkin

*Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russia, sibime@sfscs.ru*

Abstract: *The article suggests replacing the racks with coulters with a parallelogram suspension, adding tugs separately from seeds, increasing the seed and tug box in order to increase the interval between refueling to a fixed time.*

Keywords: *Coulter, parallelogram suspension, funnel, hopper.*

УДК 631.36.:664.7

МОЙКА С ОБОРОТНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ

Николашкин В.И.

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
р.п. Краснообск, Россия, sibime@sfscs.ru

Аннотация. *В статье рассматривается проблема обратного водоснабжения, сбора и утилизации стоков наружной мойки сельскохозяйственной техники.*

Ключевые слова: *обратное водоснабжение, отстойник, фильтр, резервуар для оборотной воды.*

Первой и очень важной операцией технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники является наружная мойка. В условиях сельской местности необходима мойка с обратным водоснабжением. В настоящее время таких моек нет, поэтому в сельскохозяйственных предприятиях технику моют у водоёмов или водопроводных колонок. Существующие типовые проекты моек с обратным водоснабжением или не были реализованы, или, как показала экспертиза, в принципе не могут очищать стоки, или в них не решён вопрос механического удаления осадка.

Предлагаемая мойка с обратным водоснабжением состоит (рис. 2) из моечной площадки 1, размещённой в тёплом помещении, и открытой моечной площадки 9, внутреннего и наружного первичных отстойников 2. Ширина отстойников позволяет убирать из них осадок экскаватором, т. е. в пределах 600...800мм. Глубина отстойников может быть любой – от – 1,5 м и более, а длина – от 6,0 м и более. От этих параметров отстойников зависит периодичность их очистки. Первичные отстойники 2 перекрыты легкосъёмными ячеистыми решётками 3, предохраняющими обслуживающий персонал и технику от падения в них. Вторичный отстойник 5 закрыт крышкой, предохраняющей от

попадания в него различных загрязнений. Первичные отстойники 2 соединены с вторичным отстойником 5 трубопроводами 4. Во вторичный отстойник 5 в специальном корпусе установлены фильтры: песчаный 6 и поролоновый 7. Песок для фильтра 6 нужен крупный строительный, предварительно промытый. Для фильтра 7 необходим поролон толщиной 20мм. Вторичный отстойник 5 соединён с резервуаром чистой воды 8. В качестве резервуара можно использовать любую ёмкость объёмом не менее дневной потребности в воде.

Предлагается следующая технология очистки стоков и удаления осадка (см. рис.1 и 2). Стоки с моечных площадок 1 и 9 поступают в первичные отстойники 2. По достижении нижней кромки трубопроводов 4 стоки, поступают во вторичный отстойник 6, затем, пройдя через песчаный 6 и поролоновый 7 фильтры, очищенная вода стекает в резервуар 8.

Очистка начинается по мере заполнения отстойников. Осадок нужно удалять экскаватором в тракторный прицеп или другое транспортное средство. Воду из отстойников предварительно удалять не нужно и зачищать их после экскаватора тоже. Резервуар необходимо регулярно пополнять.

Из вторичного отстойника 6 осадок следует удалять по достижении уровня нижней кромки фильтров 7 и 8. Фильтры необходимо менять одновременно с удалением осадка. Причём, песок можно промыть и использовать снова. Нефтепродукты, попавшие в стоки, как показала практика, во вторичный отстойник 6 не стекают, а остаются на поверхности первичных отстойников 2 и могут быть удалены только вместе с осадком при чистке. Массовая доля нефтепродуктов, попавших в стоки, обычно составляет не более 0,001% от массы осадка и причинить вред природе не может.

Предлагаемая мойка позволяет: обходиться без водопровода и канализации, мыть машины в зимних условиях, механизированно удалять осадки не чаще одного раза в год, а из вторичного отстойника не чаще одного раза в 5 лет и защитить окружающую среду.

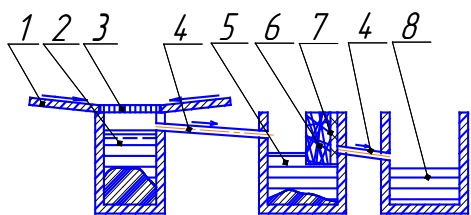


Рис. 1. Технологическая схема оборотного водоснабжения
1 – моечные площадки; 2 – первичные отстойники; 3 – решетки перекрытия отстойников; 4 – трубопроводы; 5 – вторичный отстойник; 6 – песчаный фильтр; 7 – поролоновый фильтр; 8 – резервуар чистой воды.

Список литературы

1. Площадка для мойки сельхозмашин с оборотным водоснабжением (типовой проект 816 – 2 – 1). Разработчики : ЦИТЭПсельхозпром Главсельстройпроекта МСХ СССР
2. Площадка для мойки автомобилей и сельхозмашин с оборотным водоснабжением. Типовой проект 816-2-10.64. Разработчик: Институт проектирования сельскохозяйственного строительства Госстроя Литовской ССР.
3. Каплун Г., Мирутко В., Гинсбург Д. Мойка без сброса воды. // Сельский механизатор, - 1981, - №10, - с. 8 – 9.

A SINK WITH A CIRCULATING WATER SUPPLY

V. I. Nikolashkin.

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia, sibime@sfscs.ru

Annotation. The article deals with the problem of recycled water supply, collection and disposal of waste water from outdoor washing of agricultural machinery.

Keywords: recycled water supply, sump, filter, reservoir for recycled water.

УДК 631.33.022.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОЗАТОРА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОСЕВНОЙ МАШИНЫ

Рассомахин Г.К. канд. техн. наук., вед. науч. сотр., Яковлев Н.С. д-р. техн. наук. гл. науч. сотр., Черных В.И. инженер-исследователь

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
Федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
р.п. Краснообск, РФ, e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Аннотация. Проведены исследования по определению закономерности изменения производительности дозатора посевных машин, с пневматической подачей семян в зависимости от скорости вращения ротора дозатора и величины открытия загрузочного окна. Установлено, что производительность дозатора в зависимости от оборотов ротора изменяется нелинейно. Максимальная производительность дозатора наблюдается при частоте вращения ротора 2 об/с, при более высоких оборотах ротора происходит снижение производительности дозатора.

Ключевые слова: дозатор, ротор, загрузочное окно, семена, производительность.

Введение. Учитывая потребности сельскохозяйственного производства в новых усовершенствованных посевных агрегатах, оснащенных системой точного земледелия, необходимо иметь исполнительные механизмы, которые будут обеспечивать настройки рабочих органов агрегата в процессе его работы. При этом, одним из важных направлений научных исследований является разработка надежных дозаторов, обеспечивающих управляемую дозированную подачу семян в пневматическую систему посевной машины. В СИБИМЭ разработан экспериментальный образец дозатора пневматической машины, позволяющий обеспечить возможность плавного изменения нормы высева семян в соответствии с картой-заданием и автоматического отключения дозатора при разворотах агрегата на краю поля для предотвращения повторного сева. Для обоснования параметров опытного образца дозатора необходимо проведение лабораторного исследования влияния переменных факторов на производительность и работоспособность дозатора с целью определения его технических характеристик и режимов работы.

Цель работы – определить закономерности и разработать математическую модель взаимосвязи влияния размера загрузочного окна и частоты вращения ротора на производительность экспериментального дозатора.

Материал и методика. Для достижения поставленной цели провели двухфакторный эксперимент процесса дозирования семян яровой пшеницы на экспериментальной лабораторной установке (рис.1) [1]. Частоту вращения ротора дозатора меняли с помощью электродвигателя, подключенного в сеть через инвертор ESO 1000 3PH AC 380V. Измеряли её цифровым фототахометром МЕГАФОН 18001. Вес загружаемого материала измеряли с

помощью электронных весов SWII - 20. Время прохода через дозатор заданной порции зерна фиксировали секундомером CHRONGRAPH. Опыты проводили с трехкратной повторностью.

В процессе эксперимента изменяли размер загрузочного окна (см) и частоту вращения ротора дозатора (об/с). Выходным измеряемым параметром приняли производительность дозатора (г/с).

Постоянными факторами эксперимента приняты:

1. Культура – яровая пшеница «Новосибирская 41»;
2. Масса разовой загрузки – 3кг.;
3. Влажность зерна от 14 до 15 %.

Переменные факторы и уровни их варьирования представлены в табл. 1.
Табл. 1. Факторы и уровни их варьирования

Уровни факторов	Переменные факторы, код. значение		Переменные факторы, натур. значение	
	x_1	x_2	Размер загруз. окна, см.	Частота вращения ротора, об/с.
Основной (нулевой)	0	0	5	2
Нижний	-	-	2	1
Верхний	+	+	8	3
Интервал варьирования			3	60

Для проведения эксперимента использовали ортогональный план второго порядка с тремя опытами в центре плана $/2/$, $n_0 = 3$. Матрица планирования представлена в табл. 2.

Табл. 2. Ортогональный план второго порядка для двух факторов с тремя опытами в центре плана.

	Переменные факторы, кодированные значения		Переменные факторы, натуральные значения		Отклик, $\hat{y}$			
	x_1	x_2	s – размер загрузочного окна, см	n – частота вращения рот., об/с	$P = m/t$ – производительность дозатора, г/с			
					P_1	P_2	P_3	y (P_{CP})
Ядро плана	-1	-1	2	1	95,74	91,26	94,64	93,88
	+1	-1	8	1	243,75	245,80	242,15	243,90
	-1	+1	2	3	110,50	114,73	112,61	112,61
	+1	+1	8	3	480,65	433,09	482,00	465,25
Звездные точки	L=+1,15	0	9,2	2	526,31	587,25	515,52	543,03
	L= -1,15	0	2,3	2	174,82	182,78	172,55	176,72
	0	L=+1,15	5	3,45	302,71	303,93	293,68	300,11
	0	L= -1,15	5	1,15	213,71	240,71	218,03	224,15
Центр плана	0	0	5	2	277,72	283,33	254,55	271,87
	0	0	5	2	256,36	259,17	253,15	256,23
	0	0	5	2	277,23	317,05	260,65	284,98

Полученные экспериментальные данные использовали для оценки коэффициентов регрессии. Значимость коэффициентов проверили по критерию Стьюдента. Для этого определили дисперсию воспроизводимости по трем параллельным опытам в центральной точке плана. Далее рассчитали дисперсии и средние квадратичные отклонения по каждому из коэффициентов. Определили критерий Стьюдента по каждому из полученных

коэффициентов. Провели оценку по критическому значению критерия и убрали незначимые коэффициенты. Адекватность уравнения проверили по критерию Фишера [2, 3].

Результаты исследования и их обсуждение. Полученное уравнение регрессии в кодированном виде имеет вид:

$$y = 285 + 139x_1 + 49x_2 + 51x_1x_2 + 24x_1^2 - 49x_2^2$$

где: y - производительность дозатора, г/с; x_1 - размер загрузочного окна, см; x_2 - частота вращения ротора об/с.

На основании данных полученного уравнения регрессии построены графики. График зависимости производительности дозатора от частоты вращения его ротора при различных размерах выгрузного окна представлен на рис.1. Результаты исследования показывают, что при открытии выгрузного окна до 2 см, с увеличением частоты вращения ротора с 1 до 2 об/с производительность дозатора растет и при 2 об/с достигает максимальных значений, при дальнейшем увеличении частоты вращения ротора снижается. При открытии выгрузного окна до 5 см, с увеличением частоты вращения с 1 до 2,5 об/с производительность растет, в пределах 2,5 об/с достигает максимума, а затем снижается. При открытии загрузочной камеры до 8 см, с увеличением частоты вращения ротора, наблюдается постоянный рост производительности дозатора

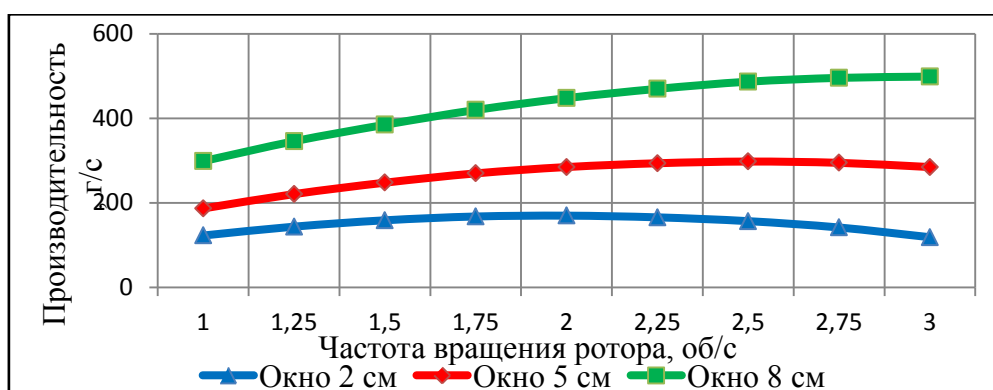


Рис 1. Изменения производительности дозатора в зависимости от частоты вращения ротора и различных размерах загрузочного окна, полученные по представленной модели.

График зависимости производительности дозатора от ширины выгрузного окна при различных оборотах ротора представлен на рис.2. График показывает, что в исследуемых диапазонах, варьируемых факторов, с увеличением размера выгрузного окна наблюдается рост производительности дозатора. С увеличением частоты вращения с 1 до 2 об/с наблюдается пропорциональное увеличение производительности, а при дальнейшем увеличении частоты вращения происходит снижение производительности дозатора.

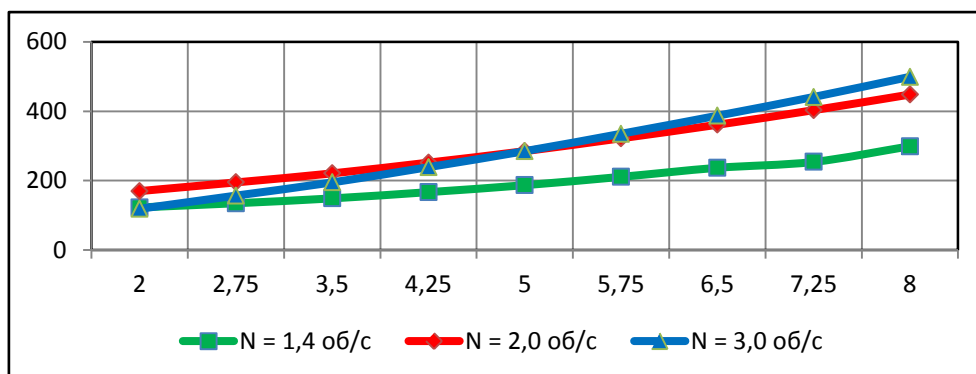


Рис 2. Изменения производительности дозатора в зависимости от ширины выгрузного окна при различных частотах вращения ротора, полученные по представленной модели.

Выводы

1. Максимальная производительность дозатора наблюдается при частоте вращения ротора в пределах 2 об/с
2. Частота вращения ротора не должна превышать 2 об/с, при более высоких оборотах происходит снижение производительности дозатора.
3. Результаты исследования могут быть использованы при разработке программного обеспечения настройки рабочих органов посевных агрегатов.

Список литературы

1. Яковлев Н.С., Назаров Н.Н., Рассомахин Г.К., Маркин В.В., Черных В.И. Высевающий аппарат зерновых сеялок для точного земледелия. Научно-техническое обеспечение АПК Сибири: материалы. Междунар. Науч.-технич. Конф. (п. Краснообск, 3-4 октября 2019 г.) /Сиб. НИИ мех. и электр. с- х СФНЦА РАН. Новосибирск, 2019. С.178 –182.
2. Спирин Н.А., Лавров В.В., Бондин А.Р., Лобанов В.И. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. 260 с.
3. Чубинский А.Н., Русаков Д.С., Батырева И.М., Варанкина Г.С. Методы и средства научных исследований. Методы планирования и обработки результатов экспериментов: учебное пособие для студентов / СПб.: СПбГЛТУ, 2018. 109 с.

RESEARCH OF THE PARAMETERS OF THE EXPERIMENTAL DISPENSER OF A PNEUMATIC SEEDING MACHINE

G.K. Rassomakhin Ph.D., Leading Researcher, Yakovlev N.S. Doctor of Technical Sciences Chief Researcher, V.I. Chernykh research engineer
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk region, Krasnoobsk, RF
e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Abstract. Studies were carried out to determine the regularity of changes in the productivity of the dispenser of sowing machines, with pneumatic seed supply, depending on the speed of rotation of the rotor of the dispenser and the size of the opening of the loading window. It is established that the performance of the dispenser, depending on the revolutions of the rotor, varies nonlinearly. The maximum productivity of the dispenser is observed at a rotor speed of 2 rev / s, at higher rotor speeds there is a decrease in the productivity of the dispenser.

Keywords: batcher, rotor, loading grain channel, seeds, productivity.

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ САДОВОДСТВА

Смирнов И.Г.

д.т.н., заведующий отделом, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Россия, e-mail:
rashn-smirnov@yandex.ru

Хорт Д.О.

к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Россия, e-mail: dmitriyhort@mail.ru

Кутырёв А.И.

к.т.н., старший научный сотрудник, заведующий лабораторией, ФГБНУ
ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Россия, e-mail: alexeykutyrev@gmail.com

Аннотация. В статье рассчитаны и приведены основные конструктивные и технологические параметры новой универсальной роботизированной платформы для садоводства. Она отличается универсальностью, простотой конструкции, удобством адаптации к различным рабочим органам и исполнительным механизмам. Для обоснования эффективности применения роботизированной платформы провели комплексный анализ технологических параметров насаждений. Учитывая все производственные факторы при возделывании садовых культур установлены базовые размеры роботизированной платформы.

Ключевые слова: роботизированная платформа, конструктивные параметры, технологические процессы, система управления.

Введение. Повышение технического уровня и технологических возможностей сельскохозяйственных агрегатов не может быть осуществлена без широкой автоматизации производственных процессов и применения на агрегатах развитых систем компьютерного управления [1-3]. Применение в сельском хозяйстве Smart технологий является тем резервом, который позволяет повысить качество и урожайность сельскохозяйственных культур. Использование средств автоматизации, систем компьютерного зрения (Computer Vision) и электронных сенсоров на сельскохозяйственных машинах, облегчает и упрощает процесс управления, улучшает условия работы оператора, обеспечивает повышение производительности процессов [4]. В настоящее время учеными ведутся исследования по оценке возможности применения Smart технологий, различных алгоритмов работы в промышленных садовых насаждениях, в том числе совместно с системами глобального позиционирования, что позволяет вести точное (координатное) земледелие [5]. Разработка роботизированной платформы с системой компьютерного зрения для ухода за насаждениями и сбора урожая направлена на повышение качества выполнения технологических процессов и сокращение недобора урожая, за счёт круглосуточного режима работы в различных условиях освещенности.

Цель исследования. Обосновать параметры роботизированной платформы для выполнения различных технологических операций по уходу за растениями и уборки урожая в садоводстве, с учетом агротехнических требований современных технологий интенсивного типа.

Материалы и методы. Роботизированная платформа проектируется для работы в условиях посадки плодовых деревьев интенсивного типа с шириной междурядий 2,5-4 м и посадок земляники садовой в открытом грунте. Для достижения поставленной задачи предложена конструкция платформы, имеющей 2 ходовые оси с одинаковыми по размеру колесами и параллелепипидной формой рамы-корпуса. На рисунке 1 показан изометрический вид платформы сверху.

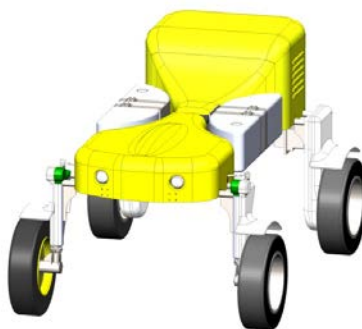


Рис.1. Изометрический вид платформы сверху

Результаты и обсуждения. Разработан опытный образец универсальной роботизированной платформы, предназначенной для выполнения технологических операций в садоводстве: мониторинг насаждений, опрыскивание насаждений, междурядная и приствольная обработка почвы, обрезка ветвей роботизированный сбор и транспортировка урожая. Конструктивно состоит из рамы со стойками, энергетической установки, электротрансмиссии, блоков электронной системы управления (рис.2).



Рис.2. Универсальная роботизированная платформа

Преимущества заключаются в интеллектуальной системе управления движением, энергоустановкой и электротрансмиссией, которая позволяет осуществлять работу энергосредства в трех режимах: дистанционное управление, автономный режим по электронным картам местности с использованием сигналов GPS, а также в беспилотном режиме с помощью модулей машинного зрения. Система управления УРП размещается внутри корпуса машины и соответствует техническим характеристикам, указанным в таблице 1.

Таблица 1. Общая техническая характеристика УРП

№ п.п	Основные параметры	Значение
1	2	3
1.	Марка машины	УРП
2.	Снаряжённая масса, кг	850
3.	Грузоподъёмность, кг	500
5.	Характеристика ходовой системы: Размер колёс, мм: - диаметр, не более - ширина, не более Крутящий момент на каждом из приводных колес, Нм Колесная формула	колесный тип 650 200 330 4*2
6.	Габариты машины, не более, мм: -длина -ширина, регулируемая - высота, не более	2800,0 1840,0;1960,0;2080,0 1600
7.	Ширина колеи, база, мм: - передних колёс - задних колёс -база	1800 1800 1900
8.	Дорожный просвет, мм	1200
10.	Наименьший радиус поворота, не более, мм	3500
11.	Скорость поступательного движения, км/ч -рабочая -транспортная	2-6 8
12.	Преодолеваемый подъем, град. Угол въезда, град. Угол съезда, град.	15 20 18
13.	Энергетическая установка: -тип -мощность генератора, Вт -напряжение силовой сети, В	Бензо-генератор 5500 48

Анализ конструктивно-технологических параметров роботизированной платформы в междурядьях садовых насаждений интенсивного типа показал применимость платформы с манипулятором для роботизированного сбора урожая плодов в междурядьях 2,5 и 4 м, с высотой кроны деревьев до 3-3,5 м. При выполнении базовых технологических операций по уходу за садовыми насаждениями (обработка почвы в междурядьях, опрыскивание, скашивание и др.) конструктивные параметры платформы УРП позволяют вписываться кроме интенсивных садов в междурядья садовой земляники 80 и 90 см (рис.4 а) и междурядья насаждений смородины чёрной 2,5 -3 м (рис.3).

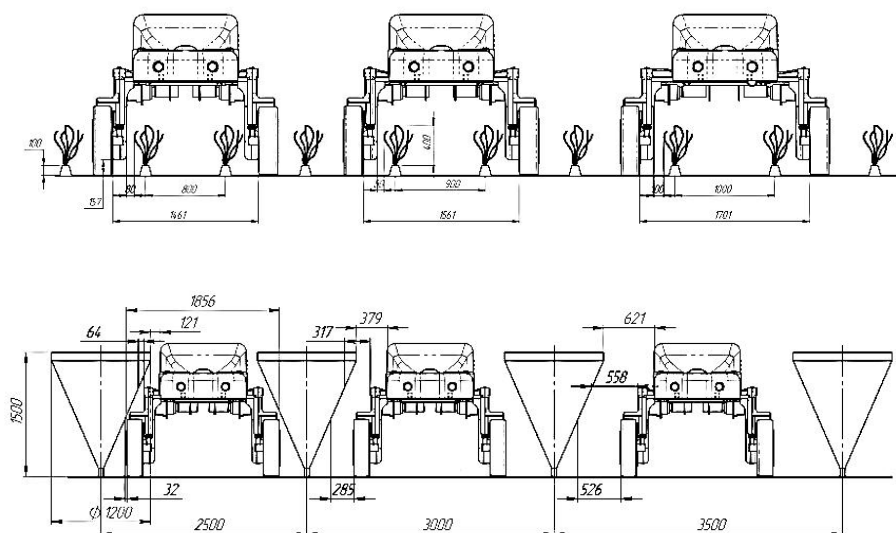


Рис.3. Вписываемость платформы УРП в междурядья садовой земляники 80 и 90 см (а) и междурядья насаждений смородины чёрной (б)

Рассмотрим тяговые свойства двухосной заднеприводной роботизированной платформы. Особенность работы роботизированной платформы с двумя ведущими колёсами состоит в следующем: оси 2-х колёс перемещаются с одинаковой поступательной скоростью. Если все колёса одинаковым радиусом и перемещаются по опорной поверхности одинакового профиля, тогда угловые скорости их вращения также будут одинаковыми. В эксплуатации такие условия работы ведущих колёс роботизированной платформы выполнить невозможно. Радиусы колес различаются вследствие разного давления в шинах и неодинакового износа, а также из-за различной вертикальной нагрузки на колёса. Каждое колесо роботизированной платформы проходит разный путь за одно и тоже время, что обусловлено неровностями дороги, необходимостью выполнения поворота и т.д. Таким образом, ведущие колёса должны иметь возможность вращения с неодинаковой частотой в соответствии с условиями их работы. Если они кинематически жёстко закреплены на валах, а валы установлены в жёстком корпусе, то скорости поступательного движения осей при движении роботизированной платформы выравниваются принудительно за счёт буксования и проскальзыванию колёс относительно почвы, потому что буксование снижает, а скольжение повышает скорость поступательного движения колеса в сравнение с окружной. Равенство поступательных скоростей осей ведущих колёс для случая, когда $v'_k \neq v''_k$ можно выразить формулой 1:

$$v'_k (1 - \delta') = v''_k (1 - \delta'') \quad (1)$$

где v'_k , δ' и v''_k , δ'' - окружные скорости и буксование колёс соответственно одной и другой оси. Примем, что индекс «один штрих» относится к колёсам, скорость которых больше, а индекс «два штриха» - к колёсам, скорость которых меньше. Тогда колёса со скоростью v'_k будут забегающими, а со скоростью v''_k - отстающими. Решив формулу 1 относительно δ'' , получим:

$$\delta'' = 1 - k_H(1 - \delta') \quad (2)$$

Коэффициент кинематического несоответствия привода ведущих колёс (формула 3):

$$k_H = v_k' / v_k'' \quad (3)$$

Наличие кинематического несоответствия привода колёс ухудшает тяговые показатели роботизированной платформы. Наилучшие тяговые показатели роботизированной платформы теоретически развиваются при равенстве окружных скоростей $v_k' = v_k''$, т. е. при $k_H = v_k' / v_k'' = 1$. Чем больше k_H , тем меньше используются сцепные свойства роботизированной платформы, так как уменьшается участие отстающих колёс в процессе тягообразования. Сниженные тяговые показатели роботизированной платформы ведут к потере проходимости и увеличенному расходу электроэнергии. Избежать повышенного буксования и проскальзывания ведущих колёс, вызываемого кинематическим несоответствием в их приводе, позволяет дифференциал или установка электродвигателя на каждое колесо роботизированной платформы. Установленный энкодер на электродвигателях позволяет рассчитать окружную скорость на каждом колесе и управляющим сигналом нивелировать буксование и скольжение колёс, что приведёт к повышенному сцеплению и тяговым показателям. Общее потребление всех компонентов составляет: управляющая электроника и датчики: 2,5 Вт, камера: 2 Вт, электродвигатели: 1,5 кВт, общая потребляемая мощность: 4,5 кВт. Объём выбранных батарей составляет 9600 Ватт час. Вычислим время работы (формула 5):

$$t = W/P \quad (4)$$

где t – время работы в часах, W – ёмкость батареи в ватт часах, P – общая потребляемая мощность, ватты. Подставив необходимые значения в формулу, получим время работы, которое составляет 2.2 часа без подзарядки, что соответствует требованиям производственных агротехнологий.

Электрическая схема соединения составных элементов УРП (рис. 4) предусматривает запуск и питание платформы от двух источников: генератора Lifans-pro 5500 и блока аккумуляторов Delta GX12-60.

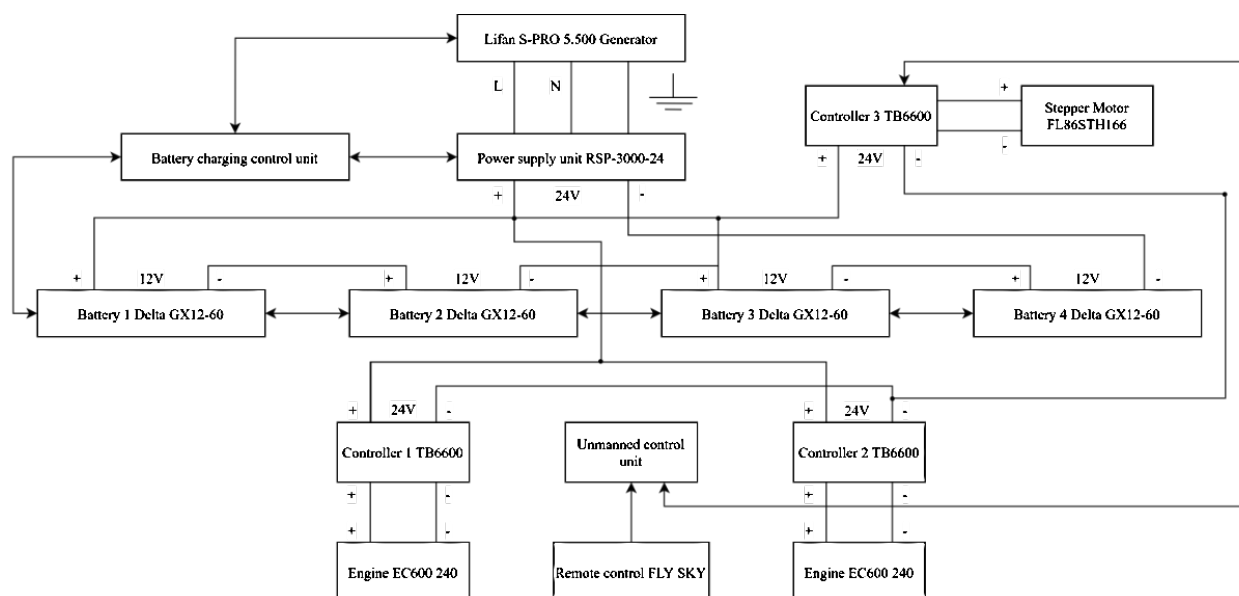


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема управления УРП

Основным источником питания являются аккумуляторы, которые благодаря определенному соединению (последовательно между собой и попарно параллельно) подают напряжение 24В на контроллеры, которые управляются дистанционно пультом управления. Оператор с помощью пульта посылает сигналы на контроллеры TB6600 и PLN40, а они в

свою очередь управляют двигателями. Во время работы УРП генератор включается для подзарядки АКБ, при недостаточной мощности АКБ, для питания подключаемых модулей к УРП. При разрядке аккумуляторов меньше 20% включается система запуска генератора, которая включает в себя: регулировка воздушной, автоматическая регулировка оборотов двигателя при изменении нагрузки на аккумулятор, автозапуск генератора при помощи стартера, слежение за уровнем топлива. Принцип работы автозапуска генератора: при необходимости запуска генератора включается система, которая следит за уровнем топлива. При достаточном уровне топлива, генератор включает цепь зажигания, проверяется положение воздушной заслонки. Пред запуском стартера воздушная заслонка должна быть закрыта. Если заслонка открыта, то с помощью сервопривода воздушная заслонка переводится в закрытое положение. Далее с помощью счетчика оборотов (который состоит из аналогового усилителя, датчика холла и магнита, прикрепленного на маховик двигателя) мы считаем количество оборотов в минуту. (Стартер крутит маховик с частотой 800 об/мин. Запущенный двигатель работает на холостых оборотах с частотой 1500 об/мин.) С помощью контроллера запуска двигателя мы фиксируем тот момент, при котором двигатель запустился. После набора холостых оборотов мы открываем воздушную заслонку с помощью сервопривода и генератор работает в своем номинальном режиме.

Выводы. Предложенная конструкция роботизированной платформы для выполнения технологических операций в садоводстве отличается от аналогов увеличенным агропросветом, повышенной мощностью электропривода, проходимостью и высокоточной системой автоматического управления с использованием ГЛОНАСС навигации, технического зрения и дистанционного управления. Конструкция платформы дает возможность существенно увеличить эффективность проведения технологических операций за счёт применения недорогих комплектующих, высокой мобильности и возможности групповой работы. Регулируемые габаритные размеры платформы позволяют снизить механическое воздействие на целевой объект, сохранить внешний вид и качественные характеристики технологических операций.

Список литературы

1. Ермолов И. Л. Расширение функциональных возможностей мобильных технологических роботов путем повышения уровня их автономности с использованием иерархической комплексной обработки бортовых данных.: дис...д-ра техн. наук.: 05.20.05 Москва, 2012 С. 350.
2. Измайлов А.Ю., Смирнов И.Г., Лобачевский Я.П., Хорт Д.О., Филиппов Р.А. Роботы для современных машинных технологий в растениеводстве // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. 2015. С. 128-132.
3. Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Разработка универсального робототехнического средства сельскохозяйственного назначения // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2019. № 13. С. 69-73.
4. Slaughter D.C., Giles D.K., Downey D. Autonomous robotic weed control systems: A review // Computers and electronics in agriculture. University of California, Biological and Agricultural Engineering, United States, 2008. С. 63–78.
5. Blasco J., Aleixos N., Roger J.M., Rabatel G., Molto E., Robotic Weed Control using Machine Vision // Biosystems Engineering. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Spain. 2002. С. 149-157.

**DEVELOPMENT UNIVERSAL ROBOTIC PLATFORM FOR
HORTICULTURAL
Smirnov I.G.**

Doctor of Technical Sciences, Head of the Department, FSBI FNC VIM, Moscow, Russia, e-mail: rashn-smirnov@yandex.ru

Hort D.O.

Ph.D., Senior Researcher, Head of the Laboratory, FSBI FNC VIM, Moscow, Russia, e-mail: dmitriyhort@mail.ru

Kutyrev A.I.

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory, FSBI FNC VIM, Moscow, Russia, e-mail: alexeykutyrev@gmail.com

Abstract. The article calculates and presents the main design and technological parameters of a new universal robotic platform for gardening. It is characterized by versatility, simplicity of design, ease of adaptation to various working bodies and actuators. To substantiate the effectiveness of the use of the robotic platform, a comprehensive analysis of the technological parameters of the plantings was carried out. Taking into account all production factors in the cultivation of garden crops, the basic dimensions of the robotic platform are set.

Keywords: robotic platform, design parameters, technological processes, control system.

УДК 631.362.33

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ РЕШЕТЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА

Сухопаров А.А., канд. техн. наук, вед. науч. сотр., **Синицын В.А.**, ст. науч. сотр., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия, e-mail: sibime@ya.ru.

Аннотация. Увеличение валовых сборов зерна и уменьшение удельных затрат на его производство возможны лишь путем разработки и внедрения высокоэффективных технологий и технических средств для послеуборочной обработки зерна. В цилиндрических сепараторах применяемых в настоящее время для очистки зерна используется только 25 - 30 % сепарирующей поверхности. В связи с этим разработка и использование устройств для активного распределения компонентов зернового вороха в сепараторах, оснащенных цилиндрическими решетками имеет важное значение.

Ключевые слова: зерно, предварительная очистка, цилиндрическое решето, распределитель зерна, результаты испытаний.

Очистка зерна и семян - важный многоступенчатый технологический процесс. Операции по очистке зерна занимают центральное место в послеуборочной обработке зерновых культур. Производство муки, зерна, комбикормов и спирта всегда начинается с операций по очистке. После сбора зерна с полей оно всегда содержит примеси. Большинство примесей поступает во время сбора урожая. Зерно загрязнено частицами растений, кусочками почвы, насекомыми и семенами сорняков. Металлические и пластиковые предметы, камни, песок и различный мусор могут случайно попасть в зерновой ворох во время загрузки и транспортировки.

Машиностроительные предприятия в России и других стран выпускают зерноочистительные машины с цилиндрическими решетками (ОАО «Мельинвест», г. Нижний Новгород; ЗАО «Элеватор-Сервис», г. Тула; ООО «Олис», г. Одесса, Украина; ОАО

«Кузембетьевский РМЗ», Кузембетьево и др.). Эти машины обладают важными преимуществами:

Универсальность и многофункциональность (возможность исполнять функции скальператора и сепаратора).

Высокая производительность.

Быстрый и удобный демонтаж решет и их большая рабочая площадь.

Низкое травмирование зерна.

Надежность конструкции, отсутствие вибраций, шума и пыли.

Благодаря отсутствию вибраций уменьшенная динамическая нагрузка позволяет устанавливать сепаратор на лёгкую опорную раму, тогда как вибрирующая плоско-решетная машина нуждается в более крепкой и более дорогой несущей конструкции. Цилиндрический сепаратор не передает вибрации строительной конструкции или другому оборудованию, находящемуся рядом.

Точность.

Благодаря непрерывному движению и отсутствию вибраций каждое зерно легче проходит через перфорированные отверстия решет. На плоско-решетных машинах вибрации сита вызывают отскакивание зерен, которые с меньшей легкостью проходят через решета. Именно поэтому для точной калибровки чаще используют зерноочистительные машины с цилиндрическими решетками.

Эффективность очистки. (Очистка влажного и очень засоренного зерна). На сепараторе очистка решет осуществляется в верхней части цилиндра, где нет продукта, и зерно застрявшее в решете падает вниз. У плоско-решетных зерноочистительных машин нижнее решето не может контролироваться во время работы и вес слоя зерна на нем мешает эффективной его очистке. В плоско-решетных зерноочистительных машинах, независимо от того применяется ли система щеток, шариков или другая система очистки решет, состояние нижнего решета контролировать во время работы невозможно. Из-за того, что на решете постоянно лежит толстый слой зерна, невозможно очистить все засорившиеся в нем ячейки, а следствием этого является падение эффективности очистки и производительности до 50%.

Гибкость эксплуатации.

На сепараторе решетный цилиндр состоит из секций и каждая секция может использоваться как для просеивания, так и для снятия крупных фракций сходом, а может выполнять и то и другое одновременно. В зависимости от потребностей конструкция цилиндра легко меняется. При необходимости все решета могут быть установлены с одинаковым размером ячеек, что предполагает максимальное использование поверхности барабана. При калибровке количество различных решетных секций в цилиндре определяет максимальное количество фракций разделения. На плоско-решетной машине зерно сначала должно пройти через верхнее решето, прежде чем попадёт сепарироваться на нижнее, тем самым, уменьшая пропускную способность.

Изменяемые наклон и скорость.

Увеличение скорости или наклона на плоском решете увеличивает отскакивание зерен и снижает точность калибровки. На цилиндрическом сепараторе изменение скорости и наклона повышает текучесть продукта, улучшает точность калибровки, повышает производительность, предоставляя больше возможностей управления процессом.

Применение для зерна, трудно поддающихся сортировке.

Многофункциональность и гибкость настройки цилиндрического сепаратора позволяет использовать его для сепарации и калибровки даже сложных в очистке культур. Кроме того цилиндрический сепаратор можно рассматривать как многоцелевую зерноочистительную машину - путем замены решетных секций одна и та же установка часто может использоваться для предварительной, затем первичной очистки и далее окончательной калибровки.

Однако эти машины имеют и недостаток: большие габаритные размеры, что затрудняет их установку на бункерах-накопителях зерноочистительно-сушильных комплексов.

В связи с вышесказанным, СибИМЭ СФНЦА РАН проводит исследования по созданию машины предварительной очистки зерна с цилиндрическими решетками, оснащенными устройствами для интенсификации процесса сепарации зерна. Для этого во внутрь цилиндрической решетки нами предложена установка лопастного распределителя зерна, вращающегося в противоположном направлении к направлению вращения цилиндрической решетки [1,2,3], задача которого распределить зерновой ворох по той поверхности решетки, которая без распределителя остается свободной и не участвует в процессе сепарации (Рис. 1).

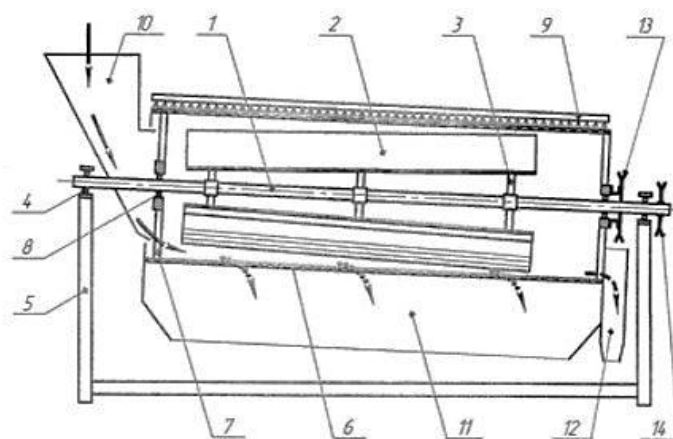


Рис. 1 – Схема цилиндрического сепаратора

1 - вал распределителя; 2 - лопасть; 3 - спицы распределителя; 4 - подшипниковые опоры вала; 5 - рама; 6 - цилиндрическое решето; 7 - спицы цилиндрического решета; 8 - подшипниковые опоры решета; 9 - щеточное очистительное устройство; 10 - загрузочное устройство; 11 - лоток для сбора мелкого компонента сепарируемого материала; 12 - лоток для сбора крупного компонента сепарируемого материала; 13 - шкив привода цилиндрического решета; 14 - шкив привода вала ротора

Предварительными исследованиями на экспериментальной установке установлено, что оснащение цилиндрического решета распределительным устройством повышает его производительность на 20 - 30 %. Это свидетельствует о целесообразности применения данного рабочего органа. Имеются резервы для дальнейшей интенсификации работы решета за счет оптимизации его параметров и режимов работы. Целесообразно провести соответствующие исследования и уточнить показатели работы цилиндрических решет с малыми габаритами устанавливаемых на зерноочистительно-сушильных комплексах.

Список литературы

1. Способ сепарации сыпучих материалов и сепаратор для его осуществления. Н.М. Иванов, В.А. Сабашкин, В.Р. Торопов, А.А. Сухопаров, В.А. Сеницын. Патент на изобретение №2745085, Российская Федерация, заявка №2020125981 19.03.2021г.
2. Сепаратор сыпучих материалов. Патент на изобретение №2686888, Российская Федерация, заявка №2018128095 06.05.2019г. В.А. Сабашкин, В.Р. Торопов, А.А. Сухопаров, В.А. Сеницын.

3. Сепаратор зернового вороха с цилиндрическим решетом. Патент на изобретение №2676320, Российская Федерация, заявка №2017147191 27.12.2018г. Н.М. Иванов, В.А. Сабашкин, В.Р. Торопов, А.А. Сухопаров, В.А. Синицын.

ADVANTAGES OF USING THE ACTIVE DISTRIBUTOR IN A CYLINDRICAL SIEVE FOR CLEANING GRAIN PILE

Sukhoparov A.A. D. in Technical Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Harvesting and Processing of Grain Crops, **Sinitsyn V.A.**, Senior Researcher of the Laboratory of Harvesting and Processing of Grain Crops, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnology RAS, Krasnobsk, Russia, e-mail: sibime@ya.ru

Abstract. It is possible to increase the gross yield of grain and reduce the specific costs of its production only by developing and implementing highly efficient technologies and technical means for post-harvest handling of grain. Cylindrical separators used nowadays for grain cleaning use only 25-30% of separating surface. In this regard, the development and use of devices for active distribution of components of grain pile in separators equipped with cylindrical sieves is important.

Key words: grain, pre-cleaning, cylindrical sieve, grain distributor, test results.

УДК: 631.344.2

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТОВ В СЕЗОННЫХ КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Усольцев С.Ф. канд. техн. наук, вед. науч. сотр., **Нестяк Г.В.** ст. науч. сотр, **Рыбаков Р.В.** мл. науч. сотр., **Гончаренко Ю.В.** мл. науч. сотр., **А. М. Подолец** аспирант, научный руководитель - **Голохваст К. С.**, профессор РАН Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия, e-mail: sibime@sfsca.ru

Аннотация. Определены цель, границы и основные элементы системы роста растений. Разработана схема основных элементов и связей системы при наличии недостатка тепла и влаги. Определены переменные состояния: наличие влаги в почве, температура и влажность почвы. Технологическое воздействие на переменные состояния осуществляется за счет управления вентиляцией и поливом. Решение о необходимости выполнения технологических воздействий принимается на основе информации о параметрах растений и среды их обитания.

Ключевые слова: культивационное сооружение, переменные, система, уровень продуктивности, продукционный процесс.

Введение

Выращивание овощных культур в Новосибирской области ограничено климатическими условиями. Недостаток тепла в летний период обуславливает использование различных культивационных сооружений для создания искусственного микроклимата. Дополнительные затраты требуют повышения производительности и снижения трудоемкости выращивания овощей в культивационных сооружениях.

В Новосибирской области тепличные комбинаты обеспечивают производство 15 кг овощей на человека. Из них 66% (9,9 кг) доля огурца, 31% (5,6 кг) – томатов [1]. Товарное производство овощей томатной группы в летних культивационных сооружениях

отсутствует. Норма потребления томатов в настоящее время составляет 11 кг/год чел. Импорт томатов за последние годы сократился с 14 до 8 тыс. т./год в связи с запуском крупных тепличных комбинатов. (рис.1.)

Недостаток томатов на рынке Новосибирской области превышает 20% от медицинской нормы потребления. Частично он восполняется за счет выращивания томатов в личных хозяйствах населения, но природно-климатические условия Сибири, в том числе и южных районов, не соответствуют биологическим требованиям многих теплолюбивых сельскохозяйственных растений.

Таким образом, крупный бизнес и торговля импортным товаром обеспечивает медицинскую норму потребления томатов примерно на 77%. Недостаток товарного производства томатов мог бы восполнить мелкий и средний бизнес за счет использования культивационных сооружений на основе грунтовых технологий и гидропоники, но отсутствует необходимая для этого технологическая и техническая база.

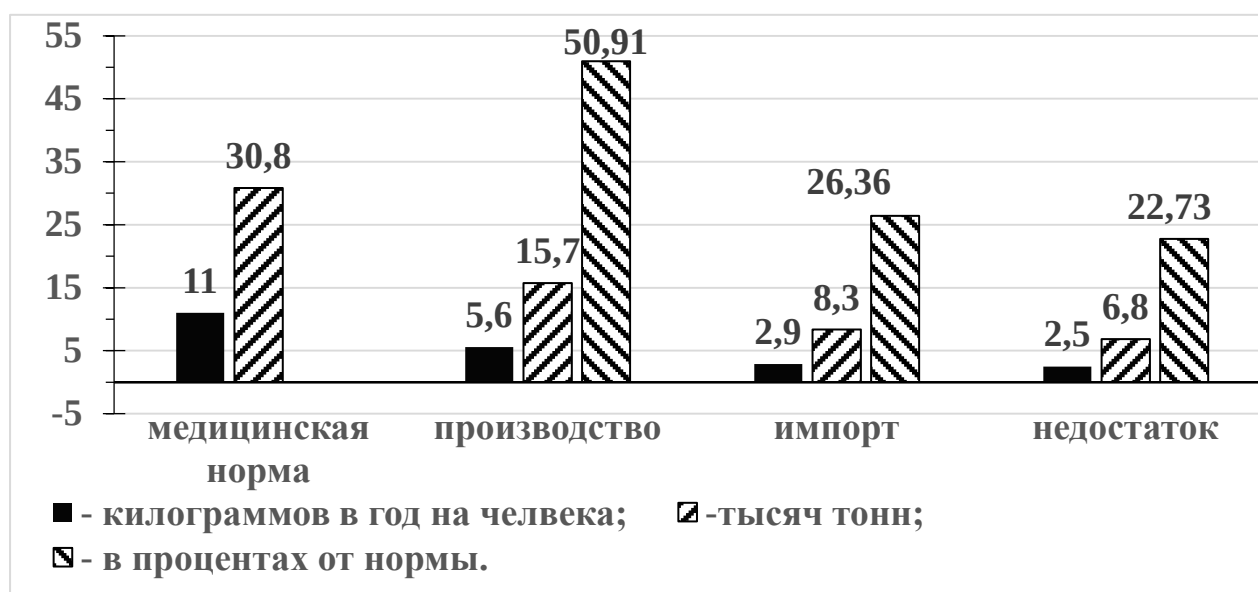


Рисунок 1. Обеспеченность населения Новосибирской области томатами (данные 2019 года).

Необходимость выращивания теплолюбивых культур в месте их потребления определяется требованиями продовольственной безопасности населения. Кроме того, развитие производства в сельской местности имеет большое социальное значение. Поэтому работа, направленная на развитие технологий и технических средств для выращивания теплолюбивых растений в месте их потребления, является актуальной.

Цель разработки модели – повышение эффективности выращивания томатов в сезонных культивационных сооружениях за счет управления производственным процессом в режиме реального времени путем определения элементов системы, влияющих на производственный процесс томатов в культивационных сооружениях, и связей между ними.

Результаты и обсуждение.

При разработке цифровой технологии выращивания томатов в сезонных культивационных сооружениях границами системы определены ограждающие поверхности. За основу приняты модели роста сельскохозяйственных культур [3, 4]. Авторы выделяют четыре уровня роста и продуктивности культур, отличающихся лимитирующим фактором. На первом уровне ограничивается только солнечная радиация. Все остальные факторы соответствуют биологическим требованиям растений. Скорость роста в этом случае наибольшая. Такие условия создаются в оранжереях. В реальных условиях неизбежно появляется лимитирующие воздействия природных факторов.

На втором уровне часть вегетационного периода характеризуется дефицитом тепла или влаги, но при достаточной обеспеченности продуктивность может достигать

максимальных значений. Такая ситуация создается при благоприятных агроклиматических условиях зоны или в культивационных сооружениях. К процессам, имеющим решающее значение, относятся транспирация, фотосинтез, а также водный и тепловой баланс среды обитания растений (рис. 2).

Третий и четвертый уровни продуктивности характеризуются лимитирующим воздействием недостатка питательных веществ, в частности азота и фосфора. Анализ процессов питания растений выходит за рамки специальности, поэтому эти периоды нами не рассматриваются и основное внимание сосредоточено на исследовании второго уровня продуктивности томатов в культивационных сооружениях.

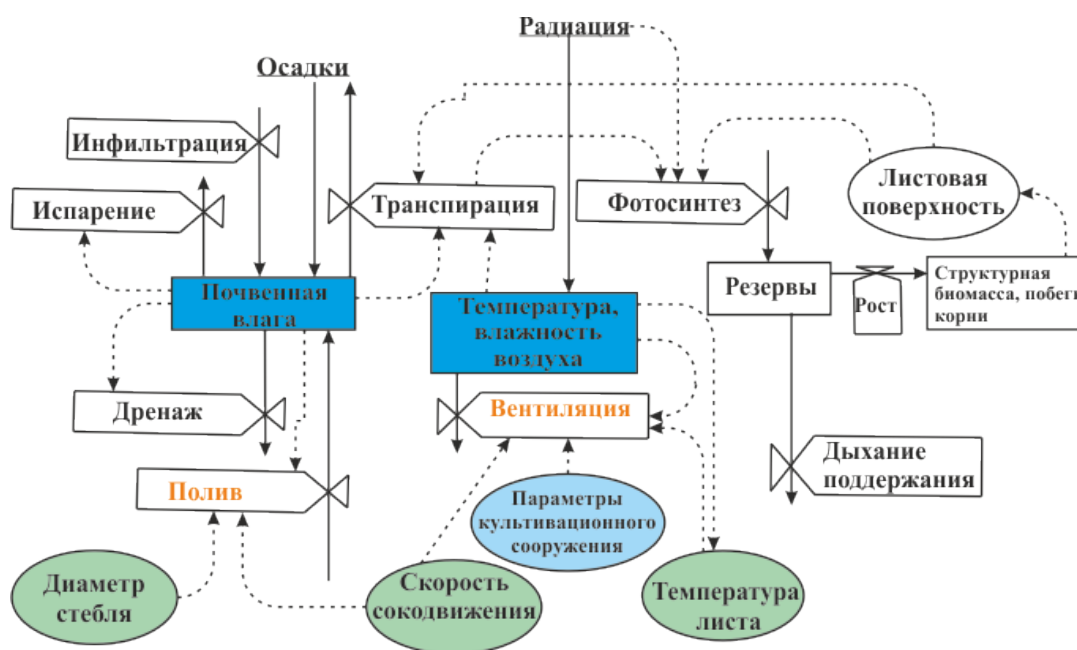


Рисунок 2. Схема основных элементов и связей системы роста растений на втором уровне.
 - переменная состояния, уровни величин, - промежуточные переменные, X - технологические и природные процессы
 - потоки информации, — - потоки вещества.

Дефицит тепла и влаги приводит к сокращению ассимиляции углекислого газа и транспирации, поэтому сокращается поток синтезированных углеводов в резервы, откуда они расходуются на рост растений и дыхание. Количество продуктивной влаги зависит от многих факторов, поэтому при ее недостатке используется технологическое воздействие в виде полива. Критерием применения полива являются признаки водного стресса растений, которые определяются по суточным колебаниям диаметра стебля, скорости сокодвижения и другим параметрам [5, 6, 7].

Недостаток и избыток тепла в совокупности с влажностью воздуха также оказывают существенное влияние на физические процессы, протекающие в растениях и интенсивность продукционного процесса. Единственным источником тепла в сезонных культивационных сооружениях является солнечная радиация, поэтому управляющим воздействием, изменяющим температуру и влажность воздуха, может быть изменение теплового баланса сооружения за счет вентиляции.

На схеме синим цветом выделены уровни переменных состояния характеристик среды обитания растений, влияющих на интенсивность продукционного процесса, зеленым — показатели состояния растений, используемые для расчета индикаторов стресса, голубым — конструктивные параметры культивационных сооружений, а оранжевым цветом набраны наименования технологических воздействий.

Дальнейшая детализация схемы позволяет определить основные элементы технологии, технические средства их реализации и исполнителей. Принципиальная схема

цифровых технологий выращивания овощных культур в культивационных сооружениях приведена на рис.3.

Основой системы является технологическая карта, включающая все необходимые операции, выполняемые вручную и автоматически. Для выполнения технологических операций воздействия на среду обитания растений предусмотрены культивационные сооружения и другие технические средства. Реакция производственного процесса на произошедшее технологическое воздействие измеряется датчиками фитомониторинга и используется системой управления для назначения автоматических операций и сохраняется в базе данных для анализа агрономом-технологом и руководителем для корректировки технологической карты или принятия управленческих решений.

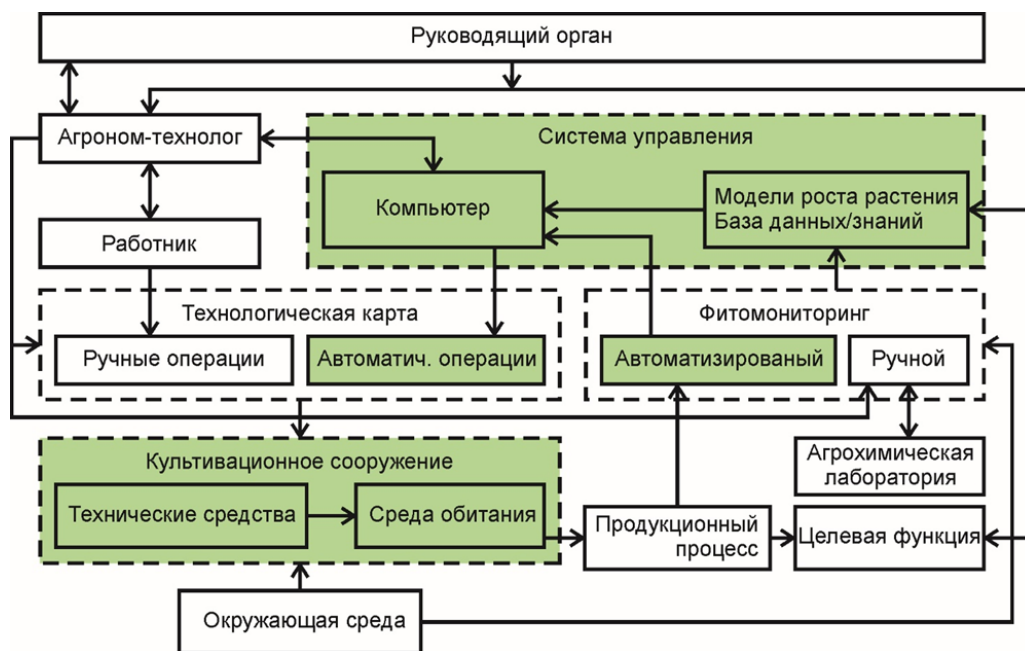


Рисунок 3. Принципиальная схема системы выращивания теплолюбивых овощных культур в культивационных сооружениях

Целевая функция содержит набор критериев оценки эффективности производственного процесса и используется системой управления, и руководителями для принятия управленческих решений.

Заключение

Предложенная модель описывает совокупность элементов системы управления производственным процессом выращивания томатов в сезонных культивационных сооружениях и связи между ними, имеет практическую значимость и может быть использована для обоснования параметров культивационных сооружений, систем полива и вентиляции. При этом модель учитывает показатели стрессовых состояний растений.

Список литературы

1. Новосибирская область достигла самообеспеченности тепличными овощами/
Пресс-служба МСХ РФ. 28.0102020. [Электронный ресурс] [https://mcx.gov.ru/press-
service/regions/novosibirskaya-oblast-dostigla-samoobespechennosti-teplichnymi-ovoshchami/](https://mcx.gov.ru/press-service/regions/novosibirskaya-oblast-dostigla-samoobespechennosti-teplichnymi-ovoshchami/)
дата обращения – 06.10.2020

3. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика). // Дж. Форрестер. пер. с англ. под общей редакцией Д.М. Гвишиани. -М. : «Прогресс» 1971, 340 с.

4. Моделирование роста и продуктивности сельскохозяйственных культур.//под ред. Ф.В.Т. Пеннинга де Фриза и Х.Х. ван Лаара. Пер. с англ. под ред. О.Д. Сиротенко./ Л. : Гидрометиздат, 1986, 320 с.

5. Леви Л. И., Тащилина А. В. Физиологический уровень стресса растений в иерархической структуре дерева нечеткого логического вывода // Молодой ученый. — 2014. — №11. — С. 67-69. — URL <https://moluch.ru/archive/70/11984/>

(дата обращения: 16.02.2020).

6. Тащилина А. В. Нечеткая модель оперативного планирования поливов для автоматизированных систем капельного орошения. / Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион, Технические науки. 2015г. №1 с. 38 – 41

7. Тащилина А. В. Идентификация модели процесса планирования режимов капельного полива для управления автоматизированными системами капельного орошения. / Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, №1(17), 2015г., с. 41 – 60.

CONTROL SYSTEM OF TOMATO PRODUCTION PROCESS IN SEASONAL CULTIVATION FACILITIES

S.F. Usoltsev Ph.D., G.V. Nestiak S.S., R.V. Rybakov M.S., Yu.V.
Goncharenko M.S., A.M. Podolets PhD student, Scientific supervisor – K. S.
Golokhvast, Professor of the Russian Academy of Sciences
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology
Russian Academy of Sciences, Krasnoblak, Russia, sibime@sfscs.ru

Annotation. *The purpose, boundaries and main elements of plant growth system are defined. The scheme of the main elements and connections of the system in the presence of heat and moisture deficiency has been developed. Variable states are defined: moisture availability in soil, temperature and soil moisture. Technological influence on variable states is carried out by means of ventilation and irrigation control. The decision on the necessity of technological influences is made on the basis of information about the parameters of plants and their habitat.*

Key words: *cultivation structure, variables, system, productivity level, production process.*

УДК 631.3: 631.001

НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКОГО ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Утенков Г.Л.

Канд. техн. наук, вед. науч.сотр., Сибирский НИИ земледелия и химизации
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук, г. Новосибирск, Россия, e-mail: utenkov1951@mail.ru

Власенко А.Н.

Доктор с.-х. наук, академик РАН, научный руководитель Сибирского НИИ
земледелия и химизации Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия.

Аннотация. *Складывающиеся рыночные отношения требуют конкурентоспособности производимой сельскохозяйственной продукции. Тяжелый механический состав почв, высокая энергоемкость, низкая урожайность и преобладающее*

применение экстенсивных агротехнологий являются основными причинами низкой эффективности возделывания зерновых культур в Сибири. Учитывая связь применяемой методологии исследований с уровнем интенсификации материально – технической базы производства, предложены основные научные принципы, позволяющие обосновать гибкий технологический процесс основной обработки почвы и его техническую реализацию.

Ключевые слова. Методология, принципы, ресурсосбережение, агротехнология, урожайность, зерновые культуры, адаптация, интенсификация.

В складывающихся рыночных условиях конкурентоспособность производимой сельскохозяйственной продукции является основополагающей и определяет живучесть ее производителя. Как показывает анализ литературы, производство зерновой продукции, как в России, так и в Сибирском федеральном округе (СФО) является низко рентабельным: преобладает зерновой продукт 4, 5, и 6 классов. Считается, основными причинами низкой эффективности производства сельхозкультур являются: высокая энергоемкость производимой продукции; наличие преобладающего тяжелого мехсостава почв; преобладающее использование экстенсивных агротехнологий. Причиной больших затрат энергии на единицу производимой продукции, как следует из работы [1], являются низкое плодородие почв на больших площадях, низкие урожаи сельскохозяйственных культур, большие потери продукции на всем протяжении от поля до стола, несоблюдение специализации производств продукции в зависимости от почвенно – климатических условий региона. Не всегда рассматриваются альтернативные варианты технологических процессов для принятия окончательного решения. Полагают, что при оценке эффективности механико – технологических решений, определяющими являются экономические показатели. А при расчетах экономической эффективности должен учитываться уровень цен на сельскохозяйственную продукцию, производимую с помощью техники. Причем для ведения расширенного воспроизводства уровень рентабельности должен быть равным 25 – 30% [2].

Успешное развитие сельскохозяйственного производства определяется следующими факторами: системным (процессный) подходом на всех этапах производства; высокоэффективные, высокоточные, ресурсосберегающие технологии; строгое (точное) соблюдение (выполнение) технологий с соблюдением оптимальных агрозоотехнических сроков выполнения работ: высокопроизводительные, надежные машины и оборудование; интеллектуальное (разумное) сельскохозяйственное производство; образцовый агротехсервис; высокий профессионализм кадров – «учиться всю жизнь» (УВЖ). Около 90% необходимого прироста объемов сельхозпроизводства (в развивающихся странах 80%) ожидается достигнуть за счет повышения продуктивности полей и интенсификации земледелия [3]. Именно машинные технологии определяют уровень продуктивности растений, эффективности и комфортности труда, потерь и качества продукции и в конечном итоге формируют социальные и экологические стороны агропромышленного производства. Технические средства в совокупности с обеспечивающими их системами составляют материально – техническую базу технологий, адаптация которых к природно – климатическим условиям и ресурсным возможностям сельхозпроизводителя определяют уровень интенсивности. Во всех случаях технологии должны обеспечивать окупаемость финансовых затрат, утилизацию отходов, экологическую чистоту производства [4]. Однако, как следует из работы [5], у технологических процессов основной обработки почвы – отвальной вспашки и глубокого рыхления зяби, на долю вредной нагрузки приходится половина (42 – 54%) общей интенсивности механического воздействия. Данные приемы расточительны и по расходу топлива. Поэтому следует согласиться с академиком РАН В.И. Кирюшиным, что обеспеченность сельского хозяйства современной техникой остается основным лимитирующим фактором технологической модернизации земледелия. [6]. Установлено [7], что методологический кризис в науке и инженерии АПК страны – одна из причин стагнации производства отечественных продуктов питания, массового импорта их и сельскохозяйственной техники. Следует учесть, что существует связь между методологией

исследований и уровнем интенсификации материально – технической базы производства. Так по показателю энергообеспеченности Россия отстает от Германии и Канады в 3 раза, от США – почти в 6 раз. Уровень обеспеченности тракторами на 1000 га пашни в России в 20 раз ниже, чем в Германии, в 8 раз ниже, чем в США, в 5 раз ниже, чем в Канаде. По сравнению даже со странами СНГ у нас эти показатели в 2 – 3 раза ниже [8].

Считают [9], что прецизионные автоматизированные системы управления технологическими процессами, выполняющими установленную последовательность технологических процедур, при минимальных затратах с максимальной скоростью и точностью, являются базовой основой действенности применения энергоэффективных технологий. При этом переход к высокоточному земледелию неразрывно связан с общеизвестными законами агропроизводства – необходимости учета принципа «убывающего плодородия» или «непропорциональных прибавок урожая». Это обусловлено тем, что каждый уровень превышения достигнутого значения регулируемого фактора (будь то планируемый урожай, объем валового сбора продукции или использования площадей «лучших» сельхозугодий) – достигается непропорциональным ростом потребления ресурсов и экологических нагрузок. Положительные результаты процессов интенсификации достигаются при максимуме «эффективных» факторов. Однако в процессе функционирования каждой отрасли экономики наблюдаются этапы предела количественного и качественного роста производимой продукции и неустойчивости ее объемов производства, обусловленных преобладающим использованием экстенсивных технологий, что свойственно в целом большинству регионов [10]. Существенный фактор неустойчивости производства зерна, являющийся основным продовольственным продуктом – механизированная технология, которая без изменения используется многие годы. Считают [11], что соединение трех компонентов, включающих агроэкологические требования культур, агроэкологические условия агроландшафта и применяемые технологии возделывания, образуют сложную систему, от которой во многом зависят экономическая эффективность производства и его экологическая безопасность.

Особенностью зернового производства Сибири на данном этапе является практически полное исчерпание экстенсивных технологий и стабилизации их продуктивности на уровне 1,2 т/га в степной зоне, 1,5 т/га в южной лесостепи, что не соответствует потенциальным ресурсам агроландшафтов территории. По - прежнему экстенсивным, энергоемким и экологически несбалансированным остается зерновое производство в Сибири [12]. Сделать производство эффективным в старых технологических рамках невозможно [13]. Сегодня уровень экономического развития определяется технологическими нововведениями и гибкостью управления. А выбор технологических приоритетов нуждается в единстве технических, социальных, экологических, организационно – технологических и других требований. Причем в условиях нынешнего экологического неблагополучия назрела острая необходимость создания экологически безопасных технологий, уточнения стандартов и нормативов, которые нужно строго соблюдать, чтобы избежать отрицательного влияния загрязнений на растения, животных и человека. «Человек должен не противостоять и не бороться с природой, а жить с ней в определенном согласии». Поэтому современный этап развития Западно – Сибирского экономического региона требует разработки прогнозов комплексного землепользования и землеустройства и экологически обоснованных способов основной обработки почвы. Эффективное эколого – экономическое землеустройство Западной Сибири невозможно без всестороннего количественно - качественного учета основных параметров почв и налаживания периодического контроля за их изменением. А интенсификация сельскохозяйственного производства, как основного способа повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции, становится невозможной без использования высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, которые невозможны без постоянного мониторинга сельскохозяйственных угодий и основанного на его результатах оперативного управления агротехнологиями. Считается [14], что важнейшей

тенденцией современной науки об агротехнологиях должно стать междисциплинарное, проблемно-ориентированное исследование.

Механическая обработка почвы является одной из наиболее энергоемких операций в земледельческой механике. Суть этой обработки состоит в изменении исходного состояния почвенной среды и получение требующихся по агротехнике показателей состояния почвы, необходимых для возделывания различных культур. Именно изменение структуры последней и определяет такие свойства, как плотность, твердость, влажность, пористость почвенной среды. Однако низкое качество разрыхления почвенных структур верхнего горизонта не обеспечивает условий эффективного накопления и использования почвенной влаги, не способствует получению гарантированных урожаев зерновых культур в условиях рискованного засушливого земледелия [15].

В природе полей с определенными почвами нет, повсеместно распространены почвенные комбинации. А каждая почва – плод неповторимого сочетания реакции на действие почвообразующих факторов. Если почвенные комплексы являются фоном того или иного ландшафта, то система обработки должна ориентироваться на них [16]. А сельхозмашины, созданные в XX – ом веке, не учитывают стохастический, случайный характер обрабатываемого объекта [17]. Перспективным направлением для развития технических средств является разработка и применение гибких технологических систем и многофункциональных агрегатов [18].

Для снижения энергоемкости и улучшения качества обработки почвы важны основные (действенные) методологические принципы. Поэтому при возделывании зерновых культур в условиях Сибири в основу создания ресурсосберегающих агротехнологий и технического обеспечения энергоемких процессов обработки почвы предлагаются следующие принципы, обеспечивающие получение требуемых выходных показателей эффективности:

- принцип суперпозиций, предполагающий, что «сложное» можно представить в виде его декомпозиции на «простое», реализация которых возможно с применением более простых технических решений, требующих меньше затрат потребляемых ресурсов;

- принцип Эшби или принцип необходимого разнообразия. Суть принципа отражает нечувствительность объекта исследований при однообразии действия на него. Известно, что увеличение частоты воздействия на почву, а также применение знако – переменных нагрузок (эффект Баушингера) приводят к снижению ее прочности;

- принцип блочно – модульности. Техническое решение исследуемого процесса обработки почвы возможно осуществлять разными рабочими органами и режимами работы. Согласно [19], для иерархических систем, к которым относятся агротехнологии, необходимо учитывать экономический эффект, обусловленный изменением параметров структуры, требующих меньше затрат, чем изменение функции;

- принцип Беллмана, согласно которому оптимальной считается траектория, у которой составляющие являются оптимальными;

- принцип управляемости.

Основные теоретические моменты моделирования рабочих процессов при основной обработке почвы гибкими технологическими комплексами изложены в монографии [20].

Список литературы

1. Рунов Б.А., Пильникова Н.В. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. 2-е изд. исправ. и дополн. СПб.: АФИ, 2012.- 130 с.
2. Водяников В.Т. Научно – технический прогресс и проблемы экономической оценки технических средств производства / В.Т.Водяников // Экономика сельского хозяйства России.2019.№3.С.30 – 35.
3. Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Федоренко В.Ф. Интеллектуальная сельскохозяйственная техника. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех».2014.-124 с.

4. Попов В.Д., Максимов Д.А., Морозов Ю.Л. Технологическая модернизация – основа инновационного развития АПК северо – западного региона России / В.Д.Попов, Д.А.Максимов, Ю.Л. Морозов // Сельскохозяйственные машины и технологии.2012.№4.С.19-22.
5. Гуреев И.И. Экологическая эффективность комплекса почвообрабатывающих машин для механизации перспективных агротехнологий / И.И. Гуреев // Вестник Курской ГСХА.2015.№4.С.71-73,
6. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия / В.И. Кирюшин // Земледелие.2015.-№6.- С.6 – 10.
7. Панфилов В.А. Системный комплекс «Аграрно – пищевая технология»/ В.А. Панфилов //Вестник РАСХН.2015.№4.С.6 – 9,
8. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Самсонов В.А. Приоритетные направления научно – технического развития отечественного тракторостроения / Ю.Ф.Лачуга, А.Ю.Измайлов, Я.П.Лобачевский, А.С. Дорохов, В.А. Самсонов // С/М.2012.№2.С.3-5.
9. Юрченко И.Ф. Концептуальные подходы и тенденции развития систем прецизионного управления мелиоративным режимом агроэкосистемы / И.Ф. Юрченко // МиВХ.2019.№3.С.11 – 18.
10. Липкович Э. И. Экономические проблемы технического и технологического перевооружения сельского хозяйства России / Э. И. Липкович // АПК: Экономика, управление. 2014.№ 5.С. 12-20.
11. Власенко А. Н. Совершенствование научных основ сибирского земледелия / А. Н. Власенко // Сиб. вестн. с.-х. науки.2009.№ 10.С. 27-35.
12. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы (Под общей научной редакцией академиков РАН В.Ф. Федоренко, А.А. Завалина, Н.З. Милащенко): науч. издание.-М.: «Росинформагротех». 2018.- 396 с.
13. Незавитин А.Т., Петухов В.Л., Власенко А.Н. и др. Проблемы сельскохозяйственной экологии.- Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН,2000.- 255 с.
14. Баутин В. М., Панфилов В. А. Парадигма развития технологий АПК / В. М. Баутин, В. А. Панфилов // Экономика сельского хозяйства России.2017.№ 6.С. 18-31.
15. Тарасенко Б.Ф., Оськин С.В. Совершенствование конструкции плугов для основной обработки почвы//Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники: материалы Всероссийской научно – практической конференции, посвященной 120 – летию со дня рождения заслуженного деятеля науки БАССР, профессора А.П. Ланге (24 – 25 декабря 2016 г.).Уфа: Башкирский ГАУ.2016. С.337 – 345.
16. Березин Л.В. Н.В. Орловский и Н.Д. Градобоев – два пути решения солонцевой проблемы//Творческое наследие профессора Н.В. Орловского, его использование и развитие. Матер. научных чтений, посв. 115 – летию со дня рождения Н.В. Орловского (19 – 20 февраля 2014 г., г. Абакан)//РАСХН, Сиб. отд., НИИ аграрных проблем Хакасии; МОО Общество почвоведов им. В.В. Докучаева, Хакаское республиканское отделение. Абакан: ООО «Кооператив «Журналист»», 2014.С.9 -21.
17. Давидсон Е.И. Концепция развития сельхозмашин до 2020 года / Сб. науч. трудов СПбГАУ//Технологии и средства механизации сельского хозяйства.СПб.2011.С.22.
18. Липкович Э. И. Человеческий фактор в землепользовании/ Э. И Липкович. // АПК: Экономика, управление.2017. № 3.С. 36-43.
19. Семкин А.Г. Механизм целеполагания в системе управления АПК / А.Г..Семкин // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2017.№2.С.16 -17.
20. Утенков Г.Л., Добролюбов И.П. Моделирование рабочих процессов гибких автоматизированных технологических комплексов почвообработки: монография. Новосибирск: издво СФНЦА РАН.- НГАУ, 2018.204 с.

SCIENTIFIC PRINCIPLES OF DESIGNING RESOURCE-SAVING AGRICULTURAL TECHNOLOGIES AND THEIR TECHNICAL SUPPORT

Utyonkov G. L

Cand. tekhn. Sciences, PhD, Siberian research Institute of agriculture and chemicalization of the Siberian Federal scientific centre of agrobiotechnology the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, e-mail: utenkov1951@mail.ru

Vlasenko A. N.

doctor of agricultural Sciences, academician of RAS, scientific Director of the Siberian research Institute of agriculture and chemicalization of the Siberian Federal scientific centre of agrobiotechnology the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Abstract. *The emerging market relations require the competitiveness of agricultural products. The heavy mechanical composition of soils, high energy intensity, low yield and the predominant use of extensive agricultural technologies are the main reasons for the low efficiency of grain cultivation in Siberia. Taking into account the connection of the applied research methodology with the level of intensification of the material and technical base of production, the basic scientific principles are proposed that allow justifying the flexible technological process of basic tillage and its technical implementation.*

Keywords. *Methodology, principles, resource conservation, agrotechnology, productivity, grain crops, adaptation, intensification.*

УДК 636.085:66(083.132)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ БИОАКТИВАТОРА ЗЕРНА С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЕРЕВОРАЧИВАЮЩЕЙСЯ ПРОЗРАЧНОЙ ЕМКОСТЬЮ

Цегельник А.П., канд. техн. наук, вед. науч. сотр., Бахарев Г.Ф., канд. техн. наук, вед. науч. сотр., Дролова Л.И., ст.науч. сотр.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия, e-mail: tzegelnikandrey@yandex.ru

Аннотация. *Приведены результаты испытаний и выявлены видеонаблюдением особенности процесса биоактивации зерна пшеницы в лабораторном образце биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся прозрачной емкостью. Через сутки биоактивации проклюнулось 92 % зерен пшеницы. Зерна пшеницы дважды за оборот интенсивно разрыхляются, покрываются водой и аэрируются в водно-воздушной среде прозрачной емкости во время переворачивания, начиная примерно с 45° до вертикального перевернутого положения емкости и затем с 45° до возврата ее в исходное вертикальное положение.*

Ключевые слова: *биоактиватор зерна, прозрачная емкость, зерно пшеницы, вода, видеосъемка.*

Введение

В СиБИМЭ СФНЦА РАН разработан биоактиватор зерна [1], работающий без аэрации зерна в воде с помощью шумного компрессора. Особенность работы биоактиватора состоит в том, что вертикально стоящая во время загрузки зерна, воды и закрытая герметичной крышкой емкость переворачивается при периодическом вращении так, что емкость каждые пол оборота располагается дном то вверх, то вниз. При этом масса зерна разрыхляется,

покрывается вся водой и аэрируется естественным образом. Биоактиватор осуществляет влагонасыщение и проращивание зерна в течение суток с периодическим естественным аэрированием путем вращения емкости через каждые 4 часа в течение 1 минуты с частотой вращения 13,5 (не более 30) мин⁻¹. Для испытания и изучения нового способа биоактивации зерна изготовлен лабораторный образец биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся прозрачной емкостью.

Цель исследований – провести испытание и выявить видеонаблюдением особенности процесса биоактивации зерна в лабораторном образце биоактиватора зерна пшеницы с вертикальной переворачивающейся прозрачной емкостью.

Объект и методика испытаний биоактиватора

Лабораторный образец биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся прозрачной емкостью (рис.1) состоит из рамы, привода, на выходном валу которого закреплена с помощью захватов стеклянная прозрачная вертикальная емкость, пульта управления с реле времени, ограждений и двух съемных колес для перемещения биоактиватора. Характеристика лабораторного образца: установленная мощность – 1,5 кВт, частота вращения прозрачной емкости – 13,5 мин⁻¹, вместимость прозрачной емкости (стеклянной бутылки) – 20 л.

Для биоактивации зерна половина прозрачной емкости заполнялась зерном пшеницы массой 7,8 кг, которая заливалась 3,9 кг воды, емкость закрывалась герметичной крышкой, включался привод на 1 минуту для вращения вертикальной емкости, которая при этом переворачивалась и в ней происходили процессы разрыхления, смачивания водой и естественной аэрации всей массы зерна пшеницы. Привод выключался и через 4ч зерна становились мягкими и в их зародышах запускался процесс биоактивации (прорастания, проклевывания).

Однако на дно емкости стекает не впитавшаяся зерном вода, необходимая для качественной биоактивации, и она еще будет стекать в течение примерно 12 ч, а зернам не будет хватать воздуха и они «погибнут», поэтому снова каждые 4ч включался привод на 1 минуту.

Производилась видеосъемка того, что происходило в емкости при переворачивании, для последующего анализа.

После суточной биоактивации бралась средняя проба для определения процента проклюнувшихся зерен пшеницы.



а)



б)

Рис. 1. Лабораторный образец биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся прозрачной емкостью: а) в транспортном положении (с ограждениями и колесами): б) в рабочем положении с видом на привод и исходное положение емкости с зерном пшеницы после 4 ч замачивания перед минутной аэрацией (ограждения на время фотосъемки сняты)

Результаты и их обсуждение

В лабораторном образце биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся прозрачной емкостью через сутки проклюнулось 92 % зерен пшеницы, что практически одинаково с результатами биоактивации зерна в биоактиваторах на базе штурвальных бетономесителей, разработанных ранее нами.

Просмотр на экране компьютера видеозаписи процесса биоактивации во время минутного вращения после 4 ч замачивания зерна пшеницы (рис. 2–5) показал, что особенностью процесса биоактивации при вращении с переворачиванием вертикальной цилиндрической прозрачной емкости во время одного оборота на 360° является увиденные 6 состояний зерновой массы - «зернового цилиндра (далее - ЗЦ)» в половине цилиндрической прозрачной емкости. 1. При повороте емкости против часовой стрелки от 0° до 45° ЗЦ остался практически неподвижным. 2. При повороте от 45° до 90° ЗЦ наполовину разрыхлился (рис.2). 3. При повороте от 90° до 135° ЗЦ стал немного разрыхляться (рис. 3) 4. При повороте от 135° до 180° - 190° емкость уже перевернулась кверху дном и ЗЦ обрушился вниз, интенсивно разрыхлившись, пропитавшись остатками воды и образовав новый ЗЦ с неровным верхом. 5. При повороте от 190° до 315° ЗЦ постепенно разрыхлялся (рис.4). 6. При повороте от 315° до 360° при возврате емкости в исходное состояние (дном вниз) слабо рыхлый ЗЦ обрушился снова вниз, интенсивно разрыхлившись и образовав новый ЗЦ с неровным верхом (рис.5). Т.е., зерна пшеницы дважды за один оборот емкости на 360° интенсивно разрыхляются, покрываются водой и аэрируются в водно-воздушной среде прозрачной емкости во время переворачивания, начиная примерно с 45° до вертикального перевернутого положения емкости и затем с 45° до возврата ее в исходное вертикальное положение. При дальнейшем вращении емкости с уже полностью увлажненным зерном процесс разрыхления и аэрации продолжился аналогично описанному.



Рис. 2. Вид на прозрачную емкость с началом разрыхления зерна пшеницы в водно-воздушной среде со стороны загрузки емкости после ее переворачивания против часовой стрелки с 45 до 90 градусов



Рис. 3. Вид на прозрачную емкость в момент начала интенсивного разрыхления зерна пшеницы в водно-воздушной среде со стороны загрузки емкости после ее переворачивания против часовой стрелки с 90 до 135 градусов



Рис. 4. Вид на прозрачную емкость в момент начала интенсивного разрыхления зерна пшеницы в водно-воздушной среде со стороны дна емкости после ее переворачивания против часовой стрелки с 190 до 315 градусов

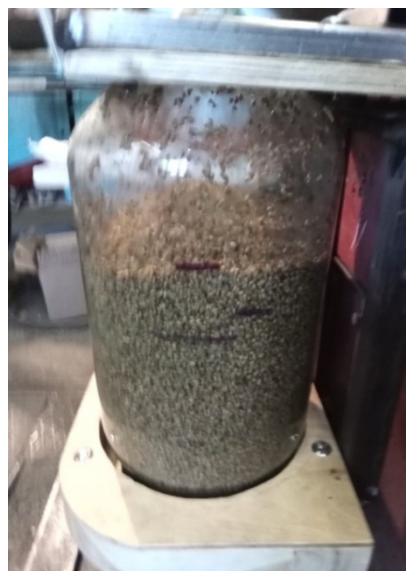


Рис. 5. Вид на прозрачную емкость с разрыхленным зерном пшеницы в водно-воздушной среде после переворачивания емкости с 315 до 360 градусов (после возврата в первоначальное положение)

Выводы

В лабораторном образце биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся прозрачной емкостью зерна пшеницы дважды за оборот интенсивно разрыхляются, покрываются водой и аэрируются в водно-воздушной среде прозрачной емкости во время переворачивания, начиная примерно с 45° до вертикального перевернутого положения емкости и затем до возврата ее в исходное вертикальное положение.

Список литературы

1. Патент № 185269 РФ, МПК A01C1/02. Биоактиватор фуражного зерна / Бахарев Г.Ф., Цегельник А.П., Дролова Л.И. Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), заявл. 31.07.2018. Оpubл. 29.11.2018, Бюл. № 34. Патент на полезную модель.

TEST RESULTS OF A GRAIN BIOCTIVATOR WITH A VERTICAL INVERTING TRANSPARENT CONTAINER

A. P. Tsegelnik, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, G. F. Bakharev, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, L.I. Drolova, Senior Staff Scientist
Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, e-mail: tsegelnikandrey@yandex.ru

Abstract. The results of tests are presented and the features of the process of bioactivation of wheat grain in a laboratory sample of a grain bioactivator with a vertical inverting transparent container are revealed by video surveillance. After a day of bioactivation, 92% of wheat grains hatched. Wheat grains are intensively loosened twice per revolution, covered with water and aerated in the water-air environment of a transparent container during inversion, starting from about 45 degrees to the vertical inverted position of the container and then from 45 degrees until it returns to its original vertical position.

Keywords: bioactivator of grain, transparent container, wheat grain, water, video shooting.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСЫПНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СЕПАРАТОРОВ НА СТАДИИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Чарыков В. И., д-р. техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Курганская государственная сельскохозяйственная
академия им. Т.С. Мальцева, Курган, РФ, viktor52-CHIMESH@yandex.ru

Евдокимов А. А., канд. техн. наук, доцент

БУ ВО Ханты – Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский
государственный университет», г. Сургут, РФ, aleksandr-aae@mail.ru

Новикова В.А., канд. тех. наук,

завкафедрой электрификации и автоматизации сельского хозяйства

ФГБОУ ВО «Курганская государственная сельскохозяйственная
академия им. Т.С. Мальцева, Курган, РФ, nowikova1959@yandex.ru

***Аннотация.** Переработка сельскохозяйственных культур является необходимым процессом в обеспечении качества продукции. При этом важную роль играет подготовка материалов к переработке. Партии сыпучих продуктов, поступающие на переработку, могут содержать металломагнитные (металлические) примеси. В процессе переработки эти примеси повреждают рабочие органы машин, ускоряя их износ, приводят к образованию искр, которые являются причинами взрывов и возгораний производственных помещений. Для отделения металломагнитных примесей от сыпучих сельскохозяйственных продуктов применяют различные по типу и конструкции сепараторы. В работе рассмотрены вопросы улучшения эксплуатационных характеристик просыпных электромагнитных сепараторов на стадии концептуального проектирования.*

***Ключевые слова:** конструирование; электромагнитный сепаратор; концепция; физико-технический эффект; металломагнитная частица.*

Очистка сельскохозяйственной продукции от металломагнитных примесей на сегодняшний день представляет актуальную проблему, которую необходимо решать, так как она приводит к значительным материальным потерям и экономическим затратам. Магнитные и электромагнитные методы очистки основаны на различии в магнитных свойствах разделяемых продуктов, главным образом на различии в их магнитной восприимчивости. В рабочей зоне сепаратора различают зону притяжения магнитных частиц, высота которой определяется минимальным расстоянием между рабочим органом и поверхностью неподвижного полюса, и зону транспортирования магнитного продукта к месту разгрузки. Магнитное поле в рабочей зоне сепаратора создается системами из постоянных магнитов или электромагнитными системами с обмоткой[1,2].

На сегодняшний день широкое применение на перерабатывающих предприятиях находят электромагнитные сепараторы, которые можно классифицировать по конструкции магнитной системы (разомкнутая, замкнутая), по принципу сепарации (на извлечение магнитных включений, на удержание и комбинированные), по степени автоматизации. По конструкции магнитные и электромагнитные сепараторы подразделяются на просыпные и барабанные.

Любое электромагнитное устройство представляет собой комплекс отдельных конструктивных или схемных элементов, каждый из которых выполняет задачу по преобразованию энергии и информации, полученной от предыдущего элемента и передаче ее последующему элементу. Поэтому задачи, связанные с построением новых элементов, и технических средств по электромагнитной очистке, целесообразно рассматривать с учетом

физических эффектов и явлений, протекающих в различных сплошных средах при самых разнообразных взаимодействиях между такими средами. Под сплошными средами мы будем понимать в нашем случае муку, комбикорм, мясокостную муку.

В основе принципа магнитной сепарации лежит эффект взаимодействия частиц магнитных материалов с внешним магнитным полем. Сила взаимодействия описывается выражением[3]:

$$F_m = -\frac{V_r \Delta B}{\mu_0 \mu d_n} \left[B_{\min} \cdot e^{-\frac{x}{d_n}} + \Delta B \cdot e^{\frac{2x}{d_n}} \right],$$

где: $B_{\max}$ - максимальное значение магнитной индукции в рабочей зоне сепаратора, Тл; $B_{\min}$ - минимальное значение магнитной индукции, Тл; x - расстояние от точки измерения до полюса сепаратора, м; d_n - конструктивная постоянная; V_r - объем частицы, м³; $B_{\min} + \Delta B = B_{\max}$.

Другими словами используются физико-технические эффекты второго закона Ньютона; закона Био-Савара – Лапласа; сила Лоренца. Таким образом, на стадии концептуального проектирования, повышение эффективности процесса удаления металломагнитных примесей требует разработки оборудования с магнитными системами, учитывающие данные эффекты.

Улучшение эксплуатационных характеристик на стадии концептуального проектирования покажем на электромагнитных сепараторах серии УСС, разработанных в Курганской государственной сельскохозяйственной академии. Так сепаратор УСС – 4М спроектирован на максимальную производительность до 30 т/ч. Электромагнитный сепаратор предназначен для очистки комбикорма от металломагнитных частиц (рис.1, а).

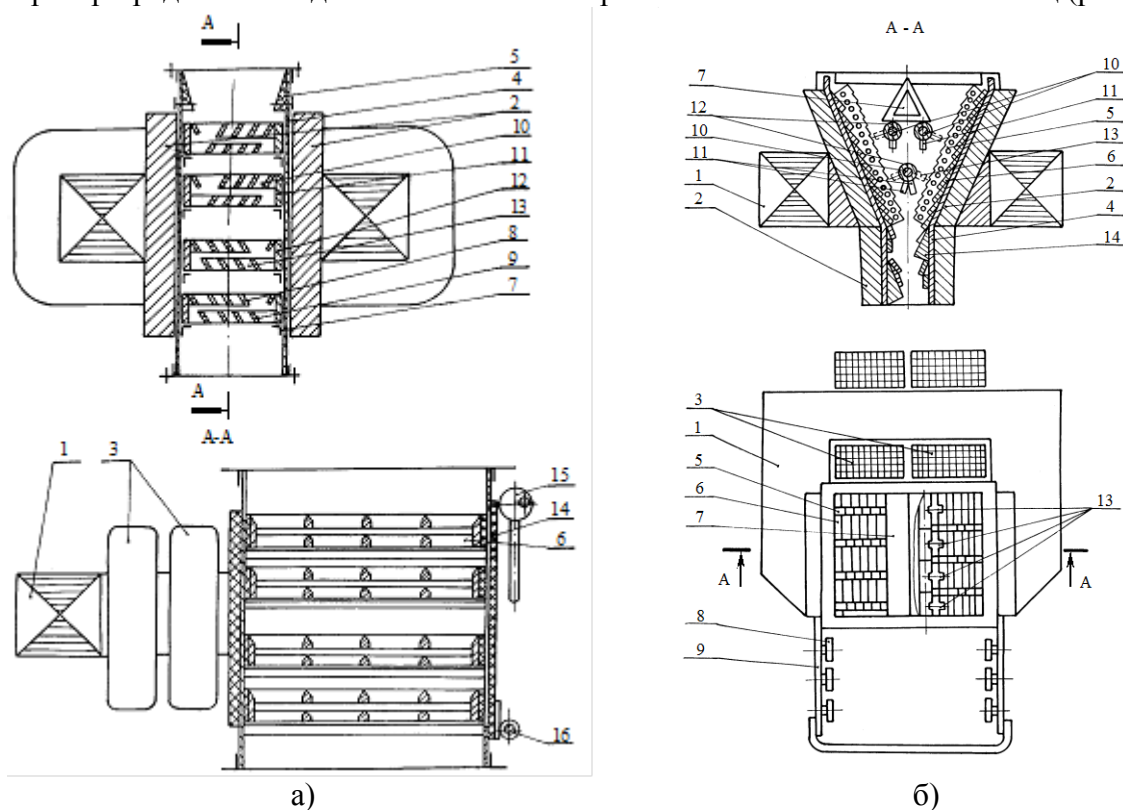


Рисунок 1 -- Электромагнитные сепараторы УСС-4М (а) и УСС – 5М (б)

Устройство содержит магнитопровод 1 с полюсными наконечниками 2, четыре катушки намагничивания 3, продуктопровод 4, внутри которого в верхней части расположены

отбойники 5 из немагнитного материала, а в средней части, находящейся в межполюсном пространстве, установлены выемные блоки 6, расположенные на направляющих 7, изготовленных из угловой стали. Каждый выемной блок 6 содержит ряд наклонно расположенных полиградиентных пластин 8 и 9, между которыми имеется воздушный зазор. При этом верхние полиградиентные пластины 8 с помощью магнитопроводящих пластин 10 и 11 магнитно подсоединены к одному полюсному наконечнику, а нижние полиградиентные пластины 9 с помощью магнитопроводящих пластин 12 и 13 магнитно присоединены к другому наконечнику. Продуктопровод с лицевой стороны имеет окно, которое закрывается крышкой 14 с помощью зажимов 15.

В зависимости от сепарируемого материала наклон пластин в соседних выемных блоках может быть таким, как показано на рисунке 1 или же каждый последующий по ходу продукта блок будет иметь противоположный наклон пластин. В данном случае работает физико-технический эффект на основе второго закона Ньютона: скорость просыпания уменьшается, степень очистки увеличивается. Изменяя длину окружностей отверстий на полиградиентных пластинах, а также расстояние между концентрирующими отверстиями можно увеличить величину магнитной индукции в рабочей зоне и, как следствие, силу, действующую на металломагнитную частицу, что означает работу физико-технического эффекта на основе закона Био-Савара – Лапласа и силы Лоренца.

Экспериментально установлено, что при неизменном напряжении питания намагничивающей катушки, но при разных длинах окружностей концентрирующих отверстий, величина магнитной индукции B на одних и тех же горизонталях изменялась, имея максимальное значение при $\ell_k = 70$ мм. При этой же величине ℓ_k достигается максимум величины ΔB – разность величины магнитной индукции на концентраторе и ее установившегося значения в безградиентной зоне (рис.2)[3,4,5].

Рациональная схема расположения блоков и форма концентрирующих отверстий определяется экспериментально в зависимости от сепарируемого материала.

Электромагнитный сепаратор УСС-5М (рис 1,б) содержит магнитопровод 1 с полюсными наконечниками 2, катушки намагничивания 3, выемной блок продуктопровода 4 с укрепленными на внутренних боковых стенках концентраторами глубинной 5 и поверхностной 6 сепарации, клиновидный распределитель материала 7, опорные ролики 8, расположенные на кронштейне 9. Концентраторы 5 глубинной сепарации содержат на боковых поверхностях скважинные концентраторы, а на торцевых – насечку. Под клиновидным распределителем 7 на осях 10, расположенных горизонтально и параллельно полюсным наконечникам 2, шарнирно закреплены полиградиентные элементы, содержащие втулки 12 с возможностью поворота на оси 10, и стержни 11, жестко укрепленные на втулках 12. Угол поворота стержней 11 не превышает 90° . Полюсные наконечники образуют своими внутренними поверхностями в верхней части – конусную щель, симметричную относительно вертикали, переходящую в нижней части в щель постоянного сечения.

Выемной блок 4 выполнен по форме межполюсного пространства с возможностью выдвижения его из него на опорные ролики 8 кронштейна 9 для удаления налипших магнитных включений[5]. Электромагнитный сепаратор работает следующим образом. При подаче напряжения на катушки намагничивания 3 в межполюсном пространстве внутри выемного блока создается неравномерное магнитное поле, т.е. задействован физико-технический фактор на основе силы Лоренца. Сепарируемый сыпучий материал клиновидным распределителем 7 подается на боковые стенки выемного блока продуктопровода 4. Благодаря наличию концентраторов поверхностной 6 и глубинной 5 сепарации, металлические частицы удаляются из потока материала, при этом они не сбиваются потоком материала с концентраторов, задействован физико-технический фактор на основе второго закона Ньютона и закона Био-Савара Лапласа[6].

Работают концентраторы поверхностной сепарации, которые имеют «укрытия» в виде впадины, расположенной между нижней торцевой гранью вышележащей пластины и боковой плоскостью нижележащей пластины, а также концентраторы 5 глубинной

сепарации – внутри отверстий 10. Поворотные концентраторы индукции 11 поворачиваются на осях 10 на угол не более 90° и занимают положение 13 (показано пунктиром) с расположением стержней 11 вдоль магнитных силовых линий, усиливая магнитную индукцию в зоне сепарации. Благодаря наличию поворотных полиградиентных элементов увеличивается извлечение магнитных включений, особенно в центре съемного блока. При прохождении крупных частиц и комков стержни 11 отклоняются вниз, поворачиваясь вокруг оси 10, пропуская негабаритный материал. То же самое происходит при увеличении объема проходящего материала.

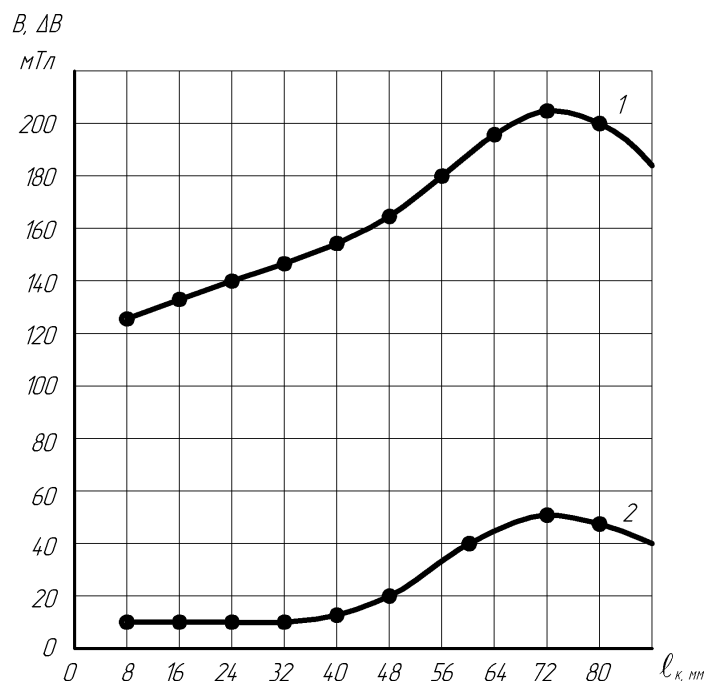


Рисунок 2 – Зависимость B (1) и ΔB (2) от длины концентрирующей окружности

При завершении процесса сепарации выемной блок 4 выдвигается из межполюсного пространства на опорные ролики 8 кронштейна 9, после чего происходит размагничивание всех видов концентраторов выемного блока и удаление налипших на них магнитных включений.

В сепараторе УСС – 5М использованы те же физико-технические эффекты, что и в сепараторе УСС – 4М. Сепаратор предназначен для очистки мясокостной муки. Концептуально отличается от предыдущей версии, сепаратора УСС – 5 наличием поворотных концентраторов магнитной индукции 11, что увеличивает неоднородность магнитного поля и, как следствие, повышает степень очистки.

Список литературы

1. Гортинский В.В., Демский А.Б., Борискин А.М. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. М.: Колос, 1980. 304с.
2. Евдокимов А. А., Копытин И. И., Чарыков В. И. Инновационные решения при конструировании электромагнитных сепараторов: монография. Курган: изд-во Курганского ГУ, 2015. 182 с.
3. Зуев В.С., Чарыков В.И. Электромагнитные сепараторы: теория, конструкция: монография. Курган: Зауралье, 2002. 178с.
4. Копытин И. И. Повышение эффективности процесса очистки сыпучих продуктов путем совершенствования электромагнитного сепаратора.. // Материалы ЛП

Международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск, ЧГАА, 2013. Ч.V. С.169-171.

5. Obvintseva T. Yu., Konyaev A. Yu. Linear Induction Machines for Electrodynamic Separation for Non – ferrotis Metals – Proceedings of the 2017 IEEE Russia Seecion Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conferenc. EIConRus 2017. St. Petersburg, Russia, 2017, pp. 1657-1670/

6. Коняев А. Ю., Багин Д. Н. Моделирование электродинамического сепаратора на основе линейного индуктора – Электротехника, 2018. №3. С. 34 – 40.

IMPROVING THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF LOW-LOW ELECTROMAGNETIC SEPARATORS AT THE STAGE OF CONCEPTUAL DESIGN

Charykov V.I., *Doctor of Technical Sciences, Professor*

Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Kurgan state agricultural Academy bu T. S. Maltsev", Kurgan, Russian Federation

Evdokimov A.A., *Ph.D., docent*

Budgetary institution of higher education of the Khanty - Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra "Surgut State University", Surgut, Russian Federation

Novikova V.A., *Ph.D.*,

*Head of the Department of Electrification and Automation of Agriculture
Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Kurgan state agricultural Academy bu T. S. Maltsev", Kurgan, Russian Federation*

Annotation. Crop processing is a necessary process in ensuring product quality. In this case, the preparation of materials for processing plays an important role. Batch of bulk products supplied for processing may contain metal-magnetic (metallic) impurities. In the course of processing, these impurities damage the working parts of machines, accelerating their wear, lead to the formation of sparks, which are the causes of explosions and fires in industrial premises. Separators of various types and designs are used to separate metal-magnetic impurities from bulk agricultural products. The paper considers the issues of improving the operational characteristics of spill-out electromagnetic separators at the stage of conceptual design.

Key words: design; electromagnetic separator; concept; physicist-technical effect; metal-magnetic particle.

УДК 631.17:631.331

СОШНИК ДЛЯ ПРЯМОГО РАЗНОГЛУБИННОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ И ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Чекусов М.С.¹, Кем А.А.², Шмидт А.Н.³

¹*Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник*

²*Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник*

³*младший научный сотрудник*

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия, 55asc@bk.ru

Аннотация. В статье приведены некоторые результаты двухлетнего полевого опыта по изучению влияния способа посева и нормы внесения минеральных удобрений на

качественные показатели мягкой яровой пшеницы Омская-36. Установлено, что увеличение показателей белка и сырой клейковины в яровой мягкой пшенице Омская-36, активнее происходит при посеве комбинированным сошником и внесении минеральных удобрений ниже высева семян с нормой внесения 150 кг/га.

Ключевые слова: *сошник, способы посева зерновых, внесение удобрений, качество зерна.*

Введение. Государственной программой развития сельского хозяйства 2013-2020 поставлена задача увеличения сбора зерна до 115 млн тонн и доведение производства сельскохозяйственных культур до уровня, обеспечивающего импортозамещение. Одним из путей решения поставленной задачи - внедрение высоких технологий, предусматривающих комплекс агротехнических мероприятий, соответствующих биологическим особенностям культур, дифференцированных по содержанию питательных веществ в почве и планируемому урожаю. Государственной программой предусмотрено внесение в почву 18,8 млн тонн в пересчете на действующее вещество минеральных удобрений, при соблюдении агротехнической нормы и отсутствии загрязнений химическими веществами окружающей среды[1,2].

Неправильное применение минеральных удобрений приводит к частичному смыву элементов питания поверхностными и внутрипочвенными стоками, загрязняя грунтовые воды подвижными соединениями азота. Внесение минеральных удобрений, особенно азотных, необходимо проводить с тщательной заделкой в почвенный слой, поэтому разработка комбинированных машин с одновременным выполнением обработки почвы, посева, внесения удобрений является актуальной задачей[3].

Пшеница – важная культура для Российской Федерации, поскольку обеспечивает население страны фактически половиной калорийности ежедневного рациона. Наряду с биологической особенностью сорта урожайность зависит и изменяется от ряда других факторов (почвенно-климатических условий, светового режима, способов и сроков посева, от предшественника, глубины заделки семян, питательного и водного режима). К основным приемам технологии возделывания, влияющих на урожайность и качество зерна можно отнести способы посева. Результаты исследований показывают, что урожайность яровой пшеницы зависит напрямую от способа посева и внесения стартовой дозы минеральных удобрений[4,5,6].

Урожайность зерна с определённой единицы площади есть суммарное сложение продуктивности растений. При повышении стеблестоя на единицу площади продуктивность с одного растения может уменьшаться, но урожайность с единицы площади, как правило увеличивается.

Цель исследования – сравнить качественные показатели яровой мягкой пшеницы в зависимости от способа посева и нормы внесения азотных минеральных удобрений.

Методы исследования. Данный двухфакторный опыт закладывался на опытных полях ФГБНУ «Омский АНЦ». В опыте изучали влияние двух способов посева: серийным стрельчатым сошником и экспериментальным с разноглубинным внесением минеральных азотных удобрений. Исследование влияния способов посева и внесения минеральных удобрений с нормой 100, 150 и 200 кг/га в физическом весе на результативность урожайности и показатели качества зерна проводили при одной норме высева 4,5 млн всхожих зерен на гектар. Сорт яровой пшеницы Омская-36. Район проведения исследований имеет характер нестабильного увлажнения. Количество осадков за вегетацию (май – август) в 2019, 2020 гг. составляло 193, 131 мм, соответственно, при среднемноголетнем показателе 206 мм. В отношении влагообеспеченности наилучшими были условия 2018 г. Температурный режим погодных условий периодов вегетации годов исследований, в особенности 2020 г., характеризовался превышением уровня этого показателя в течение вегетации растений. Так, в 2020 г. температура за период вегетации была почти на 2 °С выше по сравнению со среднемноголетними показателями.

Результаты. Среди применяемых элементов агротехники большее влияние на изменение содержания белка в зерне растений оказывает разноглубинный способ внесения минеральных удобрений. Ниже представлен сошник, для разноглубинного способа посева и внесения минеральных удобрений (рис. 1).



Рис. 1. Сошник для разноглубинного способа посева и внесения минеральных удобрений

В среднем за два года исследований разноглубинный способ посева зерновых и внесения минеральных азотных удобрений обеспечивало увеличение содержания белка с 13,62% на варианте внесения удобрения 100 кг/га в 2019 году, до 14,91% на варианте с нормой внесения удобрения 150 кг/га в 2020 году. Для сравнения, серийный стрельчатый сошник показал в 2019 году 12,27% при норме внесения удобрения 200 кг/га, а 2020 году 13,74% с нормой 150 кг/га.

Рассматривая содержание сырой клейковины, можно отметить, наибольшие показатели на экспериментальном сошнике получены на варианте с внесением 150 кг/га азотных удобрений 26,1%, 28,5% в 2019-2020 годах соответственно. При посеве серийным сошником большее содержание клейковины наблюдалось в 2020 году, 27,1% с нормой внесения удобрения 100 кг/га. В 2019 году наибольшее значение клейковины - 25,8% отмечалось на варианте с нормой минерального удобрения 150 кг/га.

Выводы. Таким образом, по результатам проведенных лабораторно полевых исследований в 2019-2020 году, можно отметить, что, увеличение качественных показателей, а именно белка и сырой клейковины, яровой мягкой пшеницы Омская-36, активнее происходит при посеве комбинированным сошником и внесении азотных удобрений ниже высева семян с нормой внесения 150 кг/га (51 кг д.в)

Список литературы

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mcx.ru/navigation/show/342.htm>.
2. Милюткин В.А. Высокоэффективная техника для энерго-, влаго-, ресурсосберегающих мировых технологий Mini-Till, No-Till в системе точного земледелия России: моногр. / В.А. Милюткин, В.Э. Буксман, М.А. Канаев // Кинель: РИО Самарской ГСХА, 2018. – 182 с.
3. Милюткин В.А. Формирование рационального состава наиболее эффективных разбрасывателей минеральных удобрений для агропредприятий / В.А. Милюткин, М.А. Канаев, В.Э. Буксман и др. // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 6. – С. 111-114.
4. Волюнкина О.В. Система удобрения и качество зерна яровой пшеницы при бессменном возделывании на стерневом фоне / О.В. Волюнкина // Плодородие. 2021. № 1 (118). С. 3-7.

5. Кем А.А. Влияние работы комбинированного сошника на качество и урожайность зерна / А.А. Кем, М.С. Чекусов, А.Н. Шмидт // Тракторы и сельхозмашины. 2020. № 6. С. 72-77 DOI: 10.31992/0321-4443-2020-6-72-77

6. Кем А.А. Комбинированный сошник для посева зерновых культур / А.А. Кем, М.С. Чекусов, А.Н. Шмидт // Сельский механизатор. 2021. № 3. С. 6-7.

УДК 631.354:631.12

ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УБОРКИ УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Чемоданов С.И. ст. науч. сотр., **Бурлаков Ю.В.** ст. науч. сотр., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский Федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, РФ, e-mail: sichsibime@yandex.ru

***Аннотация.** Приведён обзор тенденций совершенствования и повышения эффективности функционирования уборочных процессов для информационного обеспечения оптимизации структурно-количественного состава технических средств зерноуборочного парка конкретного агропредприятия.*

***Ключевые слова.** Технические средства, зерноуборочный комбайн, технологии уборки, адаптер, урожайность, незерновая часть урожая.*

Совершенство уборки урожая зерновых культур как заключительного этапа полевого процесса производства растениеводческой продукции определяет структурно-количественный состав технических средств зерноуборочного парка агропредприятия и конкурентоспособность намолоченного зерна. Почти линейная разновекторная динамика ценообразования за последние три десятилетия на зерно и продукцию сельхозмашиностроения не способствует проведению эффективного обновления технических средств зерноуборочного комплекса. Поэтому в данной ситуации, когда финансовые ресурсы агропредприятия ограничены, необходим непрерывный поиск тенденций совершенствования и повышения эффективности функционирования машинных технологий и технических средств для уборки урожая зерновых культур с учётом агрозональных и производственно-ландшафтных особенностей конкретного сельхозтоваропроизводителя.

Для эффективного проведения уборки растениеводческой продукции необходим наиболее рациональный парк зерноуборочной техники, который формируется поэтапно с учётом условий уборки [1, 2]. Выбор видового состава технических средств в период обновления, в первую очередь, производится, исходя из принятых и апробированных зональных технологий уборки (см. рис.1.). Для реализации основных ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий уборки на рисунке приведены варианты комплектующих адаптеров зерноуборочного комбайна (ЗУК) (вернее, самоходной молотилки).

Базовыми техническими средствами зерноуборочного комплекса являются самоходная молотилка и жатка с различными номинальными параметрами по пропускной способности и ширине захвата, и, соответственно, способами агрегатирования. Выбор основных параметров или типажа базовых технических средств зерноуборочного комплекса на начальном этапе проводится в соответствии со статистически прогнозируемой

урожайностью зерна. Промежуточным этапом формирования парка зерноуборочной техники в период его обновления проводится с привлечением технико-технологических критериальных оценок и производственных требований зернотоваропроизводителя. Для окончательного выбора необходимых моделей используется экономическая оценка альтернативных вариантов уборочных технических средств и агрегатов.



Рис.1. – Техничко-технологическая реализация уборки урожая зерновых культур на базе зерноуборочного комбайна (ЗУК).

Представленная классификация позволяет провести анализ уборочных агрегатов с различными адаптерами, утилизирующих незерновую часть урожая (НЧУ, см. рис.1.). Варианты уборки незерновой части урожая определяются зонально-хозяйственными условиями зернопроизводящего предприятия, в том числе принятой системой земледелия.

Мульчирующий вариант утилизации незерновой части урожая может быть реализован навесным измельчителем-разбрасывателем на зерноуборочный комбайн или прицепным измельчителем-разбрасывателем соломы из валка. Навесной адаптер снижает потенциальные возможности по производительности базового уборочного агрегата [3]. Для выполнения агротехнических требований основной рабочий орган измельчителя имеет максимальную частоту вращения в уборочном агрегате и поэтому является основным энергоемким источником вибрации. И, судя по протоколам машиноиспытательных станций, данный адаптер в зерноуборочном агрегате имеет минимальную наработку на отказ.

Альтернативное техническое средство мульчирующей технологии уборки в виде прицепного измельчителя-разбрасывателя, агрегируемого колесным трактором, позволяет упростить технологический процесс, реализуемый зерноуборочным комбайном и повысить его загрузку и техническую надежность. В процессе функционирования прицепного измельчителя возможна реализация дополнительной опции по внесению в разбрасываемую солому водных препаратов, позволяющей ускорить гумификацию незерновой части урожая в почве.

Кратно менее энергоемкий центробежный дискоторный разбрасыватель

незерновой части устанавливается в зонах схода с соломотряса или ветрорешетной очистки [4]. Данное техническое устройство эффективно не только на уборке короткостебельной хлебной массы, но и является составляющим элементом новых разработок автоматизированного варианта измельчителя-разбрасывателя ведущих зарубежных фирм.

Копенный вариант уборки соломы достаточно трудоемкий, затратный, с большими потерями наиболее ценной мелкосоломистой фракции. В период выбора адаптера незерновой части следует учитывать, что копнитель, больше чем наполовину заполненный соломой, нарушает технологический процесс, реализуемый ветрорешетной очисткой зерноуборочного комбайна.

Валковый вариант является наиболее прогрессивным способом сбора цельностебельной незерновой части. Для реализации данного способа зерноуборочный комбайн оснащают капотом и скатными направляющими поверхностями для формирования валка необходимого сечения. Для повышения эффективности данного сбора цельностебельной соломы производят сдваивание валков.

Сход с ветрорешетной очистки зерноуборочного комбайна характеризуется большим содержанием семян сорных растений и наиболее ценной в кормовом отношении мелкосоломистой фракцией незерновой части урожая, не требующей энергоемкого процесса измельчения. Отдельный сбор схода мелкосоломистого вороха с ветрорешетной очистки комбайна в прицепную большеобъемную телегу позволит одновременно решить вопросы экологической и кормовой безопасности. Аналогичную задачу решает и внедрение нетрадиционной комбайновой технологии уборки урожая зерновых культур с нерегламентированным уровнем засоренности бункерного зерна.

В основе приведённых на рис. 1 технологий заложены однофазный и отдельный комбайновые способы уборки урожая зерновых культур. Включение в реализацию основных способов уборки различных агроприёмов и, с другой стороны, нетрадиционных технических средств позволяет разнообразить технологическое обеспечение агропредприятия. Приведённое технологическое совершенствование даёт возможность снизить риск снижения темпов уборки и, тем самым, стабилизировать ход её проведения в соответствии с агротехническими сроками, что позволяет с минимальными потерями получить качественное зерно различного назначения.

Потенциальные периоды реализации технологий уборки совпадают с вегетационными фазами зернообразования. Поэтому возможны два основных направления совершенствования и развития машинных технологий. С одной стороны, это увеличение темпов уборочного процесса, а с другой – расширение календарных сроков уборки урожая зерновых культур различного назначения в пределах вегетационных фаз зернообразования.

С экономической точки зрения, для эффективного проведения уборки необходимо максимальное использование потенциальных возможностей всех технических средств уборочно-транспортного комплекса. Приоритетным объектом является зерноуборочный комбайн как самое дорогостоящее техническое средство в технологическом процессе. Экспериментальными исследованиями выявлено, что максимально возможный уровень загрузки зерноуборочного комбайна позволяет получить минимальные показатели дробления зерна. Технологическое требование по максимально возможной загрузке зерноуборочного комбайна совпадает также с экологическими требованиями по содержанию вредных выбросов выхлопных газов двигателя. Так, при работе дизельного двигателя с недогрузкой в выхлопных газах увеличивается содержание оксида азота, который более чем в сорок раз опаснее, чем другой компонент выхлопа - оксид углерода [5].

Реализация различных технологий уборки должна быть взаимосвязана с предыдущим и последующим модулями производства зерна. Данное исходное агротехническое требование предполагает наличие в сельхозпредприятиях, с одной стороны, зерносушилок

соответствующей производительности, а с другой - «инженерных» севооборотов, целью которых является получение максимального количества зерна при минимизации площадей под одновременно созревающими культурами.

Учёт модульной взаимосвязи позволяет расширить рациональные агротехнические сроки уборки, то есть снизить пиковую нагрузку на уборочную технику и их потребность. Увеличению уборочного периода до начала интенсивного осыпания зерна в фазе твердой спелости способствует также реализация раздельной уборки в классическом варианте (с подсушкой хлебной массы в валках). Расширению границ эффективного функционирования уборочных агрегатов способствует также использование очесывающей жатки и внедрение технологии уборки высоковлажного зерна, в том числе безобмолотной на фуражные цели с последующим плющением и консервацией [6, 7].

Необходимые темпы уборки зависят также от реализации следующих мероприятий:

- использования различных агроприемов, интенсифицирующих обезвоживание сельскохозяйственных растений на корню;
- рационального маневрирования уборочной техникой в период реализации раздельной уборки и прямого комбайнирования;
- наличия доступного сервисного обслуживания;
- дистанционной диагностики технического состояния уборочных агрегатов;
- контроля метеоусловий и параметров окружающей среды, а также показателей агрооценки урожая на всех стадиях его сбора.

Использование инновационных дополнительных опций уборочного агрегата, бортовых систем контроля, в том числе процессорных систем автоматизации управления технологическим процессом снижает эмоциональную нагрузку на механизатора и повышает качество продуктов обмолота. Улучшение комфортных и эргономических условий труда механизаторов, а также регулярное повышение их квалификации позволяет повысить производительность управляемых технических средств.

Перечисленные тенденции совершенствования и повышения эффективности функционирования уборочных процессов, как информационное обеспечение для принятия решения, позволяет оптимизировать структурно-количественный состав зерноуборочного парка конкретного агропредприятия с целью обеспечения конкурентоспособности намолоченного зерна.

Список литературы

1. Милаев П.П., Назаров Н.Н. Методические подходы к выбору эффективных вариантов при инженерном проектировании агротехнологий // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015. № 1. С. 94-103.
2. Чемоданов С.И. Обновление комплекса зерноуборочной техники // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов: в 2 кн. / XV Международная научно-практическая конференция (12-13 марта 2020 г.), Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. Кн. 2. С.88-90.
3. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве / В.П. Елизаров, Н.М. Антышев, В.М. Бейлис и др.; под рук. В.И. Анискина, А.А. Артюшина. М.: Росинформагротех, 2005 272 с.
4. Бурлаков Ю.В. Технологии и технические средства для разбрасывания соломы при уборке зерновых культур // Механизация сельскохозяйственного производства в начале XXI века: Сб. науч. тр. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженерный ин-т. Новосибирск, 2001. С.107-109.
5. Ломакин С.В., Бердышев В.Е. Анализ технического уровня зерноуборочных комбайнов «Ростсельмаш» // Вестник 2017. №6. С.34-42.
6. Чемоданов С.И. Агротехнологические возможности очесывающих рабочих органов // Актуальные агросистемы. 2019. № 1-2(62). С. 10-13.

7. Чемоданов С.И., Патрин П.А., Патрин В.А., Сабашкин В.А. Результаты очеса высоковлажной растительной массы пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 6. С. 96-103.

TRENDS IN IMPROVING THE HARVESTING OF GRAIN CROPS

Chemodanov S.I., Burlakov Y.V.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia, sichsibime@yandex.ru

Abstract. *An overview of trends in improving and increasing the efficiency of harvesting processes for information support of optimization of the structural and quantitative composition of the technical means of the grain harvesting park of a particular agricultural enterprise is given.*

Keywords: *Technical means, combine harvester, harvesting technologies, adapter, yield, non-grain part of the crop.*

УДК 631.42.05

ОТБОР ПОЧВЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ

Яковлев Н.С. д-р техн. наук, гл. науч. сотр., **Назаров Н.Н.** д-р техн. наук, вед. науч. сотр., **Рассомахин Г.К.** канд. техн. наук, вед. науч. сотр., **Маркин В.В.** ст. науч. сотр., **Черных В.И.** инженер-исследователь

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
Федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
р.п. Краснообск, Россия, e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Аннотация. *Разработано устройство, которое позволяет в полевых условиях проводить отбор почвы для определения влажности и плотности. Отбор образцов почвы можно проводить с глубины до 40 см, не нарушая структуру почвы. Глубина отбора образца определяется по шкале, которая нанесена на наружную поверхность заборного цилиндра. Почва извлекается из цилиндра с помощью поршня и штока при одновременном нажатии на рукоятки цилиндра и штока.*

Ключевые слова: *почва, плотность, влажность, устройство, проба.*

При работе в полевых условиях с почвой необходимо иметь информацию о влажности и плотности почвы на данном участке по пахотным и нижележащим горизонтам. Для определения плотности почвы нужно отобрать образец определённого объема без нарушения её структуры. По стандартным методикам отбор образцов почвы производится кольцом. Чтобы взять образец почвы кольцом с глубины 20 см и более требуется подготовка специального разреза. В посевах это приводит к уничтожению большого количества культурных растений. Кроме этого данный способ достаточно трудоемкий и требует не менее двух исполнителей.

Многие устройства, по описаниям авторских свидетельств и патентов на приборы и устройства для отбора почвенных проб с различных горизонтов, невозможно реализовать на практике. Например, прибор, содержащий гильзу со штоком, снабженную тремя дисковыми ножами очень тяжело вдавить в почву, не нарушив структуру почвы [1]. Кроме этого, сложно прорезать плотный слой почвы ниже пахотного горизонта. Устройства для отбора почвенных проб, оснащенные заборным цилиндром, рычагом, валиком, рукояткой и боковыми цилиндрами-отсекателями, содержащие обоймы с вкладышами, направляющие пластины с кольцом также нарушают структуру почвы при срезании её скребками со стенки скважины [2].

Наиболее приемлемым устройством является ручной почвенный бур-пробоотборник, в котором при помощи вращения корпуса, внешняя часть выполнена в виде спирали с режущей кромкой и фрезой [3]. Отбор почвы с ненарушенной структурой производится в пробоотборную гильзу, а разрушенный, режущей кромкой грунт поступает в межвитковое пространство шнековой спирали и поднимается, образуя скважину. При достижении определенной глубины, серповидные ножи перерезают столбик монолита, перекрывают вход в пробоприемную гильзу и бур извлекается за хвостовик. Недостатком такого устройства является: сложная конструкция прибора, низкая производительность отбора проб почвы и большая трудоемкость процесса.

Реальным техническим устройством, которое можно использовать для решения данной проблемы, является цилиндрический бур, он представляет собой цилиндрическую трубку, которая забивается в землю при помощи бензинового или электрического отбойника. Цилиндрический бур позволяет отобрать пробу почвы при 100% сохранением целостности структуры на глубинах до 1 метра [4]. К недостаткам устройства относится высокая стоимость комплекта оборудования.

Цель разработки - существенно упростить конструкцию устройства, облегчить его погружение в почву и отбирать образцы почвы с глубины до 40 см с минимальным повреждением культурных растений.

Это достигается тем, что тонкостенный заборный цилиндр снабжен штоком с поршнем, который свободно перемещается внутри заборного цилиндра. На внешней стороне заборного цилиндра нанесена шкала определения глубины погружения цилиндра, а на штоке - отметки определяющие размер отобранного образца почвы. Цилиндр и шток снабжены рукоятками для вдавливания цилиндра в почву и выемки образца почвы из цилиндра (рис.1).

Устройство для отбора образцов почвы состоит из заборного тонкостенного цилиндра 1, в верхней части которого установлена оправка 10 с рукоятками 2. Внутри заборного цилиндра имеется шток 4, с установленным на конце штока поршнем 5, другой конец штока проходит через отверстие в оправке и выходит за пределы заборного цилиндра. На наружном конце штока установлена рукоятка 3. Поршень со штоком свободно перемещаются внутри заборного цилиндра, при этом рукоятка штока должна упираться в оправку, а нижний край поршня должен лицеваться с нижним краем заборного цилиндра.

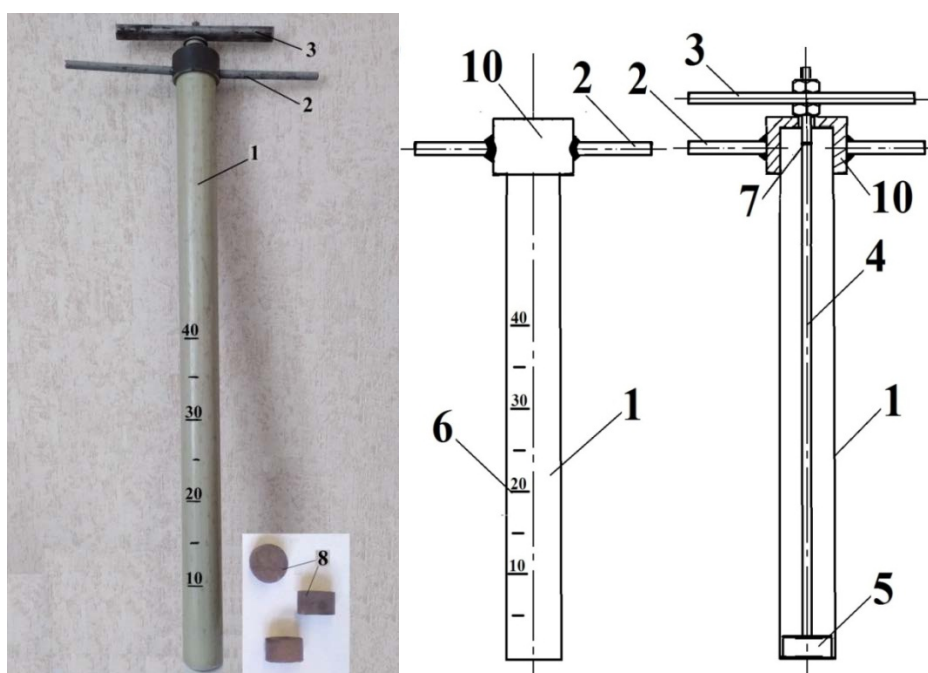


Рис 1. Устройство для забора почвы для определения влажности и плотности

Устройство работает следующим образом: для забора образца почвы необходимо выбрать почву и подготовить скважину. Для чего, устройство устанавливаем вертикально на выровненную поверхность почвы. Нажимаем на рукоятку заборного цилиндра и покачивая погружаем его в почву на глубину, с которой планируется взять образец. Глубину погружения заборного цилиндра определяем по шкале нанесенной на наружной стороне цилиндра. Погрузив заборный цилиндр в почву на глубину взятия образца, проворачиваем его на 360°. При этом, почва в заборном цилиндре отрезается от основной массы. Устройство, аккуратно покачивая из стороны в сторону по кругу, для увеличения диаметра скважины и уплотнения её стенок, вынимаем из почвы. Затем, придерживая устройство за рукоятки на оправке заборного цилиндра, нажимаем на рукоятки штока и выдавливаем почву из заборного цилиндра.

Перед забором образца почвы из скважины проверяем лицевање поршня с нижним основанием заборного цилиндра и свободный ход поршня в цилиндре, а штока в оправке. Опускаем устройство в скважину, при этом поршень устанавливается на ровную поверхность дна скважины. Для забора образца почвы аккуратно нажимаем на рукоятки, погружаем заборный цилиндр в дно скважины, при этом, поршень остается на поверхности дна скважины, а верхний конец штока поднимается над оправкой заборного цилиндра до появления на штоке отметки, которая показывает размер образца почвы. Затем, заборный цилиндр поворачиваем за рукоятки на 360°, почва отрезается от основной массы и образец остается в заборном цилиндре. Вынимаем заборный цилиндр из скважины. С помощью рукояток на оправке заборного цилиндра и рукояток на штоке выдавливаем образец в бюкс. Затем почва взвешивается и высушивается в сушильном шкафу до полного испарения влаги. При взятии очередного образца почвы на другой глубине все операции повторяются.

Список литературы

1. Авторское свидетельство № 467250. М. Кл. G 01n 1/04. G 01n 33/24 Прибор для взятия проб с различных горизонтов / Слесарев В.Н., Пукенец И.К., Федотов И.В. Заявитель ОПКБ Сибирского НИИ сельского хозяйства. заяв. 04.11.72. Оpub. 15.04.75. Бюл. № 14. Авторское свидетельство на изобретение.
2. Патент № 94705 РФ, U1 МПК G01N 1/4 Устройство для отбора почвенных проб / Слесарев В.Н., Синещев В.Е., Слесарев А.В., Малыгин А.Е. Заявитель и патентообладатель Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства СО РАСХН, заяв. 04.05.2009. Оpub. 27.05.2010. Бюл. № 15. Патент на полезную модель.
3. Патент № 2348754 РФ, МПК E02D 1/04, G01N 1/04. Почвенный бур-пробоотборник / Нугманов С.С., Ларионов Ю.В., Иваськевич А.В. Заявитель и патентообладатель: ФГОУ ВПО Самарская государственная сельскохозяйственная академия. Заяв. 20.08.2007. опубл. 10.03.2009; Бюл. №7.). Патент на изобретение.
4. Каталог ООО «ЭкоИнструмент» [Электронный ресурс].- www.ecoinstrument.ru.

SELECTION OF SOIL TO DETERMINE ITS DENSITY

Yakovlev N.S. Doctor of Technical Sciences g.n.s., **Nazarov N.N.** Doctor of Technical Sciences v.n.s., **Rassomakhin G.K.** Candidate of Technical Sciences., v.n.s., **Markin V.V.** s.n.s., **Chernykh V.I.** Research Engineer
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russian Federation, e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Abstract. A device has been developed that allows in the field to select soil to determine its moisture and density. Soil sampling can be carried out from a depth of up to 40 cm without disturbing the structure of the soil. The depth of sampling is determined by the scale that is applied

to the outer surface of the intake cylinder. The soil is extracted from the cylinder using a piston and rod while pressing the handles of the cylinder and rod.

Keywords: soil, density, humidity, device, sample.

УДК 631.51.014: 631.316.022.2

МАШИНЫ ДЛЯ ДВУХСЛОЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Яковлев Н.С., д-р техн. наук, гл. науч. сотр.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия, e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Аннотация. По результатам исследования проведенного в СибИМЭ определено, что разница по запасам влаги между необработанным полем и обработанным разнотравным культиватором составляет: по пару 2,8 %, по стерне 3,2 %. Это показывает, что разнотравная осенняя обработка почвы позволяет несколько увеличить весной запасы влаги. Для обеспечения двухслойной плоскорезной обработки почвы разработаны новые почвообрабатывающие разнотравные плоскорезные агрегаты: АПРН-4, ПРГ - 3,0Н, ПРГ - 5,4Н. Приведены результаты испытаний ПРГ-5,4Н на Алтайской МИС.

Ключевые слова: почва, пар, стерня, агрегат, влага.

В лесостепной зоне Западной Сибири в растениеводстве 76% сельскохозяйственных организаций и 78% КФХ производят продукцию по экстенсивным технологиям, в которых практически не используются достижения науки, передового отечественного и зарубежного опыта, не привлекаются в должной мере средства интенсификации (минеральные удобрения и др.), используются машины старых поколений. Все это не позволяет обеспечить хозяйствам устойчивую прибыль, они остаются низкорентабельными или убыточными по экономической результативности. Основная обработка почвы является наиболее затратной.

Целью основной обработки почвы является обеспечение оптимальных условий роста растений. При этом необходимо обеспечить сохранение окружающей среды, выбрать оптимальные режимы работы почвообрабатывающих орудий и сократить потребление энергии на её обработку. Правильно и своевременно проведенная обработка почвы и посев играют большую роль в получении высоких урожаев. При проведении агротехнических мероприятий качество обработки почвы в значительной степени зависит от правильности выбора почвообрабатывающего орудия и его применения [1].

Системы обработки почвы, применяемые в сельском хозяйстве, имеют целый ряд недостатков. Они энергоемки, требуют больших затрат ГСМ, недостаточно почвозащитные (при безотвальных приемах повреждается до 36 – 40 % стерневого покрова). Глубокие обработки, выполняемые существующими орудиями, создают излишнюю рыхлость пахотного слоя, что интенсифицирует потерю влаги. Мелкая обработка приводит к уплотнению пахотного горизонта, что ослабляет проникновение влаги в нижние слои. В связи с этим необходимо искать такие способы механического воздействия на почву, которые снижали бы энергозатраты и повышали её экологическую устойчивость [2].

Наиболее приемлемым технологическим приёмом обработки почвы является плоскорезная двухслойная обработка. Обработка проводится лапой шириной 0,9 м на глубину 0,10 – 0,12 м и лапой размером 0,23 м на глубину 0,28 – 0,30 м. В сравнении со вспашкой и традиционной плоскорезной обработкой двухслойная обработка снижает объём почвенных деформаций (от 56 до 18%), лучше используется эффект капиллярной влаги.

Эксперименты по замеру накопления влаги в почве, с осени обработанной разноглубинным культиватором, начали проводить весной после ухода гравитационной влаги на протяжении всего периода посевной. Первые образцы почвы отбирали на поле, которое было обработано дисковой бороной. Вторые – по следу разноглубинного культиватора, где на глубине 0,1 м прошёл основной рабочий орган, третьи – по следу глубокихрыхлителя, заглубленного в почву лапой на глубину до 0,27 м. Образцы почвы на влажность отбирали буром на глубину до одного метра с интервалом через 20 см в трёхкратной повторности. Влажность и плотность почвы определяли по стандартным методикам [3]. Запасы влаги в почве на глубине 0,1 м и 0,27 м отличаются в пределах ошибки опыта, а по стерне запасы влаги, даже на глубине 0,27 м несколько меньше, чем на глубине 0,1 м (табл.1).

Таблица 1 - Влажность почвы и весенние запасы влаги на глубине один метр при разноглубинном способе обработки, % (замер влажности 25.04.2018 г)

Глубина взятия образца, м	Пар			Стерня		
	осенняя обработка			без обработки	осенняя обработка	
	мелкая на 0,05 м	мелкая на 0,10 м	глубокая на 0,27 м		мелкая на 0,10 м	глубокая на 0,27 м
0,05	27,9 ± 0,6			30,6 ± 0,3		
0,10	25,0 ± 0,6	25,0 ± 0,4	22,5 ± 1,1	26,9 ± 1,1	24,1 ± 0,6	24,2 ± 2,1
0,15	22,1 ± 0,6			23,4 ± 0,6		
0,20	23,0 ± 1,4	23,2 ± 2,6	25,1 ± 1,7	22,6 ± 0,8	22,9 ± 1,6	23,6 ± 1,4
0,40	20,7 ± 1,4	21,3 ± 1,1	21,2 ± 2,8	19,9 ± 1,5	20,1 ± 1,0	19,7 ± 1,4
0,60	19,4 ± 1,4	21,4 ± 0,1	21,4 ± 0,9	18,0 ± 0,2	19,6 ± 0,6	19,2 ± 1,3
0,80	18,2 ± 1,5	20,2 ± 2,3	20,4 ± 1,6	18,7 ± 1,8	20,6 ± 0,5	19,5 ± 2,1
1,00	18,6 ± 0,9	19,7 ± 0,6	20,3 ± 1,0	18,2 ± 1,2	19,4 ± 1,0	19,3 ± 0,9
Запас влаги, м ³ /га	266,1	272,7	273,7	257,7	265,9	259,4

Небольшая разница по запасам влаги в почве наблюдается между необработанным полем и обработанным разноглубинным культиватором, по пару 2,8 %, по стерне 3,2 %. Это показывает, что разноглубинная осенняя обработка почвы позволяет увеличить весной запасы влаги в почве [4].

В Сибирском НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ), по заказу ОАО «Сибирский агропромышленный дом», для обеспечения плоскорезной двухслойной обработки почвы, был разработан ряд агрегатов, которыми можно одновременно обрабатывать почву на глубину 0,27 – 0,30 и 0,10 – 0,12 м.

Агрегат АПРН-4 разработан по схеме предложенной Слесаревым В.Н. [2]. Рабочая ширина захвата агрегата составляет 4,1 м. Агрегат имеет пять рабочих органов размером 0,875 м работающих на глубине до 0,14 м и пять рабочих органов размером 0,27 м для обработки почвы на глубине от 0,27 до 0,32 м (рис.1). Агрегатируется АПРН-4 с тракторами класса тяги 50 кН. Производительность его на обработке паров может достигать 3,2 га/ч.



Рис. 1. Разноглубинный почвообрабатывающий агрегат АПРН-4 и его рабочие органы

Для вычесывания сорной растительности, при обработке чистых паров, на агрегате зарыхляющими рабочими органами устанавливают многооперационные кольцевые катки. При обработке стернового фона, с целью сохранения стерни, многооперационные кольцевые катки не устанавливаются. На агрегате возможна регулировка глубины обработки почвы между основным рабочим органом и глубокорыхлителем.

Плоскорез разноглубинный навесной ПРГ– 3,0Н был разработан для тракторов класса 30 – 40 кН. Агрегат имеет четыре рабочих органа на прямых стойках, но плоскорезный лемех устанавливается на стойке в месте её перехода в наклонную поверхность для установки лемеха глубокорыхлителя (рис.2). У агрегата разница в глубине обработки между плоскорезным лемехом и лемехом глубокорыхлителя является постоянной величиной.



Рис. 2. Разноглубинный почвообрабатывающий агрегат ПРГ - 3,0Н и его рабочий орган

Плоскорез разноглубинный навесной ПРГ-5,4Н предназначен для двухслойной полосной (ширина полосы 0,75 м) обработки почвы. Часть полосы шириной 0,3 м обрабатывается стойкой «параплау» на глубину до 0,48 м, а другая часть полосы шириной 0,45 м на глубину до 0,16 м плоскорезным лемехом. Агрегат используется на обработке зяби и пара для разрушения плужной подошвы. При этом, на поверхности поля сохраняется стерня для борьбы с ветровой и водной эрозией почвы, и большего накопления влаги. Агрегат оснащается комплектом многооперационных кольцевых катков для работы на чистых парах или пружинной бороной для работы на стерновом фоне (рис.3). Агрегат прошел испытания на Алтайской Государственной зональной машиноиспытательной станции. Результаты испытаний представлены в табл.2.



Рис. 2. Разноглубинный почвообрабатывающий агрегат ПРГ-5,4Н и стойка «Параплау».

Таблица 2. Эксплуатационно-технологические показатели плоскореза разноглубинного

Показатель	Значение показателя по:		
	ТУ	данным испытаний на обработке чистого пара стернового фона	
Состав агрегата		ПРГ – 5,4Н + К - 701	
Рабочая скорость движения, км/ч	От 8 до 11	7,58	7,14
Рабочая ширина захвата, м		5,30	5,30
Производительность за 1 ч, га			
- основного времени	От 4,7 до 5,4	4,02	3,79
- сменного времени		3,19	3,01
- эксплуатационного времени	От 4,1 до 4,7	3,10	2,92
Удельный расход топлива, кг/га		10,91	11,89
Надежность технологического процесса		1,00	1,00
Использования сменного времени		0,795	0,795
Использование эксплуатационного времени		0,772	0,772
Глубина обработки стойками «Параплау», см	35	34,1	33,7
Глубина обработки лемехами, см	До 16	15,3	14,6
Сохранение стерни, %	60 не менее		79,7

Проведённые исследования подтверждают преимущества двухслойной обработки почвы. Кроме этого, за счет снижения сопротивления агрегатов можно получить экономию топлива с сохранением эффекта глубокой до 0,3 м обработки почвы. Для обеспечения двухслойной плоскорезной обработки почвы разработаны новые почвообрабатывающие разноглубинные плоскорезные агрегаты АПРН-4, ПРГ - 3,0Н и ПРГ - 5,4Н.

Список литературы

1. Синещев В.Е., Слесарев В.Н., Васильева Н.В., Ткаченко Г.И. Минимизация основной обработки черноземов под зерновые культуры в лесостепи Западной Сибири: методическое пособие СибНИИЗиХ СФНЦА РАН. – Новосибирск, 2018. – 90 с.
2. Власенко А.Н., Слесарев В.Н., Синещев В.Е., Смельовский В.В. Минимизация глубокой и мелкой основной обработки почвы. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2011. № 1 (217). С. 11-17.
3. Яковлев Н.С., Синещев В.Е., Маркин В.В. Анализ систем зяблевой обработки почвы под зерновые культуры. Вестник НГИЭИ. 2021. № 4 (119). С. 5-20.

4. Яковлев Н.С. Техническое обеспечение процессов возделывания зерновых культур: монография СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2021. – 207 с.

MACHINES FOR TWO-LAYER TILLAGE

Yakovlev N.S. Doctor of Technical Sciences g.n.s., **Nazarov N.N.** Doctor of Technical Sciences v.n.s., **Rassomakhin G.K.** Candidate of Technical Sciences., v.n.s., **Chernykh V.I.**

Research Engineer, e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russian Federation.

Abstract. *According to the results of the study conducted at SibIME, it was determined that the difference in moisture reserves between the untreated field and the treated multi-depth cultivator is: 2.8% per pair, 3.2% for stubble. This shows that the multi-depth autumn tillage allows you to slightly increase the moisture reserves in the spring. To provide two-layer flat-cutting tillage, new tillage multi-depth flat-cutting units have been developed: APRN-4, PRG - 3.0N, PRG - 5.4N. The results of the test PRG-5,4N at the Altai MIS are given.*

Key words: soil, steam, stubble, aggregate, moisture.

СЕКЦИЯ 2. Технический сервис машинно-тракторного парка (МТП)

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Альт В.В., д-р техн. наук, руководитель СибФТИ;

Савченко О.Ф., канд. техн. наук, ведущий научн. сотрудник;

Добролюбов И.П., д-р техн. наук, главный научн. сотрудник;

Ёлкин О.В. канд. техн. наук; ведущий научный сотрудник

Сибирский физико-технический институт аграрных проблем

Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН

Новосибирск, Россия, e-mail: sof-oleg46@yandex.ru

Аннотация. Показана необходимость повышения эффективности оперативного эксплуатационного контроля энергетических параметров машинно-тракторного парка сельхозпредприятия. Рассмотрена методика автоматизации разработки измерительных экспертных систем тракторных двигателей, предложена логическая схема алгоритма разработки и построение методического, организационного, информационного, программного и технического блоков. Показано применение методологии при формировании информационной модели энергетического мониторинга. За счет оперативной оценки параметров техники и своевременного выполнения необходимого технического обслуживания обеспечивается повышение эффективности ее работы.

Ключевые слова. Машинно-тракторный парк, мощность, расход топлива, динамический метод, автоматизация, цифровые технологии

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы. Существенное значение в увеличении затрат, неизбежно происходящее при выполнении полевых сельскохозяйственных работ, имеет ухудшение технического состояния тракторного парка сельхозпредприятия из-за износа деталей, нарушения регулировок и настроек механизмов и систем и приводит, как правило, к потере мощности тракторов. Ситуация обостряется сохраняющейся тенденцией устаревания и выхода из строя эксплуатируемой техники, необходимостью использования техники со средним сроком службы более 10 лет. Так, например, в Новосибирской области сроки фактической эксплуатации машин и оборудования превышают нормативные в 2–3 раза, что существенно увеличивает среднюю нагрузку на один трактор. Время простоев по техническим причинам составляет 25 – 30 % от общего рабочего времени, в результате чего техническая готовность тракторов и сельскохозяйственных машин снижается до 60 – 70 % [1].

Поддержание же тяговых свойств машинно-тракторного агрегата (МТА) на уровне, обеспечивающем выполнение требуемого объема полевых работ в установленные сроки, приводит к повышенному расходу топлива. Наряду с этим известно, что при непрерывном определении энергетических эксплуатационных параметров двигателя внутреннего сгорания (ДВС), возможно своевременно выявить скрытые резервы по мощности в пределах 6 – 15,6 %, а по расходу топлива – 12–18,7 % [2]. Принятие же своевременных корректирующих управляющих решений, как правило, затруднено отсутствием оперативной информации о текущих значениях энергетических параметров (мощности, расхода топлива – без специальных средств).

Таким образом, необходимость снижения эксплуатационных затрат из-за имеющихся неизбежных потерь мощности ДВС МТП при выполнении сельскохозяйственных работ доказывает необходимость ускоренного развития исследований, нацеленных на разработку и

практическую реализацию высокопроизводительных методов и систем эксплуатационного контроля технического состояния ДВС. Среди них важное место занимают методы оценки энергетических параметров, автоматизации определения динамики изменения мощности ДВС в эксплуатационных условиях.

Анализ решения проблемы. Одним из перспективных направлений решения, на взгляд авторов, является обоснование, разработка и внедрение диагностических информационных измерительных систем анализа быстропротекающих рабочих процессов ДВС в сочетании с типовыми экспертными системами на основе моделей представления качественных знаний, характеризующих состояние двигателей – измерительных экспертных систем (ИЭС). Они предназначены для автоматизации определения параметров технического состояния ДВС на основе сбора и анализа информативных данных и знаний [3– 6].

ИЭС обладают наибольшими потенциальными возможностями при решении такого рода задач и уже показали свою результативность. Исследование математических и технических аспектов идентификации технического состояния ДВС позволили создать информационное, метрологическое и техническое обеспечения и разработать ИЭС, которая в значительной мере решает задачи автоматизации оперативного определения параметров технического состояния ДВС [7].

Тем не менее, развитие ИЭС ДВС идет сложным путём, обусловленным необходимостью четкого обоснования ее будущей востребованности и перечня решаемых задач. Повышению эффективности разработки ИЭС ДВС способствует ее автоматизация, для чего могут успешно использоваться уже зарекомендовавшие себя методы автоматизированного проектирования перспективных систем [8, 9]. Значительной научной базой при этом являются многолетние исследования авторов по принципам моделирования динамических процессов ДВС, обоснованию совокупности диагностических параметров и измерительных каналов, применению моделирования процессов углубленного аналитического анализа больших объемов данных для идентификации состояния ДВС, а также использованию моделей представления и анализа знаний о состоянии ДВС [10–13]. Для решения задачи очевидна необходимость привлечения быстродействующих измерительно-вычислительных технических средств и передовых цифровых информационных и интеллектуальных технологий передачи и обработки данных и знаний, и, тем не менее, становится реальностью в связи с существенным развитием цифровой техники и ее применением для сельскохозяйственной техники [14–17].

Поэтому весьма перспективны исследования, направленные на разработку системы автоматизации разработки ИЭС (САРИЭС), способствующую большей степени гарантированности для получения желаемого результата. САРИЭС позволяет уменьшить уровень субъективности за счет учета в полной мере уже имеющегося опыта в этой предметной области, основанного на глубоком изучении физических процессов объекта исследований и применении наиболее приемлемых методов извлечения и анализа информации для определения информативных признаков состояния объекта с достаточной точностью.

Цель исследований – рассмотреть методические аспекты создания системы автоматизации разработки ИЭС ДВС.

МЕТОДИКА

Формирование методики базируется на основе характеристик объекта проектирования; предполагает установление процедуры разработки САРИЭС, этапов в создании видов обеспечения системы. ДВС, как объект исследований, является сложной системой, состоящей из ряда подсистем, охваченных прямыми и обратными связями, с множеством физических процессов, характеризующих состояние и режимы его работы. САРИЭС ДВС основывается на широком использовании информационных компьютерных технологий в методах получения и обработки данных, анализа и видоизменения технических решений с применением цифрового метода выполнения задач проектирования и представляет собой совокупность программно-алгоритмических средств.

Методика включает этапы разработки САРИЭС, включающие блоки методического, организационного, информационного, программного и технического обеспечения. Методическое обеспечение содержит процедуры разработки моделей ДВС, а также процессов, протекающих в ИЭС. Задача организационного обеспечения – установление оптимального взаимодействия разработчиков в соответствии с этапами разработки. Информационное обеспечение содержит необходимые средства для описания и накопления входной, выходной и промежуточной информации. Сущность программного обеспечения состоит в разработке функционального набора управляющих и прикладных программ. Техническое обеспечение – оптимальный выбор состава и качества технических средств. Задачи синтеза решаются в два этапа: первый – структурный – нужен для создания структуры; второй – параметрический – нужен для поиска параметров разработанной структуры. Анализ объекта проектирования осуществляется методом информационного моделирования, а информационная модель понимается как информация, которая описывает существенные свойства объекта и его связи, формализована с точки зрения цели исследования и зафиксирована на информационном носителе [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Целевая функция F для процесса разработки ИЭС:

$$F : (\psi \circ \varphi(\bar{A}_0)) \rightarrow \bar{V}; \psi \subset (\bar{P} \times \bar{X}); \varphi \subset (\bar{A} \times \bar{P}); \bar{A}_0 \subseteq \bar{A},$$

где ψ – бинарное отношение между элементами множеств $\bar{P}$ и $\bar{X}$; φ – бинарное отношение между элементами множеств $\bar{A}$ и $\bar{P}$; $\bar{A} = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ – множество целей; $\bar{P} = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ – множество признаков; $\bar{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ – множество технических решений; $\bar{V} = \{v_1, v_2, \dots, v_l\}$ – множество оценок. Бинарное отношение φ между множествами $\bar{A}$ и $\bar{P}$ означает отношение между целями и признаками, а бинарное отношение ψ между множествами $\bar{P}$ и $\bar{X}$ означает отношение между признаками и техническими решениями. Поскольку каждой цели может соответствовать несколько признаков, то подмножество $\bar{P}_i$, с которым a_i находится в отношении φ , является срезом через элемент a_i . Если выбрано подмножество $\bar{A}_0$ множества целей $\bar{A}$, то можно найти срез $\bar{A}_0$:

$$\varphi(\bar{A}_0) = ((p)(\cup a))[a \in \bar{A}_0 \cap (a, p) \in \varphi]; \psi(\bar{A}_0) = ((p)(\psi)) \cap \bar{P}_0 \cap (,) \in \psi,$$

где $\bar{P}_0$ – срез множества $\bar{P}$ по подмножеству $\bar{A}_0$; $\cap$ и $\cup$ – знаки пересечения и объединения (конъюнкции и дизъюнкции).

Отображение среза произведения бинарных отношений на множество оценок означает функцию, определенную на множестве $\psi \circ \varphi(\bar{A}_0)$ и принимающую значение на множестве $\bar{V}$. Каждый элемент множества $\bar{V}$ при этом представляет собой n -мерный вектор, компонентами которого являются различные характеристики системы.

Математическое обеспечение описывается в форме модели и включает следующие компоненты и правила: A – цель функционирования; $\bar{E} = \{e_i\}$ – множество элементов, составляющих систему; $\bar{T} = \{t_\tau\}$ – множество элементов времени; $\bar{P}_i = \{p_i^j\}$ – множество признаков, характеризующих систему в целом на всех этапах жизненного цикла; $\bar{P}_\zeta = \{p_\zeta^j\}$ – множество признаков, характеризующих элементы на всех этапах жизненного цикла; $\bar{S}^\tau = \{s_i^\tau\}$ – множество состояний элементов в данный промежуток времени; $H = \bar{S}^\tau \times T$ – правило упорядочения смены состояний; $\bar{Q} = \{e_i, e_k\}$ – множество связей между всеми элементами системы; $F : \{p_\zeta^j = f_m(p_i^j)\}$ – математические зависимости, описывающие отношения между

признаками элементов и признаками систем; $\bar{P}_c = \{p_c\}$ – множество признаков, определяющих взаимодействие системы со средой.

Информационное обеспечение осуществляется с помощью автоматизированной информационной системы (АИС), основная функция которой – представление всем категориям пользователей и программам необходимой им информации в требуемой форме в установленные сроки по соответствующим запросам. При этом обработка информации включает: сбор и подготовку, ввод и вывод, хранение, представление по запросам, поиск в установленные сроки, формирование в требуемом виде, обновление в установленные сроки с целью учета внешних изменений, размножение и распределение по блокам. Обеспечивается хранение такой информации как библиотеки моделей ДВС, ИЭС и процесса разработки САРИЭС, решающих процедур, типовых решений.

Методика построения алгоритма разработки сформирована для формализованного представления процесса решения взаимосвязанных задач создания САРИЭС. Она представляется в виде некоторой *логической схемы алгоритма разработки* (ЛСАР). Эта схема создается на базе формализованных элементов – векторов (множеств): $\bar{M}$ – моделей ДВС, ИЭС, $\bar{A}$ – исходных данных, $\bar{C}$ – ограничений, $\bar{R}$ – вариантов решения, $\bar{K}$ – оценок принятого решения, $\bar{T}$ – решающих процедур (методик). Формируется принцип декомпозиции исходных задач $\bar{S}$ на логически взаимосвязанную систему подзадач $\bar{S}^{d_i}$, где d – уровни декомпозиции, i – этапы решений, представленных упорядоченными шестерками $(\bar{M}, \bar{A}, \bar{C}, \bar{R}, \bar{K}, \bar{T})$. Если задана пятерка множеств $(\bar{S}, \bar{A}, \bar{C}, \bar{R}, \bar{K}, \bar{T})$, то задана схема разработки системы H , где $\bar{S}$ – непустое множество, элементы которого являются задачами разработки САРИЭС. При этом последовательно выбираются варианты решений $\bar{R}_i \in \bar{R}$, из полученного решения R_k предыдущей задачи S_k формулируется определяющее ограничение S_{k+1} или исходная информация A_{k+1} в решающей процедуре T_{k+1} следующего этапа. Каждое из промежуточных решений R_k задачи S_k представляется основанием ветвящегося дерева вариантов по отношению к решаемым задачам S_l ($l > k$) следующего этапа.

ЛСАР является необходимым элементом синтеза структуры комплекса технических средств с его проблемно-ориентированным программным обеспечением. Это достигается представлением функционально полной совокупности моделей ДВС и ИЭС $\bar{M} = \{M_{v\lambda}^{d_i}\}$, элементов этих моделей $\bar{m} = \{m^{d_i}\}$, связей между ними $\bar{r} = \{r_m^{d_i}\}$, а также полного состава операций преобразования моделей $\bar{P}_M = \{P_M^{d_i}\}$ и их связей $\bar{P}_r = \{P_r^{d_i}\}$ на всей совокупности решающих процедур $\bar{T} = \{T_{v\lambda}^{d_i}\}$. Универсальным средством единства представления информации о разрабатываемой САРИЭС является разработка совокупности ее математических моделей $\bar{M} \in \bar{M}$, обладающих определенными структурными свойствами. В конечном итоге создаются системная (архитектура), алгоритмическая (алгоритм функционирования), логическая (функциональная схема), конструктивная (монтажная схема) структуры САРИЭС.

Применение результатов исследований при автоматизации эксплуатационного контроля мощности ДВС МТП на основе информационной модели.

Формирование модели проводилось с учетом внутреннего состояния объекта моделирования (ДВС) с отображением множеств возможных значений входов, состояний, выходов и связей между ними, а также учитывались применение динамического метода диагностики ДВС, наиболее целесообразного, на наш взгляд, для решения данной задачи [19].

Структура информационной модели, приведенная на рис. 1, отражает основные аспекты получения, обработки, хранения и применения диагностической информации рассматриваемого технологического процесса и включает блоки получения диагностических

данных, первичной обработки, расчета параметров, а также базы данных парка техники – паспортные, текущего состояния и результатов мониторинга (оценки отклонений от нормальных значений и рекомендации).

Обеспечивается ввод и корректировка исходных данных по машинно-тракторному парку сельхозпредприятия; контролируется измерение и регистрация данных рабочих процессов ДВС (угловой скорости коленчатого вала) с применением тестового режима работы ДВС, расчет энергетических параметров и проверяется сравнение их с паспортными данными по каждой единице техники и по всему машинно-тракторному парку. База данных исходных параметров МТП включает следующий набор параметров и данных для каждой марки техники: эффективная мощность двигателя; крутящий момент на валу двигателя; часовой расход топлива; удельный расход топлива; частота вращения коленчатого вала; наработка (трактора с агрегатами по операциям), продолжительность и виды ремонтов; дата ввода в эксплуатацию.

В случае отклонения от установленных норм даются рекомендации для дальнейшего технического обслуживания или ремонта.

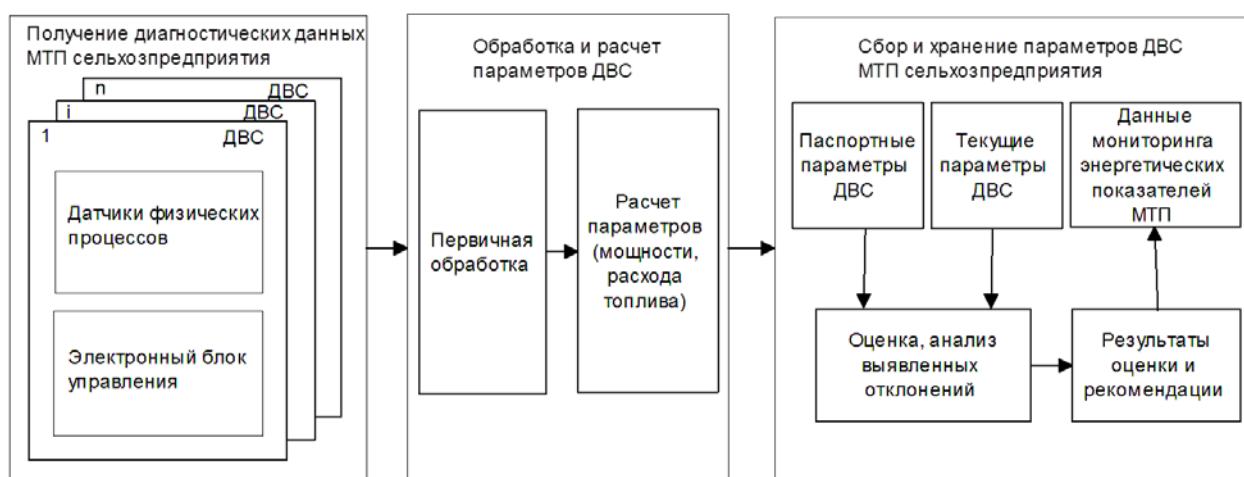


Рис. 1. Схема информационной модели энергетического мониторинга МТП

Используя результаты проведенных исследований, выбрана наиболее эффективная структурная схема и разработана автоматизированная измерительная информационная система – «МОТОР-ТЕСТЕР СибФТИ 2», реализующая цифровую технологию определения мощности ДВС в производственных условиях [20].

ВЫВОДЫ

1. Обоснована целесообразность создания системы автоматизации разработки измерительных экспертных систем ДВС для повышения эффективности оперативного эксплуатационного контроля энергетических параметров МТП сельхозпредприятия.

2. Разработано методическое, программное и техническое обеспечение осуществляющее функции сбора, обработки и представления информации. Разработанная методика построения логической схемы алгоритма разработки позволяет синтезировать различные структуры комплекса технических и программных средств.

3. Показано применение результатов исследований на примере создания информационной модели цифровой технологии эксплуатационного контроля энергетических параметров МТП сельхозпредприятия.

Для дальнейшего развития работ перспективны исследования по формированию математических информационных моделей на основе изучения характерных для ДВС динамических режимов в процессе непосредственного выполнения полевых работ, исключая трудоемкие тестовые воздействия. Это создает предпосылки для разработки математического обеспечения элементов их роботизации – автономной оценки и управления техническим состоянием и режимами работы МТА.

Список литературы

1. Немцев А.Е., Криков А.М. Основные направления развития системы обеспечения работоспособности мобильных машин в условиях Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (34). С. 164–172.
2. Калачин С.В. Алгоритм управления режимами работы машинно-тракторного агрегата // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 3. С. 45–50.
3. Авторское свидетельство № 954839 СССР. М. Кл.³. G 01 M 15/00. Система для регистрации и обработки индикаторных диаграмм / Савченко О.Ф., Бухтияров И.Д., Альт В.В., Пономарев В.А., Гареев И.С., Колпакова Л.А., Шишкин Ю.Н. Заявл. 26.01.81; опубл. 30.08.82. Бюл. № 32.
4. Савченко О.Ф., Добролюбов И.П., Альт В.В. Особенности и принципы построения экспертной системы оценки состояния ДВС//Современные методы, средства измерений и автоматизации для исследований физических процессов в сельском хозяйстве: сб. научн. трудов / РАСХН. Сиб. отд–ние. СибФТИ. Новосибирск. 1993. С. 59–73.
5. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В. Измерительная экспертная система для определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания // Приборы и системы управления. 1998. № 12. С. 56–59.
6. Савченко О.Ф. Экспертиза технического состояния ДВС на основе интеллектуального анализа данных // Труды ГОСНИТИ. 2008. т. 101. С. 96–103.
7. Альт В.В., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Техническое обеспечение измерительных экспертных систем машин и механизмов в АПК: монография. Новосибирск: Россельхозакадемия. Сибирское региональное отделение. ГНУ СибФТИ. 2013. 523 с.
8. Коутиньо Дж. Управление разработками перспективных систем. /Пер. с англ. М.: Машиностроение. 1982. 448 с.
9. Системы автоматизированного проектирования. / Под ред. Дж. Аллана. Пер. с англ. М.: Наука. 1985. 376 с.
10. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С. Н. Оптимизация обнаружения и измерения параметров ДВС измерительной экспертной системой // Ползуновский вестник. 2011. № 2/2. С. 275–279.
11. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В., Ольшевский С.Н., Клименко Д.Н. Моделирование процесса оптимального определения параметров состояния двигателя внутреннего сгорания измерительной экспертной системой // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20. № 6. С. 22–35.
12. Патент № 2571693 РФ, МПК G 01 M 15/05, G 01 L 23/08. Способ определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания и экспертная система для его осуществления / Добролюбов И.П., Альт В.В., Ольшевский С.Н., Савченко О.Ф. (РФ) Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), заявл. 01.07.2014. Опубл. 20.12.2015, бюл. № 35. Патент на изобретение.
13. Савченко О.Ф., Добролюбов И.П. Моделирование процесса идентификации состояния тракторных двигателей // Проблемы вычислительной и прикладной математики. 2016. № 4(6). С. 4–12.
14. Черноиванов В.И., Габитов И.И., Неговора А.В. Цифровые технологии и электронные средства в системе технического обслуживания и ремонта автотракторной и комбайновой техники //Технический сервис машин. 2018. № 130. С. 74–81.
15. Тимонин С.Б., Тимонина А.С. Внедрение цифровых технологий в процессы обеспечения оптимального функционирования машинно-тракторного агрегата // Нива Поволжья. 2018. N3. С.124–132.
16. Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Гольдяпин В.Я., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С. Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники: монография. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2020. – 76 с.

17. Дидманидзе О.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Тенденции развития цифровых технологий диагностирования технического состояния тракторов // Техника и оборудование для села. 2020. № 11 (281). С. 39–43.
18. Yadrovskaya M.V. Revisiting computer modeling. Advanced Engineering Research. 2020. 20 (3). pp. 332–345.
19. Альт В.В., Ольшевский С.Н., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Борисов А.А., Орехов А.К. Разработка динамической модели ДВС // Труды ГОСНИТИ: 2015. т. 118. С. 8–15.
20. Альт В. В., Савченко О. Ф., Елкин О. В. Цифровая технология оценки мощности тракторного парка сельхозпредприятия // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. т. 13. № 4. С. 25–31.

SUBSTANTIATION OF THE METHODOLOGY FOR AUTOMATING THE DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC SYSTEMS FOR ENERGY MONITORING OF TRACTOR ENGINES

V. V. Alt, O. F. Savchenko, I. P. Dobrolyubov, O. V. Elkin

*Siberian Institute of Physics and Technology of Agrarian Problems
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian
Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, e-mail: sof-oleg46@yandex.ru*

Abstract. *The necessity of increasing the efficiency of operational control of the energy parameters of the machine and tractor fleet of the agricultural enterprise is shown. The method of automating the development of measuring expert systems of tractor engines is considered, a logical scheme of the development algorithm and the construction of methodological, organizational, informational, software and technical blocks are proposed. The application of the methodology in the formation of an information model of energy monitoring is shown. Due to the rapid assessment of the parameters of the equipment and the timely performance of the necessary maintenance, the efficiency of its work is increased.*

Keywords. *Machine and tractor fleet, power, fuel consumption, dynamic method, automation, digital technologies*

УДК 621.43

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС В УСЛОВИЯХ АПК

Даманский Р.В. - ведущий специалист, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия, E-mail: 79514085374@yandex.ru

Керученко Л.С. - кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», Омск, Россия, e-mail: ls.keruchenko@omgau.org

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы об условиях обеспечения долговечности дизельных ДВС сельскохозяйственной техники. Проведен анализ влияния механических примесей на работу прецизионных пар деталей топливной системы двигателей. Описана проблема, связанная с эксплуатацией машинно-тракторного парка в условиях АПК. Установлено, что эксплуатация сельскохозяйственной техники проходит в условиях повышенной запыленности при длительных нагрузках, что способствует преждевременному изнашиванию деталей распылителей форсунок дизельных двигателей, в*

результате чего ухудшаются энергетические показатели дизельных ДВС. Описан предложенный способ снижения режима трения прецизионных пар деталей распылителя применением присадки ПТЛМ в дизельном топливе. В основу присадки входят таловое и льняное масла. Приведены результаты исследований плотности и противоизносных свойств дизельного топлива при использовании присадки ПТЛМ. Приведена рациональная концентрация присадки ПТЛМ в топливе.

Ключевые слова: распылитель, форсунка, дизельное топливо; присадка, прецизионные пары.

Одним из условий обеспечения долговечности дизельной топливной аппаратуры является отсутствие механических примесей в дизельном топливе. Согласно ГОСТ 6370–83 допускается количество загрязнений до 0,005%, т.е. менее 50 г/т топлива [3]. Однако, в реальных условиях обеспечить соблюдение требований к хранению топлива, при транспортировке и эксплуатации в сельскохозяйственной технике не представляется возможным. Исследованиями [4,5] установлено, что при хранении и транспортировке дизельного топлива, содержание механических примесей в нём возрастает, и составляет 0,06 – 0,07%.

В процессе работы в момент впрыска дизельного топлива в камеру сгорания, содержание абразивных механических примесей и воды существенно выше требований ГОСТ 305 – 2013 и ГОСТ Р ИСО52368–2005 [3,6]. Изменение показателей качества дизельных топлив в соответствии со стандартами Евро указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества дизельных топлив в соответствии со стандартами Евро

Показатель	EN590				
Стандарт по ограничению содержания вредных веществ	Евро-1	Евро-2	Евро-3	Евро-4	Евро-5
Плотность при 15 °С, кг/м ³	820-860	820-860	820-845	825-845	825-830
Общее загрязнение, мг/кг, не более	не нормируется		24	24	24
Смазывающие свойства при 60 °С, мкм, не более	не нормируется		460		460

Согласно значениям в таблице 1 в соответствии с ГОСТ 6370-83, в дизельном топливе должны отсутствовать механические примеси [9]. В условиях реальной эксплуатации содержание механических примесей сравнительно выше.

Эксплуатация сельскохозяйственной техники проходит в условиях повышенной запыленности при длительных нагрузках. При эксплуатации тракторных дизелей концентрация пыли в воздухе колеблется в широких пределах, и составляет [8]:

- при вспашке 0,05 – 1,1 г/м³;
- при посеве 0,8 – 2,5 г/м³;
- при культивации 0,9 – 1,2 г/м³;
- при бороновании 0,125 – 1,03 г/м³;
- при уборке зерновых культур 3,5 г/м³.

При запыленности воздуха до 5 г/м³, концентрация механических примесей в пробах топлива, взятых из бака трактора, в 2...3 раза больше чем при хранении.

В составе пыли, образующейся при эксплуатации тракторов, содержится кварц, (элемента, являющегося основной причиной изнашивания прецизионных пар деталей топливной системы).

При эксплуатации тракторов в повышенной запыленности, содержание кварца в воздухе составляет:

- 55 - 60% при работе на лессовых, серо-бурых почвах;
- до 70% при работе на сероземных почвах;
- до 77% при работе на песчаных почвах.

Кроме того, в состав пыли входят частицы глинозема (до 15%) и окислов железа (до 8%), твердость которых сопоставима с твердостью кварца, что сравнительно близко с твердостью сталей ШХ15, 18Х2Н4ВА, Р18, 38ХМЮА, из которых изготавливают детали распылителя форсунки дизельных двигателей [7].

Результаты анализа механических примесей в дизельном топливе при заправке в полевых условиях, указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ механических примесей в дизельном топливе при заправочной операции

Мех. примеси, %	Число частиц в 1 мл топлива, мкм								Общее число частиц
	3	5	10	15	20	30	40	50	
0,0020	3700	2375	892	465	232	18	-	-	7682
0,0035	4040	2560	908	520	316	40	18	8	8410
0,0043	8100	4030	1050	630	360	30	10	10	14220

При содержании в воздухе пыли 1 - 2,5 г/м³, количество загрязняющих примесей в дизельном топливе, к моменту его выработки, в 2 – 3 раза больше, чем в момент заправки. Согласно [6], в 1 литре дизельного топлива из топливного бака трактора, содержание примесей составляет более 1,5 г. Частицы размером до 15 мкм. Работа топливной аппаратуры при работе двигателя на таком топливе приводит к изменению параметров работы топливной системы. При этом интенсивность изнашивания узлов трения возрастает в 8 раз, энергетические показатели ухудшаются на 22–25%, а эксплуатационный расход топлива повышается до 25% [4], следствием чего наработка двигателя меньше в 3 раза.

Согласно исследованиям [10], увеличение радиального зазора в сопряжении «игла – корпус распылителя» дизеля А–01М до 8 мкм вызывает следующие изменения параметров впрыскивания топлива:

- давление впрыскивания топлива снижается на 20%;
- продолжительность впрыскивания топлива увеличивается до 15% на низких частотах вращения вала насоса, и до 20...25% на высоких частотах вращения вала насоса.

Таким образом, вопросы снижения изнашивания деталей топливной аппаратуры сельскохозяйственной техники в условиях высокой запыленности воздуха и низких смазочных свойств топлива являются приоритетными при эксплуатации тракторных ДВС в АПК.

Современные способы герметизации устройств, предотвращающих попадание абразивных частиц в узлы трения высокоэффективны, однако полностью исключить попадание в топливную систему не представляется возможным. Фильтрующие элементы топливных систем автотракторных дизелей после определенной наработки забиваются и перестают отвечать требованиям, предъявляемым по тонкости отсева, начинают пропускать более крупные частицы к трущимся поверхностям. Следовательно, большое значение получают альтернативные способы снижения абразивного изнашивания прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры. В связи с этим предлагается способ снижения режима трения прецизионных пар деталей распылителя применением присадки ПТЛМ в дизельное топливо, в основу которой входят таловое и льняное масла.

Износ поверхностей прецизионных сопряжений топливной системы ДВС происходит в условиях граничной смазки деталей топливом.

Основной целью для снижения режима трения деталей является с увеличением вязкости топлива и содержания поверхностно-активных веществ (ПАВ) [5]. Граничный слой смазки, содержащий ПАВ, способствует снижению предела текучести и облегчению

сдвиговой деформации поверхности металла в результате адсорбции ПАВ на внешней поверхности деформированного твердого тела. Такое изменение граничных условий приводит к созданию на поверхности деформируемого металла тонкого слоя, обладающего по сравнению с основным металлом более низким пределом текучести и сопротивлением срезу.

Исследовалось дизельное топливо ГОСТ 305-2013 (0% ПТЛМ) и образцы топлива с присадкой при концентрации ПТЛМ 1%; 2% и 3%. Исследование плотности дизельного топлива с присадкой ПТЛМ проводились согласно ГОСТ 3900-85 [2]. Результаты исследований приведены на графике (Рис.1).

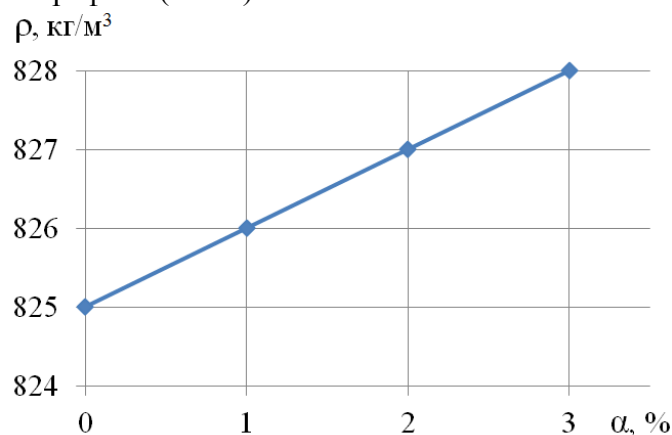


Рис.1 – Изменение плотности дизельного топлива от концентрации присадки ПТЛМ в топливе

По результатам исследований (Рис.1) установлено, что плотность дизельного топлива (при 20°C согласно ГОСТ 3900-85) при повышении концентрации присадки ПТЛМ в топливе увеличилась, и составила:

- 825 кг/м³ при концентрации ПТЛМ 0%;
- 826 кг/м³ при концентрации ПТЛМ 1%;
- 827 кг/м³ при концентрации ПТЛМ 2%;
- 828 кг/м³ при концентрации ПТЛМ 3%.

Отсюда следует, что плотность дизельного топлива с присадкой ПТЛМ в концентрации 1-3% соответствует требованиям ГОСТ 305-2013.

Исследование противоизносных свойств дизельного топлива с присадкой ПТЛМ проводили на четырехшариковой машине трения согласно ГОСТ 9490-75 [1]. Исследовалось дизельное топливо ГОСТ 305-2013 (0% ПТЛМ) и образцы топлива с присадкой в концентрации ПТЛМ 1%; 2% и 3%. Результаты исследований приведены на графике (Рис. 2):

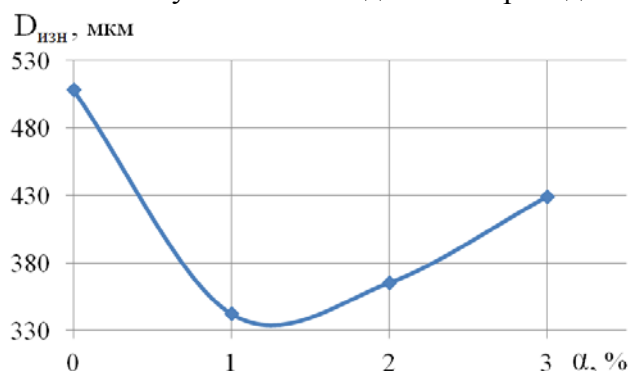


Рис.2 – Изменение диаметра пятна износа от концентрации присадки ПТЛМ в дизельном топливе

По результатам исследования установлено, что при концентрации присадки ПТЛМ в дизельном топливе 0%, 1%, 2% и 3%, диаметр пятна износа составляет 508 мкм; 342 мкм; 365 мкм; и 429 мкм соответственно.

Таким образом, при введении в дизельное топливо присадки ПТЛМ в концентрации 1-3%, повышается плотность топлива до 828 кг/м³ (соответствует ГОСТ 305-2013), на поверхностях деталей образуется защитный слой, который снижает износ, что говорит о повышении содержания ПАВ в топливе.

Выводы:

1. Одним из условий повышения долговечности дизельной топливной аппаратуры является смазочные свойства топлива.
2. Интенсивность изнашивания деталей топливной аппаратуры сельскохозяйственной техники в условиях высокой запыленности воздуха и низких смазочных свойств дизельного топлива приводит к преждевременному износу ДВС.
3. Исследованиями плотности дизельного топлива с присадкой ПТЛМ установлено, что при повышении концентрации присадки ПТЛМ от 1% до 3% значение плотности увеличивается от 826 кг/м³ до 828 кг/м³, что соответствует требованиям ГОСТ 305-2013.
4. Исследованиями противоизносных свойств дизельного топлива с присадкой ПТЛМ установлено, что рационально использовать присадку ПТЛМ в концентрации 1-2%.

Список литературы.

1. ГОСТ 9490-75. Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырёхшариковой машине [Текст] / Введен 01.01.1978. - М.: Изд-во Стандартов, 19784 - 8с.
2. ГОСТ 3900-85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
3. ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия.
4. Даманский Р.В. Исследование параметров износа уплотняющего пояса запорного конуса иглы распылителя форсунки ФД-22 при работе на дизельном топливе с добавкой / Р.В. Даманский, Л.С. Керученко, А.Е. Немцев // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (40). С. 118-124.
5. Дрюпин П.В. Состояние и перспективы производства биотоплива в России / П.В. Дрюпин, Л.С. Керученко, В.В. Мяло // Вестник КрасГАУ. 2011. № 3 (54). С. 134-136.
6. Керученко Л.С. Анализ загрязненности отработанных моторных масел / Л.С. Керученко, Е.И. Мальцева // В сборнике: Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития. 2016. С. 25-27.
7. Керученко Л.С. Влияние добавок рапсового масла на противоизносные свойства дизельного топлива / Л.С. Керученко, Р.В. Даманский // В сборнике: Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях. сборник всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 145-149.
8. Керученко Л.С. Исследование массового износа деталей распылителя форсунки фд-22 при работе на дизельном топливе с добавкой, состоящей из таллового и льняного масел / Л.С. Керученко, Р.В. Даманский, А.Е. Немцев // В сборнике: Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования. Материалы XII региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова. 2020. С. 75-78.
9. Керученко Л.С. Предельные размеры удаляемых механических примесей из отработанного моторного масла в процессе сепарирования / Л.С. Керученко, Е.И. Мальцева, С.В. Захаров // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (37). С. 131-137.
10. Keruchenko L.S. Improvement of antiwear properties of diesel fuels by compounding with additive based on tall and linseed oil / L.S. Keruchenko, R.V Damanskiy // International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Т. 8. № 5. С. 2174-2177.

INCREASING THE DURABILITY OF THE FUEL SYSTEM OF DIESEL ENGINE IN THE CONDITIONS OF THE AGRARIAN INDUSTRIAL COMPLEX

R.V. Damanskij - Leading Specialist,

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, 79514085374@yandex.ru

L.S. Keruchenko - Cand. Techn. Sci., Assistant Professor.,

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk,

ls.keruchenko@omgau.org

Abstract. The article deals with the issues of durability conditions of diesel internal combustion engines of agricultural machinery. Analyze mechanical impurities for the operation of precision pairs of parts of the fuel system of engines. The problem associated with the operation of the machine and tractor fleet in the conditions of the agro-industrial complex is described. It has been established that the operation of agricultural machinery occurs in conditions of increased dustiness under prolonged loads, which ensures premature wear of the nozzle parts of diesel engines, as a result of which the energy performance of internal combustion diesel engines deteriorates. engines. The proposed method for reducing the friction mode of precision pairs of sprayer parts using PTLM additives in diesel fuel based on tall oil and linseed oil is described. The results of determining the density and antiwear properties of diesel fuel using the PTLM additive are presented. Rational additives of PTLM to fuel are presented.

Keywords: atomizer, nozzle, diesel fuel; additive, precision of Linked Pairs.

УДК 621.43.001.4:681.518.3

ПРИНЦИПЫ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ

Добролюбов И.П. д-р техн. наук, проф., Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р. п. Краснообск, Россия, e-mail: sof oleg46@yandex.ru

При измерении совокупности процессов ДВС измерительной экспертной системой (ИЭС) в условиях эксплуатации выбирается один или несколько вариантов структурной схемы и важнейшие параметры, обеспечение которых особенно важно в этих условиях. При этом выбор схем блоков измерительных каналов (ИК) и их метрологических показателей осуществляется, как правило, интуитивно. Обоснованию параметров ИК при обеспечении оптимального распределения требований к метрологическим параметрам блоков с учетом их стоимости и посвящена данная работа.

Распределение метрологических параметров отдельных блоков возможно в одном из двух вариантов: минимизируется стоимость ИК при заданном ограничении на метрологические показатели качества измерений (точность и достоверность измерения); минимизируется, например, суммарная погрешность измерения при заданном ограничении на стоимость блоков ИК.

При стендовых испытаниях ДВС в составе ИЭС имеется основной ИК для измерения давлений в цилиндрах двигателя, который состоит из n блоков, каждый из которых

описывается реальным оператором $A_p^{(i)}$; $i = \overline{1, n}$. Из-за отличия реальных операторов от идеальных каждым i -м блоком вносится погрешность δ_i ($i = 1, \dots, n$). Сигнал $y(t)$ на выходе ИК с идеальным оператором (с погрешностью $\delta_i = 0$) и результирующая погрешность измерения:

$$y(t) = A_u[x(t)];$$

$$\delta_p(t) = [z(t) - y(t)]/z(t),$$

где A_u - идеальный оператор ИК; $x(t)$ - действительное значение измеряемой величины - давления (на входе ИК); $z(t)$ — измеренный сигнал на выходе ИК.

Стоимость i -го блока ИК $C_i = C_i[\Psi_i(\delta_i)]$ зависит от принятого нормируемого метрологического показателя качества Ψ_i (погрешности, достоверности, информативности, помехоустойчивости измерения и др.) и типа блока. Рассмотрим оптимизацию синтеза ИК для показателя качества Ψ_i - погрешности измерения $x(t)$. Суммарная стоимость ИК зависит от распределения показателя Ψ_i между его блоками:

$$C_\Sigma = \sum_{i=1}^n C_i[\Psi_i(\delta_i)]$$

Результирующий метрологический показатель ИК $\Psi_\Sigma = \Psi\{\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_n, x(t)\}$.

При первом варианте можно минимизировать C_Σ при заданном ограничении $\delta_p(t) \leq \delta_{don}$:

$$C_\Sigma^* = \min_{\Psi(Y_i) \in L_1} \sum_{i=1}^n C_i[\Psi_i(Y_i)],$$

где L_1 — область, в которой выполняется неравенство $\Psi_\Sigma = \Psi\{\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_n, x^*\} \leq \Psi_{don}$; Ψ_{don} — допустимое значение нормируемого метрологического показателя (δ_{don}); x^* — истинное значение измеряемой величины $x(t)$, соответствующее условиям нормирования и поверки всех блоков и ИК в целом.

Второй вариант предполагает создание ИК с максимальной точностью при заданном ограничении на стоимость, например, при минимуме погрешности измерений:

$$\Psi_\Sigma^* = \min_{\Psi(Y_i) \in L_2} \Psi\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n, x^*\}$$

где L_2 — область, в которой выполняется неравенство $\sum_{i=1}^n C_i[\Psi_i(Y_i)] \leq C_{don}$; C_{don} —

допустимое значение стоимости ИК.

Каждый из n блоков ИК характеризуется коэффициентом передачи (усиления) K_i и погрешностью δ_i , приведенной к выходу данного блока. Дисперсия погрешности на выходе ИК:

$$\sigma_{\delta_{\text{вых}}}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_{\delta_i}^2 \left(\prod_{j=i+1}^n K_j^2 \right) + 2 \sum_{k=1}^{n-1} \left(\prod_{j=k+1}^n K_j \right) \sum_{i=k+1}^n R_{\delta_k \delta_i} \left(\prod_{j=i+1}^n K_j \right), \quad (1)$$

где $\sigma_{\delta_i}^2$ - дисперсия погрешности на выходе i -го блока ИК; $R_{\delta_k \delta_i}$ - взаимная корреляционная функция погрешностей δ_k и δ_i .

Принимаем зависимость стоимости i -го блока от $\sigma_{\delta_i}^2$ в виде $C_i = A_i \exp(-B_i \sigma_{\delta_i}^2)$, где A_i и B_i - постоянные величины. Задача нахождения условного экстремума функций C_i может быть заменена задачей нахождения безусловного экстремума функции $\bar{\Phi}(\bar{D}_{\delta_i}, \bar{\lambda}_l)$, где $\bar{D}_{\delta_i} = \sigma_{\delta_i}^2$, $\bar{\lambda}_l$, $l = \overline{1, m}$ - неопределенные множители Лагранжа.

При некоррелированности δ_k и δ_i ($i \neq k$) оптимальное распределение погрешностей (1) между блоками ИК (условный экстремум) находится из решения системы уравнений методом неопределенных множителей Лагранжа λ_i , $i = \overline{1, n}$ [3]:

$$\Phi(D_{\delta_i}^2, K) = A_i \exp(-B_i \sigma_{\delta_i}^2) \lambda \left[\sigma_{\delta_i}^2 \left(\prod_{j=i+1}^n K_j^2 \right) - \sigma_{don}^2 \right]; \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где $\lambda = const$ — неопределенный множитель Лагранжа; $\sigma_{\delta_{\text{вых}}}^2 = \sigma_{don}^2$ — допустимое значение дисперсии погрешности на выходе ИК ИЭС.

Оптимальное распределение погрешностей между блоками ИК ИЭС находится из решения системы уравнений:

$$\frac{\partial \Phi(\sigma_{\delta_i}^2, \lambda)}{\partial \sigma_{\delta_i}^2} = -\lambda \left(\prod_{j=i+1}^n K_j^2 \right) - A_i B_i \exp(-B_i \sigma_{\delta_i}^2) = 0;$$

$$\frac{\partial \Phi(\sigma_{\delta_i}^2, \lambda)}{\partial \lambda} = -\sigma_{\delta_i}^2 \left(\prod_{j=i+1}^n K_j^2 \right) = 0.$$

При выбранной зависимости $C_i = A_i \exp(-B_i \sigma_{\delta_i}^2)$ с учетом связи между $\sigma_{\delta_i}^2$ и λ :

$$\sigma_{\delta_i}^2 = \left[\sigma_{don}^2 / \prod_{j=i+1}^n K_j^2 \right] + \frac{1}{B_i} \ln \left[A_i B_i / \prod_{j=i+1}^n K_j^2 \right] \approx \left[\sigma_{don}^2 / \prod_{j=i+1}^n K_j^2 \right].$$

Требуемая результирующая средняя квадратическая погрешность измерения давления в камере сгорания цилиндра двигателя ИК ИЭС не превышает $\delta_{don} = 1,5\%$ [1, 2]. С учетом независимости погрешностей блоков ИК (содержащего датчики давления, согласующие усилители, аналоговое запоминающее устройство, аналого-цифровой преобразователь, компьютер) изменяя параметры в уравнении (2) можно обеспечить оптимальное распределение погрешностей между блоками ИК и их стоимостью. Аналогично можно оптимизировать параметры ИК измерения давления в топливопроводе высокого давления и ИК синхронизации. Также могут быть оптимизированы параметры ИК по систематическим погрешностям блоков и по другим метрологическим показателям (достоверности, помехоустойчивости и др.).

Рассмотренная методика параметрического синтеза обеспечивает оптимальное распределение требований к метрологическим характеристикам отдельных блоков ИК ИЭС с учетом их стоимости, а также обоснованный выбор вариантов схемного построения отдельных блоков и ИК в целом.

Использованные источники:

1. Савченко О.Ф., Добролюбов И.П., Альт В.В., Ольшевский С.Н. Автоматизированные технологические комплексы экспертизы двигателей. // РАСХН, Сиб. отд-ние – СибФТИ. – Новосибирск, 2006. – 272 с.
2. Альт В.В. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Техническое обеспечение измерительных экспертных систем машин и механизмов в АПК. // Россельхозакадемия, Сиб. отд-ние, ГНУ СибФТИ. - Новосибирск, 2013. 523 с.
3. Фалькович С.Е., Хомяков Э.Н. Статистическая теория измерительных систем - М.: Радио и связь, 1981. – 288с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ АМОРТИЗАТОРНОЙ ЖИДКОСТИ.

Домнышев Д.А., старший преподаватель кафедры ЭМТП, **Долгушин А.А.**, д.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭМТП, **Курносков А.Ф.**, к.т.н., доцент кафедры ЭМТП, **Домнышева В.В.**, аспирант кафедры ЭМТП
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», г. Новосибирск, Россия
demon-doom1990@yandex.ru

Аннотация. *Процесс транспортировки сельхозпродукции с использованием автотранспорта отвечает важным особенностям – сезонностью и расстоянием грузоперевозок. В суровых условиях одними из наиболее значимых являются внутрихозяйственные перевозки на расстояние не более 20 км. Для этого наиболее подходящими являются автомобили семейства КамАЗ, отвечающие поставленным задачам в рамках эксплуатации в АПК. Наиболее нагруженным устройством автомобиля в суровых условиях эксплуатации является подвеска и ее агрегаты, в частности гидравлические амортизаторы. В работе приведены методика и результаты обеспечения параметров функционирования за счет поддержания вязкостно-температурных характеристик рабочей жидкости в производственных условиях при добавлении модификаторов ДТ-3-К5. Так же приведены результаты испытаний модифицированной рабочей жидкости с содержанием 25% модификатора от общего объема на изменения показателей ресурса амортизаторов и приведены рекомендации по использованию в производственных условиях.*

Ключевые слова: *транспортировка грузов, амортизатор, модифицированная жидкость.*

Производственный процесс транспортировки сельскохозяйственной продукции с использованием автомобильного транспорта отвечает определенным особенностям – сезонностью работ и расстоянием грузоперевозок. Анализ объемов и структуры перевозок грузов в сельском хозяйстве показал, что внутрихозяйственные перевозки составляют 67,3% от общего объема, внешние – 32,7%, из них 26,6% по завозу и 6,1% по вывозу грузов. В холодные месяцы одними из наиболее значимых являются внутрихозяйственные перевозки, составляющие около 50% годового грузооборота. Проанализировав номенклатуру грузов установлено, что зерно (9,5%), корне-клубнеплоды (12,7%), молоко (4,3%), корма (34,5%), семена и удобрения (35%) и прочие грузы перемещают по территории хозяйств на расстояние не более 20 км, вследствие чего для их транспортировки в условиях сельскохозяйственных предприятиях высокопроизводительная техника [1]. Наряду с этим наиболее подходящими для ранее описанных видов работ являются грузовые автомобили. Современные производители отечественных грузовых автомобилей, например, автомобили семейства КамАЗ, производят серийную технику, отвечающую поставленным задачам в рамках эксплуатации в АПК.

Одним из устройств, обеспечивающих снижение вибронагруженности всех узлов и механизмов автомобиля, является подвеска [2]. Однако эксплуатации автомобилей в суровых условиях влечет за собой ухудшение процесса функционирования основных агрегатов, ухудшаются показатели плавности, и падает средняя эффективная скорость движения, а также возрастает количество неисправностей. Основная проблема нарушения теплового режима элементов подвески – ухудшение процесса функционирования гидравлических амортизаторов. Это связано с повышением вязкости рабочей жидкости, изменением внутреннего давления и недостаточным взаимным функционированием

основных подвижных узлов, изменением свойств резинотехнических изделий и металлов [3,4]. Усугубляется это и тем, что при транспортировке грузов при внутрихозяйственных перевозках из-за небольших расстояний транспортирования грузов (менее 20 км) происходит незначительный нагрев элементов подвески, а при погрузочно-разгрузочных работах и их остывание (рис. 1) за промежуток от 3 до 17 минут, тем самым нарушается их тепловой режим функционирования.

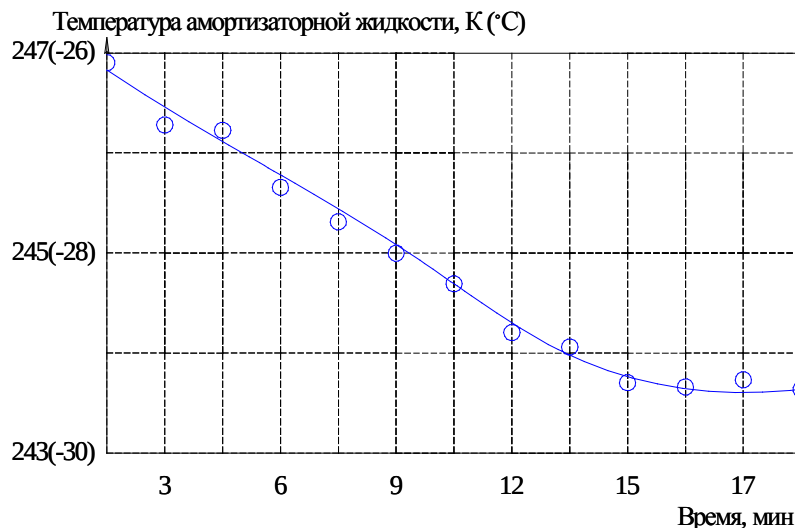


Рис. 1. Динамика охлаждения гидравлических амортизаторов.

Приведенная статистика показывает, что даже разовая эксплуатация неподготовленной техники при низких температурах приводит к возникновению таких поломок элементов, как неисправности пружинных элементов (3%), износ и поломка рулевых шарниров (13%) и опорных элементов (21%), износ и разрыв резино-металлических шарниров [5]. Однако наибольшее количество отказов приходится на амортизаторы подвески, вызванные вытеканием рабочей жидкости. Следовательно, для обеспечения процесса функционирования амортизаторов и их безотказной работы при низких температурах эксплуатации требуется обеспечить вязкость рабочей жидкости в диапазоне, при котором возможно сохранение параметров функционирования и надежности.

Одним из способов поддержания вязкостно-температурных характеристик амортизаторных жидкостей в производственных условиях является добавление маловязких модификаторов или технических жидкостей, например, дизельного топлива. Для подтверждения теоретических предпосылок в лаборатории кафедры Эксплуатации машинно-тракторного парка проведены стендовые испытания, включающие опыты с гидравлическим амортизатором модели П40.2905005 подвески автомобиля КамАЗ. В амортизаторную жидкость АЖ-12Т, используемую в качестве рабочей заводом изготовителем, добавляли модификатор – дизельное топливо ДТ-3-К5 в соотношении 5...25% от общего объема. Для проведения испытаний использовали специально разработанный стенд для определения эксплуатационных характеристик гидравлических амортизаторов с функцией записи данных на персональный компьютер. Испытания проводили при низких температурах окружающей среды до минус 30°C. Параметры функционирования амортизатора при испытаниях соответствовали методике стендовых испытаний по ГОСТ Р 53816-2010 [6].

Результаты исследования. При добавлении ранее описанного модификатора в количестве не более 20% от общего объема позволило уменьшить значения сил сопротивления в режимах «отбой» и «сжатие». Однако эти значения превышали максимальные установленные заводом-изготовителем данного типа амортизаторов и составляли 4022 Н и 1226 Н на отбой и сжатие соответственно. При добавлении 25% модификатора позволило обеспечить значения сил сопротивления на «отбой» и «сжатие» до допустимых и составило 4000 Н и 1200 Н. Далее полученная модифицированная жидкость

подвергалась испытаниям, позволяющим установить изменения показателей ресурса амортизаторов. Смесь 75% рабочей жидкости марки АЖ-12Т и 25% модификатора ДТ-З-К5, позволили выявить следующее: отклонение значений сил сопротивления от номинальных значений на протяжении 2 млн. циклов работы существенно не происходило, и не превышало установленную стандартом отметку до 15%. Следовательно, использование модификатора ДТ-З-К5 является целесообразным и общедоступным, и может быть рекомендовано для использования в производственных условиях для обеспечения параметров функционирования гидравлических амортизаторов при эксплуатации автомобилей в суровых условиях.

Список литературы

1. Измайлов А.Ю. Пути развития сельскохозяйственных транспортных средств / Н.Е. Евтюшенков, Г.С. Бисенов // сборник научных докладов ВИМ. 2012. Т. 2. С. 38-49.
2. Левицкий Д.Ю. Влияние природно-климатических условий на отказы автомобилей КамАЗ-43114 ОАО "СУРГУТНЕФТЕГАЗ" // в сборнике: Новые технологии - нефтегазовому региону. материалы Международной научно-практической конференции. 2016. С. 213-218.
3. Павлишин С.Г. Особенности обеспечения эксплуатационной надежности автотехники КамАЗ в дальневосточном федеральном округе / Р.Р. Зинатуллин // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2011. № 1 (24). С. 29-33.
4. Павлишин С.Г. Оценка надежности самосвалов КамАЗ в гарантийный период эксплуатации / И.М. Галимзянов // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). 2009. № 4 (19). С. 44-47.
5. Яковлева С.П. Эксплуатационные повреждения структуры и разрушение рессоры автомобиля КАМАЗ в температурно-нагрузочных условиях севера / И.И. Буслаева, С.Н. Махарова, А.И. Левин // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2017. № 5. С. 81-87.
6. Стандарт СТ СЭВ 3044-81 ГОСТ Р 53816-2010 "Автомобильные транспортные средства. Амортизаторы гидравлические телескопические. Технические требования и методы испытаний" (Указатель ФГУП "НАМИ" 2012 г.).

ENSURING THE PARAMETERS OF THE FUNCTIONING OF HYDRAULIC SHOCK ABSORBERS WHEN USING A MODIFIED SHOCK-ABSORBING FLUID.

Domnyshev D. A., senior lecturer of the EMTP Department, **Dolgushin A. A.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the EMTP Department, **Kurnosov A. F.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the EMTP Department, **Domnysheva V. V.**, postgraduate student

Department of Operation of the Machine and Tractor Fleet of the Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia, demon-doom1990@yandex.ru

Abstract. The process of transporting agricultural products using motor vehicles meets important features – seasonality and distance of cargo transportation. In harsh conditions, one of the most significant is on-farm transportation at a distance of no more than 20 km. For this, the most suitable cars are the KAMAZ family that meet the tasks set within the framework of operation in the agro-industrial complex. The most loaded device of the car in harsh operating conditions is the suspension and its aggregates, in particular hydraulic shock absorbers. The paper presents the methodology and results of ensuring the functioning parameters by maintaining the viscosity-temperature characteristics of the working fluid in production conditions with the addition of DT-Z-K5 modifiers. The results of tests of a modified working fluid with a content of 25% of the modifier from the total volume for changes in the resource indicators of shock absorbers are also given and recommendations for use in production conditions are given.

Keywords: cargo transportation, shock absorber, modified fluid.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БРОСОВОЙ ТЕПЛОТЫ ДВС ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МТА

Иванников А.Б. - канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,

р.п. Краснообск, Российская Федерация, e-mail: alekc73@rambler.ru

Крохта Г.М. - док-р. техн. наук, профессор кафедры СХМ

ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», г. Новосибирск, Россия

Аннотация. В статье выполнен краткий анализ вопросов, связанных с применением бросовой теплоты двигателя внутреннего сгорания. Рассмотрен вариант комплексного применения теплоты отработавших газов двигателя внутреннего сгорания в машинно-тракторном агрегате с целью повышения эффективности его функционирования.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, бросовая теплота, отработавшие газы.

Эксплуатация техники в агропромышленном комплексе (АПК), в подавляющем большинстве случаев, происходит на открытом воздухе, что ставит её в условия активного и, как правило, весьма неблагоприятного воздействия климатических факторов и атмосферных явлений. Наиболее существенное влияние на технические устройства оказывают низкие и высокие температуры воздуха, влажность воздуха, скорость ветра, осадки, солнечная радиация, туманы, метели, гололед, пыльные бури и др.

Результатом неблагоприятного воздействия атмосферных явлений и климатических факторов является ухудшение свойств конструкционных и эксплуатационных материалов, что, в конечном счете, приводит к снижению надежности техники и эффективности её использования в сельском хозяйстве.

На свойства материалов и надежность машин, эксплуатируемых на открытом воздухе, влияет весь комплекс климатических факторов и атмосферных явлений, однако преобладающее место занимает температура воздуха, т.к. именно низкие температуры окружающей среды (ОС), в большей степени, оказывают отрицательное воздействие на работу машин и людей [1, 2].

Большой научный и практический интерес представляет способ повышения эффективности функционирования машинно-тракторного агрегата (МТА) путем использования бросовой теплоты двигателя внутреннего сгорания (ДВС) для поддержания оптимального температурного режима в узлах и механизмах машины, а также для подвода дополнительной теплоты в прицепной агрегат.

Из теплового баланса ДВС известно, что в полезную работу превращается максимум 45% теплоты, полученной от сжигания топлива. Остальная теплота безвозвратно теряется. С охлаждающей жидкостью (ОЖ) от двигателя отводится и рассеивается в атмосферу до 28% теплоты, системой смазки - до 7%, через боковые поверхности силовой установки рассеивается до 3%. Однако большая часть безвозвратно теряемой теплоты (до 40%) рассеивается в атмосферу с отработавшими газами (ОГ) [3].

Большие бросовые потери теплоты ДВС можно рассматривать как вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) по аналогии с тепловыми отходами технологических производств.

В настоящее время практическое использование бросовой теплоты ДВС нашло широкое применение в так называемых мини-ТЭС (тепловых электростанциях) [4,5]. В таких мини - ТЭС в качестве силовой установки применяются либо поршневые ДВС, либо газотурбинные двигатели. Они предназначены для комбинированного производства тепла и

электроэнергии – когенерации (рис. 1). Принцип работы данных установок заключается в следующем: во время работы двигателя крутящий момент передается на высокоскоростной генератор, который вырабатывает электроэнергию. Одновременно с этим ОГ направляются в утилизатор, который в общем виде представляет собой теплообменный аппарат. В утилизаторе происходит непосредственная теплопередача от ОГ воде (или низкотемпературной жидкости).

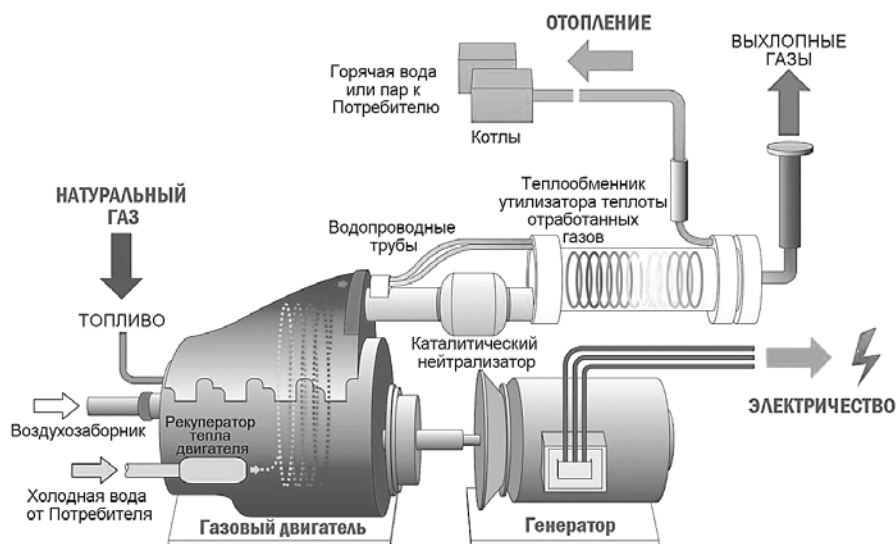


Рис. 1. Принципиальная схема когенерационной установки

Утилизируемая теплота может использоваться на отопление и горячее водоснабжение объектов производственного и бытового назначения, а также на технологические нужды производства.

Вопросам повышения надежности и эффективности эксплуатации техники в условиях пониженных температур ОС путем использования бросовой теплоты ДВС посвящены научные труды ряда исследователей. Так, в работе [6] (рис. 2) автор исследует возможность использования, на примере трактора Т-150К, объединенной системы смазки двигателя и коробки передач (КП). Такое изменение в конструкции машины позволяет обеспечить КП дополнительным тепловым потоком за счет горячего масла, поступающего от двигателя, что, в конечном счете, позволяет значительно сократить потери мощности в КП и повысить её КПД.

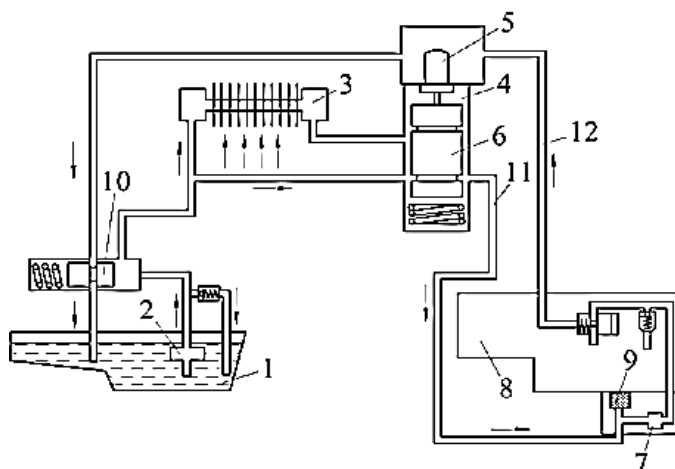


Рис. 2. Объединенная система смазки двигателя и КП:

1 – поддон двигателя; 2 – масляный насос (радиаторная секция); 3 – радиатор охлаждения масла; 4 – терморегулятор; 5 – датчик термосиловой; 6 – золотник; 7 – насос масляный КП; 8 – коробка передач; 9 – маслозаборник; 10 – клапан предохранительный; 11 – маслопровод входной; 12 – маслопровод выходной

В работе [7] авторы предлагают для снижения времени прогрева гидробака строительных машин (СМ) и последующего прогрева элементов гидропривода использовать теплоту ОГ ДВС. Авторы предлагают разместить в гидробаке теплообменник через который будут проходить ОГ (рис. 3).

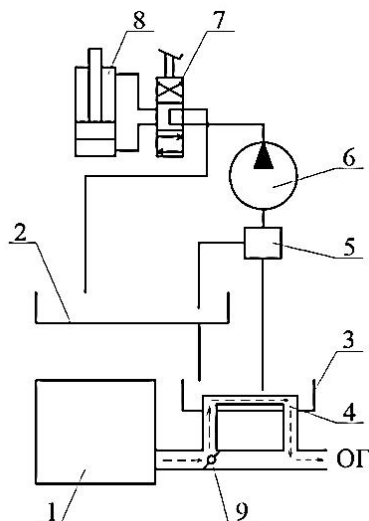


Рис. 3. Схема прогрева гидросистемы СМ с помощью ОГ:

1 – ДВС; 2 – штатный гидробак; 3 – малый гидробак; 4 – теплообменник малого гидробака; 5 – золотник; 6 – гидронасос; 7 – гидрораспределитель; 8 – гидродвигатель; 9 – заслонка.

Предлагаемая схема позволяет сократить время подготовки СМ к работе в условиях низких температур ОС, что влечет за собой повышение производительности труда и снижение риска поломки гидропривода.

В работе [8] автор исследует возможность обеспечения рационального теплового режима трансмиссии автомобиля КамАЗ путем использования теплоты ОГ двигателя. С этой целью была разработана система обеспечения теплового режима трансмиссии (рис. 4).

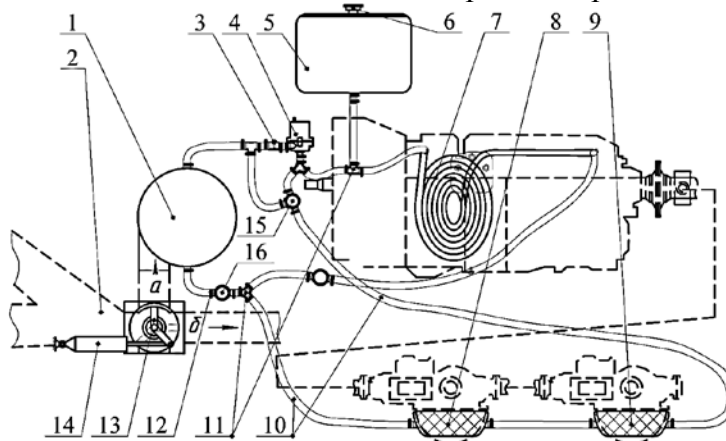


Рис. 4. Общая компоновка системы обеспечения теплового режима трансмиссии:

1 – рекуператор-нагреватель; 2 – выпускной тракт; 3, 15, 16 – электромагнитные клапаны; 4 – насос; 5 – расширительный бак; 6 – крышка; 7 – теплообменник КП; 8, 9 – теплообменники мостов; 10 – трубопроводы; 11 – тройники; 12 – хомуты; 13 – коробка переключения ОГ; 14 – пневмоцилиндр.

Ключевыми элементами системы являются рекуператор-нагреватель (1), теплообменник КП (7) и теплообменники мостов (8,9). В качестве промежуточного теплоносителя выбрана низкотемпературная охлаждающая жидкость, используемая в системах охлаждения ДВС. Экспериментальные исследования работы указанной системы показали, что циркуляция нагретого промежуточного теплоносителя позволяет интенсифицировать процесс нагрева масла в КП и ведущих мостах автомобиля.

Вышеописанные способы и устройства использующие бросовую теплоту ДВС, решают, как правило, одну задачу – обеспечивают подвод теплоты к одному механизму или узлу.

На наш взгляд, к вопросу использования бросовой теплоты ДВС надо подходить комплексно, обеспечивая подвод дополнительной теплоты не только к узлам и механизмам энергетической части МТА, но и при необходимости к прицепному агрегату в его составе. Варианты использования теплоты ОГ, как вторичного энергетического ресурса ДВС, приведены на рисунке 5 [9].

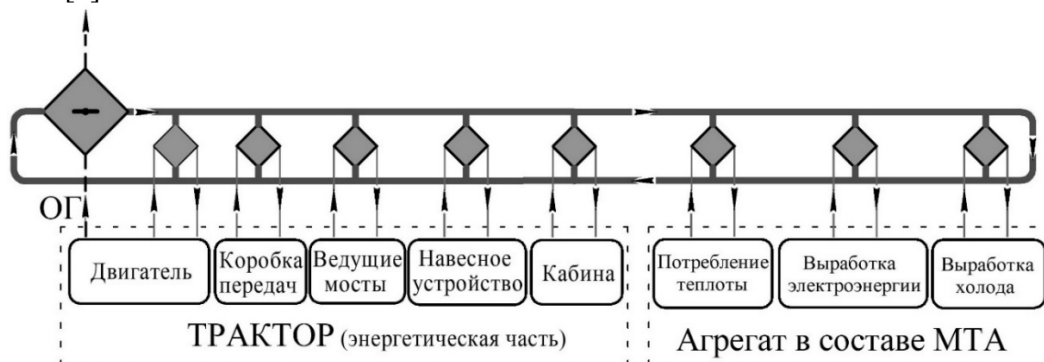


Рис. 5. Варианты использования теплоты ОГ в МТА

В качестве потребителя теплоты может выступать, как уже описано выше, любой механизм или узел энергетической части МТА для создания необходимого температурного режима в этих узлах и механизмах с целью минимизации потерь мощности, повышения КПД и т.д. Подача теплоты в прицепной агрегат может быть востребована, к примеру, для создания заданного температурного режима в изотермическом фургоне при перевозке сельскохозяйственной продукции в условиях пониженных температур ОС.

Вызывает большой интерес возможность использования бросовой теплоты ДВС для выработки дополнительного электричества без участия генератора ДВС. К примеру, феномен электродвижущей силы, возникающий в электрической цепи, состоящей из нескольких разнородных проводников (термо-ЭДС), известен достаточно давно и последние 50 лет активно разрабатывались так называемые термоэлектрические конверторы (термогенераторы), которые даже нашли применение в некоторых областях промышленности. Однако массового распространения подобные устройства не нашли из-за низкого КПД (не более 7%) и их дороговизны вследствие применения редких металлов — висмута, теллурия, платины и др. Тем не менее, работы в этой сфере ведутся достаточно активно, и имеющаяся на сегодняшний день информация свидетельствует о том, что в недалеком будущем такие устройства могут получить значительное распространение. [10]

Возможность получения холода из тепла также достаточно изучена и применяется в абсорбционных холодильных машинах (АБХМ). К примеру, один из первых советских бытовых холодильников «Север», производство которого началось в 1945 г., был именно абсорбционным. Однако АБХМ проигрывают современным компрессионным холодильным машинам в капитальных затратах, необходимых при их внедрении, также АБХМ часто оказываются неконкурентоспособными – за исключением тех случаев, когда можно использовать легкодоступную бросовую тепловую энергию.

Алгоритм использования утилизируемой бросовой теплоты ДВС в МТА должен строиться по принципу первоочередной необходимости. К примеру, сначала разогрев ДВС, затем коробка передач, затем гидросистема навесного устройства, затем подача теплоты в прицепной агрегат и т.д. Алгоритм может меняться в зависимости от типа энергетической части МТА или прицепного агрегата в его составе.

Таким образом, использование бросовой теплоты ДВС, позволит поддерживать необходимый температурный режим в узлах, механизмах и агрегатах МТА, а также дает

возможность выработки дополнительной электроэнергии для снижения нагрузки на бортовую сеть машины, что, в конечном счете, позволит повысить производительность труда и эффективность использования теплоты, выделяющейся в результате сгорания в двигателе топлива.

Список литературы

1. Бережнов, Н.Г. Основы эксплуатации машинно-тракторного парка в зимних условиях Западной Сибири / Н.Г. Бережнов. – Барнаул, 1975. – 330 с.
2. Кох, П.И. Климат и надежность машин / Кох П.И. – М.: Машиностроение, 1981. – 175 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов: учебник для вузов/ В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др.; под общ. ред. В.Н. Луканина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 479 с.
4. Когенерация - когенераторные установки - тепловые электростанции// MANBW.RU: Компания «НОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ». URL: <https://manbw.ru/analytics/cogeneration.html> (дата обращения: 20.08.2021).
5. Крохта, Г.М. Вторичное использование теплоты отработанных газов в стационарных дизель-электрических установках и самоходных машинах / Г.М. Крохта, А.Б. Иванников, Ю.Н. Блынский // Вестник НГАУ. – 2012 – № 2(23) часть 2.
6. Госман, А.И. Снижение потерь мощности в коробке передач энергонасыщенного трактора при эксплуатации в зимних условиях: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.03 / Госман Анатолий Иванович. – Новосибирск, 1986. – 200 с.
7. Конев В.В., Мерданов Ш.М., Карнаухов Н.Н., Половников Е.В. Система прогрева гидропривода СДМ с использованием малого гидробака. Патент на изобретение № 2559227.
8. Долгушин, А.А. Обеспечение рационального теплового режима трансмиссии автомобилей, используемых в сельском хозяйстве при низких температурах: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук / А.А. Долгушин. – Новосибирск, 2020. – 39 с.
9. Иванников, А.Б. Вторичное использование теплоты выхлопных газов двигателя для повышения эффективности функционирования агрегатов на примере коробки передач трактора: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01/ А.Б. Иванников. – Новосибирск, 2017. – 181 с.
10. Термопара против пара// ПОПУЛЯРНАЯ МЕХАНИКА / URL: <https://www.popmech.ru/science/6114-tok-iz-tepla-termopara-protiv-para/> (дата обращения: 20.08.2021).

THE USE OF WASTE HEAT OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE AS A WAY TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF THE MACHINE-TRACTOR UNIT.

Ivannikov A.B. *Candidate of Technical Sciences, leading researcher Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, Krochta G.M., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Agricultural Machinery of Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, e-mail: alekc73@rambler.ru*

Abstract. *The article provides a brief analysis of issues related to the use of waste heat of the internal combustion engine. A variant of the complex application of the heat of the exhaust gases of the internal combustion engine in a machine-tractor unit is considered in order to increase the efficiency of its functioning.*

Keywords: *internal combustion engine, machine-tractor unit, waste heat, exhaust gases.*

**ПОЛНОТЕКСТОВАЯ БАЗА ЗНАНИЙ ПО КУЗНИЦАМ, ПО ИХ
ОБОРУДОВАНИЮ И ОСНАСТКЕ В РЕМОНТНО-
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БАЗЕ СЕЛЬХОЗ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

Криков А.М., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр.;

Немцев А.Е. д-р техн. наук, ст. науч. сотр., заведующий лабораторией,
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук, р.п. Краснообск, Российская Федерация,
e-mail: krikov2010@mail.ru

Аннотация. *В целях сокращения затрат времени специалистов инженерной службы отрасли на оперирование собранными ими разрозненными материалами по ремонтно-эксплуатационной базе (РЭБ) ведется разработка компьютеризированной полнотекстовой базы знаний (ПБЗ) по ее определенным частям. Важнейшей составляющей такой базы являются сведения о кузницах, об их оборудовании и оснастке. В статье приводятся описание результатов создания указанной ПБЗ, включая разработку и формирование структуры ее компонентов на компьютере, подбор необходимых контентов и представление их в цифровом формате «doc», а также привязку сформированных компонентов ПБЗ к ее структуре. Для организации быстрых переходов к просмотру материалов приведенных рубрик и самого знания в ПБЗ сформирован необходимый набор гиперссылок. Подобранный контент сгруппирован в набор рубрик, каждый из которых содержит подробную информацию по соответствующим марко-видо-моделям средств и оборудования.*

Ключевые слова: *полнотекстовая база знаний, кузница, виды кузниц, оборудованию и оснастке, рубрики базы знаний.*

ВВЕДЕНИЕ

В качестве одной из составляющих оборудования ремонтно-эксплуатационной базы (РЭБ) сельскохозяйственных товаропроизводителей целесообразно рассматривать кузницы, кузнечно-прессовое оборудование, включая печи и горны, представленные в кузницах [1, 2, 3]. Существенной особенностью такого оборудования является многогранность сведений и знаний, отражающих его эффективное формирование и использование отдельных его составляющих [4, 5]. Однако в имеющихся публикациях эти аспекты еще не получили полного отражения. В следствие этого, специалистам инженерной службы отрасли приходится прилагать немало усилий и времени на оперирование собранными ими материалами, хотя современные средства цифровых информационных технологий имеют достаточные возможности в сокращении таких затрат. В рамках решения указанной задачи в СФНЦА РАН начата разработка полнотекстовой базы знаний (ПБЗ) по данному направлению. Создание такой ПБЗ позволит специалистам более квалифицированно решать производственные вопросы реформирования имеющейся у них РЭБ и тем самым более эффективно решать задачи обеспечения работоспособности средств механизации.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

В результате исследований было установлено, что важнейшим этапом создания ПБЗ является формирование информационных компонентов, используемых в качестве основы смыслового содержания необходимых сведений и знаний. Такие сведения содержатся в публикациях по тематике технической эксплуатации сельско-хозяйственной техники (ТЭСХТ) [6, 7]. Исходя из этого одним из этапов решения данной задачи является подбор набора публикаций, содержащих материалы по РЭБ, и формирование из их электронного контента на компьютере в виде набора файлов [8, 9, 10]. При этом целесообразно учитывать

то, что подобранные публикации могут быть приведены в различных форматах цифрового представления. На наш взгляд, несмотря на более высокую трудоемкость формирования контента, целесообразно перейти на единый формат, наиболее часто используемых при представлении оцифрованных документов с расширением «doc» редактором «Word».

Важным этапом создания ПБЗ РЭБ является разработка ее структуры, представленной в виде единой системы документов/контентов. Он включает выполнение последовательности следующих процедур:

1. Обоснование состава компонентов разрабатываемой ПБЗ.
2. Разработку структуры компонентов ПБЗ и формирование самой ее структуры на компьютере.
3. Подбор контентов и представление их в цифровом формате «doc» в качестве основных компонентов ПБЗ, в том числе рисунки и спецификации приборов, устройств, объектов, расшифровка аббревиатур и корректировка терминологии для приведения её к единой составляющей.
4. Привязку сформированных в цифровом формате «doc» компонентов ПБЗ к ее структуре.

В результате выполнения таких процедур будет сформированы основные составляющие ПБЗ на компьютере.

При подборе набора публикаций, содержащих материалы по РЭБ, использованы такие общеизвестные приемы информационного поиска, как библиографический поиск, оперирование материалами Интернета и других источников информации. Кроме того, использованы приемы, отработанные при формировании общей идеологии разработки подобных информационных систем [11], по разработке электронного глоссария [12] и ранее сформированная структура информационного пространств знаний по технической эксплуатации машин в АПК. В качестве основного источника фактического материала по кузням использован источника [13].

В конце каждого наименования области через символ «—» представлено множество символов в качестве знака гиперссылки, нажав на который пользователь может осуществлять быстрый переход к месту ПБЗ, в котором приведен нужный текст знания или же ниже расположенные узлы информационного пространства в соответствии строки выбранной рубрики. В случаях наличия ниже расположенных узлов информационного пространства приводятся соответствующие областям подобласти.

Наиболее трудоёмкой частью работы является формирование всего множества смысловых единиц контента ПБЗ, сформированных с учетом структуры информационного пространства знаний. Для использования сами отобранные публикации актуализированы, т.е. представлены в электронном формате «doc». Если подобранная публикация представлена лишь в виде твердой копии, т.е. в отпечатанном виде, предстояло преобразовать ее в электронный формат.

В нижней части списка строк для пользователя предусмотрена подсказка в виде текстов двух абзацев. (для выделения они здесь даны в другом шрифте):

«Для перехода к просмотру знаний и сведения по интересующей области ПБЗ следует нажать на гиперссылку выбранной рубрики раздела.

Обратный возврат к предыдущей точке перехода осуществляется нажатием на кнопку «Назад», размещенной на инструментальной панели текстового редактора специальной его настройкой».

Пользователь по своему усмотрению может нажать на гиперссылки его интересующих строк (подсказка 1-го абзаца), а затем возвращается обратно к предыдущим разделам ПБЗ.

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Общие сведения о ПБЗ по кузням, их оборудованию и оснастке в РЭБ содержат контент, расчлененный на такие рубрики:

– Кузнечные горны, печи – [горны](#);

- Кузнечный инструмент и приспособления – [мент и](#);
- Прессы. Кузнечные молоты и прессы. Пневмомолоты – [знечны](#);
- Прочее оборудование и инвентарь – [рочее](#);
- Типы кузниц – [Типы куз](#);
- Модели кузнечно-прессового оборудования, печь и горн – [рессовог](#).

В рубрике **"Кузнечные горны, печи"** рассматриваются следующие объекты (здесь, как и выше, использованы соответствующие гиперссылки):

- Общие сведения о кузнечных горнах – [е свед](#)
- Кузнечный горн **2275П** на один огонь – [2275П](#)
- Кузнечный горн **ГО-3336** на два огня – [ГО-3336](#)
- Камерная электропечь **Н-15** для термической обработки металлов – [лектроп](#)
- Кузнечный вентилятор **ВД-3** – [нтилят](#)
- Кузнечная двурога наковальня – [вурога](#)

Приведенные здесь знания в ПБЗ и в последующих ее частях представлены достаточно подробно, с использованием, по мере необходимости, рисунков, графиков и таблиц.

В рубрике **"Кузнечный инструмент и приспособления"** рассматриваются следующие объекты:

- Классификация кузнечного инструмента – [сифи](#)
- Основной инструмент для ручнойковки – [снов](#)
- Кузнечный инструмент дляковки на молотах – [знеч](#)
- Вспомогательный инструмент и приспособления – [мога](#)
- Измерительный инструмент – [змери](#)

Так, в качестве **основного инструмента для ручнойковки** (2-я строка перечня объектов) рассматриваются уже широко используемые безрогие, однорогие и двурогие наковальни, шперак (маленькая наковальня), кувалда, молотки-ручники, кузнечные зубила, набойки, гладилки, подсечки, нижники, гвоздильни, форма, подкладка, подбойки-верхники и подбойки-нижники, обжимки-верхники и обжимки-нижники, пробойники, с сопровождением их рисунками и техническими характеристиками.

В рубрике с наименованием **"Прессы. Кузнечные молоты и прессы. Пневмомолоты"** рассматриваются следующие объекты:

- Гидравлический пресс 2153 ГАРО – [ический](#)
- Гидравлический пресс ОКС-1671А – [равлич](#)
- Общие сведения о пневматических молотах – [я о пневм](#)
- Ковочно-пневматические молоты М4127 и М4129 – [чно-пнев](#)
- Ручной гидравлический пресс СДТ-8015 – [й гидравл](#)
- Ручной реечный пресс ОКС-918 – [й реечн](#)
- Стационарный пресс П-6022 – [онарный](#)

В рубрике с наименованием **"Прочее оборудование и инвентарь"** с необходимой подробностью рассматриваются такие объекты, как: наждачный станок, стуловые тиски, ручные передвижные или стационарные ножницы, вентилятор, стойки для поддержания длинных заготовок, этажерки, вспомогательный инструмент, толстая чугунная плита, бачки с водой емкостью 30 ... 40 л, стеллажи для укладки заготовок и готовых поковок, деревянные столы с тумбочками для хранения измерительного инструмента, чертежей и другой документации.

В рубрике **"Типы кузниц"** приведены части ПБЗ, включающие такие объекты, как кузницы **I-го типа** и предназначенные для выполнения кузнечных работ при ремонте машин, кузницы **II-го типа** сельхозпредприятий и предназначенные для выполнения кузнечных работ при ремонтах сельскохозяйственных машин и автотранспорта, кузницы **III-го типа** небольших сельхозпредприятий, предназначенные дляковки лошадей, ремонта телег и саней, а также дляковки небольших поковок при ремонте сельскохозяйственных машин,

кузницы **IV-го типа** дляковки лошадей, ремонта телег и саней в крупных сельхозпредприятий одновременно с кузницами II типа, **типовая** кузница, рекомендуемая для крупных сельхозпредприятий, в ней можно выполнять кузнечные работы, требующиеся при ремонтах сельскохозяйственных машин и автотранспорта, подковывать лошадей, ремонтировать телеги и сани.

В последней рубрике "**Модели кузнечно-прессового оборудования, печь и горн**" представлены обобщенные сведения в виде списка всех рассмотренных объектов ПБЗ. При этом для быстрого перехода к описанию выбранного оборудования сформированы соответствующие гиперссылки.

Техническое описание приведенных объектов дано на основе информации, взятых из доступных литературных источников, представленные в открытой печати или в Интернете. Так, с доступной полнотой дается описание назначения, рисунок устройства с экспликацией его частей, а также его полное техническое описание и таблица с его технической характеристикой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье приведено описание результатов создания ПБЗ по кузницам, кузнечно-прессовому оборудованию, включая разработку и формирование структуры ее компонентов на компьютере, подбор необходимых контентов и представление их в цифровом формате «doc», а также привязку сформированных компонентов ПБЗ к ее структуре.

Применение описанной ПБЗ по кузницам создаст возможности реализовать пути дальнейшего совершенствования процессов обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники, позволит организовать технологический процесс их обслуживания на более высоком качественном уровне, что является условием поддержания указанных машин в постоянной технической готовности к выполнению механизированных работ. При формировании такой ПБЗ могут быть рассмотрены и ряд других аспектов на основе их дополнительного обоснования.

Список литературы

1. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники – М.: Колос, 1980. – 575 с.
2. Научные основы технической эксплуатации сельскохозяйственных машин. Москва, ГОСНИТИ. 1996. – 360 с.
3. Оптимизация инфраструктуры ремонтно-обслуживающей базы АПК. / Россельхозакадемия, ГОСНИТИ, Росинформагротех. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2007. – 52 с.
4. Аллилуев В.А., Ананьин А.Д., Михлин В.М. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Агропромиздат, 1991. – 367 с.
5. Ленский А.В., Быстрицкая А.П. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка – М.: Колос, 1982. – 224 с.
6. Техническое руководство по диагностированию тракторов и самоходных сельскохозяйственных комбайнов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 224 с.
7. Оборудование для ремонта сельскохозяйственной техники: Справочник / Сост. Ю. С. Козлов. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 288 с.
8. Бердникова Р.Г., Криков А.М. Система информационного обеспечения технического обслуживания тракторов в АПК: монография. Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2019. – 122 с.
9. Криков А.М., Федоров А.Г. Комплекс информационных и программно-алгоритмических компонентов в системе технического обслуживания грузовых автомобилей: научно-практическое пособие. Новосибирск, СФНЦА РАН, 2019. – 128 с.
10. Бердникова Р.Г. Формирование блока «оборудование и оснастка» в системе информационного сопровождения технического обслуживания энергонасыщенных

тракторов // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Ч.1: материалы конф. – Новосибирск, 2009. – С. 410–412.

11. Гипертекстовые базы знаний по сельскохозяйственным механизированным системам. Концептуально-методологические основы построения: метод. рекомендации /подгот. А.М. Криков, В.Л. Мартынова и др. – Новосибирск, 2002. – 120 с.

12. Криков А.М., Немцев А.Е. Глоссарий системы информационного обеспечения специалистов по технической эксплуатации машин/ Актуальные проблемы эксплуатации машинно-тракторного парка, технического сервиса, энергетики и экологической безопасности в агропромышленном комплексе: Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию со дня рождения Ивана Петровича Терских (Иркутск, 25-27 сентября 2007 г.) ИГСХА. – Иркутск, 2007. – С. 35-37.

13. Шмаков В. Г. Кузница в современном хозяйстве. – М.: Машиностроение. 1990. – 288.

FULL-TEXT DATABASE KNOWLEDGE OF THE FORGE, ACCORDING TO THEIR EQUIPMENT AND EQUIPMENT IN THE REPAIR AND OPERATIONAL BASE OF AGRICULTURAL PRODUCERS

Krikov A.M. Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher;

Nemtsev A.Ye. Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Laboratory Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnogorsk, Russian Federation, e-mail: krikov2010@mail.ru

Annotation. In order to reduce the time of the time of the Specialist Engineering Specialists on the operating of the scattered materials on the repair and operational base (REC), a computerized full-text knowledge base (PBZ) is being developed on its specific parts. The most important component of such a base is information about the forge, about their equipment and tooling. The article provides a description of the results of the creation of the specified PBZ, including the development and formation of the structure of its components on the computer, selection of the required content and representing them in the Doc digital format, as well as the binding of the formed PBZ components to its structure. For the organization of rapid transitions to view the materials of the listed headings and the knowledge of the PBZ itself, a necessary set of hyperlinks is formed. The selected content is grouped into a set of columns, each of which contains detailed information on the respective marco-vid-models of the means and equipment.

Keywords: full-text knowledge base, forge, kinds of forges, equipment and equipment, knowledge base rubrics.

УДК 631.3.004.58

К РАЗРАБОТКЕ ГОДОВОГО ПЛАН-ГРАФИКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАРКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ СЕЛЬХОЗ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Криков А.М., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Российская Федерация, e-mail: krikov2010@mail.ru

Леонтьев В.В. аспирант, научный руководитель Криков А.М. Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Российская Федерация, e-mail: lion1802@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены методические подходы к разработке годового план-графика технического обслуживания и технического диагностирования парка грузовых автомобилей сельхоз товаропроизводителей с учетом индивидуальных сведений по каждому образцу автомобиля и временных особенностей формирования его в хозяйстве. Практическую реализацию приемов разработки годового план-графика целесообразно осуществить на компьютере в среде электронной таблицы в виде специализированной информационной системы.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, парк грузовых автомобилей хозяйства, годовой план-график технического обслуживания, специализированная информационная система на компьютере.

Разработка годового план-графика технического обслуживания грузовых автомобилей хозяйства на год, включая их техническое диагностирование, с учетом специфики использования техники в хозяйстве является одним из важнейших процессов их технической эксплуатации и включает в себя расчет годовых объемов обслуживающих работ по каждой машине предприятия [1]. Наиболее эффективно он может быть реализован путем создания специализированной информационной системы [2] и является одной из актуальных задач современной сельскохозяйственной инженерной науки [3].

Годовой план-график технического обслуживания грузовых автомобилей (ГА) (ГПТОГА), не оговаривая особо техническое диагностирование, разрабатывается не позднее десяти дней до начала очередного года должностным лицом, ответственным за организацию эксплуатации машин сельхоз товаропроизводителя (СХТП). Весь комплекс операций технического обслуживания машин в течение планируемого периода распределяется так, чтобы имеющийся персонал обслуживания и средства технического обеспечения, в т.ч. мастерская обслуживания в период напряженных весенних и осенних механизировано-транспортных работ, были загружены по возможности равномерно.

Учитываются следующие требования к ГПТОГА:

- сроки проведения операций технического обслуживания № 1 (ТО-1) и № 2 (ТО-2) назначаются с обеспечением нормативного отклонения пробега i -го ГА между операциями его обслуживания в пределах $\pm 10\%$;

- в периоды напряженных механизировано-транспортных работ (МТР) проведение ТО-2, по возможности, не планируется;

- в праздничные и выходные дни проведение ТО-1 и ТО-2 не предусматривается.

Исходные данные для разработки ГПТОГА:

- списочный состав используемых ГА СХТП;

- срок ввода всех ГА в эксплуатацию/последнего капитального ремонта (КР);

- пробег всех ГА после ввода в эксплуатацию/КР;

- годовой график отпусков водителей рассматриваемых ГА при отсутствии подменного водителя;

- годовой график праздничных и выходных дней в году;

- среднегодовой пробег j -х моделей используемых ГА СХТП за прошедший год B_j ; $j = 1, 2, \dots, J$, где J – число моделей ГА в СХТП;

- графики проведения в СХТП напряженных весенних и осенних МТР;

- индивидуальный пробег всех ГА за прошедший год $B_{ипi}$, $i = 1, 2, \dots, I$;

- индивидуальный планируемый пробег всех ГА на год $B_{иппi}$;

- индивидуальный пробег всех ГА за прошедший год после последнего ТО-2 $B_{пто2i}$;

- индивидуальный пробег всех ГА за прошедший год после последнего ТО-1 $B_{пто1i}$.

Различаются следующие признаки дней рассматриваемого года:

- рабочие дни года – работают все ГА, проводя и ТО;

- выходной и праздник, не работают все ГА;

– периоды весеннего и осеннего напряжённых МТР определенные ГА участвуют в периоде и действуют без выходных, отпуск водителям таких ГА в периодах не планируется.

Для решения данной задачи необходимые исходные данные представляются в виде четырех таблиц, представленных ниже.

Таблица 1. Сведения об обслуживаемых моделях ГА

№ п/п	Марка ГА	Количество ГА марки в СХТП, ед.	Норматив пробега		Среднегодовой пробег j -й модели ГА за прошедший год t (B_j), км
			между ТО-2 ($B_{ТО2j}$), км	между ТО-1 ($B_{ТО1j}$), км	
1	2	3	4	5	6
1					
2					
...					
J					

Таблица 2. Временные особенности формирования ГПТОГА по месяцам

Месяц года	Номер дня начала месяца в году	Кол-во рабочих дней КРД _L	Номер дня года начала выходного дня недели *)					Периоды весенних/осенних МТ-работ		Праздничные дни в месяце	
			1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя	5-я неделя	номер дня года начала периода **)	число дней периода в месяце КДПМ	номер дня года начала *)	число дней ***)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2											
...											
12											

*) При наложении выходные дни праздничных последние отодвигаются (колонка 11); при наложении праздничные дни выходных последние отодвигаются (колонки 4 – 8); отсутствие выходных и праздничных дней в неделе в конце месяца отмечается нулями.

**) При отсутствии периода МТ-работ в месяце проставляется нуль, а продолжение периода отражается данными следующего месяца; в периодах МТ-работ выходные и праздничные дни не предусматриваются.

***) При отсутствии праздничных дней в строке месяца проставляется нуль; при наличии в месяце двух и более праздников последние отражаются как один. Следует учитывать и новогодние праздники.

Таблица 3. Индивидуальные сведения об используемых ГА СХТП

№ п/п	ГРЗ	Марка ГАМГА	Срок ввода в эксплуатацию /последнего КР	Пробег после ввода в эксплуатацию/последнего КР $B_{НЭ/КР}$, км	Пробег после послед. ТО-2 $B_{ПТО2i}$, км	Пробег после послед. ТО-1 $B_{ПТО1i}$, км	Индив. пробег ГА за прошлый год $B_{ипi}$, км	Индив. планируемый пробег ГА на год $B_{иплi}$, км	Отпуск водителя *)		Участие в период МТР УМТР **)
									номер дня начала НДНО	число дней, в т.ч. выходные и праздники КДО	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2											
...											
I											

*) Если на ГА есть подменных водитель, то в колонке дня начала отпуска не проставляется нуль.

**) Если ГА не участвует в проведении МТ-работ, в строке графа проставляется нуль.

Таблица 4. Основные сведения на год по ГПТОГА

№ п/п	ГРЗ	Марка ГА	Проведение ТО и ТД по месяцам года*				
			январь	февраль	март	...	декабрь
1	2	3	4	5	6	...	14
1							
2							
...							
J							

*) Проведение сезонного ТО совмещается с ближайшим номерным ТО и здесь не рассматривается

Индивидуальный планируемый пробег рассматриваемого ГА на год $V_{\text{ипп}i}$ устанавливается ответственным специалистом СХТП на основе данных о среднегодовом пробеге ГА рассматриваемой модели в хозяйстве за прошлый год B_j (колонка 6 табл. 1) с учетом их количества (колонка 3 табл. 1) и срока ввода рассматриваемого ГА в эксплуатацию/КР (колонка 4 табл. 3).

Рассмотрим теперь методические подходы к решению задачи.

Вначале оценивается коэффициент затрат времени на ТО и на техническую диагностику (ТД) для j -й модели ГА, используя соотношение:

$$A_j = (4 T_{\text{ТО-1}j} + T_{\text{ТО-2}j} + T_{\text{ТД}j}) / 4 B_{\text{ТО-1}j}, \text{ ч./км}, \quad (1)$$

где $B_{\text{ТО-1}j}$ – норматив пробега ГА j -й модели на ТО-1 $_j$ в км; $T_{\text{ТО-1}}$ – трудоемкость ТО-1, чел. ч.; $T_{\text{ТО-2}}$ – трудоемкость ТО-2, чел. ч.; $T_{\text{ТД}}$ – трудоемкость ТД, чел. ч.;

Так, для ГА модели ГАЗ-3307 имеется $B_{\text{ТО-1}j} = 4\,000$ км. Если принять, что на ТО-1 затрачивается 6 чел. ч., на ТО-2 – 12 чел. ч. и на ТД – 5 чел. ч., то значение рассматриваемой величины будет равным:

$$A_j = (4 \times 6 + 12 + 5) / 4 \times 4000 = 41 / 16000 = 0,0026 \text{ ч./км}, \quad (2)$$

Из примера следует вывод о том, что в виду незначительности коэффициента A_j и в расчётах ГПТОГА можно пренебречь. Погрешность, допущенная этим приемом, уменьшится еще больше, если в обслуживании участие будут принимать и мастера-наладчики ТО.

Теперь рассмотрим процедуру составления самого ГПТОГА.

Выделим из первой строкитаблицы 3 модель ГА, а для нее следующие данные: пробег после последнего ТО-2 $V_{\text{ПТО2}i}$, пробег после последнего ТО-1 $V_{\text{ПТО1}i}$, индивидуальный планируемый пробег рассматриваемого ГА на год $V_{\text{ипп}i}$.

От дня составления выше приведённых таблиц до дня проведения самих расчетов по разработке ГПТОГА с использованием представленных в них данных $V_{\text{ПТО2}i}$ и $V_{\text{ПТО1}i}$ может пройти несколько рабочих дней $N_{\text{рд}}$. Отсюда следует, что приведенные величины $V_{\text{ПТО2}i}$ и $V_{\text{ПТО1}i}$ при проведении таких расчетов должны были бы увеличены на величину:

$$Q = W_i \times N_{\text{рд}}, \quad (3)$$

где W_i – ежедневный пробег рассматриваемого ГА, км.

В виду незначительности величины Q на данном этапе такой учёт не проводится.

Для величины $V_{\text{ПТО2}i}$ будем различать следующие пять случаев:

$C1 - 0 \leq V_{\text{ПТО2}i} \leq B_{\text{ТО-1}j}$. Случай означает, что ближайшим обслуживанием для данного ГА будет 1-е ТО-1 (ТО-1/1).

$C2 - B_{\text{ТО-1}j} \leq V_{\text{ПТО2}i} \leq 2 \times B_{\text{ТО-1}j}$. В этом случае ближайшим обслуживанием для данного ГА будет 2-е ТО-1 (ТО-1/2).

$C3 - 2 \times B_{\text{ТО-1}j} \leq V_{\text{ПТО2}i} \leq 3 \times B_{\text{ТО-1}j}$. Случай означает, что ближайшим обслуживанием для данного ГА будет 3-е ТО-1 (ТО-1/3) в цикле.

$C4 - 3 \times B_{\text{ТО-1}j} \leq V_{\text{ПТО2}i} \leq 4 \times B_{\text{ТО-1}j}$. В этом случае для ГА ближайшим обслуживанием будет ТО-2, проводимое совместно с ТД.

$C5 - 4 \times V_{TO1j} \leq V_{PTO2i} \leq 5 \times V_{TO1j}$. Случай для упрощения в дальнейшем рассматривается как равнозначный вида $V_{PTO2i} \geq V_{TO2j}$. В данном случае выработка ГА превышает норматив проведения ТО-2, поэтому ему необходимо весьма срочно назначить проведение ТО-2 совместно с ТД.

Разработку ГПТОГА для всех ГА СХТП предлагается реализовать в три этапа. Из них 1-й этап заключается в сортировке строк таблицы 3 по величине V_{PTO2i} для удобства проведения предусмотренных действий, на 2-м этапе рассчитывается предварительный вариант ГПТОГА, а на 3-м этапе он корректируется и представляется в завершённом виде.

1-й этап. Из рассмотренных случаев можно усматривать, что совокупность величин V_{PTO1i} и V_{PTO2i} по всем ГА СХТП позволит определить предварительную очерёдность их обслуживания. Логически напрашивается вывод о том, что наиболее раньше всех надо обслуживать тот ГА, у которого значение V_{PTO2i} максимальна, так как он ближе всех находится к очередной границе сетки ТО-2, а в некоторых случаях может даже превышает такую границу. Из сказанного следует вывод о целесообразности сортировки строк таблицы 3 в порядке убывания величин V_{PTO2i} , а затем можно перейти к расчёту предварительного варианта ГПТОГА для всех ГА СХТП в порядке нового размещения его строк по ГА.

Для дальнейших действий по формированию ГПТОГА целесообразно фиксировать количество ТО, запланированных на каждый день года в виде массива чисел $KТОД_L$, $L = 1, 2, \dots, 300$. Здесь принято допущение, что в процессе предварительного расчета максимальное количество дней обслуживания в году будет не более 300. В начале расчетов задается первоначальное нулевое значение элементов этого массива – $KТОД_L = 0$; $L = 1, 2, \dots, 300$, означающее, что на данный момент на все дни года для ГА СХТП ТО не зафиксированы ни одно ТО.

Выходные дни месяцев года представляются массивом данных $ВДМ(НМ, НН)$ размерностью 12×5 .

2-й этап. Действия данного этапа приведут к разработке плана проведения ТО для парка ГА СХТП.

Итак, для каждого из ГА СХТП необходимо рассматривать по одному из 5 возможных выше рассмотренных случаев и рассчитать для установленного случая соответствующий график проведения ТО. Затем необходимо зафиксировать получаемые графики проведения ТО в течение текущего года всех ГА.

Принимается, что сведения колонок 4–8 таблицы 2 представлены массивом выходных дней месяца (ВДМ) с обозначением $ВДМ(НМ, НН)$, где НМ – номер месяца года, НН – номер недели в месяце. Принимается также, что сведения колонок 11 и 12 таблицы 2 представлены массивом праздничные дни месяца (ПДМ) с обозначением $ПДМ(НПМ, ПП)$, где НПМ – номер дня года начала праздника в месяце; ПП – продолжительность праздника в месяце.

Задача решается в несколько подэтапов. На 1-м подэтапе составляется типизированный график рабочих дней ГА на год как единый для всех. На 2-м подэтапе использованием типизированного графика составляется индивидуальный график рабочих дней для всех ГА СХТП с учетом их участия в весенних и осенних периодах МТР и отпуска водителей ГА. На 3-м подэтапе формируется упрощённые графики проведения ТО всех ГА на год, рассчитанный без учета выходных и праздничных дней в году. 4-й подэтап посвящён получению искомого ГПТОГА путем объединения результатов двух предыдущих этапов и последовательного сложения каждого из сформированного для отдельного ГА графика в единый график парка ГА, сдвинув, при необходимости, дни проведения отдельных ТО назад или вперёд.

На 3-м этапе выполняется заключительная корректировка ГПТОГА. При формировании сводного отчета о результатах разработки ГПТОГА могут быть учтены обобщенные результаты о проделанной работе и распечатан полученный результат в виде таблицы 4.

Скорость прохождения рассматриваемого ГА по сетке ТО зависит от индивидуального планируемого пробега его на год $V_{иппi}$. Поступление совокупности ГА СХТП на ТО в течение года *по возможности* должен быть равномерным (ступенчатым).

В качестве информационной среды целесообразно использовать – пакет электронной таблицы Microsoft Excel. Практическую реализацию приемов совершенствования целесообразно представлять в виде специальных вариантов ПАиС, сформированных в среде электронной таблицы MS-Office [4].

Необходимость научного осмысления вопросов выполнения основных процессов обеспечения работоспособности грузовой автомобильной техники СХТП с использованием информационных технологий и разработка практических мер по эффективному использованию ГА в аграрном производстве определяют актуальность и народнохозяйственную значимость данного направления [3]. Реализация требуемых совершенствований системы оперативного управления процессами технического обслуживания грузовых автомобилей на основе применения информационных технологий [5] целесообразно осуществлять с учетом изложенных результатов.

Список литературы

1. Чеботарёв М. И. Обоснование ресурсного обеспечения предприятий технического сервиса АПК: учеб. пособие / М. И. Чеботарёв, С. А. Дмитриев, М. Р. Кадыров. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 97 с.
2. Бердникова Р.Г., Криков А.М. Информационное обеспечение технического обслуживания тракторов: труды ГОСНИТИ. – М., ГОСНИТИ, 2013. – Т. 113. – С. 173-178.
3. Криков А.М., Федоров А.Г. Разработка системы информационного обеспечения технического обслуживания грузовых автомобилей АПК/ Труды ГОСНИТИ. – М.: ГОСНИТИ, 2013. – Т. 112, Ч. 2. Техническое обслуживание. Ремонт. – С. 48-50.
4. Сидоренко М.Н., Криков А.М., Федоров А.Г. Программно-алгоритмические и информационные средства усовершенствованного прогнозирования остаточного ресурса параметров узлов и агрегатов грузовых автомобилей КамАЗ и ГАЗ/ [Научно-техническое обеспечение АПК Сибири](#), материалы Международной научно-технической конференции 2019. – С. 245-250.
5. Криков А.М., Федоров А.Г., Леонтьев В.В. Информационные технологии в управлении процессами обеспечения технической готовности автомобилей в АПК / Теория и практика современной аграрной науки, материалы IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск: НГАУ, 2021. – С. 490-495.

TO DEVELOP AN ANNUAL SCHEDULE FOR THE MAINTENANCE OF A FLEET OF TRUCKS OF AGRICULTURAL PRODUCERS

Krikov A.M., doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russian Federation, e-mail: krikov2010@mail.ru

Leontev V.V. postgraduate student of the Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russian Federation, e-mail: lion1802@yandex.ru

Abstract. Methodological approaches to the development of an annual schedule of maintenance and technical diagnostics of the truck fleet of agricultural producers are considered, taking into account individual information on each sample of the car and the time features of its formation in the economy. It is advisable to implement the practical implementation of the methods of developing an annual schedule on a computer in a spreadsheet environment in the form of a specialized information system.

Key words: a truck, a fleet of farm trucks, an annual maintenance schedule, a specialized information system on a computer.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕДСТВ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Криков А.М., Криков А.М., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук, р.п. Краснообск, Российская Федерация,
e-mail: krikov2010@mail.ru

Сидоренко М.Н. аспирант, научный руководитель Криков А.М.,
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук, р.п. Краснообск, Российская Федерация, e-mail: макс_ru@bk.ru

***Аннотация.** Описана структура программно-алгоритмических и информационных средств (ПАИС) усовершенствованного прогнозирования параметров технического состояния узлов и агрегатов грузовых автомобилей в виде совокупности нормативно-справочной, характеристик парка автомобилей; входной информации, оперативной и выходной информации, управляющих воздействий на узлы и агрегаты автомобиля. Приемы прогнозирования реализуемы в среде электронной таблицы с учетом составляющих имеющихся прототипов по автомобилям КАМАЗ с использованием электронной таблицы MS-Office.*

***Ключевые слова:** парк грузовых автомобилей, параметры технического состояния, структура ПАИС, приемы прогнозирования остаточного ресурса.*

Введение

При техническом обслуживании (ТО) грузовых автомобилей (ГА) одним из важнейших процессов является оценка остаточного ресурса параметров технического состояния их узлов и агрегатов [6] по результатам диагностирования. Для оценки остаточного ресурса параметров технического состояния узлов и агрегатов ГА может быть использован комплекс программно-алгоритмических и информационных средств на компьютере, разработанный на основе метода В.М. Михлина [7]. Реализация метода в процессе обслуживания тракторов и ГА показала его практическую приемлемость при применении информационных технологий [8, 9]. Такой комплекс целесообразно разрабатывать и по ГА автозавода ГАЗ как основной группы используемых машин в агропромышленном комплексе (АПК), одновременно совершенствуя алгоритмические и информационные компоненты ПАИС на базе методических подходов совершенствования, изложенных в работе [10]. В частности, были определены возможные усовершенствования методических подходов прогнозирования с намерением их реализации в процессе эксплуатации ГА семейства КамАЗ и ГАЗ. В данной работе дана структура системы ПАИС усовершенствованного прогнозирования параметров технического состояния узлов и агрегатов грузовых автомобилей различных моделей.

Методика решения задачи

Совершенствование прогнозирования параметров технического состояния узлов и агрегатов ГА определено в таких направлениях, как: оценка текущей скорости изменения рассматриваемого параметра на основе учета всех однотипных данных на самом диагностируемом ГА или на других образцах рассматриваемой модели ГА (в дальнейшем – 1-е направление); корректировка значений начально задаваемых коэффициентов α типизации динамики изменения прогнозируемых параметров на основе реальных данных методом

наименьших квадратов применительно рассматриваемой модели ГА (2-е направление); выработка управляющих воздействий, предусматривающих формирование перечня операций для более раннего диагностирования определенных параметров ГА в отличие от существующей системой технического диагностирования (3-е направление); формирования управляющих воздействий в разрезе агрегатов и узлов ГА с учетом значений их параметров технического состояния, близких к предельно допустимому (4-е направление). Такой комплекс позволяет более точно прогнозировать параметры [10] и ресурс технического состояния узлов и агрегатов ГА с целью продления сроков эксплуатации их узлов и агрегатов. Ниже дается описание структуры ПАИС, позволяющих указанными направлениями совершенствования осуществить прогнозирование параметров технического состояния узлов и агрегатов ГА.

Результаты решения задачи

Структура усовершенствованного комплекса ПАИС по реализации приемов прогнозирования может быть представлена в виде:

$$\text{КПАИС} = \{ \text{МО}, \text{НСИ}, \text{ХПГА}, \text{ВОИ}, \text{ОРИ}, \text{РУВНОП}, \text{СУПП} \}, \quad (1)$$

где МО – меню выполняемых операций; НСИ – нормативно справочная информация; ХПГА – характеристика парка ГА СХТП; ВОИ – входная оперативная информация; ОРИ – оперативная расчетная/выходная информация; РУВНОП – рекомендуемые управляющие воздействия на прогнозируемый объект (ГА), СУПП – совокупность приемов усовершенствованного прогнозирования.

Нормативно справочная информация представится в виде:

$$\text{НСИ} = \{ \text{НСИСГА}, \text{НСИГА1}, \text{НСИГА2}, \dots, \text{НСИГАI} \}, \quad (2)$$

где НСИСГА – нормативно справочная информация о марочно-количественном составе учитываемых ГА; НСИГА1, ..., НСИГАI – нормативно справочная информация о ГА 1-й, 2-й, ..., I-й моделей соответственно.

Последние составляющие (2) о ГА представятся в виде:

$$\text{НСИГАI} = \{ \text{ШМГА}(i), \text{СМГА}(i), i = 1, 2, \dots, I \}, \quad (3)$$

где ШМГА – шифры 1-й, 2-й, ..., I-й моделей ГА соответственно; СМГА – справочники параметров технического состояния моделей 1-й, 2-й, ..., I-й моделей ГА соответственно.

Справочник СМГА(i) будет представлен в виде:

$$\text{СМГА}(i) = \{ \text{НГА}(i), \text{НПГА}(i, j), \text{НРПГА}(i, j), \text{ДРПГА}(i, j), \alpha(i, j), j = 1, 2, \dots, J(i) \}, \quad (4)$$

НГА_i – наименование i-й модели ГА; НПГА(i, j) – наименование j-го параметра i-й модели ГА; НРПГА(i, j) – номинальный размер j-го параметра; ДРПГА(i, j) – допустимый размер j-го параметра; α(i, j) – коэффициент α, рекомендуемый для учета динамики изменения j-го параметра; J(i) – число параметров i-й модели ГА.

Информация с характеристикой парка ГА определенной модели представится в виде:

$$\text{ХПГАI} = \{ \text{НГАI}, \text{КГАI}, \text{ХН1ГАI}, \text{ХН2ГАI}, \dots, \text{ХНКГАIГАI} \}, \quad (5)$$

где НГА_i – наименование i-й модели ГА; КГА_i – количество ГА i-й модели; ХН1ГА_i, ХН2ГА_i, ..., ХНКГА_iГА_i – хозяйственные номера 1-го, 2-го, ..., КГА_i-го ГА I-й модели соответственно.

Входная оперативная информация может быть представлена в виде:

$$\text{ВОИ} = \{ \text{ШМГА}, \text{ХНГА}, \text{ДПДI}, \text{Д0I}, \text{ПД0I}, \text{ШПУ} \}, \quad (6)$$

где ШМГА – шифр модели ГА, поступившей на диагностирование и прогнозирование; ХНГА – хозяйственный номер поступившего ГА; ДПДI – дата поступления ГА на диагностирование; Д0I – пробег поступившего ГА к моменту текущей диагностики; ПД0I – значения параметров технического состояния агрегатов и узлов поступившего ГА по данным его текущего диагностирования; ШПУ – шифр выбранного приема прогнозирования.

Значения параметров технического состояния агрегатов и узлов поступившего ГА по данным его текущего диагностирования запишется в виде:

$$ПДОІ = \{ І1П, 31П, І2П, 32П, \dots, ІПП, 3ПП \}, \quad (7)$$

где І1П, І2П, ..., ІПП – наименования 1-го, 2-го, ..., последнего, соответственно, параметра, поступившего ГА; 31П, 32П, ..., 3ПП – значения 1-го, 2-го, ..., последнего, соответственно, параметра, поступившего ГА.

Оперативная расчетная/выходная информация:

$$ОРИ = \{ І1П, І2П, \dots, ІПП, Н31П, Н32П, \dots, Н3ПП, П31П, П32П, \dots, П3ПП, \alpha 1П, \alpha 2П, \dots, \alpha ПП, 31П, 32П, \dots, 3ПП, ООР1, ООР2, \dots, ООРП, Д0І, \}, \quad (8)$$

где І1П, І2П, ..., ІПП – наименования 1-го, 2-го, ..., последнего, соответственно, параметров поступившего ГА; Н31П, Н32П, ..., Н3ПП – номинальные значения 1-го, 2-го, ..., последнего, соответственно, параметров поступившего ГА; П31П, П32П, ..., П3ПП – предельные значения 1-го, 2-го, ..., последнего, соответственно, параметров поступившего ГА; $\alpha 1П, \alpha 2П, \dots, \alpha ПП$ – использованные показатели α для оценки 1-го, 2-го, ..., последнего, соответственно, параметров поступившего ГА; ООР1, ООР2, ..., ООРП – пробеги поступившего ГА по оценке остаточного ресурса соответственно 1-го, 2-го, ..., последнего параметров; Д0І – пробег ГА к моменту текущей диагностики І-й модели ГА на бланке сведений о диагностируемых ГА.

Каждая из составляющих выражения (1) может быть представлена в виде самостоятельных частей ПАиС запишется в виде:

$$МПАС = \{ МИПП, СУПП, КПАИС \}, \quad (9)$$

где МИПП – множество известных приемов прогнозирования; СУПП – совокупность усовершенствований приемов прогнозирования; КПАИС – комплекс программно-алгоритмических и информационных средств для реализации приемов прогнозирования. Основой при оценке динамики изменения прогнозируемых параметров, на основе реальных данных динамики применительно рассматриваемой модели ГА; выработка управляющих воздействий, предусматривающих формирование перечня операций для более раннего диагностирования определенных параметров ГА, чем это принято существующей системой его технического диагностирования; формирования управляющих воздействий в разрезе агрегатов и узлов ГА с учетом значений параметров их технического состояния, близких к предельно допустимому.

$$МИПП = \{ ПОСИ, ПВК\alpha, ПВУВНПО \}, \quad (10)$$

где ПОСИ – прием оценки скорости изменения учитываемого параметра; ПВК α – прием выбора коэффициента кривизны изменения прогнозируемого параметра; ПВУВНПО – прием выработки управляющего воздействия на прогнозируемый объект.

Совокупность усовершенствований приемов прогнозирования (9) можно записать в виде:

$$СУПП = \{ УПП1, УПП2, УПП3, УПП4 \}, \quad (11)$$

где УПП1, УПП2, УПП3 и УПП4 – усовершенствованные приемы прогнозирования 1, 2, 3 и 4 соответственно.

Рекомендуемые управляющие воздействия на прогнозируемый объект (ГА) запишем в виде:

$$РУВНОП = \{ КУГА; ДГАпОТО1 \}, \quad (12)$$

где КУГА - Критические узлы ГА; Диагностирование ГА при очередном ТО-1, выходная информация для инженерной службы хозяйства выводимая на печать.

Выходная информация Критических узлов ГА запишется в виде:

$$КУГА = \{ СКУІ1; СКУІ2; СКУІ3... СКУІm \}, \quad (13)$$

где СКУІ1; СКУІ2; СКУІ3... СКУІm - список критических узлов для каждого i -го узла 1, 2, 3, m соответственно.

Выходная информация диагностирования ГА при очередном ТО - 1 запишется в виде:

$$\text{ДГАпОТО1} = \{\text{СУДпОТО1J}_1; \text{СУДпОТО1J}_2; \text{СУДпОТО1J}_3 \dots \text{СУДпОТО1J}_r\}, \quad (14)$$

где СУДПОТО₁; СУДПОТО₂; СУДПОТО₃ ... СУДПОТО_r - список узлов диагностирования при очередном ТО-1 для j-го узла 1, 2, 3, m соответственно.

Для решения задачи формируем структуру усовершенствованного программно-алгоритмического комплекса на базе пакета электронной таблицы Excel-2013 или более поздней ее модификации [11] с определенными информационными компонентами (наименования моделей и государственных регистрационных знаков, обслуживаемых ГА, их количественном составе, индивидуальные данные об их пробеге к моменту диагностирования). В содержание общего пакета входит информационный материал параметров состояний агрегатов, узлов каждого ГА. Текущей информацией представляются результаты диагностирования и заключения по результатам прогнозирования параметров агрегатов и узлов ГА [12].

Заключения о ТД агрегатов и узлов ГА и их остаточного ресурса формируются в такой же таблице, что и в [13].

Правила управляющих рекомендаций по корректировке состава технических воздействий на обслуживаемый ГА (по обеспечению его работоспособности) и по изменению состава операций ТД (Д-1) при ТО-1 и, соответственно ТО-1, таковы: 1) Если запас ресурса больше пробега ГА до очередного ТО-2, уменьшенного на 10 %, то выдается сообщение в виде «При ТО-2»; 2) Если запас больше пробега ГА до очередного ТО-1, уменьшенного на 10%, то выдается сообщение «При ТО-1»; 3) в противном случае – «Ремонт» [14].

При переходе к книге по строке определенной марки ГА открывается первая страница книги с наименованием "Прогноз Марка ГА.xls", где вместо символа "Марка ГА" будет высвечена выбранная при переходе модель ГА, а символ ".xls" является служебной для электронной таблицы. При этом открывается страница с информационной формой "Сведения о диагностируемых ГА", также полностью позаимствованная из прежнего варианта решения задачи (в дальнейшем – вторая таблица блока). Однако форма дополняется данными о числе ГА определенной модели, представляемой параметром ЧАОМ и обозначенной выше символом Н. Из данной страницы книги можно перейти к таким страницам, как: "Справочник параметров состояний агрегатов и узлов грузового автомобиля выбранной модели ГА" – (в дальнейшем – первая таблица блока), "Бланк для записи результатов диагностирования выбранной модели ГА" и к страницам с выбранными образцами самих ГА. В форме данных страниц дополнительно вводится колонка "Значение усреднённой скорости V_{ср}", в соответствующих строках которой записываются выше приведенные формулы.

Заключение

Реализацию приемов прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов ГА по результатам технического диагностирования (ТД) их параметров осуществляет программно-алгоритмический и информационный комплекс, реализуемый в среде электронной таблицы на компьютере. Он также вырабатывает управляющие решения о приемах дальнейших воздействий на ГА применительно к рассматриваемому параметру, и соответственно, рекомендации по составу операций дальнейшего обслуживания на последующих этапах эксплуатации конкретного ГА.

Мы полагаем, что в процессе разработки указанной системы усовершенствованного прогнозирования возможны определенные уточнения описанной выше структуры системы ПАИС.

Список литературы

6. Михлин В.М., Сельцер А.А. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин. М., ОНТИ ГОСНИТИ, 1972. - 216 с.
7. Криков А.М., Федоров А.Г., Сидоренко М.Н. Совершенствование прогнозирования остаточного ресурса параметров узлов и агрегатов грузовых автомобилей. II всероссийская

научно-практическая конференция «Наземные транспортно-технологические средства: проектирование, производство, эксплуатация» г. Чита, 2018 С.191-198.

8. Федоров А.Г., Криков А.М., Делягин В.Н. и др. Прогнозирование остаточного ресурса узлов и агрегатов грузовых автомобилей в среде электронной таблицы//Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – №3 (250). – С. 89-95.

9. Бердникова Р.Г., Криков А.М. Информационное обеспечение технического обслуживания тракторов: труды ГОСНИТИ.– М., ГОСНИТИ, 2013. – Т. 113. – С. 173-178.

10. Сидоренко М.Н., Криков А.М., Федоров А.Г. Программно-алгоритмические и информационные средства усовершенствованного прогнозирования остаточного ресурса параметров узлов и агрегатов грузовых автомобилей КамАЗ и ГАЗ/ Научно-техническое обеспечение АПК Сибири, материалы Международной научно-технической конференции 2019. – С. 245-250.

11. Додж М., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 2000/ СПб: Питер, 2000. - 1056 с.

12. Мигель В.Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы. – Х.: Изд-во «Майдан», 2014. – 516 с.

13. Криков А.М., Сидоренко М.Н. Совершенствование прогнозирования остаточного ресурса параметров узлов и агрегатов грузовых автомобилей на основе информационных технологий/ Материалы VII-й Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Горно-Алтайского государственного университета. Горно-Алтайск, 2019 - С.494-497.

14. Иванов Н.М., Немцев А.Е., Коротких В.В. «Повышение эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в условиях Сибири» учебно-методическое пособие/ Подгот. Н.М. Иванов, А.Е. Немцев, В.В. Коротких [и др.]/ под ред. Н.М. Иванова, А.Е. Немцева. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние. СибИМЭ, 2012. – 108.

THE STRUCTURE OF THE SYSTEM OF SOFTWARE- ALGORITHMIC AND INFORMATIONAL MEANS OF IMPROVED PARAMETERS FORECASTING OF THE TECHNICAL STATE OF COMPONENTS AND ASSEMBLIES OF TRUCKS

Krikov A.M., doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russian Federation, e-mail: krikov2010@mail.ru

Sidorenko M.N. postgraduate student of the Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russian Federation, e-mail: makc_ru@bk.ru

Annotation. The structure of software-algorithmic and information tools (SAIS) for improved forecasting of parameters of the technical state of components and assemblies of trucks is described in the form of a set of normative and reference, characteristics of the car park; input information, operational and output information, control actions on the components and assemblies of the vehicle. Forecasting techniques are implemented in a spreadsheet environment, taking into account the components of existing prototypes for KAMAZ vehicles using an MS-Office spreadsheet.

Key words: truck fleet, technical condition parameters, SAIS structure, residual resource forecasting techniques.

ФОРМИРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ ИМПУЛЬСНО-СИЛОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕТЫРЕХЦИЛИНДРОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Курносков А.Ф. канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет», Новосибирск, Россия, e-mail: anton_kurnosov@mail.ru

Гуськов Ю.А. д-р техн. наук, директор Инженерного института, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет», Новосибирск, e-mail: nsauii@ngs.ru

Тихоновский В.В. канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет», Новосибирск, Россия, e-mail: vitalad@yandex.ru

Аннотация. В статье предложена методика оценки импульсных сил на опорах двигателя при работе в режиме холостого хода. Установлено, что оценка эксплуатационных характеристик двигателя современными встроенными средствами диагностирования осуществляется методами, достоверность которых зависит от конкретных условий измерений. Проведенные теоретические исследования показали, что характер изменения сил на опорах изменяется аналогично характеру изменения тангенциальных сил двигателя.

Ключевые слова: встроенная система диагностирования, внешняя импульсно-силовая характеристика двигателя, оценка показателей эффективности.

Современная система диагностирования контролирует множество параметров, сравнивает их с нормативными значениями и делает вывод о работоспособности двигателя внутреннего сгорания (ДВС) за минимальный промежуток времени. В тоже время, оценку эффективности работы двигателей системы управления определяют расчетным путем, на основе информации, поступающей от датчиков. Качество топлива, качество распыла топлива, состояние цилиндропоршневой группы и элементов газораспределительного механизма при таких расчетах не учитываются. В результате мощность современных двигателей может быть снижена на 15-20%, при этом ошибки бортовая система управления двигателем не устанавливает [1].

В связи с этим актуальной и практически значимой становится разработка способа определения технического состояния и эффективных показателей двигателя в процессе работы машины.

Известно, что при работе двигателя на его опорах возникает реактивный крутящий момент, передающийся на раму транспортно-технологической машины (ТТМ). Характер изменения реактивного момента зависит от конструктивных особенностей ДВС, его технического состояния и эффективности работы цилиндров. Реактивный крутящий момент можно определить по величине сил, передающихся от двигателя через опоры раме ТТМ, совокупность которых создают внешние импульсно-силовые характеристики двигателя (ИСХ). По величине ИСХ можно определить техническое состояние, мощность и наработку двигателя с учетом загрузки [2,3,4,5].

Двигатель внутреннего сгорания можно представить совокупностью разнонаправленных и разновеликих мгновенно возникающих и исчезающих сил, совокупное действие которых передается на остоу двигателя – блок цилиндров. Множество

возникающих сил не позволяет их четко классифицировать. В общем случае силы можно разделить на положительные, совершающие положительную работу в двигателе [6,7] и отрицательные, противодействующие совершению положительной работы (см. рис. 1). Для оценки результирующих усилий, передаваемых на блок цилиндров, необходим подробный анализ каждой составляющей силы в двигателе.

$$P_{\circ} = p_{\circ} S_{\Pi}, \quad (1)$$

 $S_{\text{п}}$ – площадь поршня, м².

Рис. 1. Схема сил такта расширения цилиндра

$$P_i = P_{ii} + P_{iii} = C \cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi; \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{r}{l''}, \quad (4)$$

ω – угловая скорость вращения коленчатого вала, с^{-1} .

r – радиус кривошипа, м;

 $l_{ш}$ – длина шатуна, м;

φ – угол поворота коленчатого вала, град.

Силы инерции первого порядка образуются за счет ускорения поршня, вызванного вращением кривошипа, силы инерции второго порядка образуются за счет ускорения поршня, вызванного смещением центральной оси шатуна относительно оси цилиндра в плоскости его качания.

Центробежные силы инерции для современных двигателей полностью уравновешены, их учет значительно усложнит теоретические расчеты и не повысит их точность.

Силы давления газов и силы инерции представляют собой суммарную силу P , которая может быть представлена в виде:

– перпендикулярной к оси цилиндра силы N (боковая сила), которая прижимает поршень к стенке цилиндра:

$$N = P \operatorname{tg} \beta ; \quad (5)$$

– направленной по оси шатуна силы S , которая сжимает и растягивает шатун:

$$S = \frac{P}{\cos \beta} ; \quad (6)$$

где β – угол отклонения оси шатуна в плоскости его качания в сторону от оси цилиндра, град.

Перенеся силу S вдоль шатуна и обозначив через S' , разложим ее на составляющие:

– нормальную силу, направленную по радиусу кривошипа:

$$K = S' \cos(\varphi + \beta) ; \quad (7)$$

– тангенциальную силу, касательную к окружности радиуса кривошипа:

$$T_{KB} = S' \sin(\varphi + \beta) . \quad (8)$$

Нормальная сила K действует по радиусу кривошипа и воспринимается коренными подшипниками коленчатого вала. Тангенциальная сила T_{KB} действует по касательной к окружности радиуса кривошипа. Перенесем силы P и K по линии их действия в центр коленчатого вала и обозначим P' и K' соответственно, силу S' – параллельно направлению ее действия в центр коленчатого вала и обозначим S'' , силу N – в центр коленчатого вала в обратном направлении ее действия и обозначим N' . Одновременно к центру коленчатого вала приложим силы T'_{KB} и T''_{KB} равные по величине и обратные по направлению.

Как видно из рис. 1, на коренные подшипники коленчатого вала действует большое количество сил. Каждая из них может оказывать воздействие на опоры через блок цилиндров. Следовательно, при разработке диагностической модели двигателя, основанной на импульсно-силовой характеристике передаваемых на опоры сил, необходимо оценить влияние каждой составляющей силы на точность будущей модели.

Пара действующих сил T_{KB} и T'_{KB} образуют крутящий момент двигателя $M_{кр}$. Сила T'_{KB} – реакция коренных подшипников на воздействие силы T''_{KB} , которая в свою очередь оказывает воздействие на коренные подшипники коленчатого вала и может быть представлены в виде:

$$T''_{KB} = -T'_{KB} = S'' \sin(\varphi + \beta) . \quad (9)$$

Сила K' также воздействует на коренные подшипники коленчатого вала, для принятых обозначений силу K' можно представить:

$$K' = S'' \cos(\varphi + \beta) . \quad (10)$$

Складывая взаимно перпендикулярные силы T''_{KB} и K' получим:

$$T''_{KB} + K' = \sqrt{(S'' \sin(\varphi + \beta))^2 + (S'' \cos(\varphi + \beta))^2} = S'' \quad (11)$$

Таким образом, сила S'' , равная силе S , характеризует совокупное воздействие сил T'_{KB} и K' на коренные подшипники.

В свою очередь, сила S'' может быть разложена на перпендикулярную к оси цилиндра силу N' и, действующую по оси цилиндра силу P' .

Пара сил N и N' образуют опрокидывающий (реактивный) крутящий момент $M_{\text{двс}}$. При установившемся режиме работы двигателя реактивный крутящий момент принимают противоположно направленным и равным крутящему моменту двигателя $M_{\text{кр}}$.

Сила N' оказывает боковое воздействие на коренные подшипники, сама по себе не создает крутящего момента относительно центра опор и не отразится на точности измерений.

Сила $P' = P'_z + P'_j$ равна силе P . Как уже было сказано, слагаемое P'_z уравновешено силами давления газов P''_z , приложенной к головке цилиндра, второе слагаемое P'_j полностью не уравновешивается и передается на опоры через коренные подшипники коленчатого вала и блок цилиндров.

Исходя из проведенного анализа можно сделать вывод, что при сложном совокупном воздействии большого количества усилий в двигателе, на его опоры передаются только перпендикулярно направленная к оси цилиндра боковая сила N и силы инерции, направленные вдоль оси цилиндра, т.е.:

$$F_{\text{оп}} = F_{\text{оп}}^N + F_{\text{оп}}^J, \quad (12)$$

где $F_{\text{оп}}^N$ – сила на опорах, создаваемая за счет действия боковой силы N , Н;

$F_{\text{оп}}^J$ – сила на опорах, создаваемая за счет действия сил инерции, Н.

Для оценки технического состояния двигателя и эффективности его использования сила $F_{\text{оп}}^J$ не несет в себе диагностической информации. Для конкретной модели двигателя при установившемся режиме работы она будет практически постоянной и не изменится в процессе работы двигателя. Основным источником диагностической информации будет являться сила $F_{\text{оп}}^N$, так как она характеризует в первую очередь давление в надпоршневом пространстве.

Силу на опорах $F_{\text{оп}}$ примем положительной, если она возникает в момент ускорения коленчатого вала и отрицательной – в момент замедления коленчатого вала. При этом, как видно из рис. 1, усилия на опорах будут разнонаправлены: с одной стороны усилия будут стараться прижать двигатель к креплению на раме, с другой стороны – приподнять от креплений.

За нулевое значение усилий принимается такое значение, с которым двигатель воздействует на каждую из опор в состоянии покоя при условии расположения машины на горизонтальной поверхности. Следовательно, нулевое значение усилий на разных опорах будет отсчитываться относительно веса, создаваемого двигателем на конкретной опоре.

Исходя из принятых условий, величину усилий на опорах $F_{\text{оп}}^N$ за счет действия силы N можно определить:

$$F_{\text{оп}}^N = Nh\bar{l}^{-1}, \quad (13)$$

где h – расстояние от оси поршневого пальца до оси вращения коленчатого вала, м;

$\bar{l}$ – среднее расстояние между опорами двигателя, м.

В формуле (13) произведение Nh образует опрокидывающий крутящий момент $M_{\text{двс}}$.

Боковая сила N возникает с момента начала прокрутки коленчатого вала и достигает максимума при полной нагрузке двигателя. На всех режимах работы двигателя силам, совершающим положительную работу, противодействуют силы внутренних потерь.

При работе двигателя в режиме холостого хода повышение внутренних потерь двигателя приводит к увеличению давления в надпоршневом пространстве за счет

возрастающей подачи топлива при сохранении частоты вращения коленчатого вала и, следовательно, увеличению боковой силы N .

На такте сжатия силы внутренних потерь приводят к расходованию кинетической энергии вращающихся частей и создают величину бокового усилия N .

В соответствии с формулой (13) были проведены расчеты сил на опорах четырехцилиндрового дизельного двигателя Д-240 при работе с минимальной частотой вращения коленчатого вала. В условиях расчета были приняты следующие допущения:

- массы деталей каждого цилиндра, совершающие возвратно-поступательное и плоскопараллельное движение, равны;
- параметры технического состояния каждого цилиндра принимают номинальные значения;
- параметры рабочих процессов на тактах сжатия и сгорания и расширения каждого цилиндра равны между собой.

Результаты расчетов представлены на рис. 2.

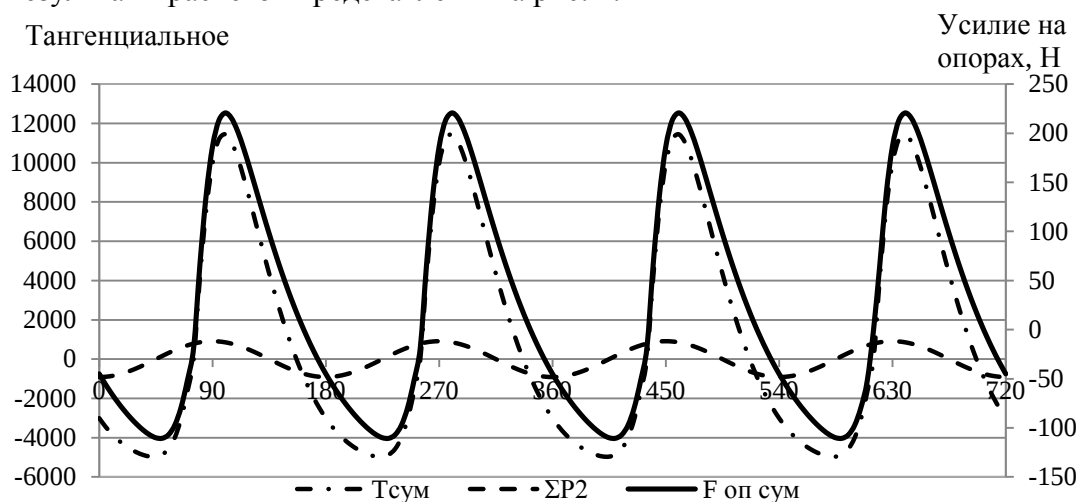


Рис. 2. Результаты расчетов усилий на опорах двигателя Д-240

Анализ полученных данных показывают, что величина сил на опорах изменяется аналогично тангенциальным силам кривошипно-шатунного механизма. Максимальные значения сил на опорах достигают 215 Н для каждого цилиндра на такте расширения. Минимальные значения сил на опорах для такта сжатия составляют минус 110 Н. Таким образом, установив характер изменения сил на опорах двигателя можно оценить его техническое состояние и эффективность работы каждого цилиндра.

Выводы.

1. Современные встроенные системы диагностирования при оценке эффективности работы двигателя не учитывают качество топлива, качество распыла топлива, состояние цилиндропоршневой группы и элементов газораспределительного механизма. В результате мощность современных двигателей может быть снижена на 15-20%, при этом ошибки бортовая система управления двигателем не выявляет.

2. При взаимодействии множества сил кривошипно-шатунного механизма большинство из них уравнивают друг друга. Силы на опорах двигателя возникают за счет совокупного воздействия перпендикулярной к оси цилиндра силы N и сил инерции.

3. Проведенные расчеты формирования сил на опорах дизельного четырехцилиндрового двигателя показали, что характер изменения сил на опорах аналогичен характеру изменения тангенциальных сил. Максимальные значения сил на опорах для каждого цилиндра достигает 215 Н на такте расширения и минус 110 Н на такте сжатия. По характеру изменения сил на опорах можно оценить технического состояние двигателя и эффективность работы каждого цилиндра.

Список литературы

1. Ольшевский О.Н. Научное обоснование и разработка методов, технологии и средств диагностики тракторных двигателей в эксплуатационных условиях: Дис. ... док. техн. наук. – Новосибирск, 2017. – 372 с.
2. Курносов А.Ф., Гуськов Ю.А. Импульсно-силовой способ оценки технического состояния цилиндро-поршневой группы двигателя внутреннего сгорания // АгроЭкоИнфо. – 2020, №3. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_319.pdf
3. Пат. № 2669224 РФ, МПК G01M 15/00. Способ определения эффективной мощности двигателя внутреннего сгорания / Ю.А. Гуськов, А.Ф. Курносов. – № 2017104068; заявл. 07.02.2017; опубл. 07.08. 2018, Бюл. № 22.- 9 с.
4. Пат. № 2744668 РФ, МПК G01M 15/04. Способ оценки технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания / А.Ф. Курносов, Ю.А. Гуськов, Д.А. Домнышев. – № 2020122303; заявл. 30.06.2020; опубл. 12.03. 2021, Бюл. № 8.- 12 с.
5. Пат. № 2665780 РФ, МПК G01M 15/00, G01M 15/05, G07C 5/04. Способ определения наработки двигателя внутреннего сгорания и устройство для его осуществления/ А.Ф. Курносов, Ю.А. Гуськов. – № 2017122551; заявл. 26.06.2017; опубл. 04.09. 2018, Бюл. № 25.- 7 с.
6. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов /А.И.Колчин, В.П. Демидов. – 4-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2008. – 496 с.: ил.
7. Луканин В.Н. и др. Двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров и др.; под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд. перераб. – М.: Высш. Шк., 2007. – 400 с.: ил.
8. Степанов Ю.А. и др. Конструкция и расчет автотракторных двигателей / Ю.А. Степанов, М.М. Вихерт, Р.П. Доброгаев и др.; под ред. Ю.А. Степанова. – 2-е изд. перерб. И доп. – М.: Машиностроение., 1964. – 553 с.

FORMATION OF AN EXTERNAL PULSE-POWER CHARACTERISTIC OF A FOUR-CYLINDER ENGINE

Kurnosov, A. F., *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University" (FSBEI Novosibirsk SAU), Novosibirsk, Russia, e-mail: anton_kurnosov@mail.ru*

Guskov Yu. A., *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University" (FSBEI Novosibirsk SAU), Novosibirsk, Russia, e-mail: nsauii@ngs.ru*

Tikhonovsky V. V., *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University" (FSBEI Novosibirsk SAU), Novosibirsk, Russia, e-mail: vitalad@yandex.ru*

Abstract. *The article proposes a method for evaluating the impulse forces on the engine supports when operating in idle mode. It is established that the evaluation of the engine performance characteristics by modern built-in diagnostic tools is carried out by methods, the reliability of which depends on the specific measurement conditions. The theoretical studies have shown that the nature of the change in the forces on the supports changes similarly to the nature of the change in the tangential forces of the engine. Keywords: built-in diagnostic system, external impulse-power characteristic of the engine, evaluation of efficiency indicators. The article deals with modern techniques and methods of diagnosing vehicles in operation using built-in and additionally installed diagnostic systems. Introduced the scheme of vehicle diagnostics in online mode during operation with the assessment of the efficiency of its main units is proposed.*

Keywords: *built-in diagnostic system, external pulse-power characteristic of the engine, evaluation of efficiency indicators*

ПРОГРАММНО - АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОЦЕНКИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОСТОЕВ ТЕХНИКИ ПРИ УСТРАНЕНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ

Немцев А.Е., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., **Деменок И.В.**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., **Коптева И.В.**, мл. науч. сотр., **Вахрушев В.В.** ст. науч. сотр.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия, e-mail: sibime@sfscs.ru

***Аннотация.** Для оценки продолжительности простоев сельскохозяйственной техники при устранении последствий отказов в хозяйстве в связи со сложностью расчётов разработаны программно-алгоритмические средства на основе электронной таблицы персонального компьютера. При помощи программно-алгоритмических средств были проведены расчеты продолжительности простоев сельскохозяйственной техники при устранении последствий отказов в хозяйстве через обобщённый показатель – продолжительность времени простоев техники при устранении последствий её отказов. На примере зерноуборочных комбайнов Новосибирской области при выполнении технологического процесса продолжительность времени простоев сельскохозяйственной техники при устранении последствий отказов в хозяйстве с уровня района составил в среднем 9,53 часа с погрешностью 2,3 %.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство, техника, отказ, продолжительность простоев, программно-алгоритмические средства*

Введение. В данной статье представлена методика формирования и определения общей продолжительности времени простоев техники при устранении последствий отказа или продолжительности удовлетворения спроса на заявку по техническому сервису $T_{УС}$ [1].

В связи со сложностью расчётов оценки продолжительности времени простоев сельскохозяйственной техники при устранении последствий её отказов в хозяйстве разработаны программно - алгоритмические средства. Для обработки собранной информации разработаны входные и выходные формы – листы. По входной информации в виде этих форм – листов (электронных таблиц) с гиперссылками по переходам к необходимым данным проводятся расчеты продолжительности времени простоев сельскохозяйственной техники при устранении последствий её отказов в хозяйстве и выдаются рекомендации для принятия решений в виде форм выходной информации.

Материалы и методы. Применяются математические методы аналитического моделирования, теории массового обслуживания, информационные технологии.

Общее время простоев техники при устранении последствий отказа или продолжительность удовлетворения спроса на заявку по техническому сервису $T_{УС}$ состоит из следующих составляющих [1]:

$$T_{УС} = T_{ПО} + T_{ОЖ} + T_{ОТ} + T_{ДЗ} + T_{УО} , \quad (1)$$

где $T_{УС}$ - время удовлетворения спроса на заявку по техническому сервису;

$T_{ПО}$ – продолжительность определения причины отказа с проведением диагностики и передачи информации об отказе на обслуживающий уровень системы, ч;

$T_{ОЖ}$ – время ожидания обслуживания заявки в зависимости от наличия в резерве необходимых запчастей, ч;

$T_{ОТ}$ – время ожидания транспорта для выполнения заявки, ч;

$T_{ДЗ}$ – время доставки запасных частей с сервисного предприятия до обслуживаемого объекта, ч;

$T_{УО}$ – продолжительность непосредственного устранения последствий отказа (демонтаж, сварочные работы, монтаж), ч.

Составляющие в формуле (1) определяются согласно [1].

Предполагается трёхуровневая система обслуживания техники и снабжения запасными частями – хозяйство, район, область. Оперативное время восстановления работоспособности мобильных энергетических средств предусматривает обеспечение запасными частями с любого уровня системы.

Расчёты проводятся на основе электронной таблицы Excel персонального компьютера.

Методика формирования форм входной и выходной информации для разработки программно-алгоритмических средств для оценки продолжительности времени простоев сельскохозяйственной техники при устранении последствий отказов в хозяйстве разрабатывалась в соответствии с тематикой лаборатории «Технического сервиса машинно-тракторного парка» Сибирского института механизации и электрификации (СибИМЭ СФНЦА РАН) [1 – 4], требованиями и стандартами по «Информационным технологиям» и правилами, применяемыми к «Электронным таблицам» персональных компьютеров. Ниже приведены формы таблиц и информации в них.

Форма 1 - Лист 1 «Меню» (Табл. 1): наименование операций и переходы к ним: ввод и корректировка нормативно-справочной информации (НСИ), ввод оперативной информации, корректировка и выдача сведений по технической услуге: «Устранение последствий отказа», корректировка и выдача сведений по технической услуге: «Проведение операций технического обслуживания (ТО)», корректировки и выдача сведений по технической услуге: «Заявочное диагностирование», выдача сводной информации, вид технической услуги.

Таблица 1. Форма 1. Лист 1 «Меню»

№	Наименование операции	Переход
1	Ввод и корректировка НСИ	НСИ!A1
2	Ввод оперативной информации	Оперативная инф.!A1
3	Корректировка и выдача сведений по технической услуге: «Устранение последствий отказа»	Устранение отказа!A1
4	Корректировка и выдача сведений по технической услуге: «Проведение операций технического обслуживания (ТО)»	ТО!A1
5	Корректировки и выдача сведений по технической услуге: «Заявочное диагностирование»	Диагностика!A1
6	Выдача сводной информации	Сводная информация!A1
7	Вид технической услуги	Вид тех. услуги!A1

В формах 2 - 7 (Лист 2 – Лист 7) (Табл 2 - 7) представлены формы входной НСИ в виде листов электронной таблицы, которые формировались в ходе исследований по разработке и сбору исходной информации. Приведён пример расчёта для хозяйств Коченёвского района Новосибирской области (НСО). Входная информация: виды обслуживаемой техники, информация по хозяйствам НСО Коченёвского района, информация по транспортным средствам для перевозки запасной части (ЗЧ), НСИ по техническим центрам НСО, информация по районам, обслуживаемыми техническими центрами (ТЦ) открытым акционерным обществом (ОАО) Коченёвское, НСИ по зерноуборочным комбайнам.

Таблица 2. Форма 2. Лист 2 «Нормативно-справочная информация (НСИ)»

N	НСИ	Гиперссылка
1	Вид обслуживаемой техники	НСИ Вид тех!A1
2	Сельхозтоваропроизводители	Хозяйства!A1
3	Сервисные технические центры	Тех. центры!A1
4	Транспортные средства для доставки ЗЧ	Тран. ЗЧ!A1

Таблица 3. Форма 3. Лист 3 «НСИ видов техники»

Виды обслуживаемой техники			
Зерноуборочные комбайны		Тракторы	Другая техника
Марки техники и их агрегаты			
Нива - Эффект	Агрегаты комбайнов!A5	К-744Р	
Вектор – 410	Агрегаты комбайнов!A15	МТЗ-1221.5	
КЗС-1218 «Полесье»	Агрегаты комбайнов!A25		
John Deere	Агрегаты комбайнов!A35		

Таблица 4. Форма 4. Лист 4 «НСИ по хозяйствам»

Информация по хозяйствам Коченёвского района		
Шифр	Наименования хозяйства	Расстояния до ТЦ ОАО Коченёвское, км
3.3.2.	ЗАО «Раздольное»	29
3.3.3.	ООО «Агросиб»	3
3.3.4.	ФГУП «Кремлёвское»	25
3.3.5.	ОАО «Племзавод Чикский»	18
3.3.6.	ЗАО «Чистополье»	5

Таблица 5. Форма 5. Лист 5 «НСИ по транспорту»

Информация по транспортным средствам для перевозки запасной части (ЗЧ)				
Шифр	Марки транспортных средств для перевозки ЗЧ	Средняя скорость движения, км/ч	Расстояние, км	Доставка, ч
1	Автомобиль ГАЗ	20	5	0,25
2	Газель	30		

Таблица 6. Форма 6. Лист 6 «Информация по районам»

Районы, обслуживаемые ТЦ ОАО Коченёвское		
Шифр	Наименование района	Расстояния районного центра до ТЦ ОАО Коченёвское, км
3.1	Каргатский	160
3.2	Колыванский	60
3.3	Коченёвский	29,9
3.4	Новосибирский	57
3.5	Ордынский	160
3.6	Чулымский	105

Таблица 7. Форма 7. Лист 7 «НСИ по зерноуборочным комбайнам»

	Марки зерноуборочных комбайнов	Гиперссылка	Хоз. номер
1	Нива - Эффект	Агрегаты комбайнов!A5	1234
2	Вектор – 410	Агрегаты комбайнов!A15	1235
3	КЗС-1218 «Полесье»	Агрегаты комбайнов!A25	1236
4	Gohn Deere	Агрегаты комбайнов!A35	1237

Далее промежуточная Форма 8 - Лист 8 (Табл. 8) с расчётной информацией для двигателя комбайна.

Таблица 8. Форма 8. Лист 8 «Агрегаты комбайнов»

1. Нива-Эффект

№	Наименование агрегатов	Время на снятие, ч	Время на установку, ч	Продолжительность времени определения причины отказа (с проведением диагностики) и передачи заявки об отказе, ч	Продолжительность времени поиска и комплектования необходимой ЗЧ, ч	Продолжительность времени ожидания и комплектования транспорта для доставки ЗЧ, ч	Продолжительность времени доставки ЗЧ с СП до обслуживания техники, ч	Продолжительность времени оказания услуги (демонтаж, монтаж машины), ч
1	Двигатель	3,9	3,5	0,5	0,44	0,94	0,25	7,4

Выходные Формы 9 -10 (Листы 9 -10) (Табл. 9 – 10). с результатами расчёта «Основные параметры условий решения задачи»: «Оценка продолжительности времени удовлетворения заявки на услугу по техническому сервису для хозяйства и района».

Таблица 9. Форма 9. Лист 9 «Основные параметры условий решения задачи»

«Оценка продолжительности времени удовлетворения заявки на услугу по техническому сервису для хозяйства и района»

Область	Новосибирская
Район	Коченёвский
Сельхозтоваропроизводитель (СХП)	ЗАО «Чистополье»
Сервисное предприятие (СП),	ОАО Коченёвское
Технический центр (ТЦ)	
Вид обслуживаемой техники, марка	Нива - Эффект
Вид технического сервиса (устранение последствий отказа (УПО), ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО, заявочная диагностика)	УПО
ФИО механизатора	Петров
Марка транспортного средства доставки ЗЧ	Газель
Наименование отказавшего узла, агрегата, затребованной запасной части (ЗЧ)	Двигатель

Таблица 10. Форма 10. Лист 10 «Устранение последствий отказа»
Составляющие продолжительности времени удовлетворения заявки на услугу
Вид услуги – устранение последствий отказа

Наименование	Продолжительность времени	
	Расчётная, ч	Фактическая, ч
Продолжительность времени определения причины отказа (с проведением диагностики) и передачи заявки об отказе, ч	0,5	0,6
Продолжительность времени поиска и комплектования необходимой ЗЧ, ч	0,4	0,5
Продолжительность времени ожидания и комплектования транспорта для доставки ЗЧ, ч.	0,94	1,0
Продолжительность времени доставки ЗЧ с района до обслуживаемой техники, ч.	0,25	0,5
Продолжительность времени оказания услуги (демонтаж, монтаж машины), ч.	7,4	7,4
Общая продолжительность выполнения заявки по техническому сервису в хозяйстве, ч.	9,53	10

Результаты и обсуждение. Именно на сокращение времени простоев техники, которое зависит от оперативности её восстановления, в том числе, от продолжительности

времени устранения последствий отказов, направлены исследования. В свою очередь, оперативность устранения последствий отказов во многом зависит от того, насколько параметры различных уровней системы, в нашем случае это хозяйство-район-область, будут взаимоувязаны между собой, чтобы обеспечивалось непрерывное выполнение технологических процессов в агротехнические сроки. Определены средние показатели модельных сервисных технических кластеров для Новосибирской области на уровне района и хозяйства, которые составляют соответственно по площади 54000 га и 3800 гектаров пашни.

Получены данные по районам Новосибирской области (всего их 30) с учётом их специфики: объёма выполняемых работ, наличия техники по маркам и её возраста, классности и обеспеченности механизаторами и других факторов. Аналогично району определены коэффициенты перехода от модельного сервисного технического кластера хозяйства области к фактическим хозяйствам на примере Коченёвского района. Между коэффициентами на услуги технического сервиса прослеживается такая взаимосвязь: сумма коэффициентов по тракторам и по зерноуборочным комбайнам для хозяйств соответственно равна коэффициентам спроса на услуги районов, в которых находятся эти хозяйства. По тракторам это 1,368, а по зерноуборочным комбайнам – 1,561. Учёт коэффициентов спроса на услуги технического сервиса потребителями поможет формировать более качественно технические службы сервисных предприятий, улучшить снабжение запасными частями и в целом повысить оперативность устранения последствий отказов техники.

Выводы. С применением разработанных программно-алгоритмических средств рассчитана продолжительность времени простоев сельскохозяйственной техники при устранении последствий отказов в хозяйстве. Приведён расчёт контрольного примера, представленного в формах листов. Для зерноуборочных комбайнов Новосибирской области продолжительность времени простоев сельскохозяйственной техники при устранении последствий отказов в хозяйстве с уровня района составила в среднем 9,53 часа с погрешностью 2,3 %.

Список литературы

1. Немцев А. Е. Обеспечение работоспособности мобильной сельскохозяйственной техники на основе резервирования обменного фонда: авторефер. дис. д-ра техн. наук: 05.20.03 / А. Е. Немцев; Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. Ленина, Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. – Новосибирск, 1998. – 44 с.
2. Розенберг В. Я. Что такое теория массового обслуживания / В. Я. Розенберг, А. И. Прохоров. – М.: Советское радио, 1965. – 256 с.
3. Немцев А. Е. Оценка продолжительности времени простоев техники при устранении последствий отказов / А.Е. Немцев, И.В. Деменок; Сборник докладов XXIII Международной научно-технической конференции, Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, Федеральное агентство научных организаций под ред.: П. П. Казакевич. - Минск: Беларуская навука, 2020. – С. 335-340. - ISBN 978-985-08-2664-0:~Б.ц.
4. Вахрушев В.В. Метод оценки продолжительности выполнения технологического процесса в хозяйстве. / В.В. Вахрушев, А.Е. Немцев, И.В. Деменок, И.В. Коптева ; Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых учёных», СФНЦА РАН – Новосибирск, 2021. – С. 253 – 257.

ALGORITHMIC ASSESSMENT TOOLS DURATION OF DOWNTIME OF TECHNOLOGY WHEN REMOVING THE EFFECTS OF FAILURES

A.E. Nemtsev, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher,

I.V. Demenok, Candidate of Technical Sciences, Senior Scientist;
I.V. Kopteva, junior researcher; **V.V. Vakhrushev** Senior Researcher
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Russia, e-mail: sibime@sfsc.ru

Abstract. To assess the duration of downtime of agricultural machinery when eliminating the consequences of failures in the economy due to the complexity of calculations, software and algorithmic tools have been developed based on a spreadsheet of a personal computer. With the help of software and algorithmic tools, calculations were made of the duration of downtime of agricultural machinery when eliminating the consequences of failures in the economy through a generalized indicator - the duration of downtime of equipment when eliminating the consequences of its failures. On the example of grain harvesters in the Novosibirsk region, when performing a technological process, the duration of the downtime of agricultural machinery when eliminating the consequences of failures in the farm from the district level averaged 9.8 hours with an error of 2.3%.

Keywords: agriculture, technology, failure, downtime, software and algorithmic tools.

УДК 631.3, 62-6

СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БРОСОВОЙ ТЕПЛОТЫ ДВС

Фармагей В.В., аспирант, e-mail: vladimir.farmagey@mail.ru

Иванов Н.М., научный руководитель, чл.-корр. РАН, профессор,
руководитель СибИМЭ СФНЦА РАН,

Иванников А.Б., канд.техн.наук, ведущий научный сотрудник, e-mail:
alekc73@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук,
р.п. Краснообск, Россия

Аннотация. Обеспечение качества товарной сельскохозяйственной продукции при её транспортировке возможно за счёт обеспечения оптимальной температуры в грузовом отделении транспортного средства. Анализ используемых средств создания и поддержания необходимой температуры показал, что разработка подобных систем, использующих в качестве источника теплоты отработавшие газы ДВС, имеет хорошие перспективы и является актуальным направлением исследований. В статье предложен вариант системы поддержания заданной температуры в изотермическом фургоне, работающий на принципе использования теплоты отработавших газов ДВС.

Ключевые слова: теплота отработавших газов, изотермический фургон, система поддержания заданной температуры.

Анализ производства и реализации овощей и картофеля в Новосибирской области в 2020 году показывает, что большая часть перевозок осуществлялась в условиях температур окружающей среды (ОС) отличающихся от оптимальных для сохранности перевозимой сельскохозяйственной продукции. Так, реализация овощей открытого грунта в зимний период (с октября по март) составила 6473,2 тонны (валовый сбор – 28647,0 тонн, заложено на зимнее хранение – 13134,2 тонны), овощей закрытого грунта – 19467,1 тонны (валовый

сбор – 32445,2 тонны), картофеля – 9231,4 тонны (валовый сбор – 51449,3 тонны, заложено на зимнее хранение – 31116,6 тонны) [1]. При этом, для поддержания оптимальной температуры перевозки овощей и картофеля (6...8°C) в Новосибирской области в течение года необходимы изотермические фургоны, так как среднесуточная температура осенних, зимних и весенних месяцев ниже оптимальной температуры перевозок (учитывая заморозки весной и осенью).

Фургон изотермический из сэндвича панелей предназначен для перевозки грузов, требующих не только защиты от внешней среды, но и поддержания специальных температурных условий транспортировки. По мировой классификации различают три класса изотермических фургонов:

- FRC – фургоны, предназначенные для перевозки грузов при температурных режимах от 0 до 12 °С. Коэффициент теплопроводности таких фургонов не должен превышать 0,7 Вт/м°C;
- FRB – фургоны, предназначенные для перевозки грузов при температурных режимах от минус 10 до плюс 12 °С. Коэффициент теплопроводности таких фургонов не должен превышать 0,55 Вт/м°C;
- FRA – фургоны, предназначенные для перевозки грузов при температурных режимах от минус 20 до плюс 12 °С. Коэффициент теплопроводности таких фургонов не должен превышать 0,4 Вт/м°C.

Фургон из сэндвича панелей с толщиной утеплителя 50 мм будет иметь коэффициент теплопроводности около 0,7 Вт/м°C; с толщиной утеплителя 70 мм – около 0,5 Вт/м°C; с толщиной утеплителя 80 мм – около 0,4 Вт/м°C.

Различают два варианта исполнения изотермических фургонов:

- заливной – в качестве утеплителя в панелях выступает пенополиуритан (ППУ);
- клееный – в качестве утеплителя в панелях выступает экструдированный пенополистирол (ЭППС, ППС, экструдер).

Все изотермические фургоны имеют следующую конструкцию:

- подрамник из конструкционной стали (два продольных лонжерона и несколько поперечных: могут быть оцинкованы, окрашенными и не окрашенными в бюджетных моделях);
- боковые стенки, крышу и задние распашные ворота;
- пол фургона, как правило, выполнен из транспортной фанеры.

Коэффициент теплопередачи для любого фургона не трудно сосчитать, зная тип и толщину теплоизолирующего материала, применённого для изготовления фургона. Для расчета следует применить формулу:

$$K = \frac{\lambda}{d}, \quad (1)$$

где K – коэффициент теплопередачи, Вт/м²°С;

λ – коэффициент теплопроводности теплоизолятора, Вт/м°C;

d – толщина теплоизолятора, м.

Значение λ можно узнать у производителей теплоизолятора или из справочной литературы. К примеру, коэффициент теплопроводности для пенопласта ПСБ-35 равен 0,04 Вт/м°C, для пенополиуретана ППУ-40 равен 0,035 Вт/м°C.

Существуют материалы, которые, по данным изготовителя, имеют λ равный 0,028 Вт/м°C (например, теплекс). Для сравнения, коэффициент теплопроводности воздуха при 20°C равен 0,022 Вт/м°C, коэффициент теплопроводности свежеснежавшего снега равен 0,08 Вт/м°C, сухая фанера имеет коэффициент теплопроводности 0,2 Вт/м°C, влажная – до 0,5 и выше.

Коэффициент теплопередачи для фургона, который имеет теплоизолятор из ПСБ-35 толщиной 100 мм, (т.е. 0,1 м) по формуле (1) равен 0,4 Вт/м²°C. Согласно полученному коэффициенту теплопередачи мы имеем фургон повышенной изотермичности с коэффициентом теплопередачи равным 0,4. На самом деле все очень сильно зависит от конструкции и технологии изготовления фургона. Реальный фургон всегда имеет одну или несколько дверей. По периметру дверей степень теплоизоляции всегда хуже, чем у сплошной стенки фургона. Ухудшенная теплоизоляция наблюдается на стыках боковых стен, пола и потолка, на стыках отдельных пластин теплоизолятора внутри стен [2]. Таким образом, расчет коэффициента теплопередачи не в полной мере отражает всю картину теплообмена фургона с окружающей средой.

В настоящее время для перевозки товарной сельскохозяйственной продукции в основном используются автомобили-рефрижераторы, оборудованные изотермическим фургоном с холодильно-отопительной установкой (ХОУ). Данные автомобили, наряду с неоспоримыми преимуществами, имеют и недостатки. В первую очередь это высокая стоимость оборудования изотермического фургона ХОУ. К примеру, в г. Новосибирск оборудование автомобиля холодильно-отопительной установкой НТ-230 mini в фирме «АвтоСпецЦентр» стоит от 152 000 рублей по состоянию на 1.08.2021 г. [3] Во вторую очередь, с учетом климатической зоны Новосибирской области, можно отметить то, что такие установки большую часть времени работают в режиме подогрева воздуха в фургоне. В-третьих, такие автомобили требуют дополнительных затрат на обслуживание рефрижераторной установки.

Решить указанные недостатки можно за счет оборудования изотермического фургона системой, использующей для обеспечения заданной температуры теплоту отработавших газов (рис. 1).

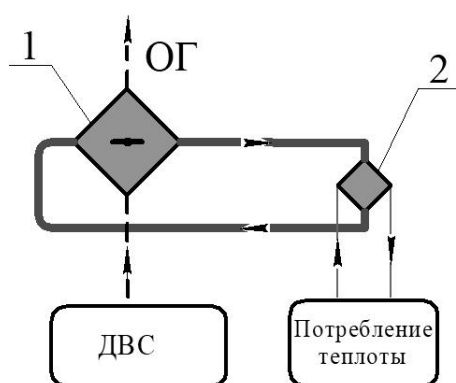


Рис. 1. Принципиальная схема системы поддержания заданной температуры в изотермическом фургоне

Техническое решение предлагаемой системы может включать следующие элементы: блок рекуперации теплоты отработавших газов (1) и блок поддержания заданной температуры в изотермическом фургоне (2).

Система может работать в двух режимах: рабочий и холостой. Функционирование рабочего режима происходит следующим образом. После запуска двигателя машины, отработавшие газы нагревают жидкий теплоноситель в блоке рекуперации и выбрасываются в атмосферу. Горячий теплоноситель подаётся в блок поддержания заданной температуры и нагревает воздух, подаваемый в изотермический фургон. Нагретый воздух равномерно распределяется по фургону, поддерживая заданную температуру.

При достижении максимального значения заданной температуры воздуха внутри фургон, система терморегуляции прекращает подачу теплого воздуха в фургон. При снижении температуры воздуха в фургоне до минимально заданного значения, система терморегуляции возобновляет подачу теплого воздуха в фургон. Таким образом, в изотермическом фургоне постоянно поддерживается заданная температура, без участия водителя машины.

На холостом режиме работы отработавшие газы выбрасываются через выхлопную систему машины напрямую в атмосферу, минуя блок рекуперации теплоты. Подвод теплоты в изотермический фургон не осуществляется. Холостой режим работы характерен для перевозок товарной сельскохозяйственной продукции в летний период эксплуатации машины.

Таким образом, при применении предлагаемой системы, возможно достичь снижения себестоимости перевозки товарной сельскохозяйственной продукции до конечного потребителя, а также снизить эксплуатационные затраты и повысить коэффициент использования теплоты, выделившейся при сгорании топлива в ДВС.

Список литературы

1. Годовой агрономический отчёт Министерства сельского хозяйства Новосибирской области за 2020 год.
2. ООО «Тепломер» // [http:// teplomer-nn.ru](http://teplomer-nn.ru) (дата обращения: 20.08.2021).
3. Подбор рефрижератора // <http://specauto-nsk.ru/product/ht-230-mini> (дата обращения: 07.06.2021).

**A MEANS OF PROVIDING A SET TEMPERATURE
USING THE WASTE HEAT OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE**
Farmagei V.V. graduate student, **Ivanov N.M.** scientific supervisor, Corresponding
Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, **Ivannikov A.B.** Candidate
of Technical Sciences, leading researcher
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy
of Sciences, Novosibirsk, Russia, e-mail: vladimir.farmagey@mail.ru

Abstract. Ensuring the quality of commercial agricultural products during its transportation is possible by ensuring the optimal temperature in the cargo compartment of the vehicle. The analysis of the means used to create and maintain the required temperature showed

that the development of such systems using exhaust gases of the internal combustion engine as a heat source has good prospects and is an urgent research area. The article proposes a variant of the system for maintaining a set temperature in an isothermal van, operating on the principle of using the heat of the exhaust gases of the internal combustion engine.

Keywords: *exhaust gas heat, isothermal van, set temperature maintenance system.*

СЕКЦИЯ 3. Энергетика, энерго-и ресурсосбережение в АПК Сибири

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ Бадмаев Ю.Ц.

Старший преподаватель ФГОУ ВО «Бурятская государственная
сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», г. Улан-Удэ, Россия

E-mail: m_el80@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ тепловых потоков и тепловой баланс биогазовой установки (БГУ) с анаэробным биофильтром (АБ) при переработке навозных стоков свиноферм. Даны схемы размещения поверхностей теплообмена и распределения температуры в цилиндрической оболочке метантенка и эффективность применения АБ в БГУ при производстве биогаза. По итогам полученных теоретических исследований тепловых характеристик предлагается энергетическая модель биогазовой установки с биофильтром.

Ключевые слова: Биогазовая установка (БГУ), анаэробный биофильтр (АБ), тепловые потоки и тепловой баланс БГУ, энергосодержание биофильтра, товарность биогаза, энергетическая модель.

Для оценки энергетической эффективности работы биогазовой установки (БГУ) на животноводческих предприятиях проведен анализ тепловых потоков при сбраживании навозных стоков, который представлен в виде следующей схемы (рис. 1):

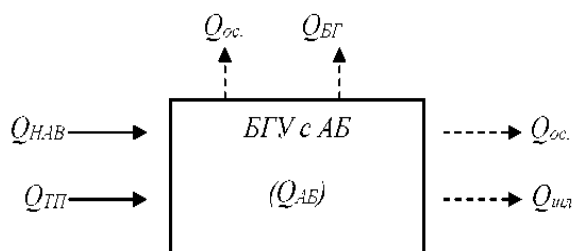


Рис. 1– Схема тепловых потоков биогазовой установки (БГУ) с анаэробным биофильтром (АБ)

Входную часть теплового баланса БГУ составляют количество энергии, заключенной в исходном навозном стоке $Q_{НАВ}$, энергия технологического процесса метанообразования $Q_{ТП}$ и энергия активной биомассы накопленной в анаэробном биофильтре Q_{AB} , а выходная часть суммируется потерями энергии в окружающую среду через ограждающие поверхности метантенка $Q_{OC.}$, энергиями образующегося биогаза $Q_{БГ}$ и сброженного шлама $Q_{шл.}$. Таким образом, уравнение теплового баланса для установившегося температурного режима технологического процесса метаногенерации навоза в БГУ запишется в следующем виде [1, 2]:

$$Q_{НАВ} + Q_{ТП} + Q_{AB} = Q_{OC.} + Q_{БГ} + Q_{шл.} \quad (1)$$

Количество энергии $Q_{НАВ}$ (МДж/сут), заключенной в исходном навозе, подвергнутому анаэробному сбраживанию зависит от массы загрузки исходного сырья в метантенк, его теплоемкости, температуры окружающей среды. Исходя из этого $Q_{НАВ}$ определяем по следующей формуле:

$$Q_{НАВ} = G_H \times C_H (T_{ИН} - T_{OC.}), \quad (2)$$

где G_H (кг/сут) - суточная масса навозного стока, подлежащая нагреву; C_H (МДж./кг·К) – удельная теплоемкость навозных стоков; $T_{ИН}$ (К) - исходная температура нагрева навозного стока и $T_{OC.}$ (К) - потери температуры в окружающую среду.

Количество энергии $Q_{ТП}$ (МДж/сут), необходимое для технологического процесса сбраживаемого навозного стока в метантенке, т.е. поддержание температурного режима метанообразования находим из выражения:

$$Q_{ТП} = \frac{V_H \times C_H \times \rho_H \times (T_{ТП} - T_{ИИ})}{\eta}, \quad (3)$$

где $V_H(\text{м}^3/\text{сут})$ – суточный объем навозного стока подлежащей нагреву; $\rho_H(\text{кг}/\text{м}^3)$ – плотность навозного стока; $T_{ТП}(\text{К})$ – температура технологического процесса; $T_{ИИ}(\text{К})$ – исходная температура навозного стока; $\eta(\%)$ – КПД установки для контактного нагрева.

Одной из основных характеристик, определяющая эффективность работы БГУ и товарность получаемого биогаза является энергосодержание анаэробного биофильтра $Q_{АБ}$ (МДж/м³), зависящая от количества активной биомассы $X_{бм}(\text{кг}/\text{м}^3)$, закрепленных на поверхностях носителей биофильтра и их удельной теплоемкости $C_{бм}(\text{МДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}))$, температур технологического процесса сбраживания $T_{Т.П.}$ и окружающей среды $T_{ОС.}(\text{К})$ [3].

Энергосодержание анаэробного биофильтра определяем следующим образом:

$$Q_{А.Б.} = X_{бм} \times C_{бм} \times (T_{ТП} - T_{ОС}), \quad (4)$$

где $X_{бм}(\text{кг}/\text{м}^3)$ – масса анаэробных бактерий, накопленной в биофильтре, $C_{бм}(\text{МДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К}))$ – теплоемкость бактерий.

Потери энергии $Q_{БГ}$ (МДж/сут), связанные с выделением биологического газа из метантенка, зависят от суточного объема $V_{б}(\text{м}^3/\text{сут})$ выделившегося биогаза и находим по следующей формуле [4]:

$$Q_{БГ} = V_{б} \times C_{б} \times (T_{ТП} - T_{ОС}), \quad (5)$$

где $C_{б}(\text{МДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К}))$ – теплоемкость биогаза.

Суточные потери энергии $Q_{ШЛ}$ (МДж/сут), связанные с количеством выгруженного из метантенка сброженного шлама находим по следующей формуле:

$$Q_{ШЛ} = G_{ШЛ} \times C_{ШЛ} (T_{ТП} - T_{ОС}), \quad (6)$$

где $G_{ШЛ}(\text{кг}/\text{сут})$ – масса выгружаемого шлама из метантенка; $C_{ШЛ}(\text{МДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}))$ – удельная теплоемкость шлама.

Для нормального протекания технологического процесса сбраживания органического сырья в большей мере влияют теплотери $Q_{ОС}$ через непрозрачные ограждающие поверхности метантенка в окружающую среду, которые зависят от ряда факторов. В связи с этим запишем следующую функциональную зависимость:

$$Q_{ОС} = f(F_m, \delta_{из}, \lambda_{из}, T_{ТП}, T_{ОС}, k, \tau), \quad (7)$$

где $F_m(\text{м}^2)$ – поверхность теплообмена метантенка; $\delta_{из}(\text{м})$ – толщина теплоизоляционного материала; $\lambda_{из}[\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции; $k[\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$ – коэффициент теплопередачи, определяющий среднюю скорость передачи тепла вдоль всей поверхности теплообмена; $\tau(\text{сут})$ – время технологического процесса.

При определении поверхности теплообмена метантенка $F_m(\text{м}^2)$ была принята цилиндрическая емкость с высотой $h(\text{м})$, равной диаметру $d(\text{м})$, а верх и низ, представляющие собой коническую форму с длиной уклона $L(\text{м})$. Отсюда следует, что F_m складывается из боковой поверхности цилиндра $F_{ц}$ и двух поверхностей (верх и дно) конуса $2F_K$ (рис. 2).

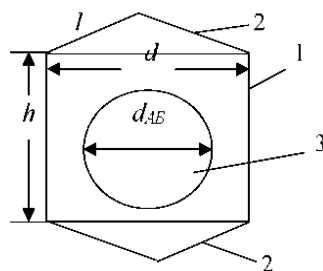


Рис.2 - Схема размещения поверхностей теплообмена метантенка F_M и анаэробного биофильтра F_{AB} : 1- цилиндр с диаметром d и высотой h ; 2 - конус с диаметром d и поверхностью наклона l ; 3 – шар (биофильтр) с диаметром d_{AB} .

Общую поверхность теплообмена метантенка F_M находим из следующего выражения:

$$F_M = F_{\text{ц}} + 2F_{\text{к}} = \pi d(h + l) = \pi d^2 + \pi dl, \quad \text{при } d = h \quad (8)$$

Во всех случаях поверхность теплообмена выражена через диаметр d , который зависит от объема метантенка V_M :

$$d = \sqrt[3]{2,4V_M / \pi} \quad (9)$$

На теплообменные поверхности с целью уменьшения тепловых потерь Q_{OC} часто накладывается тепловая изоляция из материалов с низким значением теплопроводности λ (асбест, минеральная вата, пенопласт, войлок и т.д.). Из литературных источников следует, что материал считается теплоизоляционным, если его теплопроводность меньше $0,2 \dots 0,25 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$. Наложение теплоизоляции на цилиндрическую поверхность имеет свою особенность, т.е. при увеличении толщины изоляции тепловой поток в одних случаях может уменьшаться, а в других - увеличиваться, т.е. при $d_{из} < d_{кр}$ увеличение толщины изоляции $\delta_{из}$ приводит к увеличению теплопотерь, а при $d_{из} > d_{кр}$ - к их уменьшению. Критический диаметр изоляции находим из следующего выражения [1, 5]:

$$d_{кр} = \frac{2\lambda_{из}}{\alpha_2} \quad (10)$$

где $\alpha_2(\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К})$ – коэффициент теплообмена от стенки теплоизоляции к холодному теплоносителю.

В наших исследованиях приняли метантенк как вертикальный цилиндрический сосуд, состоящий из двух разнородных слоев – на основном стальном корпусе с внешней стороны наложен теплоизоляционный слой (рис. 3)

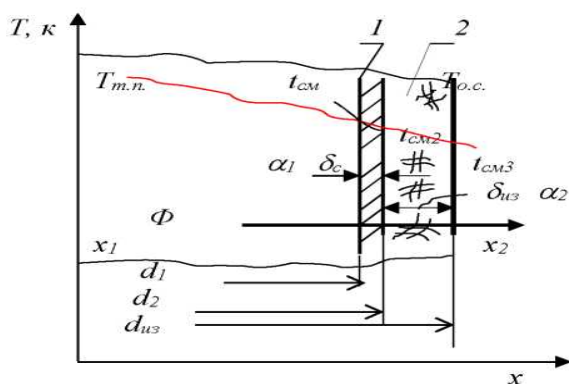


Рис. 3 - Схема распределения температуры в цилиндрической оболочке при $\Phi = \text{const}$:

1 – стенки метантенка, 2 – теплоизоляция; $\delta_c, \delta_{из}$ – толщина стенки и изоляции, м; $T_{т.п.}$ – температура технолог-го процесса, К; $T_{о.с.}$ – температура окружающей среды, К; α_1 – коэффициент теплоотдачи со стороны сбраживаемой среды, $\text{МДж/(м}^2 \cdot \text{К)}$; α_2 – коэффициент теплоотдачи со стороны окружающей среды, $\text{МДж/(м}^2 \cdot \text{К)}$; λ_1, λ_2 – коэффициент теплопроводности, $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Тепловые потери метантенка, помимо степени теплоизоляции и теплоотдающей поверхности, в большей мере зависят от температуры, требуемой для нормального протекания процесса. Общая кинетическая зависимость для процессов теплоотдачи, выражающая связь между тепловым потоком в окружающую среду Q_{oc} и поверхности теплообмена метантенка F_M , представляет собой основное уравнение теплопередачи [4]:

$$Q_{OC} = k \times F_M \times \Delta T_{cp} \times \tau, \quad (11)$$

где $k[Bm/(m^2 \cdot K)]$ – коэффициент теплопередачи, определяющий среднюю скорость передачи тепла вдоль всей поверхности теплообмена; $F_M(m^2)$ – площадь теплоотдающей поверхности метантенка; $\Delta T_{cp}(K)$ – средняя разность температур между сбраживаемым субстратом и стенкой метантенка; $\tau(сум)$ – время работы метантенка.

Коэффициент теплопередачи находим из выражения:

$$k = q / \Delta T, \quad (12)$$

где $q(МДж/м^2)$ – расчетная величина удельной тепловой нагрузки; $\Delta T(K)$ – средняя разность температур между сбраживаемым субстратом и стенкой метантенка.

Полный температурный напор (рис.3) проходящий через двухслойную цилиндрическую стенку вычисляем по следующей формуле:

$$T_{III} - T_{OC} = \frac{q_1}{\tau} \left(\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_2} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_3} \right) \quad (13)$$

и значение линейной плотности теплового потока:

$$q_1 = \frac{Q_{OC}}{1} = \frac{\pi(T_{III} - T_{OC})}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_3}} \quad (14)$$

Линейный коэффициент теплопередачи для 2^х слойной стенки:

$$\kappa_L = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_3}} \quad (15)$$

$$q_1 = \frac{Q_{OC}}{1} = \pi(T_{T.П.} - T_{O.C.}) \cdot \kappa_L, \quad (16)$$

$$\text{Отсюда} \quad Q_{OC} = 1\pi(T_{III} - T_{OC}) \cdot \kappa_L \quad (17)$$

Удельную тепловую нагрузку $q_1(МДж/м^2)$ со стороны сбраживаемой среды на внутреннюю стенку метантенка находим из следующего выражения:

$$q_1 = \alpha_1(T_{III} - t_{cm1}), \quad (18)$$

где $\alpha_1(МДж/м^2 \cdot K)$ – коэффициент теплоотдачи; $t_{cm1}(K)$ – температура стенка со стороны среды сбраживания.

По величине термического сопротивления стенки различают температуру стенки с другой ее стороны по формуле:

$$t_{cm2} = t_{cm1} - q_1 \delta_{cm} / \lambda_1, \quad (19)$$

где $t_{cm2}(K)$ – температуры в месте соприкосновения разнородных цилиндрических слоев; $\lambda(Bm/(m^2 \cdot K))$ – коэффициент теплопроводности стенки метантенка.

Удельную тепловую нагрузку $q_2(МДж/м^2)$ со стороны окружающей среды:

$$q_2 = \alpha_2(t_{cm2} - T_{OC}) \quad (20)$$

При достижении равенства $q_1 \approx q_2$ с достаточной точностью определяется расчетная величина удельной тепловой нагрузки q .

Температуры стенок $t_{cm,1}$, $t_{cm,2}$ и $t_{cm,3}$ определяем из следующего выражения:

$$\left. \begin{aligned} t_{cm,1} &= T_{ТП} - \frac{q_1}{\pi} \cdot \frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} \\ t_{cm,2} &= T_{ТП} - \frac{q_1}{\pi} \left[\left(\frac{1}{\alpha \cdot d_1} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} \right) \right] \\ t_{cm,3} &= T_{ТП} + \frac{q_1}{\pi} \cdot \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_3} \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Коэффициент α_1 характеризует интенсивность переноса энергии между поверхностью тела, и определяем по формуле:

$$\alpha_1 = 0,075 \left[1 + 10 \left(\frac{\rho_{\delta}}{\rho_C - \rho_{\delta}} \right)^{2/3} \right] \cdot \left(\frac{\lambda_{cy\delta}^2}{\nu_{cy\delta} \cdot \delta_{cy\delta} \cdot T_S} \right)^{1/3} \cdot q^{2/3}, \quad (22)$$

где $\rho_c(\text{кг/м}^3)$ – плотность субстрата; $\rho_{\delta}(\text{кг/м}^3)$ – плотность биогаза; $\lambda_{cy\delta}(\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К})$ – коэффициент теплопроводности; $\nu_{cy\delta}(\text{нс/м}^2)$ – кинетическая вязкость; $\delta_{cy\delta}(\text{н/м}^2)$ – поверхность натяжения; $T_S(\text{К})$ – температура насыщения.

Эффективность получения биогаза возможно лишь в том случае, когда суммарная энергия полученного биогаза значительно будет превышать расходы на его производство, т.е. должно выполняться условие получения товарной энергии Q_{VT} (МДж/м^3), которое в общем виде может быть представлена как:

$$Q_{VT} - \frac{Q_{ТП} - Q_{AB}}{\lambda} \geq 0, \quad (23)$$

где $Q_{ТП}(\text{МДж/м}^3)$ – расход энергии на технологический процесс; $Q_{AB}(\text{МДж/м}^3)$ – энергосодержание анаэробного биофильтра; $\lambda(\text{МДж/м}^3)$ – теплотворная способность биогаза.

По результатам аналитического расчета и расчетной схемы теплового баланса метантенка с анаэробным биофильтром разработана энергетическая модель биогазовой установки для переработки навозных стоков:

$$\left. \begin{aligned} Q_{HAB} &= G_H \times C_H \times (T_{ИН} - T_{OC}) \\ Q_{ТП} &= \frac{V_H \times C_H \times \rho_H \times (T_{ТП} - T_{ИН})}{\eta} \\ Q_{AB} &= X_{\delta M} \times C_{\delta M} \times (T_{ТП} - T_{OC}) \\ Q_{OC} &= \frac{k \times F_M \times \lambda_{ИЗ} \times (T_{ТП} - T_{OC})}{\delta_{ИЗ} \times \tau_{ц}} \\ Q_{БГ} &= V_{\delta} \times C_{\delta} \times (T_{ТП} - T_{OC}) \\ Q_{ИЛ} &= G_{ИЛ} \times C_{ИЛ} \times (T_{ТП} - T_{OC}) \end{aligned} \right\}, \quad (24)$$

где $G_H(\text{кг/сут})$ – суточная масса навозного стока, подлежащая нагреву; $C_H(\text{МДж/кг} \cdot \text{К})$ – удельная теплоемкость навозных стоков; $T_{ТП}(\text{К})$ – температура технологического процесса, $T_{ИН}(\text{К})$ – исходная температура нагрева навозного стока и $T_{OC}(\text{К})$ – потери температуры в окружающую среду; $V_H(\text{м}^3/\text{сут})$ – суточный объем навозного стока подлежащей нагреву; $\eta(\%)$ – КПД установки для контактного нагрева; $X_{\delta M}(\text{кг/м}^3)$ – количество активной биомассы, закреплённой на носителях биофильтра; $F_M(\text{м}^2)$ – площадь теплообмена метантенка; $\delta_{ИЗ}(\text{м})$ – толщина теплоизоляции метантенка; $\lambda_{ИЗ}(\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К})$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции; $k(\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К})$ – коэффициент теплопередачи; $V_{\delta}(\text{м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{сут})$ – суточный объём образования биогаза; $C_{\delta}(\text{МДж/м}^3 \cdot \text{К})$ – теплоемкость

биогаза; $G_{шл}$ (кг/сут) – масса выгруженного сброженного шлама; $C_{шл}(МДж/кг \cdot K)$ – удельная теплоёмкость шлама.

Вывод: Разработанная энергетическая модель биогазовой установки позволяет определять эффективность производства биогаза на свинофермах и его товарности для производственных нужд, которая зависит от эффективности применения биофильтра в метантенке при переработке навозных стоков.

Список литературы

- 1.Алексеев Г.Н. Общая теплотехника: Учеб. пособие./ Г.Н. Алексеев – М.: Высшая школа, 1980. – 552 с., ил.
- 2.Бадмаев Ю.Ц. Технологии переработки навоза и навозных стоков и методы их совершенствования/ Ю.Ц.Бадмаев, Ю.А.Сергеев // Сб. трудов Восточно-Сибирского государственного университета технологии и управления. Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, - 2017. - № 13.С. 27-30.
- 3.Бадмаев Ю.Ц. Динамическая модель интенсификации процесса переработки навозных стоков в метантенке с анаэробным биофильтром [Текст] / Ю.Ц. Бадмаев, Ю.А. Сергеев // Вестник ВСГУТУ.- 2017.-№ 3(66).- С. 55-62.
- 4.Дурдыбаев С.Д. Опыт производства и использования биогаза / Энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 2-ой международной научно-практической конференции (3-5 октября 2000 года, Москва – ВИАЭСХ). К 70-летию ВИАЭСХ, часть 2./С.Д. Дурдыбаев, Я. Йонаш – М.: ВИАЭСХ, 2000. – 544 с.
- 5.Панин В.И. Справочник по теплотехнике в сельск. хоз-ве. / В.И. Панин – М.: Россельхозиздат, 1979. – 333 с.

ENERGY MODEL OF BIOGAS

YU.TS. BADMAEV

*Senior teacher of FGOU in the Buryat State Agricultural Academy. V.R. Filippova,
Ulan-Ude, Russia*

E-mail: m_el80@mail.ru

Annotation. *The article presents the analysis of heat fluxes and the thermal balance of biogas installation (BSU) with an anaerobic biofilter (AB) when processing dunglash, pig farms. There are schemes for placing the surfaces of heat exchange and temperature distribution in the cylindrical shell of the methylenka and the effectiveness of the use of AB in BSU in the production of biogas. According to the results of the resulting theoretical studies of thermal characteristics, the energy model of the biogas plant with a biofilter is proposed.*

Keywords: *biogas installation (BSU), anaerobic biofilter (AB), heat flow and thermal balance BSU, bio filter energy content, biogas marketability, energy model.*

УДК 621.311

ПОЛУЧЕНИЕ БИОГАЗА И СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕ ИСХОДНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ УТИЛИЗАЦИИ РАЗНООТРАСЛЕВЫХ ОТХОДОВ

Баранова М.П., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ», Красноярск, Россия,
marina60@mail.ru

Мурко В.И. д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, Россия

Аннотация: *Рассмотрен процесс получения однородных и стабильных смесей разноотраслевых отходов, которые используются как основа в процессе анаэробного*

сбраживания в метантенках в технологических процессах получения биогаза. Показано, что численное моделирование методами вычислительной гидродинамики, определение гидродинамической обстановки в метантенке приведет к решению вопросов эффективного энергоснабжения

Ключевые слова: *разноотраслевые отходы, биогаз, кавитация, гидродинамика.*

В последние годы в России, в странах СНГ и дальнего зарубежья возрос интерес к использованию в малой и средней энергетике нетрадиционных топлив – отходов углеобогащения, древесных отходов, отходов сельскохозяйственного производства, иловых осадков и др. Экологические ограничения требуют разработки и внедрения экологически чистых технологий, обеспечивающих высокую полноту использования топлива при максимально низкой вредной нагрузке на окружающую среду. В этой связи актуальными являются теоретические, лабораторные и опытно-промышленные исследования для создания конкурентоспособных экологически чистых технологий переработки и утилизации отходов, которые представляет собой композиционную дисперсную систему, состоящую из твердой фазы в виде мелкодисперсных частиц и жидкой среды (вода, спирты, углеводороды и продукты переработки). За последние десятилетия во многих странах мира проведено большое количество работ по улучшению процесса получения биогаза и его использованию в энергетике. Наивысший уровень развития биогазовых технологий достигнут в Китае, Германии. На данный момент, например, в Китае на более чем 15 заводах производится свыше 20 млн. м³ экологически чистого топлива. При этом развитие таких технологий повышает энергетическую безопасность для многих стран. Учитывая постоянный рост тарифов в сфере ЖКХ, отсутствие во многих сельских районах, в частности, Красноярского края центрального газоснабжения, недостаточную пропускную способность и ветхость электрических сетей, постоянный рост стоимости природного газа, электрической и тепловой энергии, было бы разумным использовать для получения тепловой и электрической энергии отходы сельского хозяйства. Успех внедрения биогазовых технологий как альтернативных источников энергии и удобрения во многом зависит от их расчетных и ожидаемых показателей эффективности. Значимость развития биогазовой отрасли обусловлена следующими обстоятельствами:

- увеличением доли энергетической составляющей в себестоимости сельхозпродукции;
- ростом электроемкости сельского хозяйства, затрат на топливо и энергию;
- наличием неиспользуемых сырьевых ресурсов (навоза, помета, растительных отходов и т. д.) для производства биогаза и перспективами его использования;
- негативным влиянием отходов животноводства и птицеводства на экологическую обстановку;
- сокращением количества применяемых минеральных и химических удобрений из-за их высокой стоимости.

Сегодня, несмотря на достаточно благоприятную почву, в России действующих биогазовых электростанций считанные единицы, хотя среди них уже есть успешно работающие [1-5]. Следует отметить, что в настоящее время, анализ литературных данных информационных баз данных Elibrary и Scopus показывает сниженный интерес российских исследователей к фундаментальным процессам биогазовых технологий.

В настоящее время в качестве исходного сырья, как правило, используют какой-то один вид отходов. В то же время, биогазовые установки, особенно малой производительности, должны быть ориентированы на утилизацию разноотраслевых отходов. При этом необходимо выполнить анализ технологий производства биогаза и органических удобрений из отходов разного состава, дать оценку состава твердой фракции после его переработки в биогазовой установке. При осуществлении технологии надо обосновать основные принципы и условия адаптации комплексной технологии производства биогаза и органических удобрений из разноотраслевых отходов к зональным природным условиям АПК Красноярского края. Для решения данной проблемы необходимо изучить механизм

механо-химической деструкции разных по размеру и прочности частиц. Установить закономерности протекания гидродинамических процессов, выполнить инвентаризацию сельскохозяйственных отходов на территории Красноярского края, разработать предложения по утилизации разноотраслевых отходов с использованием биогазовой установки (БГУ), исследовать области применения БГУ с различной производительностью, применительно к нуждам потребителей, и обосновать экономическую эффективность интенсивной технологии анаэробной переработки отходов [1-5].

Цель работы состояла в обосновании научно-технологических основ технологии глубокой переработки смеси разноотраслевых отходов, всех углеводородных отходов в сельском хозяйстве путем воздействия экстремальных механохимических и физических воздействий (гидродинамическая кавитация).

При проектировании БГУ выбирают объем реактора на основе ожидаемого выхода биогаза. В известных методиках не учитывается то, что один и тот же объем реактора можно получить при разных соотношениях его параметров. Возникает предположение, что возможно существование взаимосвязи между характеристиками получаемого биогаза с конструктивно-технологическими и режимными параметрами БГУ, что отразится на оптимальном выборе последних. Современные биоэнергетические установки состоят из следующих основных систем:

- 1) система подготовки и подачи сырья в метантенк (биореактор);
- 2) метантенк с системой поддержания постоянной температуры и другими комплектующими устройствами;
- 3) система хранения и использования биогаза;
- 4) система выгрузки и транспортировки сброженного шлама [5].

В случае использования в качестве исходного материала разноотраслевых отходов (растительных отходов, шелухи, навоза, отходы пищевых производств и переработки и др.) имеет место вопрос механохимической деструкции таких материалов с получением однородных сред для последующего анаэробного сбраживания. Рационально использовать для этих целей кавитационные установки, что позволило бы эффективно гомогенизировать исходную смесь и осуществлять перемешивание. Вопрос является актуальным потому что все такие отходы обладают разной твердостью и соответственно требуют определенного подхода при измельчении. По сути мы имеем дело с бинарной системой, в которой твердой фазой являются разноотраслевые отходы, а несущей средой водные растворы органических соединений. Размер частиц смеси приведет к изменению кинетики выделения газовой фазы, и как следствие, количеству биогаза. Этот фактор также может привести к изменению состава твердой фазы (органического удобрения).

Понимая влияние гранулометрического распределения твердой фазы исходной смеси на вышеуказанные процессы, необходимо провести численные исследования и разработать систему базовых уравнений для получения математической модели процесса, что даст возможность перевести этот процесс в цифровые технологии. Ключевая задача состоит в обосновании научно-технологических основ технологии глубокой переработки смеси разноотраслевых отходов, всех углеводородных отходов в сельском хозяйстве путем воздействия экстремальных механохимических и физических воздействий (гидродинамическая кавитация) [6-10].

Использование гидродинамических и теплофизических эффектов кавитации (кавитационной нанотехнологии) способствует механотермолизу структуры воды на молекулярном уровне с появлением свободных водородных связей, диспергации и гомогенизации с образованием устойчивых эмульсий, суспензий и смесей, в конечном итоге имеющим перспективу для усовершенствования и интенсификации технологических процессов в различных отраслях производства, основанных на интенсивной обработке полидисперсных систем. Вследствие чрезвычайной сложности физических процессов, происходящих при механохимическом воздействии и кавитации, механизм действия последней трудно поддается теоретическому исследованию. Важную роль здесь играет

эксперимент. Полное моделирование кавитационных течений осуществить практически невозможно. Поэтому большое значение имеют исследования масштабного эффекта при кавитации. Круг проблем, относящихся к созданию стабильных и текучих двухфазных сред, чрезвычайно обширен и включает исследования течения таких систем, как «жидкость – жидкость», «жидкость – твердое тело», «жидкость – газ». Необходимы фундаментальные знания особенностей распространения возмущений в двухфазных средах (например, парогазожидкостных потоках) при различных режимах течения с целью анализа безопасности или эффективности соответствующих систем. Представляют интерес процессы возбуждения кавитации импульсами отрицательного давления и распространения этих импульсов в газожидкостной гетерогенной среде. Решение задач и обозначенных проблем необходимо решать комплексно, используя теоретические (математическое моделирование и численное исследование) и экспериментальные (модельные и натурные) методы.

Значимым элементом вычислительных технологий являются системы с распределенными параметрами, которыми могут быть СК-аппараты и их системы и которые функционируют в условиях управления, в том числе оптимального. Распределенность параметров процесса требует особых подходов при синтезе систем контроля и управления. В частности, для таких систем естественным образом необходимо применять распределенный контроль и распределенное управление. Технологическое применение эффектов кавитации, а также описание оборудования для кавитационной обработки многокомпонентных гетерофазных сред отражено в работах в которых отмечается зависимость эффективности и качества обработки водных суспензий от целого ряда гидродинамических и теплофизических параметров. Любопытно, что, несмотря на наличие доказательств существования и единственности решений корректно поставленных задач Гельмгольца Бриллюена для пространственных течений, еще нет ни одного точного аналитического решения.

Установлено, что технологическая важность исследования процесса получения биогаза при анаэробном сбраживании велика, однако, несмотря на большое количество работ, посвященных этому вопросу, до сих пор в распоряжении конструкторов нет надежного метода расчета и рекомендаций для проектирования оборудования специального назначения [7-10].

Современные подходы к математическому моделированию двухфазных гидродинамических потоков позволяют решать широкий круг задач при проектировании и эксплуатации в технике и технологии. Наряду с этим, физический эксперимент остается важным элементом исследований, его методология и техническая реализация зачастую имеет решающее значение. Детальное численное моделирование методами вычислительной гидродинамики в области больших скоростей потоков требует значительных вычислительных ресурсов, что ограничивает их использование. Альтернативой является использование моделей пониженного порядка (ROM) (англ. – reduced-order model). Модель пониженного порядка с высокой точностью описывает поведение фактического режима течения, что значительно сокращает затраты на моделирование. Использование полученных экспериментально констант в моделях течения двухфазных потоков газ (пар) – жидкость с включением третьей фазы – твердых частиц, которые под действием эффектов кавитации диспергируются, является фундаментальной задачей, решение которой позволит существенно повысить эффективность технологических процессов за счет оптимизации рабочих параметров потоков, движущимися с большими скоростями. Таким образом, значимым является применение комплексного подхода при разработке технологических основ переработки углеводородных отходов.

Вопросы гидродинамической обстановки в метантенке, также как размер и разная твердость частиц в исходной разноотраслевой смеси остаются малоизученными. Гидродинамические процессы, сопровождаемые нарушением сплошности потока (кавитацией), описываются системой уравнений, включающей уравнение неразрывности, сохранения импульса, модель турбулентности и модель кавитации [8, 9]. Решение такой

системы уравнений требует большого объема вычислений. Разработка цифрового двойника с использованием такого подхода к моделированию на современном развитии вычислительных мощностей не представляется возможным, однако может быть использован альтернативный подход, когда поведение моделируемого объекта описывается на основе модели пониженного порядка. Замена подходов вычислительной гидродинамики моделями пониженного порядка осуществляется с использованием различных функций. Алгоритмы решения задачи многокритериальной оптимизации могут быть основаны на технологии построения так называемой поверхности отклика (Response Surface Methodology). Поверхности отклика дают аппроксимированные значения выходных величин в любой точке анализируемого пространства параметров без необходимости выполнения полноценного расчета в этой точке [10]. Используются различные методы построения поверхностей отклика: стандартные полные полиномы второго порядка, кригинг, непараметрическая регрессия, нейронная сеть. Хотя такие подходы годятся для задач, использующих не более 10–15 входных параметров, однако для задачи идентификации параметров математической модели (например, констант модели кавитации) указанное ограничение не является критичным.

Для определения точных моделей низкого порядка можно использовать комбинацию анализа основных компонентов (PCA) с регрессией на основе гауссовских процессов (кригингом) [9-10]. Сравнение результатов, полученных с использованием методов вычислительной гидродинамики, и модели пониженного порядка течения в вязком потоке описано в [12]. Одним из примеров моделирования с использованием ROM является работа компания ANSYS, лидирующего поставщик решений CAE [7-10]. Их специалисты провели совместную работу с такими компаниями, как PTC (лидирующий поставщик ПО для производства), Flowserve, National Instruments и HPE, и продемонстрировали имитировавшее работу сложной сети насосов, что позволило ускорить диагностику и оптимизировать процесс технического обслуживания и оперативный поиск причин неисправностей.

Проведенное численное моделирование методами вычислительной гидродинамики, определение гидродинамической обстановки в метантенке (биореакторе) приведет к решению вопросов эффективного энергоснабжения, снижению затрат на энергоснабжение для производства тепловой и электрической энергии для нужд хозяйства, получению практически бесплатных органических удобрений, готовых для внесения в почву.

Список литературы.

1. Баранова, М. П. Проблемы проектирования и создания опытно-промышленной установки получения биогаза из отходов животноводства АПК Сибири / М.П. Баранова, В.М. Екатеринчев, Н.Л. Абашев// Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 10 (2017 1). С. 106-112.
2. Баранова, М. П. Комплексная технология переработки отходов свиноводства для получения биогаза и органических удобрений для климатических условий АПК Сибири./ М.П. Баранова, С.Н. Шахматов, А.В. Бастрон, О.А. Ульянова // Вестник КрасГАУ. 2017. № 1. С. 92–99.
3. Баранова, М. П. Обоснование создания опытно-промышленной установки для получения биогаза из отходов АПК Сибири / М.П. Баранова, Т.Н. Бастрон, Н.Б. Михеева// Достижения науки и техники АПК. 2017.Т 31. №8. С. 73-75.
4. Бастрон А.В., Оценка возможности использования биоэнергетических ресурсов растительного происхождения в Красноярском крае/ Бастрон А.В., Бастрон Т.Н., Баранова М.П., Цугленок Н.В.// Вестник КрасГАУ, 2018. №3. С. 58-64.
5. Друзьянова В.П. Энергосберегающая технология переработки навоза крупного рогатого скота /дис...д-ра техн. наук/ Улан-Удэ. 2017. 357 с.
6. Baranova, M.P Hydrodynamic cavitation unit for improving the performance of irrigation water during plant growing. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019 DOI <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/6/062018>

7. Bakir F., Rey R., Gerber A.G., Belamri T. and Hutchinson B. Numerical and Experimental Investigations of the Cavitating Behavior of an Inducer. Int J Rotating Machinery, Vol. 10. 2004. P. 15-25.

8. Khitrykh Denis P., Pavlovsky Valery A. On the numerical simulations of cavitating flows around 2d hydrofoils by using calibrated cavitation models marine intellectual technologies. T. 1 V. 2. 2018. P. 134-138.

9. Aversano Gianmarco, Bellemans Aurelie, Li Zhiyi Application of reduced-order models based on PCA & Kriging for the development of digital twins of reacting flow applications. COMPUTERS & CHEMICAL ENGINEERING . T: 121. 2019. P. 422-441.

10. Caverly Ryan James, Li Chenyang, Chae Eun Jung Modeling and control of flow-induced vibrations of a flexible hydrofoil in viscous flow. MART MATERIALS AND STRUCTURES T 25. 2016. p.247.

RECEIVING BIOGAZ AND RECEIVING MIXTURE OF INITIAL HYDROCARBONS IN TECHNOLOGICAL PROCESS OF UTILIZATION WASTE OF DIFFERENT BRANCHES

M.P. Baranova, Dr.Sci.Tech., professor

FGBOU IN "Krasnoyarsk GAU", Krasnoyarsk, Russia, marina60@mail.ru

V.I. Murko Dr.Sci.Tech., professor, GBOU IN "SIBGIU", Novokuznetsk, Russia

***Summary:** Process of receiving uniform and stable mixes the waste of different branches which are used as a basis in the course of an anaerobic sbrazhivaniye in the metantenkakh in technological processes of receiving biogas is considered. It is shown that hydrodynamic the situation in a metantenka will give numerical modeling by methods of computing hydrodynamics, definition to the solution of questions of effective power supply*

***Keywords:** raznootraslevy waste, biogas, cavitation, hydrodynamics.*

УДК 621.548

ЛАБОРАТОРНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ

Дебрин А.С. старший преподаватель, **Вайц П.А.** магистр, **Семенов А.Ф.** канд. техн. наук, доцент, **Бастрон А.В.** канд. техн. наук, зав. кафедрой
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,
г. Красноярск, Россия, email: abastron@yandex.ru

***Аннотация.** Для проведения лабораторных работ и научных исследований при обучении аспирантов и студентов основам систем электроснабжения с использованием солнечной энергии разработан лабораторно-исследовательский стенд для изучения характеристик солнечных модулей.*

***Ключевые слова:** лабораторно-исследовательский стенд, солнечный модуль, солнечная радиация, вольт-амперная характеристика.*

В настоящее время в мире и в России, в том числе, большое внимание уделяется внедрению систем энергообеспечения с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1 - 6]. Эффективное использование ВИЭ, в том числе солнечной энергии, невозможно без подготовленных должным образом специалистов (бакалавров, магистров), при обучении которых необходимо иметь качественную лабораторную базу.

Проведенный анализ конструкций лабораторно-научных стендов для изучения характеристик солнечных модулей (СМ) [7, 8] показал, что на известных стендах невозможно провести исследования по сравнению характеристик нескольких СМ одновременно, в том числе, исследовать характеристики СМ с использованием светофильтров, например, исследовать влияние светофильтров на вольт-амперные характеристики (ВАХ) и вольт-ваттные характеристики (ВВХ) СМ [9].

Задачей предлагаемой нами конструкции стенда является расширение функциональных возможностей известных конструкций.

Техническим результатом, позволяющим решить указанную задачу, является обеспечение возможности, по крайней мере, проведения сравнительных исследований влияния разных по спектральным характеристикам светофильтров на ВАХ, ВВХ и другие характеристики СМ при их освещении (облучении) одним источником – лампой. Лампа может излучать спектр близкий к солнечному. Солнечный спектр, как известно, содержит инфракрасную, видимую и ультрафиолетовую составляющие. В таком случае предлагаемый лабораторно-исследовательский стенд позволяет моделировать работу СМ для выбора оптимального фильтра для конкретной местности, где предполагается установка солнечной фотоэлектрической станции (СФЭС), с учетом метеоусловий. Кроме того, стенд позволяет проводить сравнительное исследование ВАХ, ВВХ и других характеристик одновременно шести солнечных модулей при их облучении солнечной радиацией в естественных условиях, например при изменении угла наклона каждого солнечного модуля относительно положения солнца или при использовании разных светофильтров.

Разработанный нами лабораторно-исследовательский стенд состоит из каркаса, источника излучения, по крайней мере, в виде одного облучателя с лампой, солнечных модулей с шарнирными креплениями, позволяющими вращать их вокруг центральной оси, а также приборов управления источником излучения и измерения характеристик СМ. Каркас выполнен из двух горизонтально установленных друг над другом правильных шестиугольников – верхнего и нижнего, выполненных из труб, соединенных между собой по середине каждой из сторон шестиугольников вертикальными трубами с образованием шестиугольной призмы. Солнечные модули снабжены шарнирным креплением в виде двух пар клипс, закрепленных на тыльной стороне каждого солнечного модуля, при этом одна пара клипс установлена с противоположных сторон СМ, симметрично посередине СМ, позволяя вращать указанный солнечный модуль вокруг вертикальной оси при расположении его внутри шестигранной призмы, а вторая пара клипс установлена с противоположных сторон СМ симметрично по краю, позволяя вращать указанный солнечный модуль вокруг горизонтальной оси, при расположении его снаружи шестигранной призмы. Облучатель с лампой, как источник излучения, установлен в центре шестигранной призмы. Каждый СМ может быть снабжен гелиевым светофильтром, устанавливаемым на лицевой стороне солнечного модуля, при этом приборы управления источником и измерения характеристик солнечного модуля установлены на выносном пульте, который соединен через разъем с солнечными модулями проводниками, а ножки установлены на середине труб сторон нижнего шестиугольника, через одну. Конструкция стенда представлена на рис. 1 - 3.

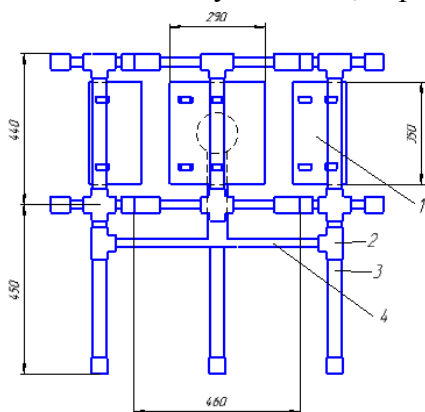


Рис. 1. Вид сбоку лабораторного стенда:

- 1 – солнечный модуль;
- 2 – соединительный элемент;
- 3 – вертикальная пластиковая труба;
- 4 – горизонтальная пластиковая труба

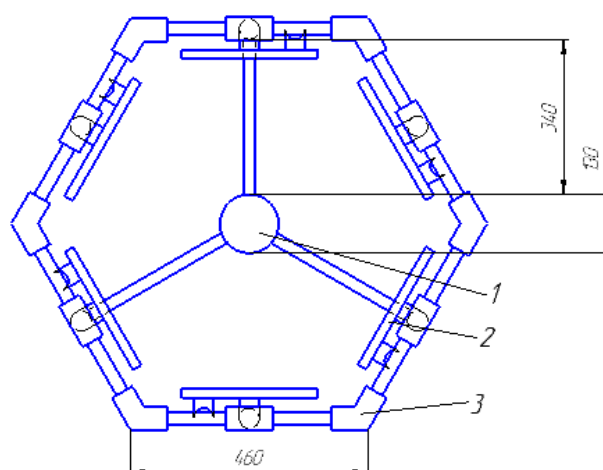


Рис. 2. Вид сверху лабораторного стенда: 1 – источник излучения; 2 – солнечный модуль; 3 – каркас

Для снятия характеристик СМ спроектирован переносной пульт, на котором установлены приборы управления источником излучения.

На рис. 3 представлена конструкция переносного пульта, на котором изображены: 1 – корпус пульта; 2 - расположение измерительных приборов; 3 – тумблер включения/выключения источника излучения; 4 – разъем для подключения лабораторно-научного стенда; 5 – тумблер включения/выключения работы солнечного модуля; 6 – контроллер заряда DY2410DU 10A; 7 – резистор (имитатор потребителя); 8 – аккумуляторная батарея.

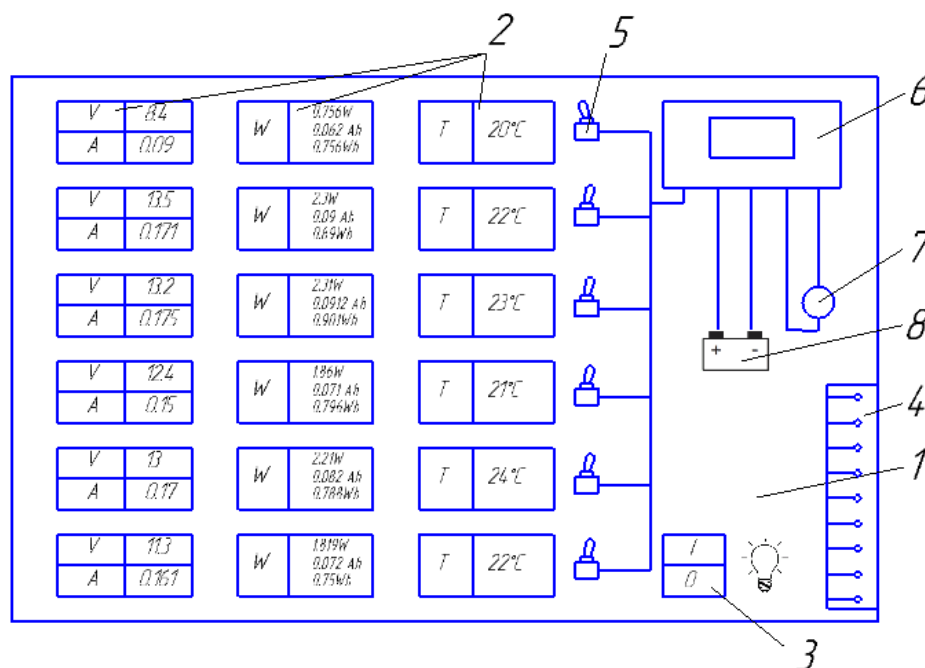


Рис. 3. Пульт управления

На рис. 4 представлена принципиальная электрическая схема стенда «Исследование характеристик солнечных модулей». На данной схеме изображено: 1 - пиранометр KIMO SL 100 (обозначен на схеме - A1); 2 – шесть солнечных модулей (обозначенные на схеме – A1 - A7); 3 - контроллер заряда-разряда аккумуляторной батареи DY2410DU 10A (обозначен на схеме – A8); 4 – нагрузка (обозначена на схеме – A9); 5 – аккумуляторная батарея (обозначена на схеме - A10).

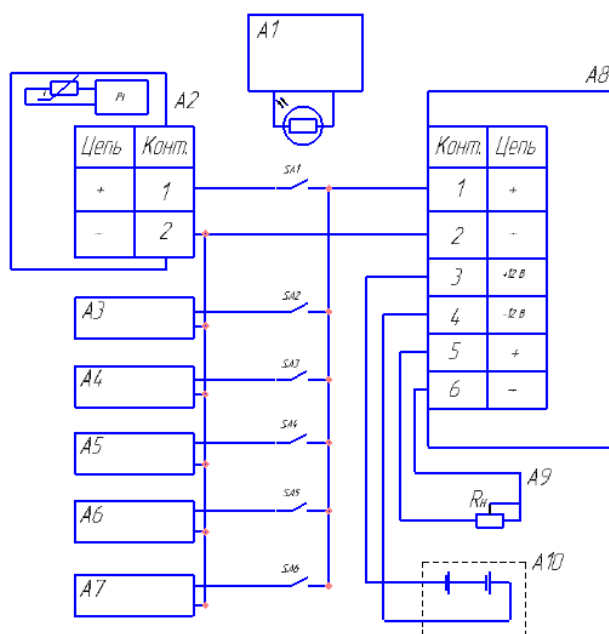


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема стенда

Предлагаемый стенд может найти широкое применение и для проведения лабораторных работ и научных исследований при обучении аспирантов, студентов и учащихся в высших, средних и начальных профессиональных образовательных учреждениях.

Список литературы

1. Почему возобновляемые источники энергии так быстро дешевеют и к чему это может привести? [Электронный ресурс]. - <https://m.habr.com/ru/company/ruvds/blog/546672/>.
2. Бастрон А.В. Энергообеспечение потребителей с использованием возобновляемых источников энергии: учеб. пособие / А.В. Бастрон, С.К. Шерьязов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 118 с.
3. Бастрон А.В. Подготовка магистров по вопросам эффективного использования ВИЭ в условиях Красноярского края // В сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Краснояр. гос. аграр. ун-т. 2019. С. 204 – 207.
4. Naumov I.V. Modelling of diesel generator operating modes on the basis of the engine speed characteristic in autonomous photovoltaic systems / D.N. Karamov, I.V. Naumov, D.A. Ivanov, S.V. Podyachikh // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. 2. Сер. "ICCS-DE 2020 - Proceedings of the 2nd International Workshop on Information, Computation, and Control Systems for Distributed Environments" 2020. С. 129 - 137.
5. Naumov I.V. Modeling a solar power plant with regard to changes in environmental parameters / D.N. Karamov, I.V. Naumov // Power Technology and Engineering. 2020. Т. 54. № 4. С. 548 - 554.
6. Ахметшин А.Т. Принципы построения энергоэффективных автономных солнечных фотоэлектростанций с полным слежением за солнцем / А.Т. Ахметшин, Л.П. Андрианова, А.Е. Усманова // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 6. С. 74 - 80.
7. Вайц П.А. Обзор лабораторно - научных стендов по солнечной энергетике / П.А. Вайц, А.О. Рыбаков, А.В. Бастрон, А.С. Дебрин // Научный электронный журнал «Матрица научного познания». 2020. №12-1. С. 349 – 354. [Электронный ресурс]. – https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44359111_17790353.pdf.

8. Бастрон А.В. Обзор лабораторных стендов по солнечной энергетике / А.В. Бастрон, Кулаков Н.В., Чебодаев А.В. В сборнике: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы Международной научной конференции. Красноярск, 2020. С. 44 - 49.

9. Debrin, A.S. The study of the characteristics of photovoltaic power stations and the identification of rational operating modes by changing the inclination and the spectral composition of the irradiation /A.S. Debrin, A.F. Semenov, A.V. Bastron, A.V. Zapletina and A.V. Chebodaev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019.

LABORATORY AND RESEARCH STAND FOR STUDYING THE CHARACTERISTICS OF SOLAR MODULES

Debrin A.S. Senior Lecturer, **Weitz P.A.** Master, **Semenov A.F.** Ph.D., Associate Professor, **Bastron A.V.** Ph.D., Head of the Department

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia, email: abastron@yandex.ru

Annotation. To conduct laboratory work and scientific research in teaching graduate students and students the basics of power supply systems using solar energy, a laboratory and research stand has been developed to study the characteristics of solar modules.

Keywords: laboratory and research stand, solar module, solar radiation, volt-ampere characteristic.

УДК 537.312.5:(63+619:614.48)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ ИНАКТИВАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

Делягин В.Н., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., **Карзанов А.Н.**, инженер, **Некрасов М.Ю.**, инженер, **Бочаров В.И.**, ст. науч. сотр.,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Российская Федерация,

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по инактивации микроорганизмов на материалах и средах используемых в технологических процессах сельскохозяйственного производства с использованием низкотемпературной неравновесной плазмы (ННП). В качестве источника ННП используется электроискровой разряд переменного тока при атмосферном давлении. Рассмотрена структурная схема плазмотрона и его адаптация для исследования воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) на микроорганизмы. Представлены результаты воздействия ЭМИ на исследуемые объекты.

Ключевые слова: низкотемпературная неравновесная плазма, электрический разряд, микроорганизмы, инаktivация, сельскохозяйственные среды.

Введение. Необходимость стерилизации материалов и сред обусловлена требованиями соблюдения необходимого уровня биобезопасности животноводческих и птицеводческих предприятий по предупреждению заноса различных патогенов, имеющих эпизоотическое и эпидемическое значение. Всегда существует риск заражения животных и птицы патогенами, активно существующими на растительном сырье в природе (листерии, клостридии, плесневые грибы) а так же на животных-переносчиках (птичий грипп, хламидиоз, микоплазмоз, чума свиней, сальмонеллез и пр.).

Существует множество физических факторов, влияющих на устойчивость микроорганизмов и химических соединений. К этим факторам относят температуру, давление, электромагнитные излучения в различных диапазонах шкалы электромагнитных волн (СВЧ диапазон, инфракрасный, ультрафиолетовый и рентгеновский диапазоны), форма и временные параметры электрических импульсов и т.д. Изменение параметров любого из этих факторов может вызвать угнетение или стимуляцию физиологической активности у биологических объектов, разрушение химических соединений.

В настоящее время происходит интенсивное развитие методов обеззараживания, использующих электромагнитное излучение и активированное состояние химических соединений (озон, свободные радикалы), [1]-[5]. Представляет практический интерес использование низкотемпературной неравновесной плазмы генерируемой при электроискровом разряде (плазмотрон), позволяющее использовать указанные методы обеззараживания в одном технологическом процессе и на одной установке.

Методика выполнения исследований. Разработан рабочий макет устройства по оценке влияния электромагнитных полей (ЭМП) на инактивацию микроорганизмов с использованием низкотемпературной неравновесной плазмы (рис.1). Макет включает в себя высоковольтный блок питания, электроискровую камеру, систему электродов заключенную в кварцевую трубку и кассету с биоматериалами.

Оценивалась эффективность воздействия следующих основных поражающих факторов: инфракрасного излучения, ультрафиолетового излучения, излучения в радиодиапазоне, свободных радикалов образующихся при электроискровом разряде и заряженных частиц (электроны, ионы). Исследуемый материал с образцами микроорганизмов помещался соосно с основным потоком плазмы. Экспозиция варьировалась от 5 с до 60 с. Для разделения эффекта использовались различные фильтры (кварцевое стекло, защитная сетка и т.д.).

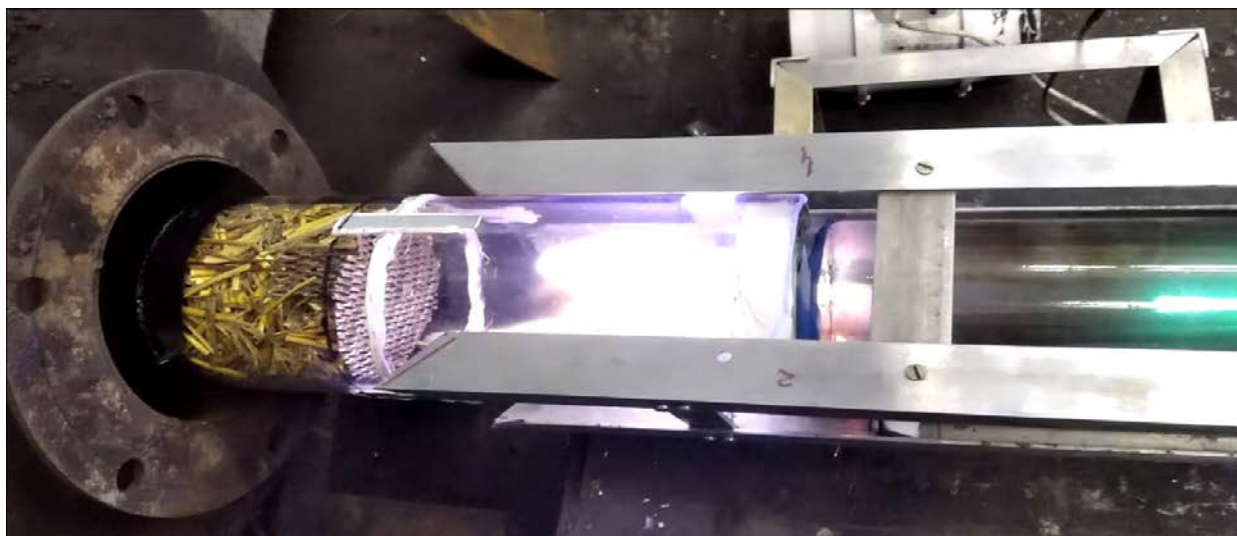


Рисунок 1- Электроискровая камера рабочего макета

Измеряемые параметры: число отрицательных и положительных ионов (млн. пар/см³), потребляемый ток (А) и мощность плазмотрона (Вт), плотность потока излучения (Вт/м²) и спектральный состав в диапазоне длин волн от 200 до 2500 нм, плотность потока излучения (Вт/м²) в диапазоне частот 50 Гц...900 МГц, генерация озона ((г/м³)/ч).

Наличие свободных радикалов оценивалось по спектральному составу излучения.

Процент угнетения микроорганизмов, КОЕ/см².

Контролируемые параметры: подача воздуха в кассету с биоматериалами (м³/с), температурное поле электроискрового разряда (К⁰), приведенная напряженность электрического поля в межэлектродном промежутке, (Тд).

Время экспозиции варьировалось от 5 с до 60 с.

Используемые средства измерений:

- регистрация количества ионов - счетчик ионов малогабаритный «МАС-01»;
- регистрация температуры топки - инфракрасный термометр с переключаемой оптикой Testo 845, пирометр Кельвин Компакт 1200/175;
- регистрация мощности теплового потока - радиометр теплового излучения «ИК-метр»;
- регистрация тока плазмотрона - измеритель АКТАКОМ АТА-2513 и адаптер с программным обеспечением для сопряжения компьютера и измерителя мощности;
- спектральный состав излучения - спектрометр КАЛИБРИ-2;
- концентрация озона - измеритель концентрации озона ГАНК-4;
- плотность потока излучения в радиодиапазоне - измеритель ПЗ-70/1, АТЭ-8507.

Результаты. Параметры рабочего макета устройства по оценке влияния низкотемпературной плазмы на инактивацию микроорганизмов приведены в Табл. 1. Базовые показатели общего микробного числа (ОМЧ) в исследуемом материале (соломенной резке) составили $5 \cdot 10^6 \dots 1 \cdot 10^9$ КОЕ/гр.

Табл. 1 - Параметры режима работы рабочего макета по инаktivации микроорганизмов

	Наименование	Обозн.	Значение.
1	Температура в зоне образца, $^{\circ}\text{C}$	tr	45-50 $^{\circ}\text{C}$
2	Температура ионов, K°	Ti	$\ll \text{Te}$
3	Температура электронов, эВ	Te	< 10
4	Количество аэроионов -положительных (N^{+}/cm^3) -отрицательных (N^{-}/cm^3)	N	$1.28 \cdot 10^5 \dots 8 \cdot 10^5$ $1.47 \cdot 10^5 \dots 1 \cdot 10^6$
5	Подача воздуха, кг/с	V	0.13
6	Расчетная приведенная напряженность электрического поля, Тд	E	80-120
7	Время рекомбинации аэроионов, с	T	0.067...0.081
8	Напряжение на электродах, кВ	U	12/4
9	Ток разряда, А	I	1-2
10	Влажность воздуха, %	W	25-45
11	Динамический диапазон	%	75-100
12	Мощность блока питания, кВт	P	3

Получены количественные оценки поражающих факторов:

- предельная концентрация озона - $>7 \text{ мг/м}^3$;
- плотность потока излучения в диапазоне частот 50...900 МГц - 250 Вт/м^2 ;
- плотность потока в инфракрасном диапазоне - 250 Вт/м^2 ;
- концентрация аэроионов - $6 \cdot 10^5 \dots 9 \cdot 10^5$ пар ионов/ cm^3 .

В спектре излучения плазмы зафиксированы свободные радикалы (гидроксильная группа и др.).

Процент инаktivированных микроорганизмов при экспозиции 5...60 с при определенных режимах работы достигал 99.99%.

Выводы. Предварительные результаты исследования показали, что низкотемпературная неравновесная плазма может быть использована для инаktivации микроорганизмов находящихся на материалах и средах используемых в технологических процессах сельскохозяйственного производства.

При проведении экспериментов отработаны элементы методики оценки по раздельному воздействию поражающих факторов электроискрового разряда на микроорганизмы.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о наличии синергетического эффекта воздействия поражающих факторов низкотемпературной неравновесной плазмы на исследуемые биологические образцы микроорганизмов.

Сформированы исходные требования на специализированный плазмотрон для инактивации микроорганизмов содержащихся в расходуемых материалах (корм, подстилка) используемых в птицеводстве.

Список литературы:

1. Ихлов Б.Л., Ощепков А.Ю., Мельниченко А.В., Вольхин И.Л. О некоторых аспектах влияния ЭМП на микроорганизмы // Материалы Международной научно-практической конференции «Новая наука: современное состояние и пути развития». Стерлитамак, 2016. ч. III. С. 12-13.
2. Ихлов Б.Л. О новой стратегии защиты клетки от повреждений // Проблемы развития высоких технологий. С-Пб., 2015. Т.1. С. 55-60.
3. Козьмин Г.В., Егорова В.И. Устойчивость биоценозов в условиях изменяющихся электромагнитных свойств биосферы // Биомед. технологии и радиоэлектроника. 2006. №3. С. 61-72.
4. Малиновская С.Л., Монич В.А., Пятова Е.Д., Лютов С.И., Лазукин В.Ф., Малиновский Д.С., Сизов Ю.А. Влияние радиоволн на лизогенные клетки кишечной палочки и бактериофага // Вестник Нижегородского ун.-та. 2011. №2(2). С. 90-93.
5. Монич В.А., Малиновская С.Л., Махрова Т.В., Малиновский Д.С. Особенности воздействия низкоинтенсивных электромагнитных излучений различных диапазонов на микроорганизмы // Вестник нижегородского ун.-та. 2010. №2. С. 435-438.

USE OF LOW-TEMPERATURE PLASMA FOR INACTIVATION OF MICROORGANISMS

Delyagin V.N., D-r of tech. sciences, Chief Researcher, **Karzanov A.N.**, Engineer, **Nekrasov M.Y.**, Engineer, **Bocharov V.I.**, Senior Researcher, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation, valdel@ngs.ru

Abstract. The article presents the results of studies on the inactivation of microorganisms on materials and media used in technological processes of agricultural production using low-temperature nonequilibrium plasma (NPP). An AC electric spark discharge at atmospheric pressure is used as an NPP source. The structural diagram of the plasmatron and its adaptation for studying the effect of electromagnetic radiation (EMR) on the object under study is considered. The results of the impact of EMR on the objects under study are presented.

Keywords: Low-temperature nonequilibrium plasma, electric discharge, microorganisms, inactivation, agricultural.

УДК 62-573.2

ШИРОКОПОЛОСЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ОТ ОДНОФАЗНОЙ СЕТИ

Еремочкин С.Ю., канд. техн. наук, доцент, **Дорохов Д.В.**, бакалавр 4 года обучения

Научный руководитель канд. техн. наук Стальная М.И.

ФГБОУ ВО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: S.Eremochkin@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрен широкополосый преобразователь частоты для питания трехфазного электропривода сельскохозяйственных машин при работе от однофазной сети. Приведена принципиальная электрическая схема и описан алгоритм работы устройства. Проведено исследование разработанного устройства в программе компьютерного имитационного моделирования Matlab Simulink.

Ключевые слова: электрический привод, векторное управление, трехфазный электродвигатель, тактовая диаграмма.

В электроприводе мобильных сельскохозяйственных электрифицированных машин в основном используются трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором [1]. К такого рода устройствам относятся доильные аппараты, насосные установки, мобильные транспортеры, дробилки и т.д. Между тем, электроснабжение отдаленных районов сельской местности и небольших фермерских хозяйств в основном осуществляется по однофазной системе [2-4]. Таким образом, в ряде случаев может возникнуть проблема выбора способа запуска и работы трехфазных двигателей при использовании в качестве источника электроэнергии однофазной питающей сети. При этом, электропривод сельскохозяйственных машин должен соответствовать ряду требований: надежность, низкая стоимость, простота в эксплуатации, а также возможность регулирования скорости двигателя. В связи с этим разработан широкополосый преобразователь частоты для питания трехфазного двигателя от однофазной сети [5].

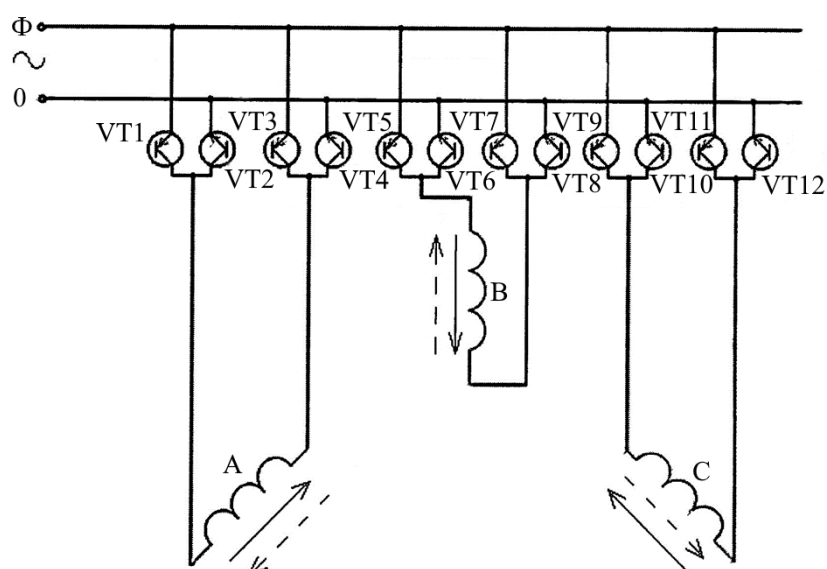


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема устройства

Широкополосый преобразователь частоты содержит 12 биполярных транзисторов, 6 из которых р-п-р типа, и 6 – п-р-п типа. Путем подачи управляющих сигналов на базы транзисторов по определенному алгоритму обеспечивается создание кругового вращающегося поля статора трехфазного двигателя. Электропривод с применением разработанного устройства способен развивать скорость как выше, так и ниже номинальной. На рисунке 2 представлен алгоритм открытия транзисторов, обеспечивающий вращение вала двигателя с частотой 50 Гц, а также пофазное изменение электромагнитного потока в каждой обмотке статора.

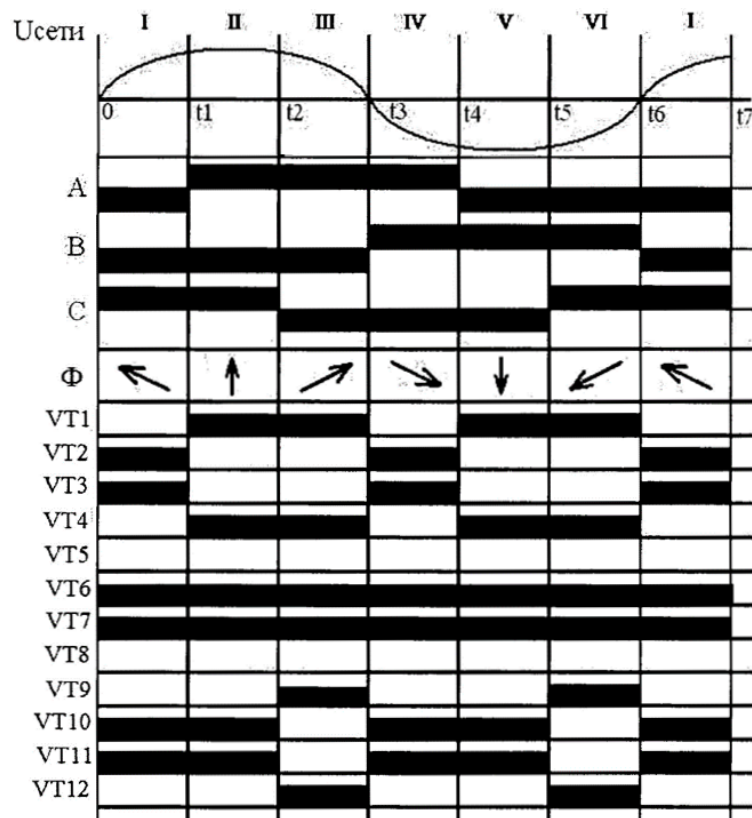


Рис. 2. Тактовая диаграмма открытия транзисторов

В среде компьютерного имитационного моделирования Matlab Simulink было проведено исследование работы электропривода с разработанным широкополосым преобразователем частоты, а также при конденсаторном запуске. При моделировании параметров электропривода использовался асинхронный двигатель модели 4AA50B4Y3. Указанный электродвигатель имеет следующие паспортные данные: номинальная мощность на валу $P_{2H} = 0,09 \text{ кВт}$; номинальное напряжение питания обмотки статора $U_{1H} = 220 \text{ В}$; синхронная частота вращения $n_1 = 1500 \text{ об/мин}$; частота питающего напряжения $f_1 = 50 \text{ Гц}$. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

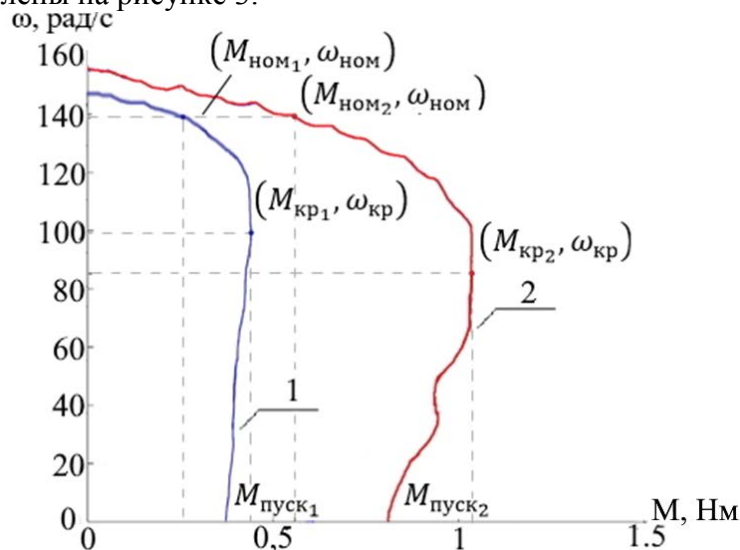


Рис. 3. Совмещенные механические характеристики электродвигателя

Из рисунка 3 видно, что пусковой момент электродвигателя при работе с широкополосым преобразователем частоты в два раза выше, чем при конденсаторном запуске, и равен $0,78 \text{ Нм}$. Критический момент при работе с широкополосым

преобразователем также в два раза превышает значение критического момента при конденсаторном запуске и равен 1,05 Нм.

Таким образом, разработанный широкополосный преобразователь частоты может быть применен в электроприводе сельскохозяйственных машин для питания трехфазных асинхронных двигателей от однофазной питающей сети.

Список литературы

1. Еремочкин, С. Ю. Повышение эффективности мобильных машин в апк на основе векторно-алгоритмического управления электродвигателем [Текст]: дис.....канд. техн. наук: 05.20.02 / С. Ю. Еремочкин. – Барнаул, 2014.
2. Еремочкин С.Ю. Однофазный частотный регулятор скорости для запуска и работы трехфазного электродвигателя от однофазной сети / С.Ю. Еремочкин, Д.В. Дорохов // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2021) : Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, Москва, 12–15 апреля 2021 года. – Москва, 2021. – С. 181-185.
3. Еремочкин С.Ю. Полупроводниковый преобразователь для запуска трехфазного электродвигателя от однофазной сети / С.Ю. Еремочкин, Д.В. Дорохов // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте : материалы XV Международной научно-технической конференции, Вологда, 08 декабря 2020 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. – С. 91-96.
4. Еремочкин С.Ю. Реверсивный полупроводниковый коммутатор запуска трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя от однофазной сети / С.Ю. Еремочкин, Д.В. Дорохов // Энерго- и ресурсосбережение - XXI век : Материалы XVIII международной научно-практической конференции, Орёл, 08–10 декабря 2020 года / Под редакцией А.Н. Качанова, Ю.С. Степанова. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2020. – С. 43-48.
5. Патент № 118486 РФ, U1 МПК H02M 5/297 Широкополосный трехфазный преобразователь частоты, ведомый однофазной сетью переменного тока, для питания трехфазного асинхронного электродвигателя / Стальная М.И., Еремочкин С.Ю. Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (АлтГТУ), заяв. 23.12.2011. Оpub. 20.07.2012. Бюл. № 20. Патент на полезную модель.

BROADBAND FREQUENCY CONVERTER FOR SUPPLYING A THREE-PHASE ELECTRIC DRIVE FROM A SINGLE-PHASE MAINS

*Eremochkin S.Yu., Candidate of Technical Sciences, assistant professor, Dorokhov D.V., bachelor of 4 years of study
Scientific supervisor-Candidate of Technical Sciences Stalnaya M.I.
Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, e-mail:
S.Eremochkin@yandex.ru*

Annotation. The article discusses a broadband frequency converter for powering a three-phase electric drive of agricultural machines when operating from a single-phase network. The schematic diagram is given and the algorithm of operation of the device is described. The research of the developed device was carried out in the computer simulation program Matlab Simulink.

Key words: electric drive, vector control, three-phase electric motor, clock diagram.

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ РАЗРЯДЕ

Илюшов Н.Я. кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский
федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, г.
Новосибирск, Россия, kamchatka1234@rambler.ru

***Аннотация.** В данной статье приведены результаты измерений напряженностей электрической и магнитной составляющих, а также мощности электромагнитного поля, создаваемого при работе плазматрона.*

***Ключевые слова:** напряженность, плотность, ленгмюровская частота, низкотемпературная плазма, болезнетворные микроорганизмы*

Известно, что электромагнитное излучение воздействует на биологические ткани, причем эффективность такого излучения зависит не только от его мощности, но и от длины волны. Естественно, электромагнитное излучение возникает и при работе электроискрового устройства, предназначенного для получения низкотемпературной неравновесной плазмы. Частота данного излучения определяется частотой колебания электронов в плазме под действием электростатического поля, возникающего при разделении зарядов плазмы, и называется ленгмюровской частотой. Значение ленгмюровской частоты определяется количеством электронов, образующихся в объеме плазмы, и его можно определить по формуле [1]:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{4\pi e^2}{m_e} \cdot N_e} = 5,64 \cdot 10^4 \sqrt{N_e} \quad (1)$$

где e – заряд электрона;

N_e – количество электронов в 1 см³ плазмы;

m_e – масса электрона.

Так как плазменная частота ω_0 измеряется в см⁻³, то для большей удобства ее анализа необходимо выражать ее значение в герцах. Для этого достаточно воспользоваться формулой [2]:

$$f_p = \frac{\omega_0}{2\pi} \quad (2)$$

Предварительный анализ показал, что спектр излучения исследуемого электроискрового устройства довольно широк и охватывает не только оптический диапазон, но также присутствуют излучения радиочастотного, ультрафиолетового и инфракрасного диапазонов. Помимо этого, в плазме появляются свободные радикалы водорода Н, озона О₃, а также гидроксильная группа ОН [3]. Чтобы более подробно изучения влияния каждого из перечисленных факторов на микроорганизмы, стало необходимо проверить действие этих факторов на зараженную среду в отдельности. Для этого, во-первых, необходимо было измерить уровни напряженности магнитной и электрической составляющих поля, создаваемого плазматроном, что позволило бы судить о возможности воздействия поля на микроорганизмы. Данные замеры проводились с помощью прибора ПЗ-70/1 зав. № 421, инв. № 1012400005324.5, позволяющего измерить значения H и E в четырех диапазонах частот, а также с помощью прибора АТТ-8509 зав. № 1.292182 инв. № 1012400005724.3, позволяющего измерить значения напряженности E и плотности мощности излучения P на фиксированных частотах. Замеры проводились на расстоянии 20 см от поверхности кварцевой стеклянной трубки плазматрона на траверзе его факела. Результаты измерений приведены в таблице 1 - 2.

Таблица 1.

Прибор ПЗ-70/1			
Диапазон	H , мА/м	E , В/м	P , Вт/м ²
5 Гц-2 кГц	89	98	8,7 Вт/м ²
50 Гц	80	30	2,4 Вт/м
2 кГц-400 кГц	50	0	-
0,01 МГц-0,03 МГц	0	0	-

Таблица 2.

Прибор АТТ-8509		
частота	E , В/м	P , Вт/м ²
100 кГц	270	148
200 кГц	149	62
500 кГц	128	45
1 МГц	174	84
10 МГц	192	98
13,56 МГц	158	67
100 МГц	138	60
900 МГц	0,93	0
1,8 ГГц	0,7	0
2,4 ГГц	0,5	0

Так как возможные диапазоны измерений приборов ПЗ-70/1 и АТТ-8509, совпадают только частично, то, с одной стороны, это позволило расширить диапазон измерений, но с другой, не позволяет подтвердить результаты, полученные с помощью одного прибора, результатами, полученными с помощью второго. Например, с помощью прибора ПЗ-70/1 не удалось определить значения E на частотах более 2 кГц, хотя по показаниям прибора АТТ-8509 значения E здесь даже превышают значения E , измеренные в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц. Но даже по имеющимся результатам можно сделать определенные выводы. Так, сопоставив результаты измерений, проведенные с помощью обоих приборов, а также расчетные и измеренные значения P можно сказать, что напряженность электрической составляющей электромагнитного поля, создаваемого электроискровым устройством, имеет определенный пик значений на частотах порядка 100 кГц.

Далее, для того чтобы исключить воздействие инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов излучения, стеклянная трубка плазматрона была обернута ватманом. Это позволило оценить значения напряженности E и плотности P только в радиочастотном диапазоне. Замеры также проводились с помощью прибора АТТ-8509 на расстоянии 20 и 40 см от поверхности трубки, а также и на самой поверхности. Результаты замеров приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Значения E и P излучения в радиочастотном диапазоне						
Частота	E , В/м	P , Вт/м ²	E , В/м	P , Вт/м ²	E , В/м	P , Вт/м ²
	На поверхности трубки		20 см от поверхности		40 см от поверхности	
100 кГц	-	-	102	18	19	0,8
200 кГц	-	-	102	22	18	0,7
500 кГц	-	-	75	18	14	0,6
1 МГц	-	-	75	15	15	0,7
10 МГц	-	-	87	22	12	0,7
13,56 МГц	-	-	89	18	14	0,4
100 МГц	-	-	77	19	11	0,4
900 МГц	-	-	-	0	0	0
1,8 ГГц	1-3	0,05	0,7	0	0	0
2,4 ГГц	2-5	0,02	0,7	0	0	0

Разброс значений напряженности и плотности можно объяснить тем, провести замеры более точно не позволяют флуктуации, происходящие в факеле плазматрона, и с помощью вышеуказанных приборов можно провести только предварительную оценку мощности данного излучения. Но даже этой предварительной оценки достаточно для того, чтобы сделать первые выводы о том, что, во-первых, диапазон излучения плазматрона достаточно широк и охватывает частоты до гигагерц. Во-вторых, напряженность поля и плотность излучения различна на различных частотах и, соответственно, воздействие различных частот на микроорганизмы также различно. Следовательно, для того чтобы определить фактор, наиболее эффективно воздействующий на микроорганизмы, необходимо провести исследования в различных диапазонах излучения.

Список литературы:

1. Янин С.Н. Лекции по основам физики. Часть 1 // Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.
2. Элементарные определения физики плазмы
<http://www.rec.vsu.ru/rus/ecourse/eldin/dopgl.pdf>
3. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К., Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках // М: МИФИ 2007 г.

ESTIMATION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION LEVELS IN AN ELECTRIC SPARK DISCHARGE

Ilyushov N.Ya., *Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher*
Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture,
Novosibirsk, Russia, kamchatka1234@rambler.ru

Annotation. *This article presents the results of measurements of the strengths of the electric and magnetic components, as well as the power of the electromagnetic field created during the operation of the plastron.*

Key words: *tension, density, Langmuir frequency, low-temperature plasma, pathogens*

УДК 537.312.5:(63+619:614.48)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УФ-ДИОДОВ В ПРОЦЕССАХ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Карзанов А.Н., инженер, **Делягин В.Н.**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,
Некрасов М.Ю., инженер, **Делягина Н.И.**, науч. сотр., **Леонов С.В.**, ст. науч. сотр.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирск, Российская Федерация, valdel@ngs.ru

Аннотация. *В статье приведены результаты исследований по инактивации микроорганизмов на материалах и средах используемых в технологических процессах сельскохозяйственного производства с использованием электромагнитного излучения (ЭМИ) в ультрафиолетовом (UVC) диапазоне. В качестве источника излучения используется УФ-диоды с длиной волны 275 нм типа CUD8AF4D. При проведении экспериментов по обеззараживанию растительного сырья использовалась соломенная резка для подстилочного материала в птичнике. Для сравнения рассмотрена эффективность инфракрасного излучения используемого в процессах стерилизации и сушки сырья. Процент угнетения микроорганизмов составил 92...94% при экспозиции от 5 до 10 с и мощности УФ-излучения 50 мВт.*

Ключевые слова: электромагнитное излучения, длина волны, UVC-диапазон, инактивация, микроорганизмы, растительное сырьё.

Введение. Стерилизация материалов и сред, используемых в технологических процессах сельскохозяйственного производства обусловлена необходимостью уничтожения микроорганизмов являющихся возбудителями таких опасных заболеваний, как гельминтоз, пуллороз, тиф, кокцидоз, колибактериоз, паратиф и др. В результате развития кишечных инфекций может погибнуть практически всё поголовье птицы. Одним из наиболее эффективных методов решения этой проблемы является обеззараживание комбикормов и подстилки для животных и птицы с использованием УФ излучения, [1]-[3]. Основным недостатком данного метода является возможная генерация озона при длине волн менее 240 нм. В настоящее время промышленность ряда стран освоила выпуск полупроводниковых диодов с длиной волны 275 нм и имеющих очень узкий спектр излучения. Для разработки технических средств стерилизации и обеззараживания материалов и сред в сельскохозяйственном производстве необходимо оценить эффективность источников УФ-излучения с узким спектром излучения.

Цель проведения НИР - исследование режимов стерилизации патогенных для животных и птицы микроорганизмов 2-4 групп устойчивости к физико-химическим воздействиям путём использования ультрафиолетового излучения, генерируемого полупроводниковыми диодами.

Методика испытаний. Исследование режимов стерилизации микроорганизмов электромагнитным излучением в ультрафиолетовом спектре проводилась в соответствии с нормативными материалами РЗ.1.683-98 «Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях». Объект исследования – микроорганизмы находящиеся на соломенной резке, используемой в качестве подстилочного материала в птицеводстве.

Для сравнительной эффективности проводились опыты по использованию инфракрасного излучения на процесс инактивации микроорганизмов.

В процессе облучения определялось наличие озона (образование озона происходит при длине волны менее 240 нм) и аэроионов. Допустимое количество аэроионов проверялось на соответствие СанПиН 2.2.4. 1294-03.

При проведении экспериментальных исследований использовались УФ-диоды с длиной волны излучения 275 нм (нормальное распределение в диапазоне 260...290 нм) типа CUD8AF4D (Корея). Диоды располагались в центре платы. Мощность излучения в УФ-диапазоне составила 50 мВт. Рассеиваемая мощность диодов -5.1 Вт.

В качестве источника ИК-излучения использовалась лампа ИКЗК 220-250 с длиной волны 700...1600 нм. К.п.д. лампы 85%.

В ходе эксперимента контрольные образцы соломенной резки толщиной 10 мм подвергались обработке УФ и ИК-обработке. УФ излучение продуцировалось светодиодом, установленном в цилиндрическом корпусе облучателя. ИК облучение продуцировалось лампой ИКЗК 220-250. Высота ёмкости с образцами - 72 мм. Диаметр верхнего "окна" ёмкости с образцами - 55 мм. Диаметр основания ёмкости с образцами - 48 мм. Варьировалось расстояние от излучателя до соломенной резки с изменением времени экспозиции. Для ИК облучения варьировалось лишь расстояние от излучателя до исследуемого образца.

Экспозиция изменялась от 1 до 10 с. секунды. При проведении исследований проводился контроль температуры исследуемого образца и воздуха.

Расстояние источник УФ излучения - объект облучения - 160мм и 450мм.

Расстояние «источник ИК- излучения – исследуемый объект» - 450 мм.

Используемое приборное обеспечение:

- счетчик аэроионов МАС-01, № 221418;
- мультиметр Актаком АМ -1152, № 1012400000019;

- мультиметр МЕТЕХ М 4660А, № 0001330018;
- пирометр Кельвин Компакт 1200/175, №101840000575.

Результаты исследований.

Результаты испытаний представлены в Таблице.

Количество бактерий до обработки - $9.11 \cdot 10^9$, КОЕ/гр.

Число аэроионов в воздухе помещения составило: для положительно заряженных – 130 ед/см^3 , отрицательно заряженных – 550 ед/см^3 , что соответствует уровню фона, (СанПин 2.2.4. 1294-03).

Наличие озона при УФ-облучении исследуемых образцов не зафиксировано.

Таблица – Результаты исследований по инаktivации микроорганизмов в УФ и ИК-диапазонах

№ образца	Диапазон облучения	Расстояние источник - образец	Время экспозиции	Доза облучения *	Кол.-во бактерий после обработки (ОМЧ)	Кратность	Процент инаktivации бактерий
	-	мм	сек.	(Вт·сек)/м ²	КОЕ/гр	о.е.	%
9-1	УФ	85,0	1,0	25,5	$7,63\text{E}+09$	1,19	16,2
9-2		85,0	5,0	127,5	$6,71\text{E}+08$	13,57	92,6
9-3		85,0	10,0	255	$7,56\text{E}+08$	12,05	91,7
9-4		160,0	10,0	255	$6,51\text{E}+06$	1 399	99,9
9-5	ИК	450,0	1,0	3035	$7,11\text{E}+08$	12,81	92,1
9-6		450,0	5,0	15175	$4,21\text{E}+09$	2,16	53,7
9-7		450,0	10,0	30350	$5,62\text{E}+08$	16,20	93,8

* - рассчитывалась с учетом переотражённых потоков ИК и УФ излучений.

Выводы:

- Результаты исследований показали что УФ-диоды могут эффективно подавлять патогенную вегетативную микрофлору. Летальная доза для микроорганизмов присутствующих на соломенной резке составляет более 255 Дж/м^2 .
- Использование традиционного ИК-излучения примерно сопоставимо с эффективностью УФ излучения при существенно более высокой доле (в 50...60 раз) облучения.
- Использование УФ-излучения длиной 275 нм не влечет изменения заряженных частиц в среде помещения. Количество аэроионов составило: для положительно заряженных – 130 ед/см^3 , для отрицательно заряженных – 550 ед/см^3 , что соответствует уровню фона.
- Наличие озона при УФ-обработке не зафиксировано.

Список литературы

1. Технология УФ обеззараживания [Электронный ресурс] // НПО «ЛИТ» [Офиц.сайт]. 2012-2017. <http://www.lit-uv.com/ru/technology/> / (дата обращения: 02.03.2017)
2. Гезалов Я.Г. Ультрафиолетовое облучение как фактор обеззараживания воздуха в птицеводческих помещениях / Я.Г. Гезалов // Зоотехния. – 2012. - № 20. – с. 27-28.
3. Пирутин С.К. Исследование повреждающего действия ультрафиолетового излучения на макрофаги и модификации их фоточувствительности // Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat.

THE USE OF UV DIODES IN THE DISINFECTION OF PLANT RAW MATERIALS

Karzanov A.N., Engineer, Delyagin V.N., D-r of tech. sciences, Chief Researcher,

Nekrasov M.Y., Engineer, **Delyagina N.I.**, Researcher, **Leonov S.V.**, senior researcher, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation, valdel@ngs.ru

Abstract. The article presents the results of research on the inactivation of microorganisms on materials and media used in technological processes of agricultural production using electromagnetic radiation (EMR) in the UVC range. UV diodes with a wavelength of 275 nm of the CUD8AF4D type are used as the source of the source. When conducting experiments on the disinfection of plant raw materials, straw cutting was used for bedding material in the poultry house. For comparison, the efficiency of infrared radiation used in the processes of sterilization and drying of raw materials is considered. The percentage of inhibition of microorganisms was 92...94% at exposure from 5 to 10 s and UV radiation power of 50 MW.

Keywords: electromagnetic radiation, wavelength, UVC range, inactivation, microorganisms, plant raw materials.

УДК 537.312.5:(63+619:614.48)

ИНАКТИВАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕЗИНФЕКТАНТОВ

Леонов С.В., ст. науч. сотр., **Делягин В.Н.**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,
Некрасов М.Ю., инженер, **Никонов С.А.**, инженер,
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук, Новосибирск, Российская Федерация, valdel@ngs.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по инаktivации микроорганизмов на материалах и средах используемых в технологических процессах сельскохозяйственного производства в электромагнитном поле (ЭМП), с использованием дезинфектантов. В качестве источника электромагнитного поля использовался СВЧ генератор мощностью 600 Вт и частотой 2.45 ГГц. Перуксусная кислота $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$ различной концентрации применялась в качестве дезинфектанта. Инаktivация микроорганизмов в образцах с дезинфектантом составила 99,9999% при изменении экспозиции в диапазоне от 5 до 15 сек. и удельной мощности СВЧ излучения в диапазоне от 190 - 560 Дж/дм³.

Ключевые слова: электромагнитное поле, дезинфектант, микроорганизмы, инаktivация.

Введение. Современные птицефабрики является одним из основных продуцентов вредных веществ и микроорганизмов, концентрация которых во многом определяет степень биологической и химической опасности, как близлежащих городских агломераций так и биосферы в целом. В то же время, искусственная экосистема птицеводческого помещения является уязвимой по отношению к внешним микроорганизмам вносимым с кормом и расходными материалами. Требуется решения проблема инаktivации микроорганизмов поступающих в производственное помещение с подстилочным материалом.

Высокие показатели общего микробного числа наблюдаются в соломенной резке, используемой в качестве подстилочного материала в птицеводстве – ОМЧ = $10^6 - 10^7$ КОЕ/г, (С.В.Леонов, 2021 г.) что обуславливает необходимость стерилизации данного материала.

Для обеззараживания соломы могут быть использованы: СВЧ излучение, УФ излучение (ультрафиолетовое, в диапазоне UVC), тепловое воздействие и озонирование. Целесообразно провести сравнительное исследование эффективности воздействия указанных факторов на инактивацию вредных микроорганизмов находящихся в подстилочном материале.

Одним из перспективных методов инактивации микроорганизмов присутствующих в подстилочном материале является СВЧ облучение этого материала с использованием дезинфектантов высокого уровня.

Цель исследования - определение эффективности использования СВЧ излучения в комбинации с дезинфектантами высокого уровня для инактивации микроорганизмов находящихся в материалах, используемых при производстве продукции птицеводства.

Методика исследования. Исследуемые образцы – солома, отрезками по 30 мм, свободно насыпанная в пластиковые ёмкости объёмом 120 мл. В образцы, предварительно, была внесена *Bacillus subtilis* (бактерия - сенная палочка). Образцы в контейнерах орошались реагентом (водой или дезинфектантами различной концентрации).

Используемое оборудование:

- генератор СВЧ излучения (мощность излучения 600 Вт, рабочая частота магнетрона – 2450 МГц;
- testo 435-2 – многофункциональный измеритель влажности, температуры и скорости воздушного потока в системе;
- пирометр КЕЛЬВИН КОМПАКТ 1200/175.

Для орошения образцов соломы применялись реагенты:

- вода, образцы №№ 8.0, 8.1 – 8.3;
- ПА 17% (17% перуксусная кислота $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$), образцы №№ 8.4 – 8.6;
- М1000 0,001% (0,001% перуксусная кислота $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$), образцы №№ 8.7 – 8.9.

Количество бактерий до обработки - $9.14 \cdot 10^9$ КОЕ/гр.

Мощность генератора СВЧ 600 Вт.

В ходе эксперимента вышеуказанные образцы поочерёдно подвергались СВЧ облучению в рабочей области генератора СВЧ. Варьировалось время экспозиции (длительность облучения) среди образцов каждой из трёх групп. Сразу после облучения у каждого образца измерялась температура, затем образец помещался в герметичный стерильный пластиковый мешок.

Образец № 8.0 – контрольный, облучению не подвергался. Использовался для определения исходного ОМЧ бактерий.

Все образцы №№ 8.0 – 8.9 были переданы в лабораторию ИЭВСиДВ ФНЦА РАН для определения процента инактивации бактерий.

Результаты исследований представлены в Таблице

Таблица -Показатели инактивации бактерий

№ поз.	№ образца	Температура образца после обработки	Реагент	Время экспозиции	Кол.-во бактерий после обработки (ОМЧ)	Кратность	Процент инактивации бактерий
		°C		сек.	КОЕ/гр		
1	8-1	69	H ₂ O, без реагента, смочено водой	20,0	7,21E+06	1 267,6	99,921115974
2	8-2	42		5,0	9,31E+08	9,8	89,814004376
3	8-3	61		10,0	7,47E+08	12,2	91,827133479
4	8-4	59	ПА 17%	20,0	2,21E+03	4 135 746,6	99,999975821
5	8-5	83		10,0		нет роста бактерий	100
6	8-6	90		15,0	1,21E+03	7 553 719,0	99,999986761
7	8-7	44	М1000 0,001%	5,0		нет роста бактерий	100
8	8-8	59		10,0		нет роста бактерий	100
9	8-9	87		15,0		нет роста бактерий	100

Полученные результаты указывают на практически стопроцентную инактивацию культуры бактерии сенной палочки в образцах соломы, которые подверглись орошению перуксусной кислотой. Эффект одинаков для концентрации кислоты как 17% так и 0,0001% при времени экспозиции СВЧ облучением от 5 до 15 сек.

При СВЧ облучении образцов подвергшихся увлажнению, без применения перуксусной кислоты, процент инактивации культуры бактерии сенной палочки зависит от времени экспозиции и приближается к 100% при длительности СВЧ облучения равному 20 сек.

Выводы:

Инактивация микроорганизмов в образцах с дезинфектантом составила 99,9999% при изменении экспозиции в диапазоне от 5 до 15 сек. и удельной мощности СВЧ излучения в диапазоне 190 - 560 Дж/дм³.

Полученные результаты показывают целесообразность использования данного метода для инактивации микроорганизмов в подстилочном материале.

Список литературы:

1. Пюшнер Г. Нагрев энергией сверхвысоких частот. — М.: Энергия, 1968. С.140. 18. Антонов А.В., Власов Д.В., Лукина Н.А., Сергейчев К.Ф. // Прикладная физика. 2006. №6. С.121—126.

2. Григорьев Ю.Г. Биоэффекты хронического воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона малых интенсивностей (стратегия нормирования) / Ю.Г. Григорьев, А.В. Шафиркин, А.Л. Васин // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2003. — Т43. — №5. — С.501-511.

3. Григорьев Ю.Г. Отдаленные последствия биологического действия электромагнитных полей / Ю.Г. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2003. — Т40. — №2. — С.217-225.

4. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа / А.С. Пресман. — М.: Наука, 1968. — 288с. 85. Пресман А.С. Электромагнитные поля в биосфере / А.С. Пресман // Новое в жизни, науке и технике. Серия Биология. — М.: Знание. 1971. — №3. — 64с.

5. Пряхин Е.А. Влияние неионизирующих электромагнитных излучений на животных и человека / Е.А.Пряхин, А.В. Аклев. — РАМН, Южно-Уральский научный центр. Челябинск, 2007. — 219с

INACTIVATION OF MICROORGANISMS IN AN ELECTROMAGNETIC FIELD USING DESENFACTANTS

Leonov S.V., senior researcher, **Delyagin V.N.**, D-r of tech. sciences, Chief

Researcher, **Nekrasov M.Y.**, Engineer, **Nikonov S.A.**, Engineer,
Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy
of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation, valdel@ngs.ru

Abstract. The article presents the results of research on the inactivation of microorganisms on materials and media used in technological processes of agricultural production in an electromagnetic field (EMF) with the use of disinfectants. As a source of the electromagnetic field, a microwave generator with a power of 600 W and a frequency of 2.45 GHz was used, disinfectants - peracetic acid CH₃CO₃H of various concentrations. The inactivation of microorganisms in the samples with the disinfectant was 99.9999% with a change in exposure in the range from 5 to 15 seconds, and the specific power of microwave radiation in the range from 190-560 J/dm³.

Keywords: electromagnetic field, disinfectant, microorganisms, inactivation.

САДОВО-ПАРКОВАЯ КАЧЕЛЯ, КАК ОБЪЕКТ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ОСВЕЩЕНИЯ

Марченко В. Ю., Дебрин А. С., Бастрон А. В..

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Бастрон А. В.

ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ», Красноярск, Россия; e-mail:

vladon1999o@gmail.com

Аннотация: В статье автор рассматривает садово-парковую качель как альтернативный источник энергии для освещения общественно парковой территории.

Ключевые слова: садово-парковая качель, DIALUX, энергоэффективная качель, освещение, парки.

В настоящее время в мире активно ведутся разработки малых автономных объектов городской общественной инфраструктуры. Разработки в данной сфере необходимы для решения проблем с экологией. Одним из методов решения проблемы, связанной с парниковым эффектом это снизить количество выбросов в атмосферу земли от энергодобывающих предприятий. Активно внедряют освещение парков и дорог на солнечной и ветровой электроэнергии. Данные системы являются автономными и самодостаточными решениями благодаря встроенным аккумуляторам не требуют подключения в общую сеть.

Автономные системы электроэнергии способны питать не только световой потребитель, но и может питать близлежащие потребители. Энергию солнца нужно аккумулировать для использования энергии в ночной промежуток времени, днем во время избытка электроэнергии можно заряжать носимые устройства или же передавать излишки в общую сеть.

Исследование выполнено при поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации проекта «Конкурс юных техников-изобретателей».[2]

Традиционные источники энергии являются основными загрязнителями окружающей среды и потребителями не возобновляемых ресурсов. Альтернативные (возобновляемые) источники энергии помогают снизить выбросы ядовитых веществ в атмосферу земли, следовательно, постепенно помогают решить главную проблему экологии.

Солнечная энергия – это энергия, вырабатываемая солнцем в виде тепла и света. Это один из самых доступных возобновляемых источников энергии на нашей планете.

Солнечные электростанции активно применяются во множестве сфер начиная от садовых светильников заканчивая малой распределенной энергетикой (Micro Grid). Солнечные электростанции является экологичным, автономным и бесперебойным решением в сфере потребление энергии.

В мире активно используются объекты городского ландшафта с применением возобновляемых источников энергии связано это с активным ростом благоустройства общественных территорий.

Рассмотрим одно из направлений применения солнечной энергии.

В небольшом городе Енисейске постепенно переводят светофоры пешеходных переходов на возобновляемые источники энергии.



Рисунок 1- Использование фотоэлектрической станции в нерегулируемых пешеходных переходах [3]

Использование фотоэлектрических станций, как малых архитектурных форм, является перспективным и активно развивающимся направлением в развитии возобновляемой электроэнергетики. Данное применение позволит снизить нагрузку на экологию окружающей среды. И может стать первым шагом в четвертый энергетических переход. [1] Солнечные панели нашли свое применение и в садово-парковой отрасли.

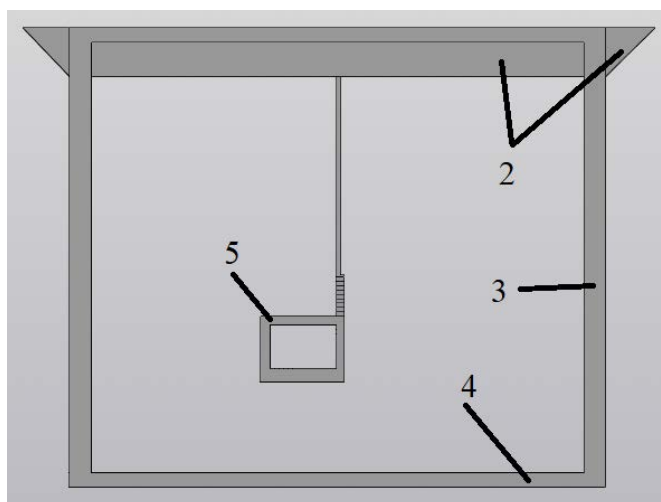


Рисунок 1 – Энергоэффективная садово-парковая качель.

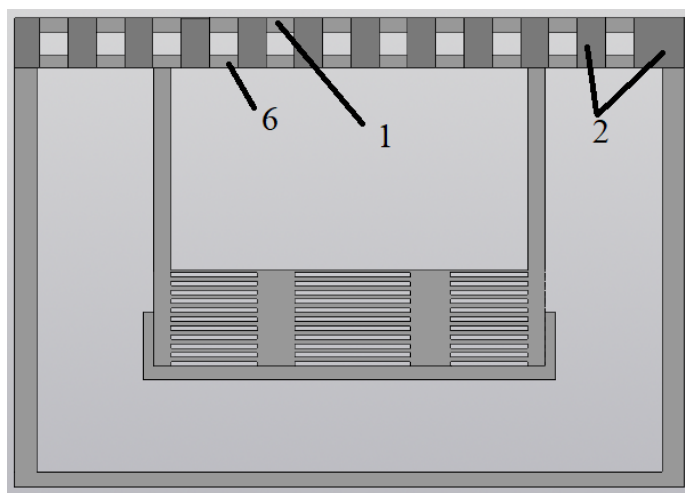


Рисунок 2 – Энергоэффективная садово-парковая качель.

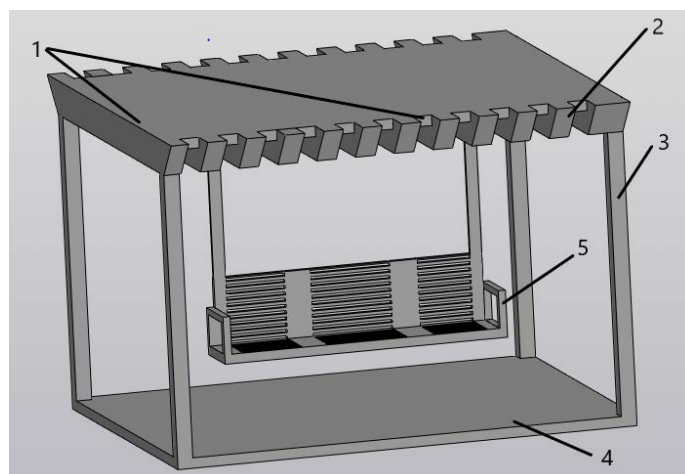


Рисунок 3 – Энергоэффективная садово-парковая качель.

Принцип действия разработанной конструкции: солнечная батарея 1 покрывающая крышу объекта, размещают на деревянном бруске 2, который в свою очередь стоит на металлическом каркасе 3, так же к каркасу 3 прикреплено сидение качели 5, между брусков 2 закреплены площадки 6 для установки светильников, каркас 3 стоит на фундаменте 4.

Для выбора подходящего светильника необходимо выполнить расчет горизонтальной освещенности объекта. Расчеты выполним в специализированном приложении DIALUX для расчета освещенности. Для расчетов необходимо занести данные качели такие как высота длина и ширина расчетного объекта.

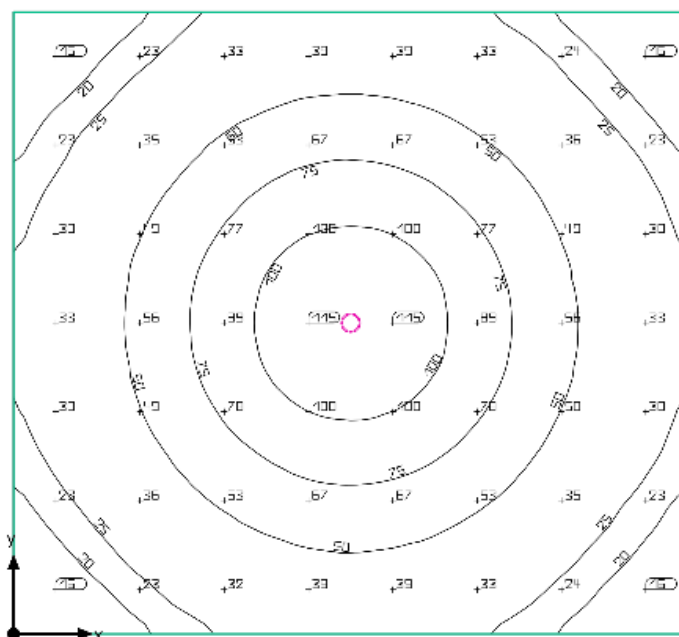


Рисунок 4 – Горизонтальная освещенность садово-парковой качели.

Исходя из полученных данных освещенности можем сказать, что для освещения территории качели будет достаточно светильника-прожектора из светодиодов endo ward corp мощностью 10 ватт, так как минимальная освещенность в парковых территориях должна быть не менее 10 люксов.

Техпаспорт изделия

ENDO Fixed Downlight



№ изделия	ERD7237W_RX367NA
P	10.8 W
Флашпа	1082 lm
Фсистишник	1016 lm
η	93.93 %
Светотдача	94.1 lm/W
CCT	3000 K
CRI	85

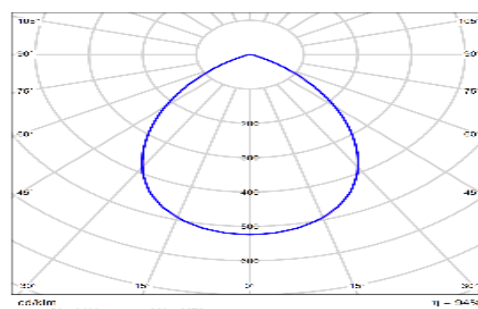


Рисунок 5 – Технический паспорт светодиодного прожектора endo ward corp.

Для его питания можно использовать несколько вариантов солнечных панелей, если поставить маломощную мелкогабаритную панель мы сможем питать освещение. Но если хотим поставить зарядные устройства в корпус качали или в каркас необходимо поставить солнечную панель от 450 ватт. Данные для выбора панели возьмем из уже существующих конструкций, применённых в парках общественного пользования, с системой аккумуляторных батарей поступим аналогично.

Список литературы:

1. Солнечная электрическая станция. [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://yandex.ru/patents/doc/RU2530959C1_20141020 (Дата обращения 01.11.2021).
2. Краевой фонд науки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.sf-kras.ru/> (Дата обращения 01.11.2021).
3. Скамейка с солнечной энергией «Гелиос». [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://adanatgroup.ru/all/ulichnye-skameiki/skameyka-gelios/> (Дата обращения 01.11.2021).
4. MicroGrid. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://smartenergysummit.ru/novosti/microgrid-%E2%80%93-budushhee-elektrosetej.-kejsyi,-perspektivy,-vozmozhnosti/> (Дата обращения 01.11.2021).
5. Освещение дорог общего пользования с использованием ВИЭ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.myalexandriya.com/news/arhiv/na-dorogah-kirovogradskoj-oblasti-poyavitsya/> (Дата обращения 01.11.2021).

OVERVIEW OF ELECTRIC GENERATION SYSTEMS ON THE EXAMPLE OF SMALL ARCHITECTURALX

Marchenko V. Yu., Debrin A. S., Bastron A. V.

Scientific adviser, Cand. tech. Sciences, associate professor Bastron A.V.

Krasnoyarsk State Agrarian University,

Krasnoyarsk, Russia; email: vladon1999o@gmail.com

Abstract: In the article, the author considers a garden swing as an alternative source of energy for lighting a public park area.

Key words: garden swing, DIALUX, energy-efficient swing, consecration, parks.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНАКТИВАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ БИМОДАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Некрасов М.Ю., инженер, **Делягин В.Н.**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,
Карзанов А.Н., инженер, **Делягина Н.И.**, науч. сотр., **Леонов С.В.**, ст. науч.
сотр., **Некрасова И.В.**, ст. науч. сотр, Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук, Новосибирск, Российская Федерация,

Аннотация: В статье приведены результаты исследований по инактивации микроорганизмов на материалах и средах используемых в технологических процессах сельскохозяйственного производства посредством их облучения в ультрафиолетовом (УФ) и инфракрасном (ИК) диапазонах электромагнитного излучения. В качестве источника УФ излучения используется светодиод CUD8AF4D, ИК излучения – лампа ИКЗК 220-250. Представлены результаты воздействия облучения на исследуемые объекты.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение, инфракрасное излучение, микроорганизмы, инактивация.

Введение. В условиях современного интенсивного производства мяса птицы проблемой является санитарное состояние птицеводческих помещений, экосистема которых уязвима по отношению к внешним микроорганизмам, вносимым с кормом и расходными материалами. Высокая плотность посадки цыплят-бройлеров, способствует активному росту концентрации патогенной микрофлоры в помещении птичника.

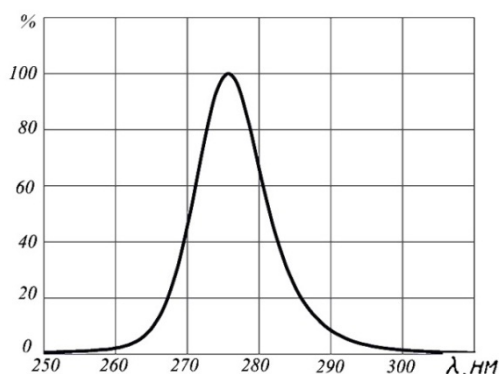
В отечественной практике используют технологию содержания птицы на глубокой несменяемой подстилке, которую заменяют на новую при посадке следующей партии бройлеров. В качестве подстилочного материала экономически целесообразно использовать измельчённую солому. Однако, высокие показатели общего микробного числа (ОМЧ = 10^6 - 10^7 КОЕ/г, (С.В.Леонов, 2021 г.)), наблюдаемые в соломенной резке, обуславливают необходимость стерилизации данного материала.

Одним из способов инактивации патогенных микроорганизмов содержащихся в соломе является её стерилизация в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне электромагнитного излучения. Серьёзным недостатком этого метода является возможная генерация озона при длине волн менее 240 нм. Следует так же отметить устойчивость спор микроорганизмов к ультрафиолетовой радиации [1].

Цель проведения исследования – исследовать эффективность инактивации микроорганизмов высокой устойчивости к физико-химическим факторам, при использовании бимодального электромагнитного облучения в ИК и узком УФ диапазонах.

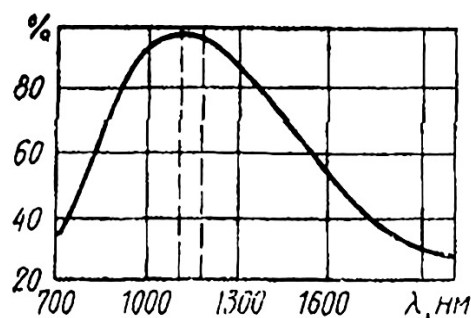
Методика исследования. В качестве исследуемых образцов использовалась солома с внесёнными в неё бактериями и спорами сенной палочки (*Bacillus subtilis* штамм 7). В ходе эксперимента исследуемые образцы соломы отрезками по 30 мм помещались в пластиковые контейнеры объёмом 120 мл слоем 10 мм и подвергались последовательной обработке ИК, а затем УФ облучением. УФ излучение продуцировалось светодиодом CUD8AF4D с длиной волны излучения 275 нм, локализованное в цилиндрическом корпусе облучателя. ИК излучение продуцировалось лампой ИКЗК 220-250. Варьировались комбинации параметров обработки УФ и ИК облучений (изменение расстояния от УФ облучателя до соломы при постоянном расстоянии от ИК облучателя до соломы, изменение времени экспозиции). Диаграммы относительного распределения спектральной интенсивности источников излучения и их технические характеристики приведены ниже.

Исследование инактивации микроорганизмов электромагнитным излучением в УФ спектре проводились в соответствии с нормативными материалами РЗ.1.683-98 «Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях» [4].



Пиковая длина волны, λ_p - 275 нм
 Половинная ширина спектра, $\Delta\lambda$ - 11 нм
 Поток излучения, Φ_e - 50 мВт
 Прямое напряжение, V_f - 7,3 В
 Прямой ток, I_f - 700 мА

Рис. 1. Распределение относительной спектральной интенсивности УФ излучения светодиода CUD8AF4D [2]



Пиковая длина волны, λ_p - 1100 нм
 Половинная ширина спектра, $\Delta\lambda$ - 800 нм
 Потребляемая мощность, P - 250 Вт
 КПД, - 85 %

Рис. 2. Распределение относительной спектральной интенсивности ИК излучения лампы ИКЗК 220-250 [3]

Приборы, используемые в исследовании:

- счетчик аэроионов МАС-01, № 221418;
- многофункциональный прибор testo 435-2. № 61017306.

Результаты исследования. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Результаты исследования по инактивации микроорганизмов в бимодальном электромагнитном диапазоне

№ образца	Диапазон облучения	Расстояние ИК лампа - сенс	Время экспозиции ИКО	Расстояние УФ светодиода - сенс	Время экспозиции УФО	Доза облучения поверхностная бактерицидная*	Кол.-во бактерий до обработки (ОМЧ)	Кол.-во бактерий после обработки (ОМЧ)	Кратность	Процент инактивации бактерий
		мм	сек.	мм	сек.	(Вт·сек)/м ²	КОЕ/гр	КОЕ/гр	о.е.	%
9-8	ИК + УФ	450	1	85,0	1	3 060,5	9,11E+09	4,68E+09	1,95	48,6279
9-9		450	10	85,0	1	30 375,5		6,53E+07	139,51	99,2832
9-10		450	1	85,0	10	3 290,0		4,31E+06	2 113,69	99,9527
9-11		450	10	85,0	10	30 605,0		5,71E+08	15,95	93,7322
9-12		450	1	160,0	1	3 060,5		6,71E+05	13 576,75	99,9926
9-13		450	10	160,0	1	30 375,5		8,72E+05	10 447,25	99,9904
9-14		450	1	160,0	10	3 290,0		6,53E+06	1 395,10	99,9283
9-15		450	10	160,0	10	30 605,0		7,21E+07	126,35	99,2086

* - рассчитывалась с учетом переотражённых потоков ИК и УФ излучений.

Выводы:

- Результаты эксперимента показали, что бимодальное электромагнитное облучение, заключающееся в стимуляции роста споровых форм микроорганизмов ИК излучением, с дальнейшей обработкой ультрафиолетовым излучением UVC спектра, эффективно подавляет всю патогенную микрофлору при минимальных дозах облучения.
- Наличие озона при УФ+ИК облучении исследуемых образцов не зафиксировано, что обусловлено применением светодиода с узким спектром УФ излучения 275 ± 5 нм.
- Бимодальное электромагнитное облучение в ИК и узком УФ (275 ± 5 нм) спектральном диапазоне не приводит к изменению числа заряженных частиц в среде помещения. Количество аэроионов в помещении составило: положительно заряженных – 130 ед/см³, отрицательно заряженных – 550 ед/см³.

Список литературы:

1. Нилова Г.Н., Стрельникова Л.В. Влияние УФ облучения на жизнеспособность спор микроспоридий *Plistophora schubergi zwolfer* и *Nosema agrotidis*: монография. Душанбе: изд.-во Института зоологии и паразитологии АН Таджикской ССР, 1974г. 266 стр.
2. CUD8AF4D. Технические характеристики [Электронный ресурс]. – https://www.neumueller.com/datenblatt/seoulviosys/CUD8AF4D_200831_R2.2.pdf
3. РЕКОМЕНДАЦИИ по инфракрасному обогреву молодняка сельскохозяйственных животных и птицы / ВНИИЭСХ. – МОСКВА «КОЛОС» 1979. – 32 с.
4. Руководство Р 3.5.1904-04 / Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях / Минздрав России. – Москва 2005. – 57 с.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INACTIVATION OF MICROORGANISMS BY BIMODAL ELECTROMAGNETIC RADIATION

Nekrasov M.Y., engineer, **Delyagin V.N.**, d-r of tech. sciences, chief researcher, **Karzanov A.N.** engineer, **Delyagina N.I.**, researcher, **Leonov S.V.**, senior researcher, **Nekrasova I.B.**, senior researcher, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation, promp74@yandex.ru

Abstract: The article presents the results of studies on the inactivation of microorganisms on materials and media used in technological processes of agricultural production by means of their irradiation in the ultraviolet (UV) and infrared (IR) ranges of electromagnetic radiation. A CUD8AF4D LED is used as a UV radiation source, an IKZK 220-250 lamp is used for IR radiation. The results of exposure to radiation on the objects under study are presented.

Key words: ultraviolet radiation, infrared radiation, microorganisms, inactivation.

УДК 621.311

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Смирнов И. В., Баранов Р. А. студенты магистратуры 2 курс
ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ», Красноярск, Россия igor.smirnov.20@mail.ru
Научный руководитель доктор технич. наук, профессор Баранова М.П.

Аннотация: В статье определены ключевые тенденции и влияющие факторы в области развития распределительных сетей и систем электроснабжения сельского хозяйства. Проведен анализ эффективных перспективных топологий построения сети. Выполнен краткий обзор требуемой коррекции нормативной базы для эффективного функционирования перспективных распределительных сетей.

Ключевые слова: цифровые технологии, локальные энергетические системы

Распределительные сети в сельской местности – это, в основном, воздушные линии и трансформаторные подстанции напряжением 0,4-10 кВ, протяженностью около 2,3 млн км на площади 5,7 млн км². Вследствие дефицита обслуживающего персонала, а так же механизмов и транспорта в эксплуатирующих организациях, отсутствия комплексной автоматизации, недостаточного финансирования работ по реконструкции РС, имеем нарастание износа оборудования, что привело к росту потерь электроэнергии, снижению надежности и безопасности электроснабжения [1].

По данным ПАО «Россети Сибирь» за последние 10 лет, степень износа электросетевых объектов составляет около 69 %, причем 57 % ВЛ 6(10) кВ и 55 % подстанций отработали более 30 лет. В сетях 6(10) кВ происходит в среднем до 30 отключений в год в расчете на 100 км линий. В сетях 0,4 кВ – до 100 отключений в год на 100 км ЛЭП. В общей сложности это привело к 5–6 отключениям потребителя в год. За прошедшее десятилетие ситуация не улучшилась [2]. При этом перерывы в питании сельскохозяйственных производств не должны превышать двух часов. Это та грань, после которой производитель несет значительный урон от недоотпуска продукции, выбраковки и даже гибели животных. Коммунально-бытовые системы, медицинские, школьные, зрелищные и спортивные учреждения и транспорт не терпят перерыва в питании или допускают его только на время действия АВР.

Потери электроэнергии в РС составляют около 30–35 % от общесетевых, а с учетом коммерческих потерь они вырастают до 60 %. К тому же уровень потерь в сельских сетях в два раза выше, чем в аналогичных городских [3].

Особенно остро проблема эффективного энергообеспечения лежит в районах Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири, не охваченных централизованным энергоснабжением, так как 70–80 % от стоимости топлива составляют расходы на его транспортировку, что в 3–4 раза повышает тарифы на электроэнергию. Постоянный рост потребления электроэнергии и максимума нагрузки требует соответствующего развития генерации [4].

Говоря о возрождении российской деревни и развитии малых городов, о повышении уровня продовольственной безопасности страны, обеспечении населения РФ отечественными продуктами питания и снижении зависимости от импорта, следует в первую очередь позаботиться о создании прочной энергетической базы на селе. Сегодня сельский электросетевой комплекс РФ не отвечает требованиям современных электроприемников по надежности электроснабжения и качеству электроэнергии из-за изношенности оборудования, низкого уровня управления и обслуживания.

Для решения данной проблемы требуется не просто замена изношенных конструкций, материалов и оборудования. Необходим комплексный подход к перестроению сетей на основе энергонезависимых и взаиморезервирующих локальных энергетических систем, создаваемых в рамках административного района, имеющих свою распределенную генерацию на базе традиционных и возобновляемых местных энергоресурсов.

Создание локальной энергосистемы должно повысить эффективность энергообеспечения отдельных потребителей и их групп, населенных пунктов и района (округа) в целом с необходимым уровнем надежности и качества электроэнергии за счет [5]:

- приближения энергоисточников малых электростанций к потребителям, что повысит безопасность сетей и надежность электроснабжения, уменьшит технические потери электроэнергии и расход органического топлива;
- оптимального использования местных природных ресурсов;
- внедрения систем автоматизированного управления в реальном времени режимами работы ЛЭС как единого комплекса энергоисточников, передающих и принимающих электроустановок, сбора, передачи и обработки информации о состоянии сетей для выработки корректирующих и предупреждающих действий, коммерческого учета электроэнергии с использованием микропроцессорной техники и соответствующего программного обеспечения;

Принятая Правительством РФ программа «Цифровая трансформация 2030» на 2017–2030 гг [6] предусматривает внедрение интеллектуальных систем управления на базе цифровых технологий, повышающих уровень управляемости и мониторинга и, как следствие, эффективности хозяйственной деятельности благодаря использованию возможностей микропроцессорной техники.

Создание локальных энергосистем позволит в полной мере внедрить интеллектуальные системы управления в распределительные сети в сельской местности, за счет уменьшения объема энергохозяйства.

Внедрение интеллектуальных систем в локальные энергосистемы подразумевает создание автоматизированной системой управления (АСУ ЛЭС), действующей в реальном времени и построенной как централизованная система оперативного управления с децентрализацией функций подсистем отдельных электроустановок.

АСУ ЛЭС должна быть двухуровневой и создаваться на базе программно-технических комплексов [7].

Нижний уровень – системы управления, контроля и мониторинга объектов ЛЭС (электростанций, ПС, ЛЭП, объектов ремонтного и складского назначения и т. п.).

Верхний – центральное диспетчерское управление ЛЭС – диспетчерский пункт СЭС. Диспетчерский пункт СЭС оборудуется АРМ оператора, контролирующего все процессы в ЛЭС с отображением оперативной обстановки. Центральный сервер ДП обеспечивает сбор, обработку и хранение информации о работе и состоянии сети.

Создание цифровой локальной энергетической системы также включает в себя разработку новых или реконструкцию старых электрических сетей. Для передачи электрической энергии необходимо использовать кабельные линии или ВЛ с применением самонесущих изолированных проводов. Использование столбовых и закрытых ТП с микропроцессорной РЗА [7]. Для обеспечения секционирования сети использовать вакуумные реклоузеры и устройства БАВР, это позволит локализовывать поврежденный участок и ввести резервное питание. Для исключения коммерческих потерь необходимо внедрение системы устройств АСКУЭ или СИУЭ [6].

Оснастить электроустановки сетей аппаратурой для измерения параметров электроэнергии в нормальных и аварийных режимах, отражение параметров состояния оборудования и его работоспособность, а также ведение журнала состояния электроустановки.

На сегодняшний день использование распределенной энергетики целесообразно не только в изолированных и отдаленных энергосистемах. Создание в рамках обычных региональных энергосистем локальных, с опорой на местные энергоресурсы и преимущества цифровизации – это шанс сделать сети 0,4–10 кВ в сельской местности более эффективными и надежными.

Список литературы

1. Боков Г.Н. Техническое перевооружение российских электрических сетей. Сколько это может стоить? // Информационно справочное издание «Новости электротехники». №2(14). 2002. с. 142
2. Средний показатель износа электросетевой инфраструктуры «Россети» [Электронный ресурс]. – <https://www.eprussia.ru/news/base/2021/2875181.htm>.
3. Кадыков Ю.М. Будущее сельских распределительных сетей. Преобразование и цифровизация // Новости ЭлектроТехники. 2019. № 2(116).С.12-17.
4. Энергетика Севера: проблемы и пути их решения [Электронный ресурс]. – https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=283.
5. Приказ от 3 августа 2018 года N 630 «Об утверждении требований к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок. Методические указания по устойчивости энергосистем» (с изменениями на 28 декабря 2020 года). [Электронный ресурс]. – <https://docs.cntd.ru/document/542630877>.
6. Концепция цифровая трансформация 2030 [Электронный ресурс]. – https://www.rosseti.ru/investment/Kontseptsiya_Tsifrovaya_transformatsiya_2030.pdf.
7. СТО 34.01-4.1-007-2018 «Технические требования к автоматизированному мониторингу устройств РЗА, в том числе работающих по стандарту МЭК 61850» [Электронный ресурс] – https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-4.1-007-2018.pdf

THE DEVELOPMENT PROSPECTS OF RURAL DISTRIBUTION NETWORKS

I. V. Smirnov, R.A. Baranov

Master's students of 2 course, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
igor.smirnov.20@mail.ru

Scientific adviser doctor tech. sciences, professor Baranova M.P., Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia, marina60@mail.ru

Abstract: *The article provides an overview of the key trends and influencing factors in the development of distribution networks and power supply systems in agriculture. The analysis of effective perspective network construction topologies is carried out. A brief review of the required correction of the regulatory framework for the effective functioning of promising distribution networks has been completed.*

Key words: *Digitalization, local energy systems*

УДК: 621.315.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕСИММЕТРИЧНОГО РЕЖИМА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4 КВ

Шерязов С.К. – д-р техн. наук, профессор,

Букбасаров А.А. – аспирант, **Дворянцев М.А.** - магистрант

Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск,
Российская Федерация, e-mail: sakenu@yandex.ru

Аннотация. *В статье рассматриваются показатели качества электроэнергии. В электрических сетях при нарушении качества электроэнергии происходит дополнительные потери электрической энергии. Показано, что обеспечение качества электроэнергии следует относить к энергосберегающим мероприятиям. Приведены результаты замеров показателей качества электроэнергии. Представленные данные показали несоответствие*

коэффициента несимметрии напряжения нулевой последовательности, что приводит дополнительным потерям электроэнергии.

Ключевые слова: *электроэнергетика, качество электроэнергии, несимметрия напряжений и токов, потери электроэнергии, энергосбережение, показатели несимметрии.*

Важнейшим направлением развития электроэнергетики является решение задач по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Под энергосбережением понимается комплекс мер по уменьшению потерь при передаче и распределении электроэнергии.

Объем передаваемой электроэнергии в ряде энергосистем намного превышает потребляемой электроэнергии из-за значительных ее потерь. Эти потери могут быть вызваны и нарушением симметрии и уравнированности систем напряжений и токов. Поэтому задача снижения потерь электроэнергии в электрических сетях особенно в распределительных сетях с несимметричными нагрузками является актуальной и научно-технической проблемой в электроэнергетике.

Исследование влияния несимметрий напряжения в сети 0,4 кВ в России очень актуально, где, по сравнению с другими развитыми странами, подключение потребителей производится довольно беспорядочно. Выдача технических условий на подключение в основном имеет чисто формальный характер из-за отсутствия стандартных способов и сертифицированных устройств, и отказ от симметрирующих, multifunctional оптимизирующих устройств и т. д., что приводит к ухудшению качества электроэнергии [1].

Таким образом, в число важных факторов энергосбережения можно отнести обеспечения качества электроэнергии, которое нормируется государственным стандартом ГОСТ 32144-2013 [2]. Качество электроэнергии определяется совокупностью ее характеристик, при которых электроприемники могут нормально работать и выполнять заложенные в них функции. При этом надо понимать, что энергоэффективность электроприемников, электроустановок в целом будут снижаться с ухудшением качества электроэнергии, появлением несимметричного режима в работе электрических сетей.

Несимметрия токов и напряжений — явление в многофазной сети переменного тока, в которой разница фазных напряжений (токов) или углы между ними не равны между собой. Несимметрия напряжений бывают разными, но главная — это несимметрия токов в сети, которая обуславливается неравенством нагрузки на фазах.

В зависимости от схемы соединения вторичных обмоток трёхфазного трансформатора на питающей подстанции возможны разные последствия несимметрии. Так, в четырёхпроводной сети, при соединении обмоток в звезду, возможны следующие ситуации [3,4]:

- обрыв нулевого провода — в данном случае линейное напряжение остаётся неизменным, а фазные напряжения распределяются между однофазными потребителями пропорционально их сопротивлению, вызывая перенапряжение и пробой изоляции.

- короткое замыкание фазного провода с нулем — в данном случае, если не произойдёт сработка защиты, напряжение между оставшимися фазами и нулем также увеличится. Показание напряжений в этом случае трудно предугадать, потому что они все зависят от сопротивления проводов и трансформатора.

В нормальном режиме причиной несимметричного режима в электрических сетях может быть: неравномерная нагрузка по фазам; внефазная работа линий или других элементов сети; различные параметры линий в разных фазах. В основном несимметричный режим в электросетях создают сами потребители электроэнергии, имеющие однофазные электроприемники [5].

Несимметричный режим в электрических сетях характеризуется несимметрией напряжений, которая характеризуется [2]:

- коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности.

Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности определяется по формуле:

$$K_{2U} = 100 * U_2 / U_{\text{ном}}, \% \quad (1)$$

где U_2 - действующее значение напряжения обратной последовательности основной частоты трехфазной системы, кВ; $U_{\text{ном}}$ - номинальное значение междуфазного напряжения, кВ.

Действующее значение напряжения обратной последовательности U_2 определяется по формуле:

$$U_2 = \sqrt{\frac{1}{12} \left(\sqrt{3} * U_{AB} - \sqrt{4 * U_{BC}^2 - \left(\frac{U_{BC}^2 - U_{CA}^2}{U_{AB}} + U_{AB} \right)^2} \right)^2 + \left(\frac{U_{BC}^2 - U_{CA}^2}{U_{AB}} \right)^2}, \text{ кВ.} \quad (2)$$

Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности определяется по формуле:

$$K_{0U} = 100 * U_0 / U_{\text{ном ф}}, \% \quad (3)$$

где U_0 - действующее значение напряжения нулевой последовательности основной частоты трехфазной системы, кВ; $U_{\text{ном ф}}$ - номинальное значение фазного напряжения, кВ.

$$U_0 = \frac{1}{6} \sqrt{\left(\frac{U_{BC}^2 - U_{CA}^2}{U_{AB}} - 3 \frac{U_B^2 - U_A^2}{U_{AB}} \right)^2 + \sqrt{4 * U_{BC}^2 - \left(U_{AB} + \frac{U_{BC}^2 - U_{CA}^2}{U_{AB}} \right)^2} - 3 \sqrt{4 * U_B^2 - \left(U_{AB} + \frac{U_B^2 - U_A^2}{U_{AB}} \right)^2}}, \text{ кВ} \quad (4)$$

ГОСТ 32144-2013 устанавливает допустимые значения коэффициентов несимметрии напряжения:

1 Нормально допустимое и предельно допустимое значения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности в точках общего присоединения к электрическим сетям находятся в пределах 2,0 и 4,0 % соответственно.

2 Нормально допустимое и предельно допустимое значения коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности в точках общего присоединения к четырехпроводным электрическим сетям с номинальным напряжением 0,38 кВ находятся также в пределах 2,0 и 4,0 % соответственно.

Несимметрия напряжения приводит к появлению несимметричных токов. Тогда несимметрия напряжений и токов в электрических сетях вызывают потери мощности и электроэнергии. Наличие токов нулевой последовательности в нулевом проводе в трехфазной четырехпроводной сети напряжением 0,4 кВ приводит дополнительным потерям мощности и к появлению потенциала в нейтрали, что не безопасно для самой изоляции. При этом несимметричный режим может привести и к повреждениям обмоток трансформаторов [4].

Причиной несимметрии могут быть и сами источники электроэнергии. При этом актуальным является оценка качества электроэнергии при использовании возобновляемых источников энергии, в частности ветроэнергетических установок. Неравномерное поступление возобновляемой энергии с низким потенциалом приводит к выработке электрической энергии с низким качеством [6,7,8].

В ходе исследования несимметричных режимов в электрических сетях проводились экспериментальные исследования по оценке показателей качества электроэнергии. При этом проводились необходимые замеры электрических показателей на шинах 0,4 кВ КТП №101 АО «СУЭНКО», расположенного в н.п. Юргамыш Курганской области. Замеры проводились в течение недели, чтобы выявить особенности режима работы в рабочие и выходные дни.

Результаты замеров после обработки данных в рабочие и выходные дни приведены на рис.1.

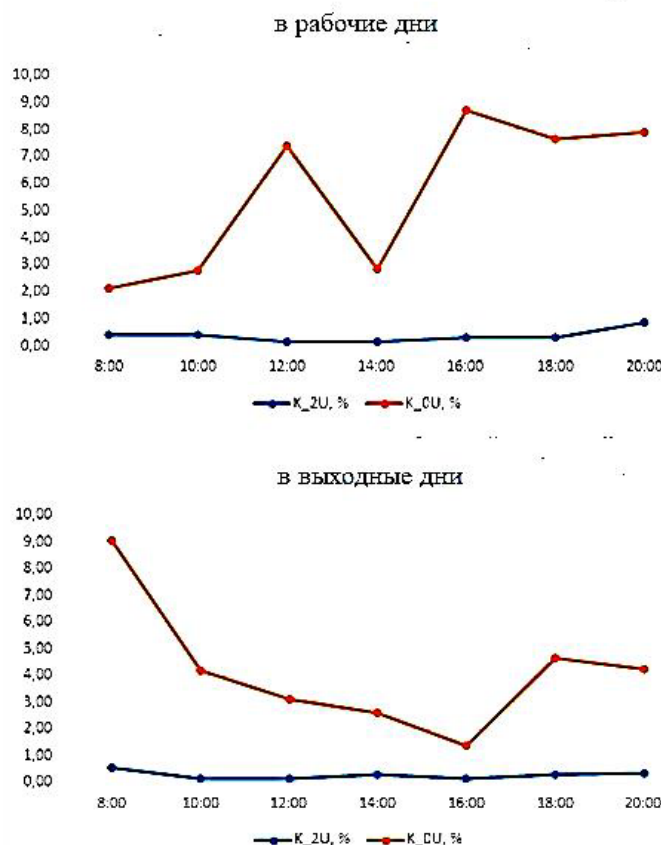


Рис. 1. Коэффициент несимметрии обратной и нулевой последовательности за исследуемый период

Анализ приведенных данных показывают, что коэффициенты несимметрии обратной последовательности не превышают 1%, что в пределах допустимых значений. Коэффициенты несимметрии нулевой последовательности изменяется от 1 до 9%, что в отдельные часы суток превышает предельно допустимые значения, приведенные в стандарте. При этом в рабочие дни ожидается больше изменений показателя несимметрии по нулевой последовательности. Причиной может быть включение однофазных электроприемников преимущественно к одной или двум фазам трехфазной сети. Вместе с тем не наблюдается взаимосвязь между двумя показателями и остается не изученной причина такого явления в процессе несимметричного режима работы электрической сети.

Таким образом, в электрических сетях 0,4 кВ наличие однофазных потребителей приводит к появлению несимметричного режима в ее работе, несмотря на равномерное распределение потребителей по фазам. При этом данный режим работы носит случайный характер и оценка показателей несимметричного режима возможно в вероятностной форме.

На практике необходимо принимать меры по снижению несимметричного режима работы. Для снижения несимметрии напряжений в электрической сети важно составление карты (схемы) распределения нагрузок в сети, и осуществление дальнейших подключений в соответствии с этой схемой. Организовать контроль за несимметричным режимом работы и разработка специальных мер по симметрированию электрической нагрузки в сети.

Список литературы:

1. Шерьязов С.К., Русских М.С. Анализ существующей электрической нагрузки в электрических сетях напряжением 0,4 кВ Советского РЭС ПО «ЧГЭС». Материалы национальной науч. конф. Института агроинженерии «Актуальные вопросы агроинженерных наук в сфере энергетики агропромышленного комплекса: теория и практика» – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2020. – С. 195-200.
2. ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
3. Скороходов, В.А. Методы и технические: средства повышения качества электроэнергии и компенсации / В.А. Скороходов. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 152 с.
4. Шерьязов С.К., Пятков А.В. Анализ видов и причин повреждений трансформаторов 10/0,4 кВ в сельских электрических сетях. В сборнике «Достижения науки – агропромышленному комплексу». Ч.3. – Челябинск: ЧГАА, 2014. – С. 320 – 325.
5. Шерьязов С.К., Букбасаров А.А. Анализ существующей электрической нагрузки на вводе потребителя. Материалы национальной науч. конф. Института агроинженерии «Актуальные вопросы агроинженерных наук в сфере энергетики агропромышленного комплекса: теория и практика» – Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2020. – С. 183-189.
6. Шерьязов С.К., Пташкина-Гирина О.С., Ахметшин А.Т., Гусева О.А. Методика оценки энергетических характеристик возобновляемых источников. Вестник БГАУ, №1 (45), 2018. – С.114 – 124.
7. Шерьязов С.К., Шелубаев М.В. Разработка метода определения параметров ветропарка. Вестник КрасГАУ - 2014. - Вып. 10. – С. 182 – 187.
8. Sheryazov S.K., Shelubaev, M. V., Obukhov, S. G. Renewable Sources in System Distributed Generation. International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM2017. IEEE Conference Publications. DOI: 10.1109/ICIEAM.2017.8076247.

INVESTIGATION OF ASYMMETRIC LOAD In ELECTRICAL NETWORKS WITH A VOLTAGE OF 0.4 KV

S. K. Sheryazov-Doctor of Technical Sciences, Professor, A. A. Bukbasarov-postgraduate student, M. A. Dvoryantsev-Master's student
South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia.

Abstract. *The article discusses the indicators of the quality of electricity. In electric networks, when the quality of electricity is violated, additional losses of electric energy occur. It is shown that ensuring the quality of electricity should be attributed to energy-saving measures. The results of measurements of electricity quality indicators are presented. The presented data showed a mismatch of the voltage asymmetry coefficient of the zero sequence, which leads to additional power losses.*

Keywords: *electric power industry, electricity quality, voltage and current asymmetry, electricity losses, energy saving, asymmetry indicators*

Содержание

Пленарные доклады

Альт В.В., Исакова С.П., Балущкина Е.А. Цифровые технологии в растениеводстве	4
Иванов Н.М., Бакач Н.Г. Точное земледелие – главный аспект для развития АПК Беларуси и Сибири	7
Мазитов Н.К., Сахапов Р.Л., Сibaгатуллин Ф.С., Рахимов Р.С., Сорокин Н.Т. Российские эколого-энергосберегающие комплексы по кормопроизводству	12
Назаров Н.Н. Основные направления развития технического обеспечения внесения в почву жидких форм минеральных удобрений	20
Немцев А.Е. Состояние и перспективы развития технического сервиса	24

СЕКЦИЯ 1. Машинно-технологическое обеспечение сельхозтоваропроизводителей Сибири

Руководитель секции – Назаров Н.Н., д-р техн. наук

Байзакова Ж.С., Муздыбаева Ш.А., Утегалиева Ф.У., Турсбекова Г.Ж. Экологические последствия при уборке хлебной массы зерноуборочным комбайном	34
Бахарев Г.Ф., Цегельник А.П., Дролова Л.И. Методика и пример расчета биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся емкостью	38
Бурлаков Ю.В., Чемоданов С.И. Использование энергосберегающих средств для разбрасывания соломы за зерноуборочными комбайнами	41
Галимов Р.Р. Особенности работы высокопроизводительных кормоуборочных комбайнов в условиях Западной Сибири	45
Голдыбан В. В., Барановский И. А., Ветохин В. И. Повышение курсовой устойчивости орудия при возделывании пропашных сельскохозяйственных культур	49
Корниенко И.О. Особенности и состояние цифровой трансформации растениеводства в хозяйствах Новосибирской области	54
Леканов С.В., Стрикунов Н.И. Мобильный зерноочистительный агрегат для мелких фермерских хозяйств и крупных агрохолдингов	57
Мизанбеков И.Т., Бекбосынов С.Б. Повышение использования комбайного парка в уборке зерновых культур	62
Назаров Н.Н., Некрасова И.В. К расчёту технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур с учётом энергетических затрат	67
Назаров Н.Н., Некрасова И.В. Влияние угла установки семяпроводов на формирование ленты посева зерновых	72
Назаров Н.Н., Некрасова И.В. К вопросу о равномерности распределения семян на семенном ложе	75
Назаров Н.Н., Некрасова И.В. Оценка качества распределения рабочей жидкости по подстилающей поверхности	79
Назаров Н.Н., Некрасова И.В. Внесение жидких форм бактериальных препаратов одновременно с посевом	82
Нечаев А.И. Минимизация длины трека для управления движением агрегата на	239

поле	86
Николашкин В.И. Дать новую жизнь сеялке-культиватору СКП-2,1	90
Николашкин В.И. Мойка с оборотным водоснабжением	95
Рассомахин Г.К., Яковлев Н.С., Черных В.И. Исследование параметров экспериментального дозатора пневматической посевной машины	97
Смирнов И.Г., Хорт Д.О., Кутырёв А.И. Разработка универсальной роботизированной платформы для садоводства	100
Сухопаров А.А., Сеницын В.А. Преимущества использования активного распределителя в цилиндрическом решете для очистки зернового вороха	106
Усольцев С.Ф., Нестяк Г.В., Рыбаков Р.В., Гончаренко Ю.В., Подолец А.М. Система управления продукционным процессом выращивания томатов в сезонных культивационных сооружениях	109
Утенков Г.Л., Власенко А.Н. Научные принципы проектирования ресурсосберегающих агротехнологий и технического их обеспечения	113
Цегельник А.П., Бахарев Г.Ф., Дролова Л.И. Результаты испытаний биоактиватора зерна с вертикальной переворачивающейся прозрачной емкостью	118
Чарыков В.И., Евдокимов А.А., Новикова В.А., Улучшение эксплуатационных характеристик просыпных электромагнитных сепараторов на стадии концептуального проектирования	122
Чекусов М.С. Кем А.А., Шмидт А.Н. Сошник для прямого разноглубинного посева зерновых и внесения минеральных удобрений	126
Чемоданов С.И., Бурлаков Ю.В., Тенденции совершенствования уборки урожая зерновых культур	129
Яковлев Н.С., Назаров Н.Н., Рассомахин Г.К., Маркин В.В., Черных В.И. Отбор почвы для определения её плотности	133
Яковлев Н.С. Машины для двухслойной обработки почвы	136

СЕКЦИЯ 2. Технический сервис машинно-тракторного парка (МТП)

Руководитель секции – Немцев А.Е., д-р техн. наук

Альт В.В., Савченко О.Ф., Добролюбов И.П., Ёлкин О.В. Обоснование методики автоматизации разработки диагностических систем энергетического мониторинга тракторных двигателей	142
Даманский Р.В., Керученко Л.С., Повышение долговечности топливной системы дизельных ДВС в условиях АПК	148
Добролюбов И.П. Принципы обоснования параметров измерительных каналов измерительной экспертной системы двигателя	153
Домнышев Д.А., Долгушин А.А., Курносов А.Ф., Домнышева В.В. Обеспечение параметров функционирования гидравлических амортизаторов за счет использования модифицированной амортизаторной жидкости	156
Иванников А.Б., Крохта Г.М. Использование бросовой теплоты ДВС как способ повышения эффективности функционирования МТА	159
Криков А.М., Немцев А.Е. Полнотекстовая база знаний по кузницам, по их оборудованию и оснастке в ремонтно-эксплуатационной базе сельхозтоваропроизводителей	164
Криков А.М., Леонтьев В. В. К разработке годового план-графика технического обслуживания парка грузовых автомобилей сельхозтоваропроизводителей	168
Криков А.М., Сидоренко М.Н. Структура системы программно-алгоритмических и информационных средств усовершенствованного	

прогнозирования параметров технического состояния узлов и агрегатов грузовых автомобилей	174
Курносков А.Ф., Гуськов Ю.А., Тихоновский В.В. Формирование внешней импульсно-силовой характеристики четырехцилиндрового двигателя	179
Немцев А.Е., Деменок И.В., Коптева И.В., Вахрушев В.В. Программно - алгоритмические средства оценки продолжительности простоев техники при устранении последствий отказов	185
Фармагей В.В., Иванов Н.М., Иванников А.Б. Средство обеспечения заданной температуры с использованием бросовой теплоты ДВС	190

СЕКЦИЯ 3. Энергетика, энерго-и ресурсосбережение в АПК Сибири

Руководитель секции – Делягин В.Н. д-р техн. наук

Бадмаев Ю. Ц. Энергетическая модель биогазовой установки	196
Баранова М. П., Мурко В.И. Получение биогаза и смесеобразование исходных углеводородов в технологическом процессе утилизации разноотраслевых отходов	201
Дебрин А. С., Вайц П. А, Семенов А. Ф., Бастрон А. В. Лабораторно-исследовательский стенд для изучения характеристик солнечных модулей	206
Делягин В.Н., Карзанов А.Н., Некрасов М.Ю., Бочаров В.И. Использование низкотемпературной плазмы для инактивации микроорганизмов	210
Еремочкин С.Ю., Дорохов Д.В. Широкополосный преобразователь частоты для питания трехфазного электропривода от однофазной сети	213
Илюшов Н.Я. Оценка уровня электромагнитного излучения при электроискровом разряде	217
Карзанов А.Н., Делягин В.Н., Некрасов М.Ю., Делягина Н.И., Леонов С.В. Использование УФ-диодов в процессах обеззараживания растительного сырья	219
Леонов С.В., Делягин В.Н., Некрасов М.Ю., Никонов С.А. Инактивация микроорганизмов в электромагнитном поле с использованием дезинфектантов	222
Марченко В.Ю., Дебрин А.С., Бастрон А.В. Садово-парковая качеля, как объект генерации электрической энергии и освещения	225
Некрасов М.Ю., Делягин В.Н., Карзанов А.Н., Делягина Н.И., Леонов С.В., Некрасова И.В. Оценка эффективности инактивации микроорганизмов бимодальным электромагнитным излучением	229
Смирнов И.В., Баранов Р.А., Баранова М.П. Перспективы развития сельских электрических сетей	231
Шеръязов С.К., Букбасаров А.А., Дворянцев М.А. Исследование показателей несимметричного режима в электрических сетях напряжением 0,4 кВ	234

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК СИБИРИ

*Материалы Международной
научно-технической конференции*

Публикуется в авторской редакции

*Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и
иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной
собственности несут авторы публикуемых материалов*

Выход в свет 15.12.2021. Формат 60 × 84 ¹/₈.
Объем 30,25 печ.л. Тираж 500 экз. Заказ 183

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий
Российской академии наук
630501, р.п. Краснообск, Новосибирский район,
Новосибирская область, здание СФНЦА РАН, а/я 463