



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК СИБИРИ

Материалы Международной
научно-технической конференции

3-4 октября 2019 г. р.п. Краснообск

Новосибирск 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное бюджетное учреждение науки Федеральный научный центр
агробиотехнологий Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК СИБИРИ

Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной
60-летию образования СибИМЭ СФНЦА РАН

3-4 октября 2019 г. р.п. Краснообск

Новосибирск 2019

УДК 631.17:631.3(571.1/.5)

ББК 40.7.(253)

Н 34

Составители:

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

Научно-техническое обеспечение АПК Сибири: материалы
Междунар. науч.-технич. конф. (п. Краснообск, 3-4 октября 2019 г.) /
Сибирский научно исследовательский институт механизации и
электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН. – Новосибирск, 2019. –
329 с.

ISBN 978-5-

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 и учеными из числа профессорско-преподавательского состава аграрных вузов России.

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)

ISBN 978-5-

© СФНЦА РАН, 2019

Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук (СИБИМЭ СФНЦА РАН) в течение 60 лет является ведущим научным учреждением в области механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства Сибири, объединяя и координируя деятельность научно-исследовательских организаций региона, занимающихся решением проблем аграрной инженерной науки. Институт поддерживает тесные творческие связи и осуществляет научно-техническое сотрудничество со многими научными коллективами НИИ и учебных заведений страны, с органами управления агропромышленных комплексов республик, краев и областей Сибири (Бурятии, Горного Алтая, Хакасии, Алтайского и Красноярского краев, Кемеровской, Омской, Новосибирской, Томской и Тюменской областей), а также с предприятиями сельхозмашиностроения как Сибири, так и страны в целом. Это сотрудничество позволило институту разработать:

- систему конкурентоспособных и наукоемких машинных технологий и технических средств для обеспечения устойчивого производства сельскохозяйственной продукции в агропромышленном комплексе Сибири;
- интенсивные технологии и комплексы машин и орудий для обработки почвы, посева, ухода за посевами, уборки и послеуборочной обработки зерновых, крупяных, зернобобовых, кормовых и технических культур;
- технологию сушки и модельный ряд сушилок блочно-модульного исполнения, реализующих принципы ресурсосбережения;
- систему технологических средств для регулирования, контроля и оценки качества работы зерноуборочных комбайнов;
- технологию производства рассады в тепличных комплексах на базе мостового шасси;
- технологии и систему приборов для диагностики технического состояния и полевого ремонта сложной сельскохозяйственной техники;
- машинные технологии кормления крупного рогатого скота и доения коров, учитывающие физиологические потребности животных;
- математические модели машинных технологий производства продукции животноводства, позволяющие проводить оценку технологических процессов и технических средств в зависимости от уровня продуктивности животных, размеров ферм и рыночной стоимости техники и продукции;
- системы надежного и безопасного энергоснабжения сельских потребителей на базе рациональной структуры энергоносителей, высокоэффективного энергетического оборудования и электротехнологий;
- модель прогнозирования и оценки эффективности потребления энергоресурсов и систему оперативного контроля режимов производства тепловой энергии в котельных производительностью до 25 Гкал/ч;
- систему децентрализованного энергоснабжения сельских потребителей с использованием водоугольного топлива.

На протяжении многих лет институт активно участвует в подготовке научных кадров высшей квалификации. За время существования

диссертационного совета в нем защищены 309 докторских и кандидатских диссертаций, в том числе 17 докторских и 82 кандидатских диссертаций – сотрудниками СибИМЭ.

Институт поддерживает тесные творческие связи и осуществляет научно-техническое сотрудничество со многими научными коллективами не только в нашей стране, но и за рубежом (Казахстан, Китай, Монголия, Северная Корея, Беларусь, Украина).

Руководитель СибИМЭ
СФНЦА РАН
чл.-кор. РАН, профессор



Н.М. Иванов

СЕКЦИЯ 1. Машинно-технологическое обеспечение сельхозтоваропроизводителей Сибири

УДК 631.362.34:631.53.01

ОБОСНОВАНИЕ ФРАКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

А.А. Абидуев¹, А.А. Абидуев²

¹ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им.
В.Р. Филиппова», г. Улан-Удэ, РФ, email:

abana47@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и
управления», г. Улан –Удэ, РФ, email: abiduev2011@yandex.ru

SUBSTANTIATION OF FRACTIONAL GRAIN CLEANING TECHNOLOGY UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BURYATIA

Моделированием технологического процесса фракционной очистки зерна обоснована технология очистки зернового материала от трудноотделимых примесей с разделением обрабатываемого материала на фракции лопастным метателем, обеспечивающим предварительное расслоение порции зерна.

By modeling the technological process of fractional grain cleaning, the technology of cleaning grain material from difficultly separated impurities with the separation of the processed material into fractions by a blade thrower, which provides preliminary separation of a portion of grain, is substantiated.

Недостатком поточной технологии очистки зерна, реализованной на агрегатах и комплексах, является низкая производительность поточной линии из-за низкой пропускной способности овсюжных цилиндров [1]. Применение фракционной технологии очистки зерна, где в овсюжных цилиндрах

обрабатывается его мелкая фракция, составляющая около 50 % зернового материала, является перспективным. Использование данной технологии в условиях Республики Бурятия сдерживается отсутствием сепаратора для эффективного разделения и очистки свежееубранного зерна с высокой засоренностью овсюгом и татарской гречихой. Предлагаемый нами лопастной метатель, снабженный устройством для предварительного расслоения порции зерна, обеспечивает в таких условиях эффективное разделение зернового материала на крупную и мелкую фракцию, где в последнюю выносятся основная часть легкой примесью, а крупная фракция отвечает требованиям ГОСТа к продовольственному зерну [2, 3].

Процесс фракционной очистки зерна включает следующие этапы: предварительная очистка, фракционное разделение и очистка зерна, очистка мелкой фракции от длинных примесей (овсюга) в овсюжных цилиндрах и по потребности (высокой засоренности исходного зерна татарской гречихой) очистка мелкой фракции в кукольных цилиндрах (рис. 1).

Рисунок 1 – Структурная схема технологического процесса фракционной очистки зерна: 1-предварительная очистка; 2-фракционное разделение и очистка; 3-очистка мелкой фракции в овсюжных цилиндрах; 4-очистка выхода из овсюжных цилиндров в кукольных цилиндрах (по потребности).

Трудноотделимыми примесями зерна являются семена таких сорняков, как овсюг и татарская гречиха. Приведенный показатель полноты выделения сорной примеси из зерна при его фракционной очистке может быть представлен в виде:

$$E_O = f(E_{ПР}, E_{Ф}, E_{ФМ}, E_T), \quad (1)$$

где $E_{ПР}$, $E_{Ф}$, $E_{ФМ}$, E_T – соответственно полнота выделения сорной легкой примеси из зерна при его предварительной очистке, фракционном разделении и очистке, очистке мелкой фракции зерна в овсюжном и по потребности в кукольном цилиндре.

Выражение (1) можно представить в виде уравнения регрессии:

$$E_O = a_o E_{\text{ПР}} + a_l E_T + [E_\Phi - (1 - E_{\Phi M})]. \quad (2)$$

Значение коэффициента $a_o=1$, $a_l=(1-E_{\text{ПР}}) \cdot (1-E_{\Phi M})$. Подставив значения коэффициентов в выражение (2), получим математическую модель технологического процесса фракционной очистки зерна в виде:

$$E_O = E_{\text{ПР}} + (1 - E_{\text{ПР}}) \cdot (1 - E_{\Phi M}) E_T + [E_\Phi - (1 - E_{\Phi M})], \quad (3)$$

Полнота выделения данной примеси из крупной фракции зерна может быть определена по выражению:

$$E_{\text{ОК}} = E_{\text{ПР}} + (1 - E_{\text{ПР}}) E_\Phi. \quad (4)$$

По данным предварительных исследований, полнота выделения сорной легкой примеси (овсюга) при предварительной очистке зерна составляет $E_{\text{ПР}}=0,01-0,02$, при фракционном разделении и очистке из крупной фракции зерна - $E_\Phi=0,90-0,92$, из мелкой фракции - $E_{\Phi M}=0,32-0,34$. Примем $E_{\text{ПР}}=0,01$, $E_\Phi=0,90$, $E_{\Phi M}=0,33$. Полнота выделения данной сорной примеси при триеровании зерна составляет $E_T=0,8$. Тогда приведенный показатель полноты выделения данной сорной примеси при фракционной очистке зерна, определенный по выражению (3), составляет $E_O=0,87$. Полнота выделения татарской гречихи при предварительной очистке зерна составляет $E_{\text{ПР}}=0,01-0,02$, при фракционном разделении и очистке из крупной фракции зерна - $E_\Phi=0,58-0,62$, из мелкой фракции - $E_{\Phi M}=0,50-0,52$. Примем $E_{\text{ПР}}=0,01$, $E_\Phi=0,60$, $E_{\Phi M}=0,31$. Полнота выделения данной сорной примеси при обработке мелкой фракции зерна в кукольных цилиндрах (по потребности) составляет $E_T=0,9$. Тогда приведенный показатель полноты выделения данной сорной примеси при фракционной очистке зерна с обработкой мелкой фракции в кукольных цилиндрах, определенный по выражению (3), составляет $E_O=0,75$, а без обработки в кукольных цилиндрах - $0,12$.

Крупная и мелкая фракции могут быть использованы по отдельности как продовольственное зерно. Крупную и мелкую фракции, как правило, объединяют, в результате чего получают очищенное зерно. Зосоренность полученного зерна той или иной сорной примесью может быть определена по выражению:

$$C_o = \frac{(B-P_T)C_{MT} + (100-B-P_{PP} - P_\Phi)C_K}{100-P_{PP}-P_\Phi-P_T} \quad (5)$$

Методом моделирования фракционной очистки зерна установлено, что данная технология обеспечит получение продукции, отвечающей ГОСТу. При засоренности исходного зерна татарской гречихой более 0,5 % требуется очистка мелкой фракции зерна в кукольных цилиндрах.

Таким образом, разработана фракционная технология очистки зерна с учетом местных условий. Использование данной технологии обработки зерна на поточной линии обеспечивает снижение затрат энергии, труда и денежных средств.

Использованные источники:

1. Абидуев А.А. Обоснование фракционной технологии очистки зерна/ А.А. Абидуев, Ал.А. Абидуев// Сб. научных трудов ВСГУТУ, Серия: Технология и средства механизации в АПК.- Вып. 11.- Улан-Удэ, 2015.- С. 3-5
2. Патент на изобретение №2440859 (Россия). МПК В07В 11/00 (2006.01), В65G 31/04 (2006.01). Метатель сыпучих материалов/ А.А. Абидуев, Н.А. Урханов, Ал.А. Абидуев, И.Б. Шагдыров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова» (Россия).-№2010126874/03; Заявлено 30.06.2010; Опубл. 27.01.2012. Бюл. №3.

3 Абидуев А.А. Обоснование параметров безременного лопастного зернометателя/ А.А. Абидуев, В.И. Коновалов// Научные проблемы и технологические аспекты модернизации АПК и развитие сельских территорий Байкальского региона: Материалы научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки и 85-летию образования ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова».- Улан-Удэ, 2016.- С. 105-109.

УДК 631.363.1:636.085:636.086.1

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ БИОАКТИВАТОРА ФУРАЖНОГО ЗЕРНА С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ПЕРЕВОРАЧИВАЮЩИМСЯ БАРАБАНОМ

Бахарев Г.Ф., Дролова Л.И., Цегельник А.П.
СибИМЭ СФНЦА РАН, Россия, Новосибирск, *e-mail*:

baharev50@ngs.ru

THE RATIONALE OF THE SCHEME FOR THE BIOACTIVATOR OF THE GRAIN WITH A VERTICAL ROTATING DRUM

Изложено обоснование схемы биоактиватора фуражного зерна с вертикальным переворачивающимся барабаном. Использование предложенного биоактиватора фуражного зерна позволяет расширить арсенал технических средств в данной области.

Set out the rationale for the scheme for the bioactivator of feed grains with a vertical rotating drum. Using the proposed bioactivator fu-arbitration of the grain allows to expand the Arsenal of technical means in this field.

Биоактивация фуражного зерна (по-другому ферментативная деполимеризация зерна или проращивание, проклёвывание) - это процесс влагонасыщения зерен, сопровождающийся под действием воды, тепла и воздуха началом прорастания, в ходе которого происходит трансформация высокомолекулярных веществ в легкодоступные формы для усвоения животными.

В СибИМЭ разработан биоактиватор фуражного зерна, который выполнен на базе бетоносмесителя, состоящего из рамы, привода, барабана (с лопастями внутри), вращающегося вокруг своей оси с возможностью поворота вручную штурвалом в перпендикулярной плоскости вращения, и дополнительно снабжённый герметичной крышкой и пультом управления с реле времени [1].

Недостаток применения бетоносмесителей (со штурвалом поворота вращающегося барабана вручную) в качестве биоактиваторов фуражного зерна заключается в следующем: 1) количество проклюнувшихся зерен составляло в среднем 92%, причем зародыши были еле заметны (в условиях когда барабан

вращался вокруг своей оси и внутренние лопасти наносили микроповреждения зерну); 2) такие бетоносмесители выпускаются типоразмерным рядом по вместимости барабанов от 35 до 500 л. А недостатком применения вращающихся барабанов (миксеров) от автомобильных бетоносмесителей в качестве биоактиваторов фуражного зерна является то, что такие бетоносмесители выпускаются типоразмерным рядом по вместимости барабанов от 1600, 2200, 3000, 3500, 4000 л и более. Т.е., небольшие бетоносмесители можно использовать для приготовления биоактивированного зерна при кормлении, например, от 7 до 160, большие - свыше 600 голов молодняка крупного рогатого скота, а для кормления 170 – 610 голов потребуется применить несколько устройств (для этого нужна большая площадь помещения, в связи с этим вырастут затраты в зимний период).

Для устранения вышеперечисленных недостатков бетоносмесителей и обоснования новой схемы биоактиватора проведены лабораторные эксперименты на модели вертикально переворачивающегося барабана (не имеющего лопастей) в плоскости своей оси. В качестве модели барабана использовались трехлитровые стеклянные банки, заполненные примерно на 80% объема зерном пшеницы и водой в весовом соотношении 1 к 0,5. В банках под горлышком оставалось место для воздуха. Банки закрывались полиэтиленовыми крышками и периодически вручную вращались через каждые 4 ч в течение одной минуты (совершая примерно 30 оборотов), в том числе с перерывом на ночь на 12-14 ч. В ходе переворачивания (кувыркания) банки на половину оборота (горлышком вниз) воздух и вода проходили между зернами вверх ко дну банки, находящемуся вверху, а зерна частично перемешивались и насыщались воздухом. При дальнейших поворотах банки эти процессы повторялись. Через сутки 96 % зерен проклюнулись, причем зародыши были очень хорошо заметны.

Технически вышеизложенное в виде схемы биоактиватора зерна с вертикальным переворачивающимся барабаном представлено на рисунке (и в патенте на полезную модель [2]). Биоактиватор включает раму 1, привод 2 с

червячным редуктором , вертикальный барабан 3, состоящий из вертикальных стенок 4, дна 5 и загрузочно – разгрузочной части 6 с герметичной крышкой, опирающийся цапфами 7, ось которых проходит через центр тяжести загруженного зерном и водой барабана, на самоустанавливающиеся подшипники 8 на раме 1, причем барабан установлен с возможностью вращения в плоскости своей вертикальной оси. В качестве барабана использована выпускаемая промышленностью или оригинальная вертикальная цилиндрическая, или многогранная, или со сложной поверхностью (стенкой 4) емкость с конической или трапециевидальной загрузочно – разгрузочной частью 6, или без нее, причем емкость может быть изготовлена из стали с покрытием, нержавеющей стали, алюминия, сплавов металлов или неметаллических материалов, например, полимерных. Угол наклона стенок конической или трапе –

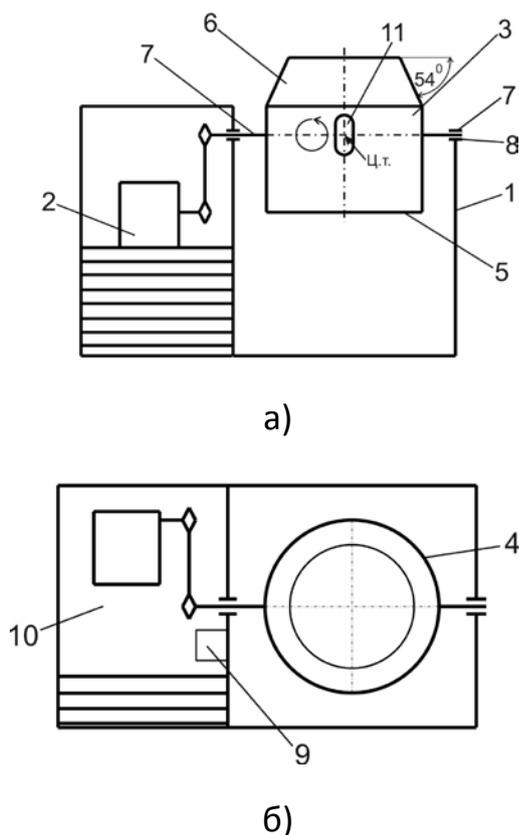


Рис. Схема биоактиватора зерна с вертикальным переворачивающимся барабаном: а) вид сбоку (крышка барабана условно не показана); б) вид сверху.

циевидальной загрузочно – разгрузочной части 6 барабана 3 равен или больше 54° . В приводе 2 использован червячный редуктор. В пульте управления 9

приводом 2 применено реле времени. Рама может быть совмещена с площадкой для оператора 10. При необходимости на стенке барабана устанавливается водомерное стекло 11.

Таким образом, экспериментально и логически обоснована схема биоактиватора фуражного зерна с вертикальным переворачивающимся барабаном.

Использованные источники:

1. Патент RU 2480975 С2, МПК А01С1/01. Способ биоактивации фуражного зерна и устройство (биоактиватор) для его осуществления / Н.М. Иванов, Г.Ф. Бахарев, А.П. Цегельник, Л.И. Дролова, Л.Н. Емельянова; заявитель и патентообладатель ГНУ СибИМЭ Россельхозакадемии. - № 2011122289/13; заявлено 01.06.2011 г., опубл. 10.05.2013, Бюл. № 13.
2. Пат. 185269 РФ, МПК7 А01С1/02. Биоактиватор фуражного зерна / Г.Ф. Бахарев, А.П. Цегельник, Л.И. Дролова; заявитель и патентообладатель ФГБУН СФНЦА РАН. – № 2018128129; заявлено 31.07.2018 г.; опубл. 29.11.2018, Бюл. № 34.

УДК 631.3.06.001.66

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Бережнов Н.Н. *канд. техн. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кузбасская государственная сельскохозяйственная
академия», г. Кемерово, Россия

n.berezhnov@mail.ru

ENERGY ASSESSMENT OF THE SOWING COMPLEX ON THE BASIS OF FIELD TEST DATA

В статье приводится анализ результатов энергетической оценки

посевного комплекса, полученных методом контрольного динамометрирования. Полученные результаты являются исходными данными для вероятностной математической модели, описывающей работу с.-х. МТА, как систему «почва-с.-х. машина-двигатель-трансмиссия-двигатель». Модель позволяет обосновать рациональные параметры и режимы работы агрегата, а также прогнозировать значения его эксплуатационных показателей в условиях конкретной почвенно-климатической зоны.

The article presents the analysis of the results of the energy assessment of the sowing complex obtained by the method of control dynamometry. The obtained results are the initial data for the probabilistic mathematical model describing the work of the agricultural MTA as a system of "soil-agricultural machine-tractor wheels-transmission-engine". The model allows to justify the rational parameters and modes of operation of the unit, as well as to predict the values of its performance indicators in a particular soil and climatic zone.

Постановка проблемы. Одним из способов улучшения выходных эксплуатационных показателей энергоемких машинно-тракторных агрегатов (МТА) является научное обоснование их рационального состава, выбор нагрузочных и скоростных режимов работы на основе данных, полученных в ходе проведения полевых испытаний.

В условиях эксплуатации МТА подвергается воздействию множества внешних и внутренних факторов, многие из которых имеют случайный характер [1]. Поэтому для описания процесса функционирования и определения выходных показателей агрегата целесообразно использовать методы математического моделирования, основанные на применении теории вероятностей [2, 3].

Цель исследования – получение исходных данных для энергетической оценки посевного комплекса «Кузбасс», применительно к конкретным природно-производственным условиям его использования.

Достижение цели осуществлялось путем решения следующих задач:

1. Обосновать методику аналитического моделирования процесса работы МТА и определить основные оценочные показатели, характеризующие влияние на него внешних факторов.

2. По результатам полевых испытаний МТА установить влияние рабочей скорости движения на тяговое сопротивление и его статистические характеристики для расчета выходных показателей предложенной теоретической модели функционирования МТА.

Для комплексной оценки эксплуатационных показателей тяговых МТА, при неустановившемся характере внешних воздействий, разработана вероятностная математическая модель, описывающая процесс работы МТА, как системы «почва-с.-х. машина-двигатель-трансмиссия-двигатель» (далее «П-М-Дж-Т-Дв») [3]. По результатам исследований [2, 3] установлено, что основными оценочными показателями изменения внешних воздействий на систему «П-М-Дж-Т-Д», относятся: математическое ожидание приведенного удельного тягового сопротивления агрегата $M(k_0)$, коэффициент вариации $v(k_0)$ и коэффициент ε_0 - характеризующий прирост тягового сопротивления агрегата с увеличением рабочей скорости движения по отношению к приведенной.

Методы проведения эксперимента. Для получения исходных данных для моделирования, проводилось контрольное динамометрирование агрегата New Holland T9.505 + ПК-15,8 на полях предприятия ГПЗ «Ленинск-Кузнецкий» Ленинск-Кузнецкого района Кемеровской области.

Условия испытаний агрегата [4]: технологическая операция – посев озимой ржи, агрофон - пар черный, предшествующая обработка – культивация АПК-9,2 (10-14 см), тип и механический состав почвы – чернозем среднегумусный оподзоленный, средняя длина гона – 1934,7 м, глубина высева семян и удобрений – 7 см, масса технологического материала в бункере – 4000 кг.

Динамометрирование с.-х. машины осуществлялось при движении агрегата в пределах диапазона агротехнически допустимых рабочих скоростей (8-13 км/ч) [5]. Реализация опытов осуществлялась в виде отдельных блочных

планов, где в качестве варьируемого фактора рассматривалась рабочая скорость движения агрегата [2].

Описание результатов. Обработка опытных данных позволила получить высокосignificant уравнение связи среднего тягового усилия на крюке трактора (тягового сопротивления агрегата) (P , кН) с рабочей скоростью движения (V_p , м/с) (рис.)

$$P = 25,74 + 7,27V_p^2, R=0,87. \quad (1)$$

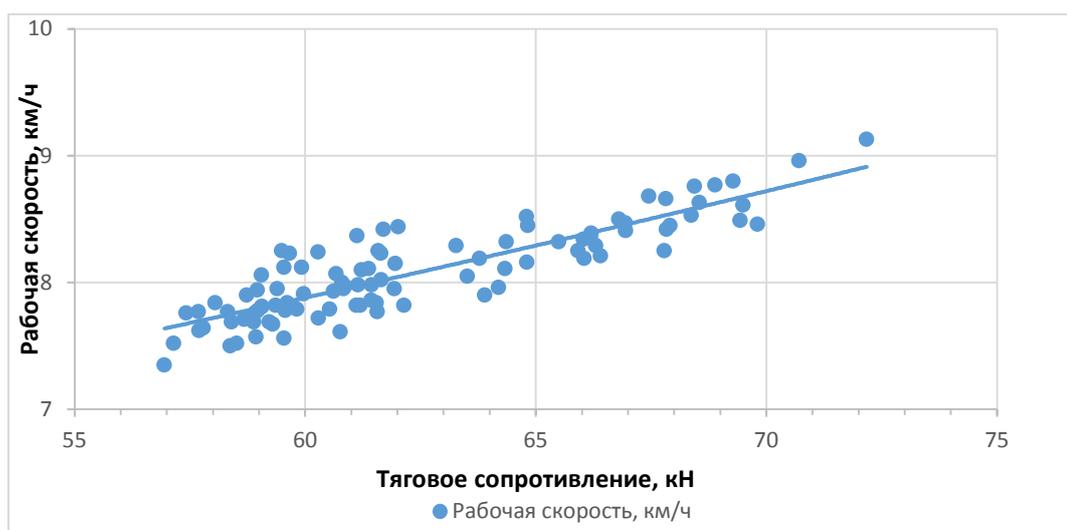


Рис. – Зависимость тягового сопротивления агрегата New Holland Т9.505+ПК-15,8 от средней рабочей скорости движения

После преобразования уравнения для среднего удельного тягового сопротивления агрегата (k , кН/м) имеем следующую зависимость

$$k = 1,63 + 0,46V_p^2. \quad (2)$$

Описательная статистика приведенных ($V_0 = 1,39$ м/с = 5 км/ч) энергетических показателей работы агрегата приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Статистика приведенных энергетических показателей агрегата

| Размер выборки N | $M(P_0)$, кН | $\sigma(P_0)$, кН | $v(P_0)$, % | $M(k_0)$, кН/м | ϵ_0 , с ² /м ² |
|--------------------|---------------|--------------------|--------------|-----------------|---|
| 97 | 39,79 | 3,23 | 5,17 | 2,52 | 0,036 |

По результатам динамометрирования агрегата при выполнении холостых проходов установлена характеристика агрофона – коэффициент сопротивления качению f и описательная статистика энергетических показателей (табл. 2).

Таблица 2 – Статистика энергетических показателей агрегата на выполнении холостых проходов

| Агрофон | Размер выборки N | $M(P_{xx})$, кН | $\sigma(P_{xx})$, кН | $v(P_{xx})$, % | f |
|------------|--------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-------|
| Пар черный | 8 | 22,63 | 0,95 | 4,21 | 0,118 |

Полученные данные (табл. 2), позволили оценить энергетические показатели посевного орудия ПК-15,8 и установить связи между его тяговым сопротивлением ($P_{по}$, кН), удельным тяговым сопротивлением ($k_{по}$, кН/м) и рабочей скоростью движения агрегата (V_p , м/с)

$$P_{по} = 17,46 + 7,27V_p^2, R=0,87; \quad (3)$$

$$k_{по} = 1,11 + 0,46V_p^2. \quad (4)$$

Описательная статистика приведенных энергетических показателей почвообрабатывающего посевного орудия ПК-15,8 приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Статистика приведенных энергетических показателей почвообрабатывающего посевного орудия ПК-15,8

| Размер выборки N | $M(P_{0(по)})$, кН | $\sigma(P_{0(по)})$, кН | $v(P_{0(по)})$, % | $M(k_{0(по)})$, кН/м | $\epsilon_{0(по)}$, c^2/m^2 |
|--------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 97 | 31,51 | 3,2 | 5,96 | 2,00 | 0,04 |

Выводы и предложения. 1. Для оценки эксплуатационных показателей с.-х. МТА, при неустановившемся характере внешних воздействий, целесообразно использование вероятностной математической модели МТА, как системы «П-М-Дж-Т-Дв», в которой входными показателями являются: математическое ожидание приведенного удельного тягового сопротивления агрегата, коэффициент вариации и коэффициент пропорциональности - «тяга-скорость».

2. По результатам динамометрирования ПК-15,8, установлено среднее приведенное (к $V_0=1,39$ м/с) удельное тяговое сопротивление посевного орудия - 2,00 кН/м, коэффициент пропорциональности «тяга-скорость» – 0,04 с²/м². Стандартное отклонение тягового сопротивления - 3,2 кН, вариация – 5,96 %.

3. Полученные результаты будут использованы в качестве входной информации в математической модели МТА «П-М-Дж-Т-Дв» [7] и позволят решать задачи по оптимизации параметров и режимов работы его работы.

Использованные источники:

1. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. – М.: Колос, 1981. – 382 с.
2. Бережнов Н.Н. Обоснование рациональной компоновки и режимов работы энергонасыщенных почвообрабатывающих посевных комплексов: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Н.Н. Бережнов. – Барнаул, 2007. – 188 с.
3. Красовских В.С. Повышение эффективности функционирования тяговых агрегатов за счёт оптимизации параметров и эксплуатационных режимов работы в степных и лесостепных районах Западной Сибири: автореф. дисс. ... докт. техн. наук / В.С. Красовских. – Санкт-Петербург, 1991. – 37 с.
4. ГОСТ 20915-75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1975. – 34 с.
5. ГОСТ Р 52777-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.с.

УДК 631.303

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УБОРКИ СОИ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В.Бумбар, профессор, д.т.н., М.К.Толмачев, магистрант 2-го года обучения,

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет,

г. Благовещенск, Российская Федерация

e-mail: bumbariv@outlook.com

PROBLEMS OF PERFECTING OF CLEANING OF SOY IN THE CONDITIONS OF THE AMUR REGION

В статье рассмотрены особенности уборки сои в условиях Амурской области. Построены графики зависимости уборки сои по дням уборки, показателям намолота, урожайности. Приведены аналитические зависимости уборочного процесса сои за период 2015-2017 годы.

Основными проблемами совершенствования процесса уборки сои являются: большая площадь уборки, значительная нагрузка на один зерноуборочный комбайн и потери урожая от самоосыпания

In the article the features of cleaning up of soy are considered in the conditions of the Amur area. The charts of dependence of cleaning up of soy are built on the days of cleaning up, indexes of the threshed grain, productivity. Analytical dependences over of harvest process of soy are brought for period 2015-2017. The basic problems of perfection of process of cleaning up of soy it is been: large area of cleaning up, considerable loading on one combine harvester and losses of harvest from a self-fall

Одной из самых распространенных выращиваемых зернобобовых культур в России и мире является соя. Ценность данной культуры обусловлена, как ее пищевыми свойствами, которые находят широкое применение в пищевой промышленности и животноводстве, так и тем, что **соя**обладает способностью обогащать почву биологическим азотом, повышая эффективность растениеводства[1].

Уборка с.-х. культур является одним из наиболее сложных процессов во всем сельскохозяйственном производстве. Эта сложность определяется биологическими особенностями растений, большим масштабом уборочных работ, которые необходимо провести в сжатые агротехнические сроки. Для повышения эффективности процесса уборки сельхозтоваропроизводители Амурской области ежегодно приобретают новые зерноуборочные комбайны разных марок [1].

Особенность уборки зерновых культур, сои и кукурузы в Амурской области сопряжена с погодными условиями (переувлажнение почвы и заморозки на уборке сои и кукурузы) и большим различием физико - механических и биологических особенностей этих культур, с неоднородностью состава парка зерноуборочных комбайнов. При этом одним и тем же комбайнам приходится работать с разными культурами. Многомарочность комбайнов требует научного обоснования их количества с учетом возможной производительности, особенности ходовой части и настройки молотильно – сепарирующего устройства [1].

Важнейшим показателем снижения потерь урожая на стадии уборки является существенное сокращение ее сроков. Несмотря на то, что в южной и центральной с/х зонах Амурской области растения зерновых культур, сои и кукурузы созревают в разные периоды, уборка в каждой зоне должна заканчиваться за 10-12 дней, что приведет к существенному снижению потерь от самоосыпания и других факторов [1].

Выполнить это условие возможно имея нагрузку на один комбайн сравнимую с развитыми странами. Так количество комбайнов на 1000 га посевов (2016 г.) составило в Германии – 28 шт., в США – 15 шт., в Канаде – 7,6 шт., в Аргентине – 5,8 шт., в Российской Федерации – 1,1 шт. Причем в РФ и Амурской области около 47 % парка составляют зерноуборочные комбайны со сроком эксплуатации выше 10 лет [2].

В целом в АПК РФ ежегодно (2015 – 2017 гг.) поставляется 5872 - 5098 зерноуборочных комбайнов, из них лишь до 64% отечественного производства.

Уборка сои в Амурской области началась в последней декаде сентября 2017 года.

Нагрузка на один физический комбайн составила:

Тамбовский – 356 га

Ивановский – 439 га

Константиновский – 356 га

Михайловский – 462 га

Октябрьский – 645 га

Белогорск – 367 га

В целом в 2017 году величина убираемой площади распределилась по культурам:

Зерновые культуры – 179 тыс.га;

Соя – 951 тыс.га;

Кукуруза – 1260 га.

На один списочный комбайн приходится более 497 га.

Динамика уборки представлена на рис. 1,2 и 3. На рис. 3 наглядно виден характер снижения урожайности сои по мере увеличения сроков ее уборки в 2017 г.

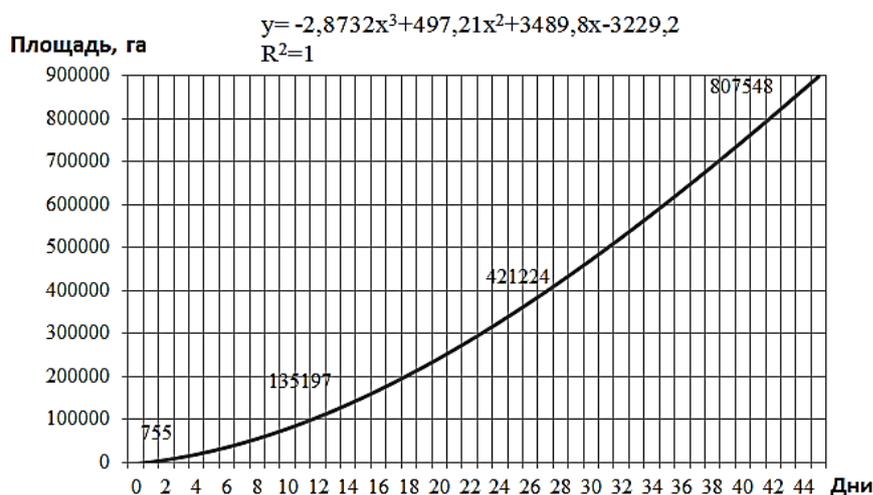


Рисунок 1 – Величина убираемой площади сои по дням уборки в Амурской области (2017 г.)

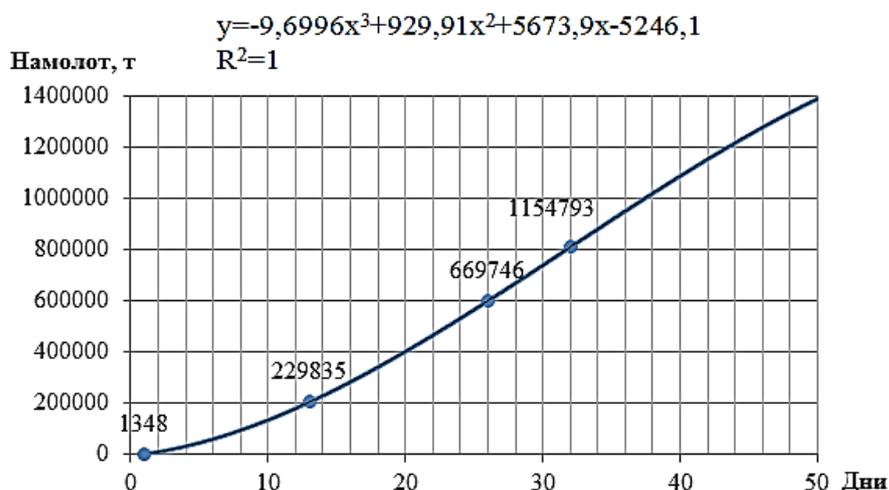


Рисунок 2 – Показатели намолота сои по дням уборки в Амурской области (2017 г.)

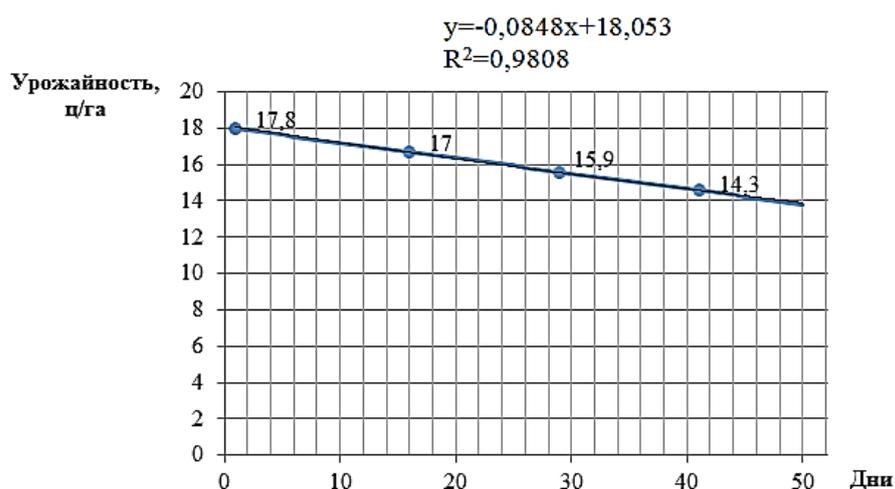


Рисунок 3 – Изменение урожайности сои по дням уборки (2017 г.)

Проведя анализ уборочного процесса в 2015 – 2017 гг. [3] нами рассчитаны аналитические зависимости убранной площади, намолота, и изменения урожайности сои по дням уборки, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Аналитические зависимости уборочного процесса сои (2015 – 2017 гг.)

| Культура | Показатели | Год | Аналитическое выражение |
|----------|------------------|------|--|
| Соя | Площадь, га | 2015 | $y = - 32,113x^3 + 2239x^2 - 17271x + 27421$ |
| | | 2016 | $y = - 22,687x^3 + 1729,3x^2 - 13709x + 12591$ |
| | | 2017 | $y = - 2,8732x^3 + 497,21x^2 + 3489,8x - 3229,2$ |
| | Намолот, т | 2015 | $y = - 38,451x^3 + 2635,7x^2 - 19128x + 32390$ |
| | | 2016 | $y = - 29,56x^3 + 2145x^2 - 16027x + 14832$ |
| | | 2017 | $y = - 9,6996x^3 + 929,91x^2 + 5673,9x - 5246,1$ |
| | Урожайность ц/га | 2015 | $y = 13,002e^{-0,002x}$ |
| | | 2016 | $y = 15,744x^{-0,075}$ |
| | | 2017 | $y = - 0,0848x + 18,053$ |

Из представленных графиков (рис.1,2,3) и аналитических выражений (табл.1) можно оценить состояние уборки сои и прогнозировать возможные показатели убираемой площади, намолота и урожайности в будущем при условии наличия соответствующей структуры парка зерноуборочных комбайнов, а в случае его изменения по производительности и длительности эксплуатации иметь возможность совершенствовать уборочный процесс, доведя его до агротехнических требований (не более 10 календарных дней

уборки). Следует иметь в виду, что настоящая нагрузка убираемой площади, которая приходится на один физический комбайн в РФ и Амурской области в нынешних условиях больше чем в развитых в сельскохозяйственном производстве стран Европы и Америки.

В 2018 году продолжалась работа по оценке влияния сроков уборки сои в Амурской области на изменения ее урожайности. Результаты представлены в таблицах 2,3,4.

Динамика изменения урожайности сои по с-х зонам Амурской области (2018 г.)

Таблица 2 – Южная с.-х. зона. Урожайность, ц/га

| п/п | Районы | Урожайность по датам, ц/га | | | | |
|------------------|------------------|----------------------------|------|-------|------|------|
| | | 1.10 | 9.10 | 22.10 | 1.11 | 9.11 |
| 1 | Архаринский | 19,4 | 12,6 | 10,7 | 10,7 | 10,4 |
| 2 | Благовещенский | 15,7 | 12,4 | 12,5 | 12,7 | 12,3 |
| 3 | Ивановский | 15,0 | 12,9 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| 4 | Константиновский | 18,9 | 16,9 | 16,1 | 15,6 | 15,2 |
| 5 | Михайловский | 18,2 | 16,1 | 14,4 | 14,3 | 14,6 |
| 6 | Тамбовский | 19,2 | 18,2 | 18,9 | 18,7 | 18,6 |
| Среднее значение | | 17,7 | 14,8 | 14,2 | 14,0 | 13,9 |

Таблица 3 – Центральная с.-х. зона

| п/п | Районы | Урожайность по датам, ц/га | | | | |
|------------------|---------------|----------------------------|------|-------|------|------|
| | | 1.10 | 9.10 | 22.10 | 1.11 | 9.11 |
| 1 | Белогорский | 13,9 | 13,1 | 11,9 | 11,4 | 11,2 |
| 2 | Бурейский | 15,5 | 12,3 | 11,8 | 11,8 | 11,4 |
| 3 | Завитинский | 10,0 | 8,5 | 8,9 | 9,7 | 9,2 |
| 4 | Октябрьский | 14,6 | 13,7 | 13,9 | 14,3 | 13,0 |
| 5 | Ромненский | 12,8 | 9,8 | 8,9 | 9,0 | 10,9 |
| 6 | Свободненский | 11,6 | 10,5 | 9,8 | 9,7 | 9,5 |
| 7 | Серышевский | 10,2 | 9,2 | 8,4 | 8,4 | 8,4 |
| Среднее значение | | 12,6 | 11,0 | 10,5 | 10,6 | 10,4 |

Таблица 4 – Северная с.-х. зона

| п/п | Районы | Урожайность по датам, ц/га | | | | |
|------------------|----------------|----------------------------|------|-------|------|------|
| | | 1.10 | 9.10 | 22.10 | 1.11 | 9.11 |
| 1 | Зейский | - | 13,0 | 10,2 | 9,6 | 9,6 |
| 2 | Мазановский | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| 3 | Магдагачинский | 9,5 | 8,4 | 6,0 | 5,5 | 5,5 |
| 4 | Сковородинский | - | - | - | 1,7 | 1,7 |
| 5 | Тындинский | - | - | - | - | - |
| 6 | Шимановский | 9,8 | 9,1 | 8,7 | 8,1 | 8,1 |
| Среднее значение | | 9,1 | 9,6 | 8,2 | 6,6 | 6,6 |

Анализ уборки сои в 2018 году показал, что продолжительность уборочного периода уменьшилась до 40 дней в южной и в центральной с-х зоне. Следует также отметить, что затягивание сроков уборки приводит к снижению урожайности сои в южной с-х зоне в среднем на 3,8 ц/га, а в центральной на 2,2 ц/га к концу уборки.

Уборка сои в Амурской области занимает значительный срок (около 40 дней), что приводит к потере урожая к концу периода от 2,2 - 3,8 ц/га (2018 г.). Снижение этих потерь возможно, если уменьшить длительность периода уборки до 10-12 дней за счет увеличения количества высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов с шириной захвата жатки 7-9 метров.

Использованные источники:

1. Бумбар И.В. Уборка сои: монография / И.В.Бумбар; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГОУ ПО Дальневосточный гос. аграрный ун-т. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2006- 257 с.

2. Официальный сайт компании «Ростсельмаш» [Электронный ресурс]; сайт содержит сведения о продукции компании «Ростсельмаш». – Электрон. дан.(2 файла). – Благовещенск [дата обращения 21.02.2018]. – режим доступа: ["https://rostselmash.com/-/"](https://rostselmash.com/-/)

3. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Амурской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://agroamur.ru/>

УДК 631.358:633.521

ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СТАЦИОНАРНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ВАЛЬЦОВОГО ТИПА ДЛЯ ОБМОЛОТА ЛЬНА- ДОЛГУНЦА

Ю.В. Бурлаков

ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН»

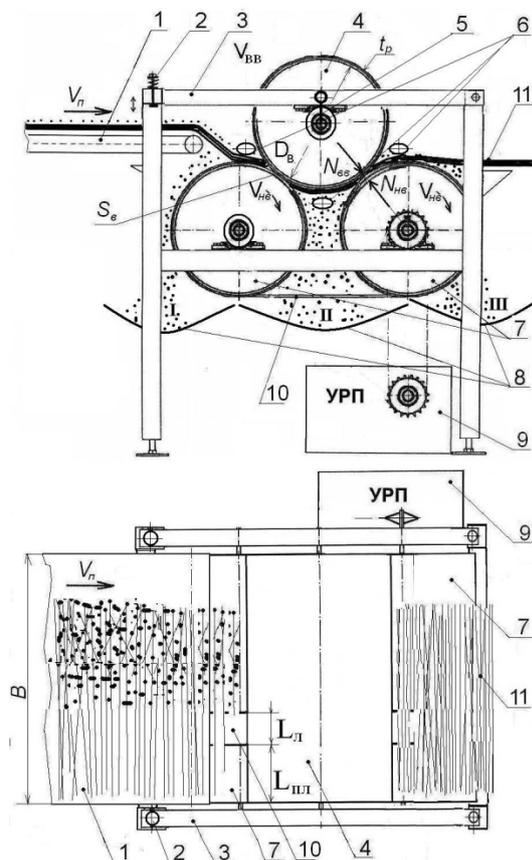
г. Новосибирск, Россия

e-mail: sibime@nsk.ru

PERFORMANCE OF STATIONARY LABORATORY INSTALLATION OF ROLLER TYPE FOR THRESHING FLAX

Качество льнотресты за последние 30 лет не изменился и находится на уровне номера 1,0-1,2 в результате чего Россия отстает от стран Западной Европы по урожайности льноволокна более чем в 1,5 раза, при этом по выработке длинного волокна(волокно номером 12 и выше) более чем в 10 раз [1]. Одной из основных причин формирующих данную негативную ситуацию заключатся в том, что процесс вылежки соломки льна-долгунца до состояния тресты протекает неравномерно по длине стеблей, а обусловлено это различной степенью воздействия на стебель рабочих органов льноуборочных машин в процессе выполнения технологических операций (теребления, очесывания). Одним из выходов из данной ситуации может быть использование рабочих органов вальцового типа, учитывая положительный опыт их применения в прошлом [2, 3].

Исследования, проведенные в ГНУ СибИМЭ по обмолоту льна-долгунца молотилкой вальцового типа подтвердили целесообразность использования вальцовых рабочих органов для выделения семян из ленты, сформированной из рулонов льна-долгунца [4]. На основании этого были разработаны исходные требования на экспериментальный образец стационарной лабораторной установки вальцового типа для обмолота льна-долгунца согласно технологической схеме (см. рис.) [5].



1 - лентообразующий стол; 2 - пружина; 3 – прижимной механизм верхнего вальца; 4 – верхний обрезиненный валец; 5 - центрирующее устройство верхнего вальца; 6 - направляющие сопла для воздуха; 7 - нижние обрезиненные вальцы; 8 – сборники семенного вороха; 9 - универсальный регулируемый электропривод; 10 – нижняя прижимная бесконечная обрезиненная лента; 11 - лента льна-долгунца.

Параметры молотильного устройства: V_{π} - скорость подающего транспортера; V_{BB} - скорость верхнего вальца; V_{NB} - скорость нижних вальцов; D_B - диаметр обрезиненных вальцов; t_p - толщина обрезиненного слоя; S_B - зазор между обрезиненными вальцами; N_{BB} , N_{NB} - усилия сжатия ленты льна-долгунца между вальцами; B - ширина молотилки; УРП – универсальный регулируемый привод.

Рисунок -Технологическая схема стационарной лабораторной установки вальцового типа для обмолота льна-долгунца

Предлагаемое конструкторское решение стационарной молотилки предполагает возможность разрушения семенных коробочек по всей ширине ленты и при этом отпадает необходимость в отдельном зажимном транспортере и его приводе, что значительно упрощает конструкцию, повышается ее надежность и уменьшает возможность потерь семян от недомолота.

Необходимо так же отметить - лента в процессе ее протаскивания между вальцами движется по криволинейной траектории, при этом деформация ленты в процессе ее движения между вальцами способствует процессу выделения из нее вымолоченных семян.

Процесс проведения опытов на стационарной лабораторной установке вальцового типа для обмолота льна-долгунца осуществляется следующим образом - производится раскладка на подающий транспортер лента льна-долгунца с заданной плотностью. Настройка скорости подачи и усилия сжатия ленты льна-долгунца между вальцами. Вначале включалась стационарная лабораторная установка затем подающий транспортер. В результате сформированная на лентообразующем столе 1 неочесанная лента льна-долгунца из снопов направлялась между верхним и первым нижним обрезиненными вальцами 3,5 с заданной скоростью, где и происходит разрушение семенных коробочек раздавливанием в зазоре между вальцами. Семена и чешуйки коробочек под действием сил гравитации просыпаются вниз, а обмолачиваемая лента льна-долгунца, поддерживаемая бесконечной обрезиненной лентой, подавалась далее в зазор между верхним и вторым нижним обрезиненными вальцами. После окончания обмолота ленты льна-долгунца между вальцами подающий транспортер со стационарной молотилкой останавливались, и производился сбор вымолоченного вороха в местах схода с оценкой полноты обмолота ленты, проплющивания стебельной части урожая и фракционного состава.

Как показали предварительные испытания, предложенная технологическая стационарная лабораторная установка вальцового типа для обмолота льна-долгунца обеспечивает стабильное протекание процесса обмолота, при этом наблюдается полное разрушение семенных коробочек при двукратном прохождении ленты через молотильное устройство с одновременным равномерным проплющиванием обмолачиваемой стебельной масс по всей длине.

Выводы и предложения:

1. Увеличение усилия сжатия ленты льна между вальцами приводит к повышению полноты вымолота семян, так при усиллии сжатия ленты 2,69 кН вымолот 52%, а при повышении усилия сжатия до 7,92кН полнота вымолота достигает 97%, что близко к требованиям, предъявляемым к уборке семян льна - 98%.

2. С увеличением плотности ленты обмолачиваемого материала полнота уменьшается, так при 1000 шт./м.п. наблюдался вымолот 86%, а при увеличении плотности до 3600 шт./м.п. полнота вымолота снижается до 52%.

4. В полученном семенном ворохе свободные семена составляют 46%, семена в коробочках и чешуйках 30%, оболочки коробочек составили 24%, а наличие стеблей растений хоть и имеет место быть, но не достигают и 1% от общей массы семенного вороха (согласно агротехническим требованиям отход стеблей в путанину не более 3%).

5. Дробление семян и повреждение стебельной части урожая в процессе обмолота лена-долгунца не наблюдалось.

6. Для достижения увеличения полноты обмолота в соответствие с исходными требованиями необходимо увеличить усилие сжатия ленты льна-долгунца между вальцами путем установки пружины большей жесткости.

Использованные источники:

1. Рожмина Т.А., Понажев В.П. Состояние и перспективы развития льняного сектора России // Вестник РАЕН. 2015. Т. 15.№1. С. 59-63.

2. Каспарова С.А. Раздельная уборка льна-долгунца. Труды ВИСХОМ Вып. №32. – М.: МАШГИЗ, 1962. - С. 129-151.

3. Ковалев М.М., Козлов В.П. Плющильные аппараты льноуборочных машин (конструкция, теория, расчет): монография.- Тверь: Тверской областное книжное-журнальное изд-во, 2002 – С.59-64.

4. Бурлаков Ю.В. Квыбору типаочесывающего аппаратадля стационарной молотилки льна-долгунца // Научно-техническое обеспечение АПК Сибири: материалы Междунар. науч.-технич. конф. (п. Краснообск, 7–9 июня 2017 г.) /

Сибирский научно исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН. – Т. 1. – Новосибирск, 2017. – с 83-89.

5. Пат. 2553235 Российская Федерация, МПК А01F11/02. Вальцовое молотильное устройство / Бурлаков Ю.В.; заявитель и патентообладатель ГНУ Сибирский науч.-исслед. ин-т. механизации и электрификации сельского хозяйства. - №2014110386/13 ; заявл. 18.03.14 ; опубл. 10.06.15, Бюл. №16. – 3 с.

УДК: 631.544.

ЛАБОРАТОНО-ПОЛЕВОЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИМЕНЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЭКРАНОВ В ОВОЩЕВОДСТВЕ

Ю.В.Гончаренко, Г.В. Нестяк

Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук, 630501, Краснообск, Новосибирская область, Россия

nestyak-vs@yandex.ru

Приведены результаты экспериментальной проверки применения крупногабаритных укрытий экранного типа при выращивании крупноплодных томатов. Показано, что их применение способствует повышению урожая в разных условиях выращивания.

Постановка проблемы

В связи с расширением применения крупногабаритных укрытий в мировой практике, аналогичная работа предпринята в СибИМЭ СФНЦА РАН для проверки возможности выращивания крупноплодных томатов. В эксперименте было использовано крупногабаритное укрытие экранного типа, в основе которого заложен принцип дуализма: растения, находясь в открытом грунте, исключают опасность перегрева в жаркие летние дни, одновременно находятся и под постоянной защитой укрытий экранного типа, снижающих влияние негативных факторов внешней среды [1, 2].

Такая конструкция обеспечивает возможность защиты выращиваемых растений в течение всего периода их вегетации, в том числе и во время неблагоприятных воздействий на растение (ливни, град, кратковременные

заморозки, перегрев растений, холодные россы, техногенные выбросы и др.). Следует отметить, что функция защиты растений не ограничивает условий естественного опыления растений, а конструктивные особенности экранов подобного типа расширяют возможности удобного доступа к растениям для выполнения текущих работ по их уходу (полив, пасынкование, выборочный сбор урожая). Практика применения экранов показала возможность повышения теплообеспеченности растений в период вегетации, что является одним из факторов повышения их урожайности [3, 4, 5].

Задача выполняемого исследования – обоснование возможности производства крупноплодных томатов, имеющих особый спрос на рынке овощной продукции, в сибирских условиях за счет применения подобных защитных конструкций.

Методы проведения эксперимента

Экспериментальная проверка проводилась на участке открытого грунта экспериментальной теплицы СибИМЭ СФНЦА РАН в летне-осенний период 2018-2019 годов. В эксперименте был использован экспериментальный образец крупногабаритного укрытия экранного типа, длиной 10 метров и шириной 1,7 метра и ориентированного с юга на север (рисунок). Под экранами укрытия была высажена рассада томатов сорта «Бычье сердце». Контрольные посадки выполнены с обеих сторон укрытия.

Экспериментальный участок и крупногабаритное укрытие экранного типа были оснащены приборным оборудованием (малогабаритная метеостанция, приборы контроля состояния растений и окружающей среды).



Рисунок – Крупногабаритное укрытие экранного типа его и приборное оснащение

Условия полевого сезона 2018-2019 годов были различны и, в целом, не вполне благоприятны для выращивания томатов (в течение всего периода вегетации 2018 года шли дожди, а в 2019 году была пасмурная и довольно прохладная погода). Из-за постоянных дождей обработку почвы в 2018 году смогли провести лишь в конце первой декады июня, а посадку рассады на контроле и под экраны – 10 июня. В 2019 году посадка была проведена 3 июня.

Описание результатов

Полученные результаты (нарастающим итогом) представлены в сводной таблице. Из таблицы видно, что период плодоношения под экранами и на контроле был одинаков, но урожай под экранами получен значительно больше: в 2018 году 120,14 кг под экранами и 78,4 кг на контроле, в 2019 году соответственно 141,23 и 108,9 кг.

Таблица 1 – Динамика поступления продукции нарастающим итогом, кг

| Вариант | Дата сбора 2018/2019 годы | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 21.07 | 28.07 | - | 04.08 | 11.08 | 18.08 | 25.08 | 31.08 | 08.09 | 15.09 |
| | - | 28.07 | 01.08 | 05.08 | 10.08 | 17.08 | 25.08 | 01.09 | 09.09 | 15.09 |
| Э _Σ | 9,42 | 13,67 | - | 29,12 | 38,6 | 50,57 | 80,62 | 97,11 | 101,44 | 120,14 |
| | - | 1,73 | 5,36 | 25,16 | 62,51 | 103,73 | 119,12 | 126,12 | 129,12 | 141,23 |
| К _Σ | 0,32 | 0,79 | - | 3,06 | 11,04 | 25,22 | 48,59 | 75,54 | 76,93 | 78,4 |
| | - | 2,65 | 12,0 | 30,4 | 56,45 | 68,59 | 85,92 | 95,94 | 100,51 | 108,89 |

Анализ таблицы показывает устойчивое превышение урожая под экранами над контролем по всем годам проведения эксперимента независимо от условий. Превышение: в 2018 году составило 1,5, а в 2019 году – 1,3 раза.

Выводы и предложения

Из анализа данных приведенных данных можно сделать вывод, что при наличии негативных факторов внешней среды, крупногабаритные укрытия экранного типа обеспечили достаточно высокий уровень урожайности по сравнению с контролем в открытом грунте.

Использованные источники:

1. Пат. №2479986 РФ, МПК А01G 13/02. Способ создания условий для выращивания теплолюбивых овощных культур в условиях открытого грунта и устройство для его реализации /Арюпин В.В., Нестяк В.С., Усольцев С.Ф.; заявл. 2011.10.05; опубл. 2013.04.27. Бюл. №4.
2. Нестяк В.С. Овощеводство и биосфера – пути снижения противоречий. – Біосферні основи землеробства в ХХІ столітті: Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція. [Электронное издание] – <http://www.ndipvt.com.ua>.
3. Арюпин В.В. Способ выращивания овощных культур и защитные сооружения для его реализации. / В.В. Арюпин, С.Ф., Усольцев, О.В Ивакин, В.С. Нестяк // Сиб. вест. с.-х. науки. – 2013. – № 5. – С. 79-86.
4. Усольцев С.Ф. Оценка теплообеспеченности томатов в защитных сооружениях открытого грунта. В кн.: Аграрная наука - сельскому хозяйству сборник статей: в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет. 2017. С. 51-53.
5. Ивакин О.В. Защитные экраны – технико-технологический потенциал развития овощеводства региона //О.В. Ивакин, Г.В. Нестяк, Ю.В. Гончаренко // Перспективы развития агропромышленного комплекса: региональные и межгосударственные аспекты: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Краснообск, СибНИИЭСХ СФНЦА РАН, 14-15 октября 2018. – С. 281-284.

**АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Сибирский физико-технический институт аграрных проблем,
р.п. Краснообск, Новосибирская область, 630501, Россия,
e-mail: guro-tamara@yandex.ru

**HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR THE RAPID ASSESSMENT
OF GERMINATION OF SEEDS OF AGRICULTURAL CROPS**

В статье рассмотрены практические и методические положения создания и применения аппаратно-программного комплекса, предназначенного для автоматизированного определения всхожести семян с использованием инструментального кондуктометрического метода.

Ключевые слова: всхожесть, семена, сельскохозяйственные культуры, кондуктометрический метод определения всхожести.

The article deals with the practical and methodological provisions of the creation and application of the instrument-software complex, designed for automation in laboratory analysis using instrumental conductometric method for determining seed germination.

Key words: germination, seeds, crops, conductometric method of determination of germination

Одним из основных показателей качества семенного материала является полевая всхожесть семян. Для определения всхожести семян развивается, наряду с другими инструментальными методами, направление разработки лабораторного кондуктометрического метода, позволяющего сократить сроки оценки всхожести семян по сравнению с традиционными методами. По

измеренному показателю удельной электропроводности (УЭП) водного настоя семян оценивают целостность клеточных мембран и прогнозируют полевую всхожесть исследуемой партии семян.

Авторами был сделан обзор публикаций по применению кондуктометрического метода для различных сельскохозяйственных культур [1]. Метод применялся для экспресс-оценки посевных качеств и всхожести семян: пшеницы, гороха, кормовых бобов, кукурузы, гречихи, сахарной свеклы, моркови и сосны обыкновенной. Ошибка прогноза полевой всхожести составляла $\pm 5-10\%$ [1].

Несмотря на положительные результаты, кондуктометрический метод определения всхожести семян не получил широкого распространения. На наш взгляд, причинами этого положения, является отсутствие недорогого оборудования, специализированного программного обеспечения, а также апробированных методических указаний и рекомендаций по применению метода для различных сельскохозяйственных культур.

Цель исследований – показать возможность выполнения автоматизации исследований и создать программно-аппаратное обеспечение кондуктометрического метода для экспресс-оценки всхожести семян сельскохозяйственных культур.

Косвенный кондуктометрический метод определения всхожести заключается в следующем: 100 шт. семян замачивают в 50 мл дистиллированной воды на 3-4 часа.

Удельную электропроводность (УЭП) водного настоя семян регистрируют с помощью кондуктометра, что позволяет, используя обратно пропорциональную зависимость УЭП и всхожести, оценить посевные качества семян. Экспериментально доказано – чем выше всхожесть семян, тем меньше электропроводность водной вытяжки из них.

Электропроводность водной вытяжки увеличивается из-за снижения активности и целостности клеточных мембран, повреждения плазмалеммы и образования свободных радикалов. При экспозиции в дистиллированной воде,

клеточные мембраны семян с более низкой всхожестью утрачивают способность удерживать внутри клетки ионы, которые вымываются в настой, изменяя его электропроводность [1].

В СибФТИ СФНЦА РАН проводятся исследования с применением кондуктометрического метода оценки ранней диагностики устойчивости зерновых культур к биотическим и абиотическим стрессорам. Разработаны и апробированы методические положения, подготовлены методические рекомендации и указания [2,3]. Накопленный методический опыт был применен для определения посевных качеств семян кондуктометрическим методом.

Для автоматизации исследований, проводимых с использованием кондуктометрического метода, нами применяется экспериментальная установка, включающая измерительный блок – кондуктометр (прибор «КЛ-С-1»), электрохимическая ячейка – первичный преобразователь малообъемного (1 см³) наливного типа и персональный компьютер (ПК) (рис. 1).

В приборе имеется также датчик измерения температуры водного раствора, позволяющий определять приведенную к заранее заданному единому значению температуры удельную электропроводность [4].

Продолжительность однократного измерения УЭП составляет 2 с, время установления показаний прибора – не более 5 с. Данные от ячейки регистрируются и передаются в ПК со скоростью 5-6 измерений в минуту. Погрешность измерения УЭП при этом не должна превышать 0,5%.

Для программной поддержки и методического обеспечения процесса исследований кондуктометрическим методом было усовершенствовано программное обеспечение «Компьютерный лабораторный кондуктометр», включающее компьютерную программу и базу данных экспериментальных исследований [4,5].

Основные блоки программы: блок измерений, блок оценки всхожести, блок хранения данных. Структурная схема и главное окно программы приведены на рис. 2,3.

В блоке измерений выполняется: прием по интерфейсу RS232C от кондуктометра, регистрация и запись данных измерений в Excel-совместимом файле; в блоке оценки всхожести – первоначальная обработка и определение посевных качеств семян, с использованием зависимости УЭП и всхожести для исследуемой культуры; в блоке хранения – запись в базу данных (БД).

Для накопления, систематизации, анализа и хранения данных разработана база данных экспериментальных исследований – БД «Всхожесть сельскохозяйственных культур», в которой располагается архив экспериментальных данных.

База данных может быть использована и в автономном режиме

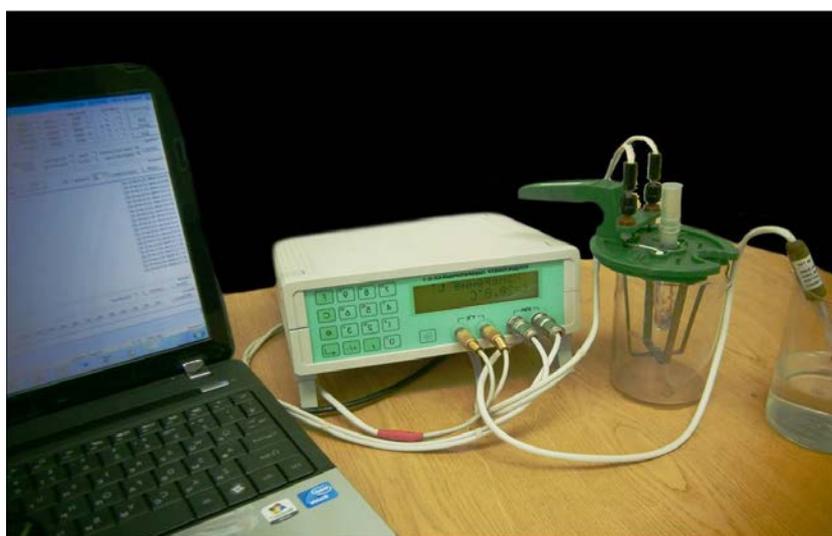


Рис. 1. Компьютерный кондуктометр «КЛ-С-1»

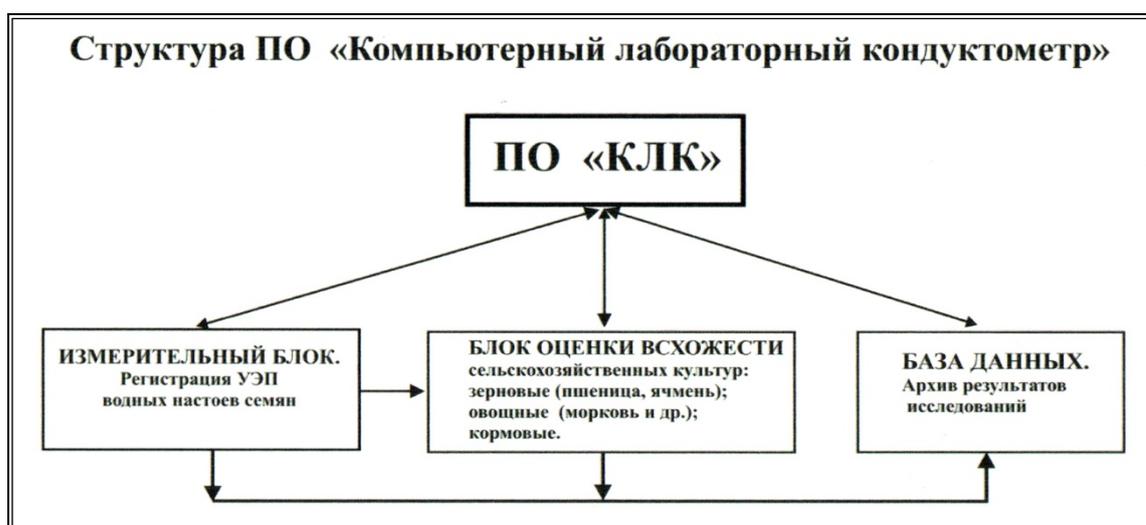


Рис. 2. Структура программного обеспечения для определения всхожести

автоматизирован и компьютеризирован. Это позволяет оперативно получать и накапливать результаты по различным сельскохозяйственным культурам и сортам в компьютерной базе данных, что будет способствовать распространению и успешному внедрению метода.

Использованные источники:

1. Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А. Применение кондуктометрического метода для определения всхожести семян сельскохозяйственных культур (обзор) // Развитие сельского хозяйства на основе современных научных достижений и интеллектуальных цифровых технологий "Сибирь – Агробиотехнологии" (САБИТ 2019): материалы МНПК (Новосибирская обл., р.п. Краснообск, 18-19 ноября 2019 г.) / СФНЦА РАН – Новосибирск, 2019.

2. Коробова Л.Н., Гурова Т.А., Голощапова Е.А., Куцерубова Н.С., Луговская О.С., Минеев В.В. Оценка стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом: научно-методические рекомендации / Россельхозакадемия. ГНУ СибФТИ. – Новосибирск, 2010. – 48 с.

3. Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А., Минеев В.В. Методические положения ранней диагностики устойчивости сортов яровой пшеницы и ячменя к совокупному действию стрессоров: СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 62 с.

4. Денисюк С.Г., Мациевский В.А. Компьютерный лабораторный кондуктометр // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Ч.2: материалы 5-й Международной научно-практической конференции АГРОИНФО-2012 (Новосибирск, 10-11 октября 2012 г.) / Рос. акад. с.-х. наук Сиб. отд-ние, Сиб. физико-техн. ин-т аграр. проблем. – Новосибирск, 2012.– ч.2 – С. 47–52.

5. Денисюк С.Г., Гурова Т.А., Свежинцева Е.А. Совершенствование и применение компьютерного лабораторного кондуктометра для оценки

устойчивости ячменя при хлоридном засолении // Труды МНТК Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2014. – Т.2. – С. 175–181.

6. Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С. Определение всхожести семян пшеницы кондуктометрическим методом // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2017. – С. 119-122.

7. Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А., Штайнерт Т.В. Определение всхожести моркови кондуктометрическим методом // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 7-й Международной научно-практической конференции "Агроинфо-2018"/ СФНЦА РАН.– Новосибирск, 2018. – С. 157-160.

УДК 621.43.001.4:681.518.3

ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСТРЕМУМОВ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДВС С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

И.П. Добролюбов, О.Ф. Савченко

Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук,

630501, п. Краснообск, Новосибирской обл.

e-mail: *sibfti.n@ngs.ru*

ERROR OF DEFINITION OF EXTREME VALUES OF WORKING PROCESSES OF THE ENGINE WITH THE HELP OF MEASURING EXPERT SYSTEM

Определена для целей диагностирования структурных параметров ДВС с помощью измерительной экспертной системы погрешность измерения

экстремальных значений рабочих процессов (например, индикаторного давления и углового ускорения коленчатого вала) и ее составляющие в статическом и динамическом режимах работы двигателя.

The error of measurement of extreme values of working processes (for example, display pressure and angular acceleration of a cranked shaft) and its components in static and dynamic power setting is determined for the purposes of diagnosing of structural parameters of the engine with the help of measuring expert system.

Достоверность экспертизы технического состояния ДВС [1–3] зависит от того, насколько точно с помощью измерительной экспертной системы (ИЭС) определены значения параметров рабочих процессов. Погрешность измерения именно экстремальных значений этих процессов в более ранних работах авторов [4–8] не рассматривалась. Оценке этой погрешности и посвящена данная статья.

Например, при определении распределения мощности по цилиндрам двигателя измеряется угловое ускорение коленчатого вала для каждого из цилиндров:

$$\varepsilon_i^K = \frac{1}{J_D} M_i^K(\varphi - \xi_{1m}) = \frac{1}{J_D} V_u P_c K_1(\varphi);$$

$$\varepsilon_i^\Gamma = \frac{1}{J_D} M_i^\Gamma(\varphi - \xi_{1m}) = \frac{1}{J_D} V \bar{P}_i S_1(\varphi);$$

$$\varepsilon_{ин_1} = - \left[\frac{1}{J_D} M_{ин_1}^{рег}(\varphi - \zeta_{1m}) + \frac{M_{ин_1}^{ост}}{J_D} \right] = \varepsilon_{ин_1}^{рег} + \varepsilon_{ин_1}^{ост};$$

$$\varepsilon_u = \varepsilon_1^K + \varepsilon_1^\Gamma + \varepsilon_{ин_1}^{рег} + \varepsilon_{ин_1}^{ост},$$

где $\varepsilon_u, \varepsilon_1^K, \varepsilon_1^\Gamma, \varepsilon_{ин_1}^{рег}, \varepsilon_{ин_1}^{ост}$ – ускорение коленчатого вала, вызванное работой одного цилиндра: полное, компрессионная и газовая составляющие, инерционная регулярная и инерционная остаточная составляющие; $J_D, M_i^K, M_i^\Gamma, M_{ин}^{рег}, M_{ин}^{ост}$ – моменты: инерции, компрессионная и газовая составляющие индикаторного момента, инерционный регулярный и остаточный; φ – угол поворота коленчатого вала; ξ и ζ – фазы, учитывающие компоновку; V_u – объем

цилиндра; P_c – давление сжатия; \bar{P}_i – среднее индикаторное давление; $K_I(\varphi)$ и $S_I(\varphi)$ – компрессионная и газовая силовые функции цилиндра, которые для всего множества ДВС могут быть аппроксимированы набором линейно-экспоненциальных кривых, зависящих только от степени сжатия [9]: $K_{I+}(\varphi) = a_k \varphi [\exp(-b_k \varphi)]$; $S_I(\varphi) = a_s \varphi [\exp(-b_s \varphi)]$; $K_{I+}(\varphi) = |K_I(\varphi)|$ – положительная ветвь функции $K_I(\varphi)$; a_k, a_s, b_k, b_s – константы.

Составляющие погрешности определения экстремума любого процесса $x(t)$, например, ε_k и ε_z [10]: отсчет его времени появления (погрешность дифференциатора и нуль-органа), отнесения его к соответствующему моменту времени; измерения в моменты отсчетов (рис. 1, а). Погрешность нуль-органа незначительна. Из-за наиболее значимой погрешности дифференциатора $\Delta_0 = (dx/dt) - u(t)$ (где dx/dt и $u(t)$ – процессы на выходах идеального и реального дифференциаторов) измеренные значения $x(t)$ не совпадают с экстремумами, появляется погрешность Δ_0 определения экстремума. При периодической дискретизации с периодом T процесс $x(t)$ между отсчетами заменяется интерполирующей прямой. Вместо прямой $z_1(t)$, когда отсутствует Δ_0 , получим прямую $z_2(t)$ и при $t_i = 0$ (рис. 1, б):

$$z_1(t) = x_3(0) + [x_3(T) - x_3(0)](t/T);$$

$$z_2(t) = x(t_1) - x(0) + [x(T+t_2) - x(t_1)] [(t-t_1)/(T+t_2-t_1)];$$

$$\Delta_z = z_2(t) - z_1(t) \approx x(t_1) - x_3(0) + [x(T+t_2) - x(t_1)] [(t-t_1)/T] - [x_3(T) - x_3(0)](t/T),$$

где $x_3(0)$ и $x_3(T)$ – экстремумы $x(t)$; t_1 и t_2 – погрешности определения времени наступления i -го и $(i+1)$ -го экстремумов в данной реализации ($t_2 - t_1 \ll T$).

На рис. 1,б значения δ_{t1} и δ_{t2} – конкретные реализации δ_t случайной величины Δ_t . Учитывая некоррелированность \dot{x} и \dot{x} в совпадающие моменты времени, а также малость Δ_z , необходимо при фиксированных δ_t и T провести усреднение по x . Математическое ожидание $M\{\Delta_z(t)\} = 0$ при $M\{\dot{x}(t)\} = 0$. Дисперсия зависимости Δ_z :

$$\sigma_{\Delta_z}^2(\tau, \delta_{t2}) = 2\sigma_x^2 \{ [1 - \rho_x(t_1)] [1 - (\tau/T)]^2 + (\tau^2/T) + (\delta_{t1}/T) [1 - (2\tau/T)] + (\delta_{t2}^2/T) [1 - \rho_x(T)] \},$$

где σ_x^2 – дисперсия экстремальных значений $x_0(t)$; τ – текущее значение t ; $\rho_x(t)$ – нормированная автокорреляционная функция процесса $\dot{x}(t)$.

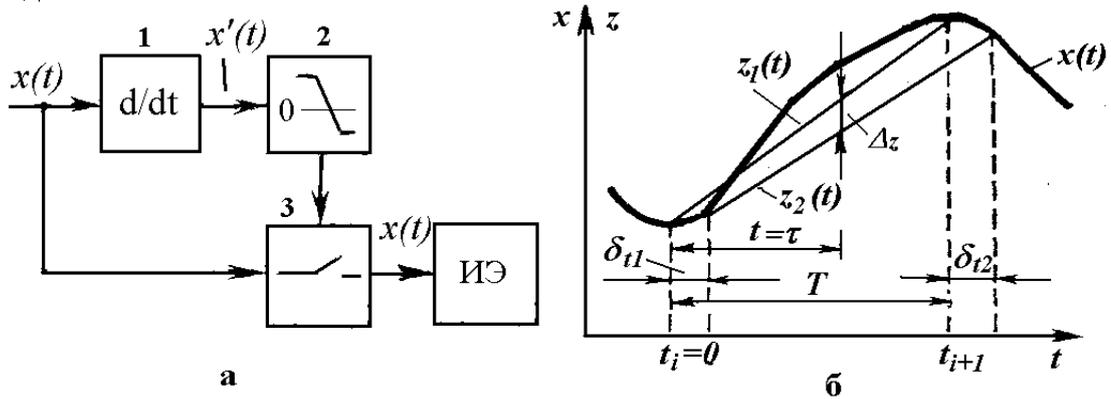


Рис. 1. Функциональная схема определения экстремума (а): 1 – дифференциатор, 2 – нуль-орган, 3 – аналоговый ключ, 4 – измеритель экстремума; зависимость между погрешностями дифференциатора и интерполяции (б)

Случайность процессов горения топлива от цикла к циклу, а, следовательно, и процессов $\dot{x}(t)$, $\Delta_0(t)$ и $\dot{x}(t)$ достаточно точно характеризуются нормальным законом распределения вероятностей с автокорреляционной функцией $\dot{x}(t)$:

$$R_x(\tau) = \sigma_x^2 \exp(-\alpha \tau^2),$$

где σ_x^2 – дисперсия, $\alpha = const$, $\tau = t_2 - t_1$.

Дисперсия процесса $\dot{x}(t)$ равна $\sigma_{\dot{x}}^2 = 12\sigma_x^2\alpha^2$. Дисперсия зависимости Δ_z , усредненная по всем реализациям δ_{t_i} случайной величины Δ_{t_i} :

$$\sigma_{\Delta_z}^2(\tau) = 2\sigma_x^2 \{ \alpha \sigma_{\delta_t}^2 [1 - (\tau/T)]^2 + (\tau/T)^2 + (\delta_{t1}/T)^2 [1 - \rho_x(T)] \},$$

где $\sigma_{\delta_i}^2$ – дисперсия случайной величины Δ_i :

$$\sigma_{\delta_i}^2 = [\pi / (24\sigma_x^2 \alpha^2)] (\sigma_{\Delta_i} + \sigma_x^2).$$

Рассмотренные зависимости позволяют оценить погрешность измерения экстремальных значений при непосредственном измерении индикаторных давлений, а также составляющих углового ускорения ε^2 , ε_{i1}^2 в режиме свободного разгона, а также под нагрузкой, характеризующих рабочие процессы топливоподачи и горения топлива, в режиме свободного выбега – ε^k , ε_{i1}^k , $\varepsilon_{ин}^{рег}$, $\varepsilon_{ин}^{ост}$ и ε_m , характеризующих процессы компрессионные, неуравновешенности и трения. В режиме свободного разгона также можно оценить погрешность измерения угла опережения впрыска топлива отдельных цилиндров и двигателя в целом при определении максимумов в моменты смены знака производной по частоте вращения автокорреляционной функции среднего за рабочие такты и за цикл работы двигателя значения углового ускорения коленчатого вала. В этом же режиме можно оценить погрешность корреляционного метода измерения расхода топлива. Используя в ИЭС стандартные программы поиска экстремума с учетом параметров измеренных процессов и рассмотренных в работе закономерностей можно автоматизировать задачу определения погрешностей экстремумов.

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. Добролюбов И.П. Точностные и информационные показатели измерительных каналов экспертной системы двигателей // Измерительная техника.– 2011. – № 6. – С. 43–47.
3. Альт В.В., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н.

Техническое обеспечение измерительных экспертных систем машин и механизмов в АПК // Россельхозакадемия, Сибирское региональное отделение, ГНУ СибФТИ. – Новосибирск, 2013. – 523 с.

4. 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.

5. Савченко О.Ф., Альт В.В., Добролюбов И.П., Ольшевский С.Н. Развитие средств автоматизации измерений и анализа рабочих процессов при испытаниях ДВС // Двигателестроение. – 2014. – № 2. – С. 26–31.

6. 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.

7. Савченко О.Ф., Добролюбов И.П. Моделирование процесса идентификации состояния тракторных двигателей // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2016.– № 4(6). – С. 4–12.

8. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф. Определение технического состояния топливной системы ДВС статистическими методами // Труды ГОСНИТИ: т. 122.– 2016. – С. 48–58.

9. Вейц В.А. Динамика машинных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания./ В.А. Вейц, А.Ф. Кочура – Л.: Машиностроение, 1976. – 384 с.

10. Кавалеров Г.И. Введение в информационную теорию измерений. / Г.И. Кавалеров, С.М. Мандельштам – М.: Энергия. – 1974. – 376 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ
УПРАВЛЕНИИ КОМБИНИРОВАННЫМ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ
АГРЕГАТОМ**

И.П. Добролюбов, Г.Л. Утенков

Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий (СФНЦА) РАН

Россия, 630501 Новосибирская обл, п. Краснообск

E-mail: Utenkov1951@mail.ru

**APPLICATION OF STATISTICS AT MANAGEMENT COMBINED SOIL-
CULTIVATING THE UNIT**

С учетом связи тягового сопротивления комбинированного почвообрабатывающего агрегата с твердостью почвы и параметром, отражающим мощность ДВС, а также неоднородности и случайности изменения параметров почвы проанализировано уравнение динамики двигателя в составе этого агрегата. Получены энергетический спектр и автокорреляционная функция рабочих процессов двигателя, отражающих его мощность.

In view of communication of traction resistance of the combined soil-cultivating unit with hardness of ground and the parameter reflecting capacity of the engine, and also heterogeneity and accident of change of parameters of ground the equation of dynamics of the engine is analysed in structure of this unit. The power spectrum and autocorrelation function of working processes of the engine reflecting his capacity are received

При выполнении энергоемких технологических операций основной обработки почв (в частности пятнистых) важно обеспечить максимально возможную производительность и топливную экономичность комбинированного почвообрабатывающего агрегата (КПА) с сохранением высокого качества работ. При этом используются энергонасыщенные КПА с гидрофицированной коробкой передач трактора и форсированным двигателем

внутреннего сгорания (ДВС с газотурбонаддувом). Встроенные информирующие системы о текущих энергетических (скоростном и нагрузочном) режимах мало эффективны из-за того, что тяговое сопротивление КПА изменяется случайным образом, по проходу агрегата может измениться в полтора - два раза и требуемое число воздействий на органы управления возрастет на 70 - 90%, что резко снижает реакцию тракториста на поступающие команды. Из-за нестационарности и значительной переменности тягового сопротивления КПА обеспечить экстремальное автоматическое управление энергетическими режимами затруднительно. В работах [1...5] изложены алгоритмы и структура системы управления гибких автоматизированных технологических комплексов почвообработки (ГАТКП). Дальнейшему совершенствованию управления комбинированным почвообрабатывающим агрегатом (КПА) посвящена данная работа.

Устройство управления ГАТКП должно обеспечивать управление КПА при непрерывном определении твердости почвы. Тяговое сопротивление R_a КПА линейно связано с твердостью (плотностью) почвы:

$$R_a = F_k + abmT_{cp},$$

где F_k – сила перекачивания, a и b – глубина вспашки и ширина захвата, m – постоянный коэффициент; T_{cp} – средняя твердость почвы по глубине пахоты.

Так как тяговое сопротивление оценивают на рабочих скоростных режимах, близких к $n = n_{ном}$ (n – частота вращения коленчатого вала), то из уравнения баланса мощностей

$$R_a \approx \beta(N_{ep} - N_{ex}),$$

где β – коэффициент пропорциональности, постоянный для данного тягового средства и определяемый при градуировке посредством тягового динамометра; N_e – эффективная мощность ДВС; индексы p и x соответствуют рабочему (под нагрузкой) и холостому проходам агрегата.

Используя тот или иной косвенный параметр Π_N , отражающий мощность двигателя можно определить тяговое сопротивление КПА и твердость почвы:

$$R_a \approx \beta(\Pi_{Np} - \Pi_{Nx});$$

$$T_{cp} = (\beta/abm)(N_{ep} - N_{ex}) = \kappa_{св}(\Pi_{Np} - \Pi_{Nx}).$$

где $\kappa_{св}$ - коэффициент связи: $\kappa_{св} = (\beta/abm)$.

В работах [1, 2] показано, что может применено 22 вида параметра Π_N , отражающих рабочие процессы ДВС и КПА. Ввиду неоднородности и случайности изменения параметров почвы динамика двигателя в составе КПА в окрестности рабочей частоты коленчатого вала под нагрузкой осуществляется в режимах разгон-выбег и описывается уравнением:

$$\bar{T}_D \frac{d\tilde{\omega}}{dt} + \tilde{\omega} = k_\psi \tilde{\psi}(t) + k_p \tilde{P}_\kappa - k_f \tilde{F}_{kp}(t) \text{ при } \bar{F}_D \neq 0$$

где $\bar{O}_{\dot{A}} = \bar{J}_{\dot{A}} / \bar{F}_{\dot{A}}; k_\psi = \frac{\psi_{i\ddot{i}}}{\bar{F}_{\dot{A}} \omega_{i\ddot{i}}} \left(\frac{d\bar{M}_i}{d\psi} \right)^*$; $\bar{F}_{\dot{A}} = \left(\frac{d\bar{M}_{\dot{O}}}{d\omega} \right)^* - \left(\frac{d\bar{M}_i}{d\omega} \right)^* = \left(\frac{d\bar{M}_e}{d\omega} \right)^*$;

$k_f = \frac{F_{крном}}{\omega_{ном} \bar{F}_D} \left(\frac{\partial M_{нз}}{\partial F_{кр}} \right)_j^*$; $k_p = \frac{P_{кном}}{\omega_{ном} \bar{F}_D} \left(\frac{\partial M_k}{\partial P_\kappa} \right)_j^*$; $J_D, M_i, M_T, M_e, M_{нз}$ - моменты: инерции,

индикаторный, трения, эффективный, нагрузки, наддува; ω, ε - угловые скорость и ускорение коленчатого вала; ψ - перемещение органа топливоподдачи (ход рейки топливного насоса); P_κ - давление наддува; $F_{кр}$ - сила нагрузки (на крюке); черта сверху означает усреднение за цикл работы ДВС; знак \sim означает отнесение соответствующих величин к номинальным значениям.

Угловые скорость, ускорение коленчатого вала и мощность ДВС:

$$\tilde{\omega}(t) = k_D [1 - \exp(-t/\bar{T}_D^*)];$$

$$\tilde{\varepsilon}(t) = \frac{k_D}{\bar{T}_D^*} \exp(-t/\bar{T}_D^*);$$

$$N_e(t) = \bar{J}_o \cdot \tilde{\omega}(t) \cdot \tilde{\varepsilon}(t) = \frac{k_D^2}{\bar{T}_D^*} \exp(-t/\bar{T}_D^*) \cdot [1 - \exp(-t/\bar{T}_D^*)],$$

где в силу принципа суперпозиции $k_D = k_\psi$ или $k_D = k_f$ или $k_D = k_p$; в разгоне $\bar{T}_D^* = \bar{T}_D$; в выбеге $\bar{T}_D^* = \bar{T}_{де}$.

В режиме разгона безнаддувного ДВС и усреднении параметров за цикл (т. е. при зависимости M_e только от ω и ψ), а также по множеству разгонов, энергетический спектр (ЭС) и автокорреляционная функция (АКФ) процесса $\tilde{\omega}(t)$ можно получить, при $\tilde{\psi}(t) = \xi(t)$, или $\tilde{P}_k(t) = \xi(t)$, или $\tilde{f}_{наг}(t) = \xi(t)$ (при этом $\xi(t)$ можно полагать квазибелым шумом, энергетический спектр которого $G_\xi(\Omega) = 2N_0$):

$$G_\omega(\Omega) = 2\mu_\partial \alpha_\partial N_0 / (\Omega^2 + \alpha_\partial^2);$$

$$R_\omega(\tau) = 2\mu_\partial N_0 \exp(-\alpha_\partial \tau),$$

где $\Omega = 2\pi f$, f – частота, Гц; $\mu_\partial = \bar{k}_\psi T / \bar{T}_D$; $\alpha_\partial \neq \Gamma / \bar{T}_D$, или $\mu_\partial = \bar{k}_p T / \bar{T}_D$ или $\mu_\partial \neq \bar{T} / \bar{T}_D$; при этом дисперсия процесса $\tilde{\omega}(t)$: $\sigma_\partial^2 = 2\mu_\partial N_0$.

На выходе дифференциатора ЭС и АКФ углового ускорения $\varepsilon(t)$:

$$G_\varepsilon(\Omega) = 2\mu_\partial N_0 \alpha_\partial^2 / [\Omega^2 + \alpha_\partial^2];$$

$$R_\varepsilon(\tau) = \frac{\partial^2 [R_\omega(\tau)]}{\partial \tau^2} = 2\mu_\partial N_0 \alpha_\partial^2 \exp(-\alpha_\partial |\tau|).$$

Аналогично можно получить ЭС и АКФ других двадцати признаков $П_N$.

Достоинством использования ЭС и АКФ в качестве признака $П_N$ является то, что при этом определяется как детерминированная, так и случайная составляющие измеряемого процесса. Ввиду существенного отличия частот инерционных составляющих от спектра нагрузки максимумы ЭС и АКФ этих составляющих могут быть вырезаны, что повысит точность определения состояния КПА и способствует повышению эффективности управления агрегатом и достоверности определения твердости почвы. Кроме того, в микропроцессорном устройстве управления агрегатом можно использовать

стандартные программы расчета корреляционных функций и энергетических спектров измеряемых процессов.

Использованные источники

1. **Добролюбов И.П., Утенков Г.Л.** Рациональные алгоритмы управления МТА. - Тракторы и сельхозмашины. -2007, №10. – С. 9-11.

2. **Добролюбов И.П., Утенков Г.Л.** Регулировка зоны режимов с помощью адаптивной системы управления работой машинно-тракторных агрегатов. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009, - №2. – С.41-43.

3. **Добролюбов И.П., Утенков Г.Л.** Экологические и энергосберегающие адаптивные агрегаты почвообработки и посева зерновых культур // Экологические аспекты технологий производства продукции растениеводства. / Междунар. агроэкологический форум 21-23 мая 2013 г. г. С.–Петербург. Т. 2. Россельхозакадемия, Северо-западный НИИ механизации и электрификации сельского х-ва. - С.–Петербург. 2013 – С. 31-36.

4. **Утенков Г.Л., Добролюбов И.П.** Автоматизированные технологические комплексы почвообработки. - Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. СИБИМЭ.-Новосибирск, 2006. – 380с.

5. **Утенков Г.Л., Добролюбов И.П.** Моделирование рабочих процессов гибких автоматизированных технологических комплексов почвообработки. - СФНЦА РАН. НГАУ – Новосибирск, 2018. - 204 с.

УДК 631.3.06

НОВОЕ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ СРОКОВ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

Б.Д. Докин, О.В. Елкин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки сибирский
федеральный научный центр агроботехнологий российской академии наук,
Новосибирск, Россия

А.А. Алетдинова

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

А.А. Никифорова

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

NEW BY OPTIMIZATION OF TERMS OF CARRYING OUT FIELD WORKS IN THE CONDITIONS OF SIBERIA

Проанализированы методические подходы при обосновании технического обеспечения сроков проведения полевых работ (США, ГВЦ Госплана Украины, ЧИМЭСХ, ВИМ, СибИМЭ). Кроме оптимальных агротехнических сроков проведения полевых работ, введено понятие экономически целесообразные сроки проведения полевых работ. Они могут быть более «удлинёнными» по сравнению с оптимальными, при условии равенства затрат; связанными с потерями урожая из-за запаздывания сроков проведения полевых работ и содержанием МТП.

Methodical approaches at justification of technical support of terms of carrying out field works are analysed (the usa, gvts of the state planning committee of ukraine, chimesh, vim, sibime). except optimum agrotechnical terms of carrying out field works, the concept economically expedient terms of carrying out field works is entered. they can be more "extended" in comparison with optimum, on condition of equality of expenses; connected with losses of a harvest because of delay of terms of carrying out field works and the maintenance of mtp.

Оптимизацией технического обеспечения сроков проведения полевых работ занимались зарубежные (США) [1] и отечественные исследователи [2,3,4,5]. Однако авторы учитывали, что тракторы и сельхозмашины участвуют в различных технологических операциях и не учитывали, что не все поля «созрели» и не по всем культурам они готовы к проведению рассматриваемой технологической операции.

Функцию зависимости потерь урожая и затрат на содержание МТП от продолжительности проведения полевых работ СибИМЭ (4) и Южно – Уральский ГАУ (5) представляли в виде:

$$f(D_p) = \frac{\alpha_T B_T \gamma_T^i \gamma_{\text{соз}}^j}{D_p} + \frac{\alpha_{\text{ПК}} B_{\text{ПК}} \gamma_{\text{ПК}}^i \gamma_{\text{соз}}^j}{D_p} + K_{\text{сп}} \cdot U \cdot Ц \cdot W_{\text{сут}} \cdot D_p + C, \quad (1)$$

Первые две составляющие означают долю годовых амортизационных отчислений трактора и посевного комплекса, отнесённой к определённой технологической операции. Согласно Межгосударственного стандарта ГОСТ 34393 – 2018 амортизационные отчисления производятся на один час работы техники, и есть величина постоянная, также как и отчисления на техобслуживание и ремонт. Поэтому эти две составляющие должны быть перенесены в постоянную часть (С).

Исходя из мирового опыта А.В. Ленский (6) дополнил выражение эксплуатационных затрат двумя составляющими Р – оплата за пользование кредитом и S – расходы на страхование и хранение машин. Тогда выражение (1) будет иметь вид:

$$f(\ddot{A}_\delta) = \frac{D\gamma_{\tilde{nc}}^j}{\ddot{A}_\delta} + \frac{S\gamma_{\tilde{nc}}^j}{\ddot{A}_\delta} + \hat{E}_{\tilde{ni}} \cdot U \cdot \ddot{O} \cdot W_{\tilde{no}\delta} \cdot \ddot{A}_\delta + \tilde{N}$$

где D_p — продолжительность проведения технологической операции, дней;

$\alpha_T, \alpha_{ПК}$ — норма отчислений на реновацию трактора и посевного комплекса;

$\gamma_T^i, \gamma_{ПК}^j$ — часть удельных отчислений на реновацию трактора и посевного комплекса, в зависимости от того, какие работы выполняют трактор и посевной комплекс (для простоты взят удельный вес этой работы в годовом объёме работ, выполняемых трактором и посевным комплексом);

$\gamma_{соз}^j$ — коэффициент, учитывающий неравномерность «созревания полей»;

$K_{сп}$ — средний коэффициент потерь урожая в зависимости от продолжительности работ, часть/день;

U — урожайность культуры, т/га;

Ц — цена реализации, р/т;

$W_{сут}$ — суточная производительность машинно-тракторного агрегата, га/сутки;

С — затраты на техобслуживание и ремонт техники, амортизационные отчисления, ГСМ, зарплату, которые не зависят от D_p .

Затраты на технику при увеличении продолжительности выполнения работ уменьшаются, а потери урожая, наоборот, увеличиваются.

Для определения оптимальной продолжительности проведения полевых работ обычно берут первую производную $f(D_p)$ по D_p и приравнивают это выражение нулю.

$$\frac{df(\ddot{A}_\delta)}{d\ddot{A}_\delta} = 0 = -\frac{D\gamma_p^i \gamma_{\tilde{n}\tilde{c}}}{\ddot{A}_\delta^2} - \frac{S\gamma_s^i \gamma_{\tilde{n}\tilde{c}}}{\ddot{A}_\delta^2} + \hat{E}_{\tilde{n}\tilde{i}} \cdot U \cdot \ddot{O} \cdot W_{\tilde{n}\delta\delta} \quad (2)$$

После соответствующих преобразований получим выражение $D_p^{\text{опт}}$, когда затраты на технику и потери урожая уравновешены:

$$\ddot{A}_\delta^{\tilde{n}\delta} = \sqrt{\frac{P\gamma_p^i \gamma_{\tilde{n}\tilde{c}} + S\gamma_s^i \gamma_{\tilde{n}\tilde{c}}}{\hat{E}_{\tilde{n}\tilde{i}} \cdot U \cdot \ddot{O} \cdot W_{\tilde{n}\delta\delta}}} \quad (3)$$

Вторая производная $\frac{df^2(D_p)}{d^2 D_p}$ имеет положительное значение, это

означает, что функция $f(D_p)$ в точке «А» имеет минимальное значение.

После определения структуры машинно-тракторного парка для всего хозяйства по всем технологическим операциям можно определить значения:

$$\gamma_p^i = \frac{\sum_i^n F_p^i}{F_p^i} \quad (4)$$

где F_p^i — объём работ в эт.га, выполненных на данной технологической операции для данной культуры;

$\sum_i^n F_p^i$ — годовой объём работ в эталонных гектарах в растениеводстве;

γ_p^i, γ_s^j — часть удельных отчислений на оплату за кредит и страхование;

γ_{CO_2} — неравномерность созревания полей определяется для каждого конкретного хозяйства.

$$\gamma_s^i = \frac{\sum F_s^i}{F_s^i} \quad (5)$$

При ресурсосберегающей технологии возделывания и уборке зерновых культур на базе минимальной обработки почвы посевной комплекс может работать на посевах, на обработке паров и на минимальной осенней обработке почвы. Трактор, кроме перечисленных операций при этой технологии может производить на одной четверти посевной площади глубокое безотвальное рыхление почвы и обрабатывать пружинными боронами равномерного распределения измельчённой соломы по полю.

Заключение

За 30 лет изменились технологии возделывания зерновых культур и особенно их техническое обеспечение, оптимальная продолжительность посева зерновых на поле, готовом под посев, осталась прежней — в течение одних суток. Поэтому искусство агронома заключается в том, чтобы обеспечить величину γ_{CO_2} в пределах 0,07–0,1, т.е. уложиться с посевной за 10–15 дней.

Использованные источники

1. Хант Д. Экономическое обоснование выбора сельскохозяйственных машин. — Сельскохозяйственная техника (США). — 1963. — № 3.
2. Хабатов Р.Ш. Методика определения оптимальной структуры и рациональной организации использования машинно-тракторного парка. — ВЦ Госплана УССР. — Вып. 1. — Киев, 1969. — 76 с.
3. Саклаков В.Д. Технико-экономическое обоснование выбора средств механизации / В.Д. Саклаков, М.П. Сергеев // М.: Колос, 1973. — 199 с.

4. Докин Б.Д., Ёлкин О.В., Лапченко Е.А. Техническое обеспечение сроков проведения полевых работ в условиях Сибири \ \ Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. №3. С. 30-33.

5. Окунев Г.А., Мухамадиев Э.Г., Пятаев М.В. Выбор типа машинно-тракторного агрегата при выполнении полевых работ. – Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018.- 34 с.

6. Ленский А.В. Формирование Эффективной системы машин для механизации растениеводства \ РУП « НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».- Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2018 – 377с.

УДК 631.171: 621.23

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ООО «СИБИРСКАЯ НИВА»
МАСЛЯНИНСКОГО РАЙОНА**

Б.Д. Докин, О.В. Елкин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий российской академии наук,
Новосибирск, Россия

А.А. Алетдинова

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск,
Россия

М.В. Новосёлев

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

**EFFICIENCY OF RESOURCE-SAVING PRODUCTION TECHNOLOGIES OF
GRAIN CROPS IN LLC SIBIRSKAYA NIVA OF THE MASLYANINSKY AREA**

При переходе от классической интенсивной технологии на базе отвальной вспашки к ресурсосберегающим количество общих эксплуатационных затрат снижается на 9,48% при использовании технологии mini-till и 15,96% технологии no-till, а так же снижаются затраты на содержание техники на 6,1% и 15,1% соответственно, затраты на горюче-смазочные материалы и заработную плату на 7,1%, 36,9% и 24,1%, 55,1%.

Себестоимость тонны производимой продукции снижается на 9,48% при использовании минимальной обработки почвы и возрастает при использовании технологии no-till на 24,48% за счет низкой урожайности данной технологии.

Upon transition from classical intensive technology on the basis of dump plowing to resource-saving the quantity of the total operating costs decreases by 9.48% when using mini-till technology and 15.96% of technology No-till, and equipment charges also decrease by 6.1% and 15.1% respectively, costs of fuels and lubricants and the salary of 7.1%, 36.9% and 24.1%, 55.1%.

The prime cost of ton of the made products decreases by 9.48% when using the minimum processing of the soil and increases when using technology No-till by 24.48% due to low productivity of this technology.

На 2018 год общая площадь пашни составляет 51171 га. На рисунке 1. представлена структура посевных площадей. В отношении 2017 года общая структура земель увеличилась на 17,39% , а именно на 8918 га, за счет приобретения новых земель.

Основное направление предприятия направлено на животноводство, тем самым свидетельствуют посевные площади занятые на кормовые культуры и многолетние травы, что соответственно составляет 60,6% и 39,7%.

Для обеспечения бесперебойного производства заготовки кормов высокого качества предприятие использует высокопроизводительную технику с внедрением комплексной механизации, а также поддержание техники в исправном состоянии, что позволяет укладываться в короткие агротехнические сроки, тем самым происходит снижение себестоимости производимой продукции.

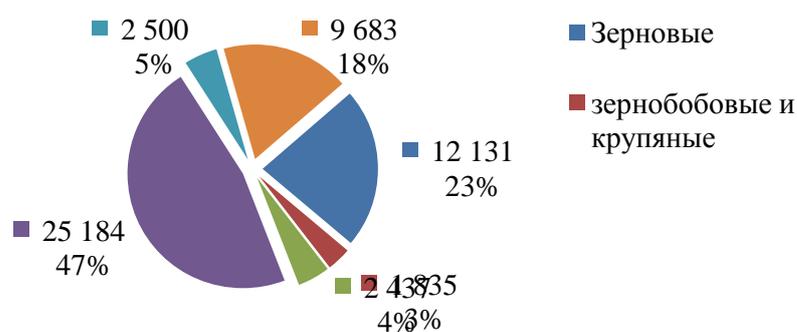


Рисунок 1. Структура посевных площадей

В таблицах 1,2 приведены состав МТП для классической, минимальной и нулевой технологий возделывания зерновых культур, а также показатели эффективности для каждой технологии.

Таблица 1. Состав МТП и стоимость для различных технологий возделывания зерновых культур

| Марка машины | Технологии | | | | | | Стоимость 1 шт., т. р. |
|--|------------|---------------|-----------|---------------|---------|---------------|------------------------|
| | Нормальная | | Mini-till | | No-till | | |
| | Кол-во | Всего, млн.р. | Кол-во | Всего, млн.р. | Кол-во | Всего, млн.р. | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Тракторы и комбайны: | | | | | | | |
| JohnDeere 9470R | 1 | 28,9 | 2 | 57,8 | 1 | 28,9 | 28900000 |
| JohnDeere 8335R | 2 | 36,6 | 1 | 18,3 | 1 | 18,3 | 18300000 |
| JohnDeere 4730 | 1 | 23 | 1 | 23 | 1 | 23 | 23000000 |
| JohnDeere W650 | 1 | 20 | 1 | 20 | 1 | 20 | 20000000 |
| ACROS-595 Plus | 1 | 9,34872 | 1 | 9,34872 | 1 | 9,34872 | 9 348 720 |
| С.-х. машины | | | | | | | |
| МЖУ-20 | 1 | 2,30438 | 1 | 2,30438 | 1 | 2,304378 | 2304378 |
| Kverneland RM100 8 | 2 | 5,6698 | - | | - | | 2834899 |
| Carrier 1225 | 1 | 3,3 | 1 | 3,3 | - | | 3300000 |
| Rapid 800 | 1 | 8 | 1 | 8 | - | | 8000000 |
| AmitySingleDisc SD 40 | - | | - | | 1 | 12,3 | 12300000 |
| Degelman 7000 | - | | 1 | 1,78 | - | | 1780000 |
| Камаз-45143 | 2 | 8,3784 | 2 | 8,3784 | 2 | 8,3784 | 4 189 200 |
| JCB 535-95 | 1 | 6,7 | 1 | 6,7 | 1 | 6,7 | 6 703 028 |
| JCB 535-125 | 1 | 7,93377 | 1 | 7,93377 | 1 | 7,933774 | 7 933 774 |
| Нефаз 8560 | 2 | 1,89 | 2 | 1,89 | 2 | 1,89 | 945 000 |
| Balzer 2000 | 1 | 8,58508 | 1 | 8,58508 | 1 | 8,585076 | 8 585 076 |
| Стоимость машин всего, млн.р | 18 | 199,5 | 17 | 177,3 | 14 | 147,6 | |
| Эксплуатационные затраты, млн.р | | 18,8 | | 17,02 | | 15,8 | |
| Кол-во механизаторов в пиковый период, чел | 4 | | 3 | | 2 | | |

Таблица 2– Сравнительный анализ технологий на 1000 га

| Показатели | Един.из м. | Технологии | | |
|----------------------------------|---------------|--------------|-----------|---------|
| | | Классическая | Mini-till | No-till |
| Урожайность | т/га | 5,5 | 5,5 | 3,5 |
| Количество механизаторов | чел. | 4 | 3 | 2,1 |
| Эксплуатационные затраты на 1 га | тыс. р/га | 18,8 | 17,02 | 15,842 |
| Себестоимость единицы продукции | тыс. р/т | 3,418 | 3,094 | 4,526 |
| Затраты труда | чел.ч/ га | 1438,6 | 1046,1 | 912 |
| Затраты труда | чел.ч/ т. | 0,26 | 0,19 | 0,26 |
| Затраты ГСМ | кг/га | 48,2 | 38,4 | 30,1 |

На основании таблиц 1,2 было установлено, что при использовании классической технологии общие эксплуатационные затраты составят 18,8 млн. р., а для технологий mini-till и no-till соответственно 17,02 и 15,8 млн. р., что на 9,47% и 15,96% ниже.

Общая стоимость парка МТП для классической технологии составляет 199,5 млн. р., а для технологий mini-till и no-till соответственно 177,3 и 147,6 млн. р., таким образом, при переходе на ресурсосберегающие технологии, сокращается стоимость парка на 11,13% при технологии mini-till и no-till на 26,02%.

Себестоимость производимой продукции (т. р./га) и затраты труда(чел. ч/га) снижаются при использовании ресурсосберегающих технологий на 9,47% и 27,3% в технологии mini-till и 15,7% и 36,6% в технологии no-till, при пересчете данных показателей с учетом урожайности на тонну производимой продукции, то можно заметить как себестоимость и затраты труда технологии no-till стали наиболее высокими, это произошло за счет низкой урожайности на 36,4%.

В случае применения ресурсосберегающей технологии на базе нулевой обработки почвы затраты на химическую обработку оказались выше на 14,1% в связи с гербицидной обработкой перед посевом.

При переходе от интенсивной технологии на базе отвальной вспашки к ресурсосберегающей на базе минимальной и нулевой обработки почвы потребность в механизаторах снижается на 25% и 50%, а также снижаются затраты на заработную плату на 24,1% и 55,2%.

Таким образом, преимущества ресурсосберегающей технологии на базе минимальной обработки почвы очевидны.

УДК 631.363.1:636.084.1:636.086.5:636.086.13

МНОГОВАРИАНТНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ БИОАКТИВАЦИИ ЗЕРНА

Дролова Л.И., Бахарев Г.Ф.

СибИМЭ СФНЦА РАН, Россия, Новосибирск,

e-mail: baharev50@ngs.ru

MULTIPLICITY TECHNOLOGIES OF BIOACTIVELY OF THE GRAIN

Показана многовариантность технологий биоактивации зерна на основе анализа существующих и разрабатываемых технологий. Отличаются технологии способами, применяемыми устройствами, в том числе биоактиваторами зерна.

Shows the multiplicity of technologies of bioactively grain based on the analysis of existing and emerging technologies. Different technology methods used by the devices, including bioactivating grain.

Существующие современные тенденции многовариантности технологий кормления КРС определяют появление новых технологий и выбор рациональных, исходя из региональных особенностей.

В последние годы в России разрабатываются новые машинные технологии приготовления кормов, в частности, направленные на устранение дефицита углеводов в рационе животных. Одной из таких технологий является

биоактивация фуражного зерна (называемая многими учеными ферментативной деполимеризацией, проращиванием или проклеиванием зерна в течение 1–4 суток), включающая следующие операции: загрузку зерна, заливку воды, обеззараживание, непосредственно биоактивацию, выгрузку, плющение (при необходимости) и раздачу приготовленного зерна. Установлено, что процесс должен длиться не более суток, когда зёрна ещё без плесени и обладают сыпучестью. В ходе проращивания зерна крахмал превращается в углеводы, способствующие повышению продуктивности животных на 16-20 %.

Однако до настоящего времени биоактивация зерна на свинофермах и фермах крупного рогатого скота (КРС) выполняется вручную. Замачивают зерно 4-5 ч в чистой емкости в слабо-розовом растворе перманганата калия при комнатной температуре. После замачивания зерно влажностью 45-47% ровным слоем (до 20 см) укладывают на стеллажи, накрывают любым подручным материалом (мешковиной, бумагой и др.) с доступом воздуха и проращивают в затемненных условиях в течение 2-3 суток при температуре 18-20°C. По мере высыхания зерно орошают водопроводной водой (2-3 раза в сутки). Зерна неравномерно проклеиваются из-за того, что слои не перемешиваются, а нижний слой зерна гибнет в воде. При скармливании такого зерна возможно снижение запланированного повышения продуктивности животных.

Для биоактивации зерна применяют и ванны с водой и перфорированными ведрами с зерном пшеницы, сквозь которые компрессором продувается воздух. Из проклюнувшегося зерна можно даже выпекать «живой» хлеб. Также создано и продаётся много зарубежных и российских миниатюрных проращивателей зерна (спраутеров) для домашнего использования.

Кроме технологий биоактивации зерна без средств механизации известны и механизированные и автоматизированные способы проращивания фуражного зерна, находящиеся на стадии НИОКР с получением патентов на изобретения, но нами не обнаружены достоверные сведения об их практической

положительной проверке в условиях ферм. Анализ предлагаемых способов проращивания показал много недостатков, если бы они применялись в реальных условиях. Так, в Белгородской ГСХА разработан конвейер для проращивания зерна, состоящий из ванны для замачивания зерна, пяти транспортеров для обеспечения проращивания на каждом из них зерна в течение суток при общем необходимом времени проращивания пять суток, при этом над предпоследним четвертым и последним пятым транспортерами установлены лампы облучения, транспортеры расположены со смещением один над другим [1]. В Белгородской ГСХА разработано и другое устройство для проращивания зерна, состоящее из рамы, емкости, ванны, барботера, насоса, мотора-редуктора (с катушкой и тросом для периодического опускания емкости с зерном в ванну с водой), нагревателя воды и средств автоматизации [2]. Недостатками технологий, заложенных в этих устройствах, являются сложность конструкции, высокая стоимость и нерациональное использование (большой расход) воды.

Проращиватели в виде неподвижной вертикальной цилиндрической ёмкости изготовили два крупных предприятия Нижегородской области: компания «КормоЦех» и «Пильнинский агропромсервис» только недавно испытали в заводских условиях почти одинаковые полногабаритные установки для проращивания зерна [3,4], стоимостью 4,5 миллиона рублей, в виде вертикальной цилиндрической ёмкости, снабжённой четырьмя компрессорами для периодической аэрации зерна в воде. Время проращивания было увеличено до 37 часов. Предполагалась раздача зерна с помощью множества ручных тележек. Существенным недостатком применения таких технологий биоактивации зерна на территории ферм является сложность и громоздкость конструкции, большой шум компрессоров.

В СиБИМЭ разработана и внедрена технология и биоактиватор фуражного зерна, который выполнен на базе бетоносмесителя, состоящего из рамы, привода, барабана (с лопастями внутри), вращающегося вокруг своей оси с возможностью поворота вручную штурвалом в перпендикулярной плоскости

вращения, и дополнительно снабжённый герметичной крышкой, съёмным решетом и реле времени [5]. Технология обеспечивает частичную механизацию и автоматизацию процесса, равномерность влагонасыщения зёрен и повышает выход биоактивированных (проклюнувшихся) зёрен. Разработана технология с вращающимся вертикальным барабаном биоактиватора [6].

Т.е., существует и разрабатывается много вариантов технологий биоактивации зерна, что указывает на их перспективность и дальнейшее совершенствование.

Использованные источники:

1. Патент № 244488 РФ, МПК А01С1/02, Конвейер для проращивания зерна / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко, А.В. Головин; заявитель и патентообладатель Белгородская ГСХА. – № 2010141227/13; заявлено 07.10.2010 г.; опубл. 20.03.2012 г., Бюл. № 8 .

2. Патент № 2472330 РФ, МПК А01С1/01, Способ проращивания зерна и устройство для его осуществления / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, А.Н. Макаренко, С.В. Саенко, А.В. Сахнов, Т.В. Саенко; заявитель и патентообладатель Белгородская ГСХА. – № 2011109467/13; заявлено 14.03.2011 г.; опубл. 20.09.2012 г., Бюл. № 26.

4. Установка проращивания [Электронный ресурс] – <http://www.kormoseh.ru>.

5. Оборудование для проращивания [Электронный ресурс] – <http://www.agro-zavod.ru>.

6. Пат. 2480975 РФ, МПК7 А01С1/01. Способ биоактивации фуражного зерна и устройство (биоактиватор) для его осуществления / Н.М. Иванов, Г.Ф. Бахарев, А.П. Цегельник, Л.И. Дролова, Л.Н. Емельянова; заявитель и патентообладатель ГНУ СибИМЭ Россельхозакадемии; заявлено 01.06.2011 г.; опубл. 10.05.13, Бюл. № 13.

7. Пат. 185269 РФ, МПК7 А01С1/02. Биоактиватор фуражного зерна / Г.Ф. Бахарев, А.П. Цегельник, Л.И. Дролова; заявитель и патентообладатель

ФГБУН СФНЦА РАН. – № 2018128129; заявлено 31.07.2018 г.; опубл. 29.11.2018, Бюл. № 34.

УДК 631.171

**ОБОСНОВАНИЕ ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ
КОРМОВОЙ БАЗЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ**

В.А. Дрюк, В.П. Сайков

АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Российская федерация,
e-mail:druk-viktor-andr@mail.ru

**JUSTIFICATION OF SOWING TO INCREASE FODDER AGRO-
INDUSTRIAL COMPLEX OF THE ALTAI REPUBLIC**

Представлены результаты работы коллектива авторов АлтГТУ им. И.И. Ползунова по реализации технологии приготовления и внесения в почву питательной влагоаккумулирующей композиции, предложены рациональные схемы комбинированного посевного агрегата.

The results of the work of the team of authors AltGTU them. I.I. Polzunova on the implementation of the technology of preparation and application of nutrient moisture-accumulating composition to the soil, rational schemes of a combined sowing unit are proposed.

В Республике Алтай всего 1137 тыс. га сельскохозяйственных угодий земель сельскохозяйственного назначения, в том числе: 133,5 тыс. га пашни, 907,8 тыс. га пастбищ и 93,7 тыс. га сенокосов. Основную долю в общем объеме производства сельскохозяйственной продукции занимает продукция животноводства — 81,2%, или 9 млрд. 899 млн. рублей. поголовье сельскохозяйственных животных во всех категориях хозяйств на 01.01.2019 года составило 460 тыс. условных голов. Из-за неблагоприятных погодных условий в 2018 году средняя кормообеспеченность собственными кормами

составила 4,2 центнера кормовых единиц на одну условную голову. Этот уровень считается крайне низким[1].

В соответствии с государственной программой Республики Алтай «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия»[2] в сельском хозяйстве сохраняется ряд системных проблем, сдерживающих дальнейшее развитие отрасли, а именно: отсутствие явных технологических лидеров в освоении инновационных технологий в производстве кормов, промышленном откорме скота; утрата почвенного плодородия, выведение из сельскохозяйственного оборота значительных пахотных площадей, сокращение внесения органических и минеральных удобрений, что может подорвать основу сельскохозяйственного производства в будущем.

Для решения проблем, на кафедре НТТС АлтГТУ, предложен способ рекультивации песчаных почв и технология приготовления и внесения в почву питательной влагоаккумулирующей композиции (далее ПВК)[3, 4, 5, 6, 7].

На обработке почвы и при посеве, как правило, используются тракторы 3 класса тяги и выше. Для реализации предложенной технологии следует использовать машинотракторный агрегат из трактора и посевного комплекса состоящего из машины для внесения жидких органических удобрений, адаптированной под внесение ПВК. Предлагается комбинированный посевной агрегат на базе трактора 3 класса(рисунки 1, 2).

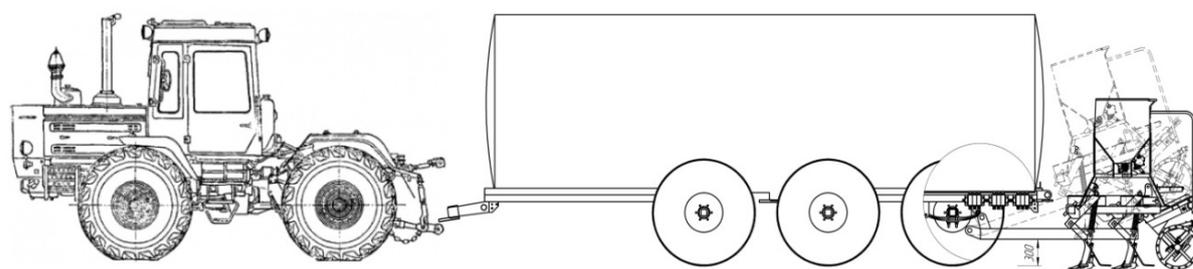


Рисунок 1 -Схема комбинированного посевного агрегата [3]

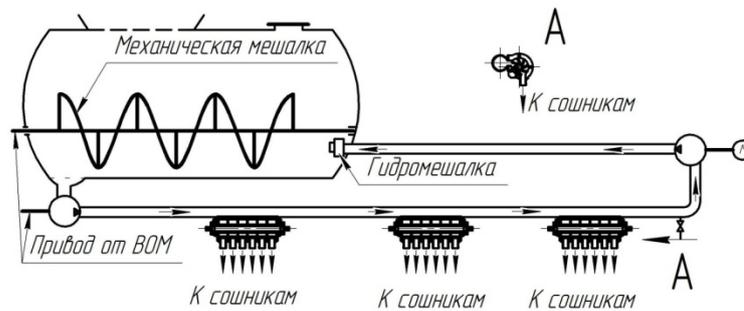


Рисунок 2- Схема устройства для внесения ПКВ

Так же предлагается способ внесения непосредственно в почву сухих органических удобрений (торфа, навоза, компоста входящих в состав ПКВ).

Для реализации этой задачи предлагается система, изображенная на рисунке 3. Выгрузное устройство, установленное на высеваящий комплекс, предназначено для подачи сухих компонентов ПКВ, без их смешивания с водой. Увлажнение их будет производиться за счет почвенной влаги.

В связи с этим исчезает необходимость транспортировать воду, снижая затраты на транспортировку и повышая производительность.

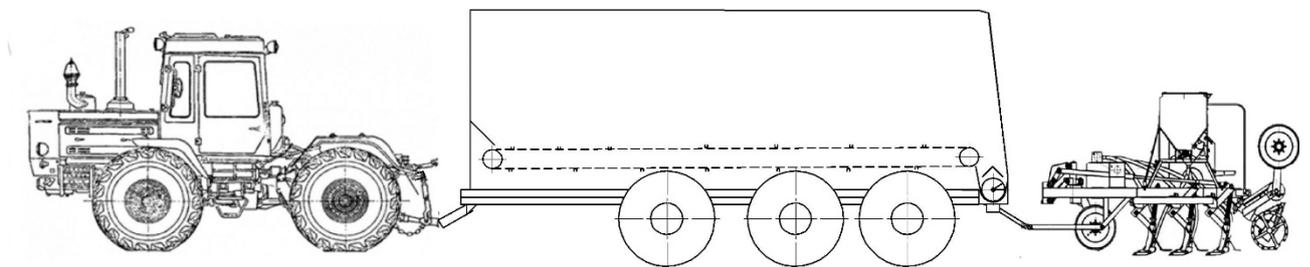


Рисунок 3 – Схема комбинированного посевного агрегата

Использованные источники:

1. Общая информация. АПК Республики Алтай. [Электронный ресурс] <https://altai-republic.ru/apk-respubliki-altay/obshchaya-informatsiya.php>.

2. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОГРАММА РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ "РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И РЕГУЛИРОВАНИЕ РЫНКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ, СЫРЬЯ И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ" [Электронный ресурс] <https://altai-republic.ru/apk->

respubliki-altay/gosudarstvennyye-programmy.php.

3. Способ рекультивации песчаных почв в зоне полупустынь и питательная влагоаккумулирующая композиция для его осуществления: пат. 2557618 Рос. Федерация: МПК С09К 17/00 / Куцкий В.А., Ситников А.А., Нефедов Е.Н., Сороченко С.Ф., Дрюк В.А., Шишин М.Ю., Томаровский А.А., Суворов С.А.; заявитель и патентообладатель ООО «Теллура-Бис», ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И.И. Ползунова», ООО «МИП СХМ» — Заявка 2013150453/05; заявл. 12.11.2013; опубл. 27.07.2015.

4. Сороченко С.Ф., Дрюк В.А., Ситников А.А., Нефёдов Е.Н., Шишин М.Ю., Куцкий В.А., Томаровский А.А., Суворов С.А. и др. Полевые испытания технологии рекультивации песчаных почв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2014. — № 2 (112). — С. 46-52.

5. Ситников А.А., Дрюк В.А., Сороченко С.Ф., Нефедов Е.Н., Шишин М.Ю., Куцкий В.А., Суворов С.А., Камышов Ю.Н. Технология борьбы с опустыниванием на западе Монголии // Ползуновский вестник. — 2014. — № 4. — Т. 1. — С. 40-44.

6. Дрюк В.А., Суворов С.А., Сороченко С.Ф. и др. Определение состава питательной влагоаккумулирующей композиции для технологии восстановления плодородия обедненных почв // Алтай — Гималаи: традиционные знания и инновации и развития горных и предгорных регионов Евразии: матер. 1-го российско-индийско-монгольского семинара. — Барнаул: Изд-во Фонда «Алтай-21 век», 2015. — 232 с.

7. Суворов С.А., Сороченко С.Ф., Дрюк В.А. Экспериментальное обоснование параметров смесителя для приготовления питательной влагоаккумулирующей композиции / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 12 (146). С. 144-150.

**РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИМИТАТОРА СКОРОСТИ И
НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА ДЛЯ ШКОЛЬНОЙ МЕТЕОСТАНЦИИ (И СНВ)**

А. М. Зазнобин, М.Д. Чесноченко

СКБ ЗАМК, МБОУ Краснообская СОШ №1, р.п. Краснообск Новосибирской
обл. Россия

e-mail: zam_sib@mail.ru

Направление и скорость ветра всегда играло и будет играть значительную роль в жизни человека. Для изучения принципов измерения основных параметров ветра в средней образовательной школе №1 р.п. Краснообск (далее: школа) была приобретена современная электронная метеостанция «МЕТЕО-КЛ» М2 [1]. Но, чтобы использовать её как наглядное пособие при проведении практических занятий со школьниками в учебных классах, необходим источник искусственного ветра – имитатор с возможностью управления его скоростью и направлением. Изготовитель школьной метеостанции не выпускает таких имитаторов ветра.

В школе с 2013 года учащиеся выполняют в специальном конструкторском бюро СКБ ЗАМК научно-производственные работы (НПР) по практически важным темам в направлении автоматизации технологических процессов. Техническим советом СКБ ЗАМК принято решение: разработать и изготовить с учётом требований ЕСКД [2, 3, 4] имитатор скорости и направлением ветра для школьной метеостанции с участием школьников под научно-техническим руководством специалистов учредителя - ООО «НПФ ЗАМК».

Таким образом, **объектом настоящей НПР** является компактное *устройство - имитатор скорости и направлением ветра* для школьной метеостанции (И СНВ). Для измерения скорости ветра еще в семнадцатом веке ученый из Англии Роберт Гук изобрел специальный прибор - анемометр.

Вертушка анемометра вращалась, и по количеству ее оборотов за единицу времени вычисляли скорость ветра в данный момент в метрах в секунду.

Зная направление и скорость ветра, можно предсказать, как в ближайшем будущем изменится погода. Эти знания важны и по сегодняшний день, особенно агрономам и механизаторам при выполнении сельскохозяйственных работ, а также для авиации, морского флота в парашютном, горнолыжном и парусном спорте, виндсерфинге, планеризме и т.д. [5].

С учётом современных тенденций автоматизации исследований [6], а также выше изложенного, тема НПР по созданию И СНВ - **актуальна**.

Целью работы является *обеспечение возможности работы школьной метеостанции в учебном классе независимо от метеоусловий*.

Для достижения цели НПР были поставлены следующие основные задачи:

- 1) **Ознакомиться с основными видами работ** по созданию изделий новой техники.
- 2) **Ознакомиться с основными понятиями и терминами** опытно-конструкторской работы.
- 3) **Участвовать в разработке** технических требований (ТТ) и электрической принципиальной схемы (ЭЗ) образца имитатора скорости и направления ветра.
- 4) **Участвовать в изготовлении и отладке** экспериментального образца имитатора скорости и направления ветра.
- 5) **Обобщить и оценить** результаты НПР.

Школьная метеостанция «МЕТЕО-КЛ» М2 [1] состоит из внешнего блока с выносными датчиками (с датчиком скорости, с датчиком направления ветра и с датчиком температуры,) и внутреннего блока «база», который обрабатывает и выводит на экран компьютера необходимые данные. Одним из датчиков внешнего блока является анемометр – он позволяет замерять скорость ветра с помощью маленького вертикального чашечного-преобразователя, а второй датчик - флюгер для измерения направления ветра. Использование этих датчиков возможно только при установке его на крыше здания. Но, порой бывает очень слабый ветер или его отсутствие, а практический урок в классе

должен быть проведен. Решением этой проблемы может послужить создание имитатора скорости и направления ветра.

Из вышеприведённого следует, что в состав имитатора скорости и направления ветра, должны входить как минимум два элемента:

- 1) *Вентилятор* электрический для создания искусственного ветра;
- 2) *Регулятор частоты вращения вала вентилятора (РЧВ ВВ)* для плавного увеличения или уменьшения оператором скорости искусственного ветра.

В процессе выполнения НПП получены следующие результаты:

- a1) разработана функциональная схема И СНВ (рис. 1);
- a2) выбран вентилятор с электродвигателем постоянного тока (рис.2);
- a3) разработан регулятор частоты вращения вала (РЧВ ВВ) (рис.3);
- a4) выполнена проверка работоспособности И СНВ в лабораторных условиях. Результаты проверки И СНВ – положительные.

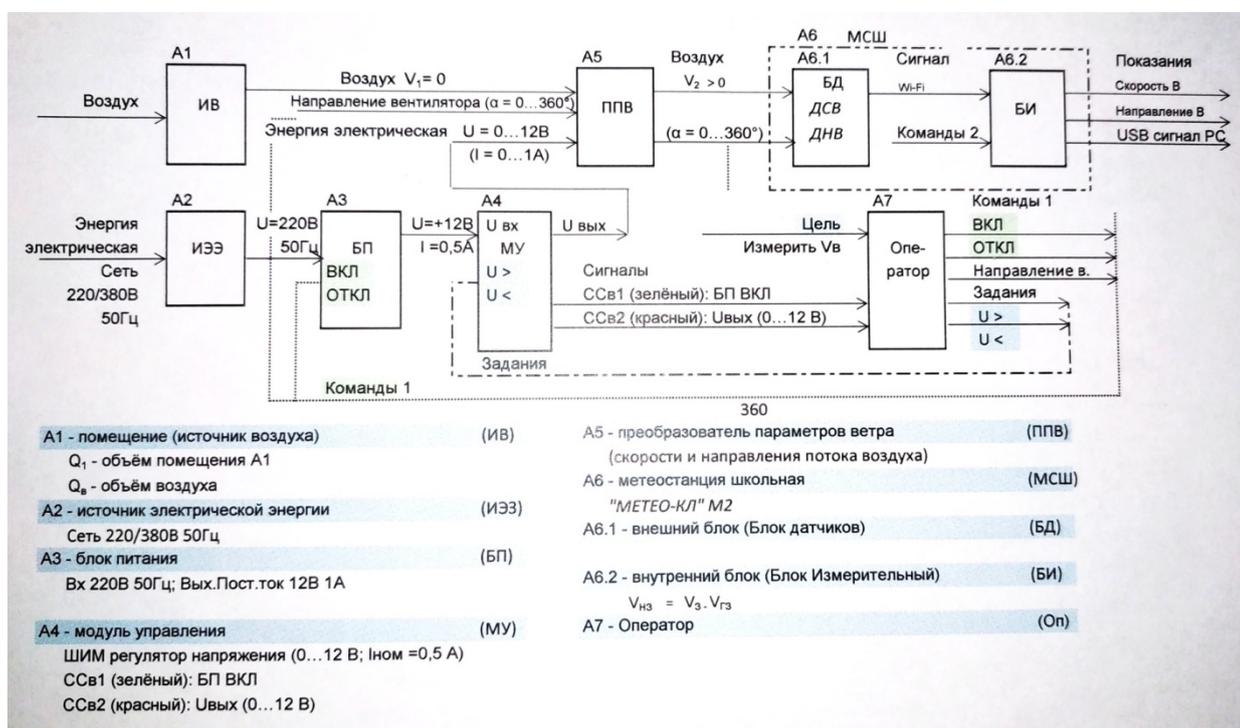


Рисунок 1 - Имитатор скорости и направления ветра И СНВ.

Схема электрическая функциональная Э2



Рисунок 2 – Вентилятор



Рисунок 3 – Регулятор РЧВ ВВ.

Заключение

Применение полученных результатов планируется в СКБ ЗАМК Краснообской СОШ №1, в школе в качестве учебного пособия и непосредственно для практической работы по прямому назначению.

Источники информации

- 1 Школьная метеостанция «МЕТЕО-КЛ» М2. Паспорт. Учебная техника. ЗАО НПК «КОМПЬЮТЕРЛИНК». [Http://www.komputerlink.ru](http://www.komputerlink.ru)
- 2 ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
- 3 ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.
- 4 Единая система конструкторской документации: Справочное пособие/ С.С. Барушего, А.А. Волков, М.М. Ефимова и др. 2-е издание, переработанное и дополненное - М: Издательство стандартов, 1989. - 352с.
- 5 Ветер. Скорость и направление ветра. Wikipediya. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
- 6 VI научно-практическая конференция «новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых учёных» 12-14 апреля 2017 г. на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН). [http://www.sorashn.ru/index.php?id=2257&tx_ttnews\[tt_news\]=3504&tx_ttnews\[backPid\]=1362&cHash=9d233b27b40c981d660dfe31bd438b50](http://www.sorashn.ru/index.php?id=2257&tx_ttnews[tt_news]=3504&tx_ttnews[backPid]=1362&cHash=9d233b27b40c981d660dfe31bd438b50)

**РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВИБРОПЛАТФОРМЫ
СЧЁТЧИКА 1000 ЗЁРЕН ДЛЯ АГРОБИОЛАБОРАТОРИИ (ВП С1000)**

А. М. Зазнобин, М.Д. Умрихин

СКБ ЮТ МСХА, МБОУ Краснообская СОШ №1, р.п. Краснообск
Новосибирской обл. Россия

e-mail: zam_sib@mail.ru

Одним из критериев качества зерна, в соответствии с требованием существующих стандартов [1], [2] является масса 1000 зёрен. Важным фактором при проведении исследований является автоматизация процесса счёта 1000 зёрен, так как при этом достигается *снижение затрат времени, увеличивается достоверность результата счёта, уменьшается вероятность появления ошибки* от влияния человеческого фактора *и достигаются более комфортные условия работы* исследователя. С учётом современных тенденций автоматизации исследований [3], а также выше изложенного, тема НПР по созданию виброплатформы и электронной система автоматизированного управления для счетчика 1000 зёрен (САУ-С1000), является актуальной.

Цель работы: *разработка принципа действия и конструкции виброплатформы* для формирования потока в виде последовательности одиночных зёрен (ВП С1000) для применения в приборе - счётчик 1000 зёрен в условиях лаборатории послеуборочной обработки зерна (СибИМЭ СФНЦА).

Материал, организация и методика:

В качестве материала по рекомендации лаборатории – Заказчика было выбрано *зерно пшеницы*. Научно-производственная работа (НПР) школьников выполнялась в малой академии (МСХА) в школьном конструкторском бюро СКБ ЮТ (Учредитель – ООО «НПФ ЗАМК»). НПР по созданию ВП С1000 была выполнена на стадии *Технического проекта* с учётом основных положений Единой система конструкторской документации (ЕСКД) по созданию изделий новой техники [4, 5, 6] с применением *методов теоретических расчетов, экспериментального макетирования и самостоятельного изготовления*

отдельных элементов *ВП С1000*. Настоящая работа является продолжением НПР, выполненной в СКБ ЮТ [7].

Требования к качеству зерна, а также содержание действий оператора и их последовательность описаны как в стандартах, так и в различных публикациях, например [8]. Для исключения ручных действий оператора при выполнении счёта 1000 зёрен применяются дорогостоящие приборы – счётчики семян различной конструкции. Для распределения зерна и подачи его в зону счёта в виде последовательности одиночных зёрен. в приборах применяется принцип виброперемещения (вибротранспортирования), описанный, например в [9]. Однако, **по критерию стоимости ни одно из известных рассмотренных устройств для счёта семян, не могло быть применено** для решения задачи, поставленной в настоящей работе.

Поэтому, при выполнении темы НПР принято **решение**: разработать в специальном конструкторском бюро (*СКБ ЮТ*) схему и конструкцию *ВП-С1000* с участием школьников под руководством специалистов ООО «НПФ ЗАМК». Так как в школе нет финансов для этих целей, то изготовление опытного образца *САУ-С1000* решено **выполнить из доступных** материалов и комплектующих изделий силами школьников с помощью инструмента и оборудования кабинета труда Краснообской СОШ №1.

При разработке виброплатформы необходимо реализовать функции преобразования формата пространства зерна:

$$\begin{aligned} & - \text{из 3D (3-х мерный: объем) в формат 2D (2-х мерный: плоскость)} \\ & \qquad \qquad \qquad 3D \rightarrow 2D \qquad \qquad \qquad (1), \end{aligned}$$

и далее

$$\begin{aligned} & - \text{из 2D (2-х мерный: плоскость) в формат 1D (1-но мерный: линия)} \\ & \qquad \qquad \qquad 3D \rightarrow 2D \qquad \qquad \qquad (2) \end{aligned}$$

в виде последовательности одиночных зёрен.

В известном устройстве [9] реализация функций (1) и (2) выполнена на основе горизонтальной платформы (лотка), опирающейся на упругую систему из двух рессор (упругих пластин) установленных наклонно к платформе под

определённым углом α , а сила F_m электромагнита приложена перпендикулярно плоскости платформы (см. рисунок 1).

1 – изделие; 2 – лоток; 3 – рессора; 4 – основание; 5 – ярмо электромагнита; 6 – сердечник электромагнита

Рисунок 1. Вибролоток

Лоток 2 закреплен на концах упругих стержней (рессор) 3. Стержни наклонены под углом α к вертикали. Другие концы стержней жестко закреплены на неподвижном основании 4. Вибрация лотка возбуждается вибродвигателем, например, электромагнитом. К лотку прикреплено ярмо 5 электромагнита. Сердечник 6 с обмоткой.

Однако, с учётом результатов анализа рассмотренного выше способа и устройства, принято решение о их непригодности для применения в решении поставленной задачи [7]. Разработчиками принято решение о разработке такого способа и устройства вибродвигателя, в котором отмеченные выше недостатки устранены. Для этого следует:

- изменить гармонический закон изменения ускорения на нелинейный;
- изменить направление вектора силы инерции таким образом, чтобы исключить возможность эффекта "подпрыгивания" материала;

- считать целесообразным переход от режима с независимым возбуждением вибрации на режим с самовозбуждением (автоколебательный);

Выводы по результатам НПР: разработанные *принцип действия и требования к конструкции виброплатформы* рекомендованы для применения в разрабатываемом приборе счётчик 1000 зёрен (С1000).

Источники информации

1 ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян (с Изменением N 1). М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 4 с.

2 ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян (с Изменением N 1). М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 5 с.

3 VI научно-практическая конференция «новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых учёных» 12-14 апреля 2017 г. на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агrobiотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН).

[http://www.sorashn.ru/index.php?id=2257&tx_ttnews\[tt_news\]=3504&tx_ttnews\[backPid\]=1362&cHash=9d233b27b40c981d660dfe31bd438b50](http://www.sorashn.ru/index.php?id=2257&tx_ttnews[tt_news]=3504&tx_ttnews[backPid]=1362&cHash=9d233b27b40c981d660dfe31bd438b50)

4 Единая система конструкторской документации: Справочное пособие/ С.С. Барушего, А.А. Волков, М.М. Ефимова и др. 2-е издание, переработанное и дополненное - М: Издательство стандартов, 1989. - 352с.

5 ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

6 ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.

7 Сембенев Т. А. Разработка системы автоматизированного управления счётчиком 1000 зёрен для биологических исследований (САУ С1000). Отчёт (промежуточный)/ СКБ ЮТ СФНЦА РАН, науч.руководитель Зазнобин А. М. № 77062782, - р.п. Краснообск, 2018, 27 с.

8 Масса 1000 зерён. <http://www.activestudy.info/massa-1000-zeren/> © Зооинженерный факультет МСХА.

9 Принципы вибротранспортирования. Источник - <https://mydocx.ru/7-79922.html>

МЕТОДИКА ВЫБОРА МАШИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

Иванов Н.М., Корниенко И.О.

СФНЦА РАН, р.п. Краснообск, Россия

Аннотация:

Определены основные принципиальные критерии выбора технологических решений и дано обоснование оптимальных комплектов машин и оборудования для механизации основных технологических процессов производства животноводческой продукции. Приведено обоснование перевода коров на круглогодичное стойловое беспривязное содержание.

Решая проблему технической и технологической модернизации в молочном животноводстве, можно существенно поднять уровень продуктивности, производительность труда, рентабельность производства и приблизиться по этим индикаторам к среднемировым показателям.

Отличительная особенность передовых машинных технологий в молочном животноводстве состоит в более доступном освоении методов управления производственным процессом на основе полной цифровизации всех технологических процессов.

Сельскохозяйственная наука имеет достаточно наработок чтобы обеспечить возможность решения основных проблемных вопросов при технической и технологической модернизации в отрасли животноводства и быть готовыми к широкому внедрению апробированных инновационных проектов в молочное животноводство, определены приоритеты в этом направлении.

Первое – создание кормовой базы, отвечающей зоотехническим требованиям как по количеству кормов, так и по качеству, а также условий хранения и способов приготовления кормов. Наиболее перспективное направление здесь это кормление коров полнорационными кормосмесями.

Второе - обеспеченность производства кадрами: операторами животноводства, специалистами, обслуживающих животных и средства механизации. Большинство хозяйств имеют жесточайший дефицит кадров массовых профессий, специалистов и руководителей молочно-товарных ферм.

Третье – выбор способа содержания животных: дойного стада, сухостойных коров, родильных помещений и профилакториев, выращивания молодняка и ремонтных тёлочек.

Четвёртое – формирование стада молочного скота под запланированную продуктивность и пригодность животных к промышленной технологии.

Пятое - строительство и реконструкция животноводческих помещений с учётом логистики размещения основных и вспомогательных помещений и технологии содержания животных; использование высокопроизводительного оборудования для механизации технологических процессов; создание нормального микроклимата.

Шестое – главное условие, обеспечивающее решение всех проблем, использование средств механизации, автоматизации и компьютерной техники для создания наиболее комфортных условий при содержании и обслуживании животных, до минимума исключая негативные человеческие факторы. При этом необходимо иметь в виду, что применение машин и оборудования для более полной механизации процессов в молочном животноводстве без соблюдения всех научно- зоотехнических и технических требований может привести к невосполнимым потерям. Указанные приоритеты могут быть основой для технического задания при проектировании строительного проекта комплекса.

На стадии подготовки технологического проекта проектировщики должны разработать рекомендации по выбору площадки под строительство с планировочным решением размещения на общем плане фермы коровников, телятников, фуражных складов, навозохранилища с расчётом потребности комплекса. Провести технологическую и экономическую оценку проекта и окупаемость инвестиций.

Существующая в Сибири система крупных животноводческих комплексов распространяется на Америку и некоторые европейские страны. У нас уже имеются научно-практические материалы по оптимальному количеству поголовья КРС (в сибирских условиях) на одной площадке. Имея стадо 200 – 1200 – 3000 и более фуражных коров, где можно достичь оптимальной себестоимости, рентабельности при максимальном объёме производства продукции животноводства на одного работающего на комплексе. Это обусловлено прежде всего: оптимальной транспортной логистической схемой доступности кормов, транспортировкой животноводческой продукции и отходов производства (навоза); способностью животноводческих кадров справляться с определённым количеством поголовья.

На основе использования принципов комплексности технологических и технических решений научно-исследовательскими институтами СибИМЭ, СибНИИЖемВНИИМЖем разработаны несколько новых вариантов модернизации животноводческих помещений на 100, 200, 400 и 800 коров при привязном содержании животных, обеспечивающие повышение

производительности труда на механизруемых процессах, продуктивности коров на 25-30%. При научно обоснованном решении основных проблемных положений организации молочного производства на фермах указанных вариантов можно добиться максимально эффективной рентабельности.

При этом определены основные принципиальные критерии выбора технологических решений и обоснование оптимальных комплектов машин и оборудования для механизации основных технологических процессов производства животноводческой продукции.

Для хозяйств с уровнем кормообеспеченности до 30 ц. к.е. предлагается использовать преимущественно привязное содержание с мобильной раздачей кормов и навозоудалением стационарными механическими средствами. В летний период животные круглосуточно находятся на пастбищах. Доеение в линейный молокопровод, УДС.

Можно переводить молочные фермы при кормообеспеченности от 35 до 40 ц. к.е. на беспривязное содержание коров в боксах, комбибоксах на соломенной периодически сменяемой подстилке, с мобильной раздачей кормов, доением в доильном зале на установках типа Ёлочка (УДА-16, УДЕ-М), Параллель, Тандем, бульдозерным удалением навоза.

При кормообеспеченности более 40 ц. к.е. (молочной продуктивности выше 6000 литров на корову в год) желательно содержать животных на беспривязном состоянии в коровниках круглый год, раздачу основной массы кормов производить миксерами, для индивидуального кормления коров концентрированными кормами и минеральными добавками использовать кормостанции, Доеение коров производится в доильном зале на установках типа Параллель или Карусель, уборка навоза - скреперами или бульдозером.

На смену трудозатратному привязному содержанию, приходит беспривязное с элементами управления продукционным процессом, где резко снижаются затраты труда при обслуживании коров: один оператор справляется с доением 100 - 300 коров, число работников фермы сокращается в 3 раза. Все данные по каждой корове автоматически записывает компьютер: удои, скорость молокоотдачи по корове и по долям вымени, отключает доильный стакан при отсутствии в доли вымени молока, отмечает начало заболевания маститом, некробактериозом, приход коровы в охоту, качество осеменения и другие параметры с последующим движением коров по физиологическим группам.

Переход на беспривязное содержание коров дело не простое, его внедрение требует тщательной подготовки. Прежде всего необходимо полностью обеспечить потребность в кормах, провести удаление рогов у коров и телок, адаптировать коллектив животноводов для работы по новой

технологии, правильно реконструировать животноводческие помещения учитывая особенности летне-пастбищного содержания дойного стада. Недостаточное кормление приводит к повышенной возбудимости стада, стрессовому состоянию животных, доходящему до драк.

Для управления современной фермой с беспривязным содержанием необходим грамотный менеджер (управляющий фермой) высококвалифицированный специалист зоотехник или ветеринарный врач. Труд животновода превращается в социально привлекательный труд для образованной молодёжи села с достойной оплатой, при этом общий фонд заработной платы не превысит суммы расхода при стойловом содержании

Базовая технология беспривязного содержания основана на использовании высокоэффективных средств механизации производственных процессов при реконструкции и строительстве новых животноводческих ферм. Ошибочно надеяться, что хозяйства смогут провести модернизацию за собственный счёт. Для этого необходима поддержка всех уровней власти, льготные условия инвестиционного кредитования, компенсация части затрат из бюджетов всех уровней, использование средств лизингового фонда, частных инвесторов и др. За счёт регионального бюджета: подготовить бизнес-план предприятия, что даст объективную оценку необходимости модернизации животноводства конкретного хозяйства; подготовить проектно-сметную документацию на весь комплекс работ по освоению новой технологии.

Круглогодичное стойловое, беспривязное содержание молочных коров - закономерный и необратимый процесс модернизации и интенсификации молочного животноводства, который позволит при низких трудозатратах увеличить продуктивность коров в два раза, превратить отрасль в потенциально прибыльный, высокорентабельный бизнес. Темы освоения такой технологии в хозяйствах Новосибирской области вполне приемлемые, так в 2014 году на круглогодичном стойловом содержании находилось 14,9 тыс. животных (10,2% общего поголовья коров), в 2018 году – 33,9 тыс. (26,3%). Технология беспривязного содержания в области достаточно хорошо апробирована: в ЗАО ПЗ «Ирмень» Ордынского района поголовье коров 3300 голов переведено на беспривязное содержание, надой на фуражную корову в 2018 году составил 11889 кг., в ООО «КФХ Русское поле» Каргатского района от 4011 голов получено по 10734 кг., в ООО «Сибирская Нива» Маслянинского района 8719 голов – продуктивность коров 9099 кг. В этих хозяйствах отмечается значительная экономия энергетических, материальных и трудовых ресурсов на производстве единицы продукции.

Животноводческая отрасль – круглогодичное непрерывное производство. Животные живые существа, одарённые жизнью, имеющие много «живота»,

способного к усвоению кормов, которые перерабатываются в необходимую для человека продукцию, свободные к перемещению и проявлению инстинктов, поэтому кормление, содержание и уход за ними должны отвечать физиологическим требованиям, как и человека в ранней стадии развития. Круглогодичное стойловое, беспривязное содержание молочных коров в какой то мере ограничивает физиологические требования животных, поэтому появляются ряд отрицательных факторов выраженных в сокращении срока лактации коров до 2,5 -3 лет, снижения выхода телят 50 на 100 маток, снижения иммунитета и ряд других негативных явлений, которыми необходимо серьёзно заниматься науке.

Главная задача власти, науки и производства – своевременно решать проблемы функционирования животноводства, создавать комфортные условия для земли, животных и людей, производящих продукты жизнеобеспечения. Термин «не навреди» должен стать пропуском для реализации всех мероприятий, связанных с технологической и технической модернизацией сельскохозяйственного производства.

Используемые источники:

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, утверждённая постановлением Правительства РФ от 14.07.2012 № 717 (в редакции постановления Правительства РФ от 8.02.2019 №98)
2. Солошенко В.А. Первостепенная задача – техническое совершенство животноводства /В.А. Солошенко, И.К. Хлебников/ Колос Сибири. – 2003. - №21. – с. 16-17.
3. Иванов Н.М., Корниенко И.О. Концепция программы машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области до 2025 года – Новосибирск, СФНЦА РАН, 2017
4. О состоянии и развитии животноводства в организациях Новосибирской области. Стат. Бюл. за 2018 год (а также аналогичные издания за предыдущие годы). Новосибирскстат. Новосибирск 2019.
5. Годовые отчёты хозяйств Новосибирской области по животноводству за 2018 год, МСХ НСО, 2019.

УДК

СИСТЕМА ТРАНСФЕРТА ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ УСКОРЕННОЙ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Иванов Н.М., Корниенко И.О.

СФНЦА РАН, р.п. Краснообск, Россия

Аннотация:

Предложено решение проблемы трансферта технологий и машин для ускоренной машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области на основе создания агротехнопарка и стимулирование роста инновационного уровня сельхозтоваропроизводителей.

Освоение эффективных ресурсосберегающих высокорентабельных технологий и техники в сельхозпроизводстве – важнейшая цель программы машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области. Однако к приему новых технологий по экономическим и кадровым причинам пока не готовы низкорентабельные, убыточные хозяйства, в которых сосредоточена основная часть пашни. Для этого необходима отраслевая системная служба инновационных услуг. Создание инновационной системы в сельском хозяйстве является первоочередной задачей и для машинно-технологической модернизации сельхозпроизводства.

Для широкой модернизации производства нужна система инновационных услуг активного типа, способная осуществлять технологический аудит сельских производств с определением эффективных путей модернизации, участвовать в разработке и реализации конкретных проектов по решению технологических, материально-технических, организационных, кадровых и финансовых вопросов.

При этом на договорной основе определяются ответственность сторон и обязательства, в том числе и финансовые. Инновационное развитие сельского хозяйства должно осуществляться на программной основе с обязательным участием госбюджетов в этом процессе: субсидирование части затрат на освоение инноваций, стимулирование инвесторов, участвующих в модернизации отрасли, налоговые льготы, а деятельность физических и юридических лиц аграрной инновационной системы должна быть отнесена к сельскохозяйственной деятельности.

В стратегии развития продовольственного комплекса области ведущее место следует отвести инновационной модернизации отечественного сельского хозяйства как наиболее «скоростному» и «емкому» ресурсу развития. Для достижения этой цели непременно нужна система инновационного развития на селе нового типа. Действительно, ресурс знаний в национальном сельском хозяйстве используется недостаточно в сравнении с высокоразвитыми странами. Отечественные сельхозтоваропроизводители пока слабо используют

технологические, технические, генетические и другие достижения мировой и отечественной науки и передового опыта.

Во многом по этой причине уровень интенсификации отрасли отстает от достижений передовых хозяйств области.

Этого можно достичь только на базе интеграции многих пока разрозненных сил, работающих на сельскохозяйственные знания: аграрной науки, финансовых институтов, материально-технических и других структур. Причина во многом и в том, что сельское хозяйство институционально не подготовлено для этих процессов – нет системы (института), обеспечивающей инновационный прогресс на селе. Решение этой проблемы возможно в формировании инновационной среды на принципах частно-государственного партнерства в рамках агротехнопарка. Схема институционального построения агротехнопарка приведена в табл.1

Таблица 1. Схема Новосибирского агротехнопарка

| УЧРЕДИТЕЛИ | | | | |
|---|---|---|---|--|
| СФНЦА РАН | НГАУ | Правительство РФ Минсельхоз РФ | Правительство НСО, Минсельхоз, Минпромторг и РП, Миннауки и ИП НСО | |
| Новосибирский агротехнопарк | | | | |
| РЕЗИДЕНТЫ | | | | |
| Институты СФНЦА РАН | Дилеры, техни-ческие центры и фирмы поставщи-ки техники и МТР | Объекты научно-произво-дственной базы агротехно- парка: ООО «Соколово», ООО «Рубин», ООО «КФХ Рус-ское Поле», ООО «Сибирс-кая Нива», ЗАО «Ярковс-кое», ООО ТК «Новосиби-рский», ООО ТК «Толма-чёвский», ЗАО п.з. «Ирмень АО «Кудряшёвское», ЗАО ПФ «Ново- Барышевская», КФХ Вайс А.Э., КФХ Царик А.Я | Сельскохозяйственные организации | |
| Институты НГАУ | | | КФХ и ИП | |
| Институты СО РАН | Заводы сельхозма-шиностроения | | Предприятия перера-ботки и хранения сельскохозяйственной продукции | |
| Федеральные службы по НСО | Транспортные организации | | Предприятия оптовой и розничной торговли с/х продукцией | |
| Департаменты и управления Правительства НСО | Строительно-монтажные фирмы | | Муниципальные образования сельских районов | |
| Банки, страховые компании | Проектные конторы и организации | | | |

Головное научное учреждение по информационному обеспечению отрасли СФНЦА РАН, НГАУ, Правительство области и заинтересованные участники процесса, отраслевые ассоциации и другие структуры учреждают в соответствии с федеральными законами акционерное Общество «Агротехнопарк», которое образует управляющую компанию. Центральным звеном этой системы должны стать инновационные фирмы — предприятия малого бизнеса, которые, работая в среде сельхозтоваропроизводителей, наиболее конкурентоспособны и динамичны в сфере интеллектуальных услуг. Кадровое обеспечение реализуется, в основном, за счет имеющейся в области научной и образовательной сети. Каждый НИИ СФНЦА и институты НГАУ должны создать научно-производственные лаборатории из 5-6 аспирантов или младших научных сотрудников под руководством главных или ведущих научных сотрудников для непосредственной работы в хозяйствах по оказанию экспертно-консультационных услуг на хоздоговорной основе.

Стимулирование роста инновационного уровня сельхозтоваропроизводителей для машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса области возможно при условии если:

1. Сформировать эффективную инновационную систему, обеспечивающую активное проведение машинно-технологической модернизации в массовом сельскохозяйственном производстве на областном уровне и на уровне муниципальных образований районов.

2. Создать при СФНЦА РАН государственно-частное областное конструкторско-технологическое бюро по сельскохозяйственной технике.

3. Сформировать электронную базу технологических и технических достижений науки и передового опыта, подлежащих введению в оборот в зональном производстве.

4. Модернизировать систему подготовки и переподготовки производственных кадров – участников машинно-технологической модернизации отрасли. Разработать мероприятия по развитию социальной сферы села как основы закрепления кадров на селе.

5. Организовать эффективное информационное обеспечение машинно-технологической модернизации АПК, научное - практическое сопровождение реализации Программы.

6. Сформировать стимулирующую систему реализации инвестиционной политики машинно-технологической модернизации сельского хозяйства области.

Использованные источники:

1. Указ Президента Российской Федерации В.В. Путина от 21.07.2016 года № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» - М., 2016.
2. Иванов Н.М., Корниенко И.О. Концепция программы машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области до 2025 года – Новосибирск, СФНЦА РАН, 2017 г.

ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ПРОГРАММЫ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Иванов Н.М., Корниенко И.О.
СФНЦА РАН, р.п. Краснообск, Россия*

Аннотация: Приведены результаты мониторинга двух лет реализации Концепции программы машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области до 2025 года. Определены проблемные участки использования ресурсного потенциала в достижении запланированных перспективных показателей. Предложены мероприятия для корректировки производственной деятельности всех участников заинтересованных в поступательном развитии сельскохозяйственного производства области.

Ключевые слова: концепция, машинно-технологическая модернизация, машинная технология и технические средства, мониторинг, ресурсный потенциал, сельскохозяйственное производство.

В 2017 году Министерством сельского хозяйства Новосибирской области была утверждена концепция программы машинно-технологической модернизации агропромышленного Новосибирской области до 2025 года разработанная Сибирским Федеральным научным центром агроботехнологий РАН. Концепция систематизировала взаимосвязанную рациональную совокупность и согласованность лимитирующих факторов (почвенно-климатических, организационно-технологических, технических, кадровых, финансово-экономических и рыночных), их влияние на темпы освоения прогрессивных машинных технологий и технических средств в конкретных производственных условиях. Ориентировочные требования для освоения прогрессивных машинных технологий определённого уровня интенсификации для хозяйств Новосибирской области разработаны научными сотрудниками СФНЦА РАН и утверждены Министерством сельского хозяйства Новосибирской области 20 февраля 2018 года. Освоение технологий более высокого уровня включает в себя технологии и технику предыдущего уровня. В этой статье мы приводим некоторые итоги её реализации акцентируя внимание на эффективности использования основных ресурсов сельскохозяйственного производства, которые необходимо было учесть при разработке Стратегической программы машинно-технологической модернизации

основного производства агропромышленного комплекса Новосибирской области до 2025 года.

Результаты мониторинга двух лет реализации Концепции показывают, что темпы прироста производства сельскохозяйственной продукции в хозяйствах области свидетельствуют о возможностях реального выхода на прогнозируемые показатели 2025 года (Таблица 1)

Производство сельскохозяйственной продукции и продуктивность полей и ферм в хозяйствах Новосибирской области

(Таблица 1)

| Наименование показателей | 2016 г | 2017 г | 2017 к 2016,% | 2018 г | 2018 к 2016,% | 2025 г. | 2025 к2016 |
|--|--------|--------|---------------|--------|---------------|---------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Динамика структуры посевных площадей, т. га: | | | | | | | |
| -посевные площади всего, | 2359,3 | 2380 | 101,9 | 2226,4 | 94,4 | 2411 | 102,2 |
| т.ч.: -зерновые и зернобобовые | | | | | | | |
| - кормовые | 1545,5 | 1605,4 | 103,6 | 1403,3 | 87,4 | 1467 | 94,7 |
| - технические | 700,6 | 663,3 | 95,1 | 657,9 | 98,7 | 670,7 | 95,7 |
| - картофель и овощи | 59,1 | 82,7 | 140 | 140,0 | 169,3 | 247,4 | 418,6 |
| | 42,1 | 25,6 | 60,8 | 25,1 | 98,0 | 25,6 | 60,8 |
| Динамика поголовья животных и птицы, тыс. гол: | | | | | | | |
| - крупно-рогатый скот | 357,2 | 366,1 | 102,5 | 357 | 98 | 380 | 106,4 |
| - коров всего: | 143,3 | 147 | 101,5 | 146,6 | 100 | 150 | 104,7 |
| в т.ч. молочных | 127,9 | 129,8 | 100,3 | 127,6 | 98 | 135 | 105,6 |
| - свиней | 259,3 | 274,6 | 104,7 | 263,6 | 96 | 300 | 115,7 |
| - птицы | 8921 | 8923 | 100 | 8450 | 95 | 8950 | 100,3 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Продуктивность: | | | | | | | |
| - урожайность зерновых и зернобобовых, ц/га (амбарном весе) | 15,1 | 17,7 | 117,2 | 17,8 | 117,9 | 20,4 | 135,1 |
| - надой на 1 фуражную корову, кг. | | | | | | | |
| - среднесуточные привесы КРС, гр. | 4235 | 4521 | 106,8 | 4722 | 111,5 | 5400 | 127,5 |
| - яиц на 1 курицу, шт | 503 | 505 | 100,4 | 507 | 100,8 | 530 | 105,4 |
| | 331 | 331 | 100 | 331 | 100 | 336 | 101,5 |
| Производство: | | | | | | | |
| -зерно, млн. т. | 2341 | 2825 | 120,7 | 2494 | 106,5 | 3000 | 128,2 |
| -молоко, тыс. т. | 536,2 | 579,6 | 107,5 | 606,7 | 113,1 | 800 | 149,2 |
| - мясо, тыс. т. | 168,4 | 176,9 | 105,0 | 182,1 | 108,1 | 256 | 152 |
| - яйцо, млн. шт. | 1149 | 1152 | 100 | 1118 | 97,0 | 1400 | 121,8 |

При удовлетворительных темпах роста производства сельскохозяйственной продукции в хозяйствах Новосибирской области отмечается снижение качества её как в растениеводстве так и в животноводстве, особенно в производстве относительно экологически чистой продукции. Значительно снизились показатели качества зерна пшеницы за последние три года 2016-2018 г.г (Таблица 2)

Показатели качества зерна пшеницы реализуемой хозяйствами Новосибирской области в 2016-2018 г.г.

Таблица 2

| Класс зерна пшеницы | 2016 г | 2017 г | 2017 к 2016,% | 2018 г | 2018 к 2016,% | 2025г. | 2025 к 2016, % |
|---------------------|--------|--------|---------------|--------|---------------|--------|----------------|
| 3 класс | 72,5 | 44 | 60,7 | 20,3 | 33,4 | 50 | 69 |
| 4 класс | 20,4 | 39 | 191,2 | 50,3 | 129 | 25 | 122,5 |
| 5 класс | 6,9 | 17 | 246,4 | 29,3 | 172,4 | 25 | 362,3 |

Тенденция перехода на круглогодичное стойловое содержание молочных коров с использованием в рационе основной массы корма сенажного или сенажно-силосного типа кормления с применением стимулирующих и профилактических добавок не позволяет получать

молоко достаточно высокого вкусового качества. Технологии содержания молочных коров и объёмы производства молока в хозяйствах Новосибирской области в 2018 году приведены в таблице 3.

Технологии производства молока в Новосибирской области в разрезе производителей с градацией по поголовью коров

Таблица 3

| Технология | Привязное содержание, сбалансированное кормление | Привязное содержание, сбалансированное кормление | Беспривязное содержание, сбалансированное кормление |
|--|--|--|---|
| Доля хозяйств | 69,7 | 19,9 | 10,4 |
| Поголовье коров, голов | Менее 400 | От 401 – 800 | От 801 -2400 и более |
| Доля молока от общего объёма производства в СХО и К(Ф)Х, % | 20,6 | 28,5 | 50,9 |

Рациональное сочетание технологий круглогодичного беспривязного содержания коров молочного направления и привязного стойлово-выпасного должно иметь научно-обоснованную практику с определёнными дифференцированными мерами государственной поддержки с перспективой перехода на органическое производство экологически чистой животноводческой продукции.

Рекомендованная динамика показателей использования основных ресурсов сельскохозяйственного производства в хозяйствах Новосибирской области реализуется недостаточно, что существенно отражается на росте производительности труда, достичь удвоения показателей увеличения производительности труда становится проблематичным без принятия

кординальных мер предусмотренных региональными и федеральными программами. (Таблица 4)

Мониторинг

использования основных ресурсов сельскохозяйственного производства для реализации концепции в хозяйствах Новосибирской области

Таблица 4.

| Наименование показателей | 2016 г | 2017 г | 2017 к 2016, % | 2018 г | 2018 к 2017, % | 2025г. |
|---|--------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
| 1. Ресурс производительности труда (выручка млн. руб. на 1 работающего) | 1,4 | 1,47 | 105,0 | 1,57 | 106,8 | 1,86 |
| Выручка от реализ. продукции, млрд. р | 48,7 | 51,3 | 105,3 | 54,3 | 105,8 | 83,9 |
| 2. Среднемесячная з/плата, руб | 17047 | 18563 | 108,9 | 20336 | 109,5 | 27300 |
| 3. Ресурс использования земли; | | | | | | |
| Введение в оборот неиспользуемых: | 60,0 | 50,1. | 83,5 | 27,0 | 53,9 | 75 |
| - сельхозугодий, тыс.га (на 2018г.-1057) | 41,0 | 38,0 | 92,7 | 24,0 | 63,2 | 35 |
| - пашни, тыс.га (на 2018г.-298) | 2359,3 | 2380, | 100,9 | 2226,4 | 93,5 | 2411 |
| | 1549,5 | 1605,4 | 103,6 | 1403,3 | 87,4 | 1467 |
| | 59,1 | 82,7 | 140 | 140 | 169,3 | 247,4 |
| - Структура: вся посевная площадь, т.га | 700,6 | 666,3 | 95,1 | 657,9 | 98,7 | 670,7 |
| - в т.ч. зерновые и зернобобовые | 42,1 | 25,6 | 60,8 | 25,1 | 98,0 | 25,6 |
| - технические культуры | | | | | | |
| - кормовые культуры | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|
| - картофель и овощи | | | | | | |
| 4. Ресурс повышения интенсификации растениеводства, % х-в работ. по: | | | | | | |
| по: | 1,4 | 2,1 | 150 | 3,2 | 152,4 | 8,0 |
| - интенсивным технологиям | 21,4 | 27,7 | 129,4 | 35,3 | 127,4 | 47 |
| - нормальным | 77,2 | 70,2 | 91 | 61,5 | 87,6 | 45 |
| - экстенсивным | | | | | | |
| 5, Ресурс повышения интенсификации животноводства, % х-в работающих. по: | | | | | | |
| по: | 3,0 | 3,8 | 126,7 | 4,2 | 110,5 | 12,7 |
| - интенсивным технологиям | 26,5 | 28,8 | 110,5 | 35,2 | 122,2 | 46,9 |
| - нормальным | 69,3 | 67,3 | 97,1 | 58,4 | 86,8 | 33,1 |
| - экстенсивным | | | | | | |
| 6. Кадровый ресурс, тыс. чел. | | | | | | |
| - сельское население | 585,8 | 584,5 | 99,8 | 583,2 | 99,6 | 574 |
| - средняя численность работающих в с/х производстве СХО, в т.ч. | | | | | | |
| рабочих | 34,9 | 34,8 | 99,7 | 34,6 | 99,5 | 30 |
| - механизаторов | 4,5 | 4,1 | 91,1 | 3,8 | 92,7 | 3,5 |
| - операторов машинного доения | 3,5 | 3,3 | 94,3 | 3,1 | 93,8 | 2,8 |
| - специалистов, % | 52,0 | 50,0 | 96,2 | 47,0 | 94,0 | 45 |
| 7. Ресурс реализации программы тех. переоснащения, (приобр. тех ед/ млн.р) | <u>1182</u> | <u>1357</u> | <u>114,8</u> | <u>960</u> | <u>70,7</u> | <u>1850</u> |
| | 2435 | 3457 | 142 | 2260 | 65,7 | 3650 |
| 8. Система обеспечения и поддержания | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|---|---|------------------------------------|-------|----|
| работоспособности машин и оборудов. (% обслуживания дилер. и тех. центр.) | 18 | 23 | 128.7 | 27 | 117,4 | 42 |
| 9. Потенциал сельхозмашиностроения, к- во предприятий сельхозмашиностр.. | 10 | 12 | 120 | 11 | 108,3 | 11 |
| 10. Ресурс трансферта ускоренной машинно- технологической модернизации АПК государственными, научными, производственными и др. организациями | Систем а землед е-лия и ма машин- ных тех- нологи й | Концепция маш инно- технологи ческой модерни- зации АПК НСО до 2025 года | Стратегическая программа раз- вития АПК области до 2025 г – не выполнено | Цифр о виза- ция в АПК | | |

Прогнозируемые величины роста производительности труда будут не выполнены в основном из-за существенного отставании в области машинно-технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Внедрение прогрессивных машинных технологий идёт неудовлетворительными темпами, машинно-тракторный парк и оборудование сельскохозяйственного производства в большинстве хозяйств области обновляется слабо и отстает на поколение или два от мирового уровня. Существующая отечественная техника и технологии не позволяют достигнуть уровня производительности труда который имеется в передовых странах ЕС, Канады и США. Сельскохозяйственная наука не имеет потенциальных потребителей научных разработок и научно-адаптированного передового опыта из-за отсутствия государственной системы финансирования и теряет свою значимость.

В такой ситуации необходимы экстренные меры по восстановлению потенциала сельскохозяйственной науки и отечественного сельхозмашиностроения обеспечивающих внедрение прогрессивных технологий адаптированных к зональным условиям регионов необъятной Сибири на основе современных технических средств, промедление в этом вопросе чревато необратимыми процессами.

Проблематичным становится рациональное использование имеющегося технического и технологического ресурса из-за недостаточной энерговоружённости, неразвитой системой специализированного технического и технологического обслуживания производства.

Особого внимания при разработке программ потребуется уделить мероприятиям по закреплению кадров задействованных на сельскохозяйственном производстве путём сокращения количества разномарочных машин обслуживаемых одним оператором, перевода части сервисных технических и технологических работ специализированным службам, обучению и переподготовке для работы в условиях освоения цифровых машинных технологий, созданию нормальных социально-бытовых и культурных условий, достойной заработной платы.

Использованные источники:

1. Иванов Н.М., Корниенко И.О. Концепция программы машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области до 2025 года – Новосибирск, СФНЦА РАН, 2017 г.
2. Иванов Н.М., Корниенко И.О. Мониторинг реализации ресурсного потенциала (составляющих роста) эффективности сельскохозяйственного производства, роста производительности труда, социального благополучия в АПК Новосибирской области, определённых Концепцией – Краснообск, СФНЦА РАН, 2019 г.
3. Годовые отчёты и рабочие планы хозяйств Новосибирской области – Новосибирск, МСХ НСО, 2018 г., 2019 г.

УДК 631.674:631.3

МАШИННЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИИ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ

Т.Е. Иванова, О.А. Иванов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии», Абакан, Россия

e-mail: oleg3077@yandex.ru

Г.Л. Утенков

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий», Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации, Краснообск, Россия
e-mail: utenkov1951@mail.ru

MACHINE AGROTECHNOLOGIES OF IRRIGATED AGRICULTURE IN ARID CONDITIONS

Предложены технологии поверхностного полива, рекомендуемые для орошения зерновых, кормовых культур, естественных сенокосов и пастбищ. Разработан комплекс технических средств для строительства и эксплуатации систем поверхностного полива. Технологии поверхностного полива и комплекс машин прошли Государственные испытания и рекомендованы для включения в базовую агротехнологию, позволяющие сократить эксплуатационные затраты и сроки строительства поливных участков в 1,8 раза.

Surface irrigation technologies recommended for irrigation of cereals, forage crops, natural hayfields and pastures are proposed. A set of technical means has been developed for the construction and operation of surface irrigation systems. Surface irrigation technologies and a set of machines have passed State tests and are recommended for inclusion in basic agricultural technology, which allows reducing operational costs and construction time of irrigated plots by 1.8 times.

Возделывание зерновых культур в Сибирском федеральном округе (СФО) является преобладающим. Однако эффективность их возделывания невысока, так как генетический потенциал яровых культур реализуется всего на 35-45% [1]. Считают [2], что повысить эффективность растениеводства в СФО возможно путем дополнительных финансовых вложений, обеспечивающих улучшение использования биоклиматического потенциала. Однако полагают [3], что основным фактором неустойчивости производства зерна и низкой его урожайности является механизированная технология, которая без изменения используется многие годы. Другие считают [4], что экономическая эффективность производства и его экологическая безопасность зависят от соединения трех компонентов, включающих агроэкологические требования культур, агроэкологические условия агроландшафта и применяемые

технологии возделывания, которые в целом образуют сложную систему. В качестве интегрального показателя оценки эффективности принимается зерновой эквивалент [5]. Предложена новая методика [6] расчета урожайностей для рекомендуемых ФГБНУ СибНИИЗиХ трех уровней интенсивностей агротехнологий возделывания зерновых культур. Показано [7], что в условиях СФО долевое участие природно – климатических условий в конечной величине урожайности, обеспечивающей получение максимума прибыли, должно быть не менее 56%.

Стабильному и гарантированному производству продукции растениеводства в большей мере соответствует орошаемое земледелие [8, 9]. Актуально использование орошаемых земель с применением инновационных технологий поверхностного способа полива и комплекса машин для его обеспечения, разработанные в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии». Технологии поверхностного полива (RU 2220559 С2, RU 2220252 С2, RU 2202679 С2, RU 2357409 С2) рекомендуются к применению для орошения зерновых (пшеница, овес) и кормовых (кукуруза, многолетние травы) культур, естественных сенокосов и пастбищ, при регулярном орошении, лиманном орошении, основанном на местном стоке и на земледельческих полях орошения. Необходимым условием при соблюдении технологической дисциплины поверхностного полива является качественная подготовка поверхности поливного участка. Для обеспечения этого разработан комплекс машин: ложбиноделатель Л-1,5 для нарезки безуклонных ложбин (RU 2274982 С1); валиковосстановитель В-3,0 для восстановления разрушенного в результате агротехнических обработок почвы (вспашки, культивации и т.п.) водоудерживающего валика (RU 2338347 С1); выравнитель полунавесной ВП-4,0 для эксплуатационного выравнивания (свальных гребней, развальных борозд и т.п.) поверхности поливного участка (RU 2238618 С2); комбинированный бороздоделательно-посевной агрегат КБПА-3,6 для одновременной нарезки засеваемых поливных борозд и посева сельскохозяйственных культур (RU 2303341 С2).

Машины применяются в степных районах на всех почвогрунтах, за исключением каменистых, песчаных и просадочных типах грунтов второй степени. Обеспечивают удовлетворительное качество работы в диапазоне влажности почвы 8-28%, твердости почвы в обрабатываемом слое до 3,5 МПа.

При проведении лабораторно-полевых исследований по указанной технологии с использованием нового технического оснащения получена урожайность зерна овса в размере 1,8 т/га; средняя многолетняя урожайность зерновых в условиях Хакасии составляет 0,95 т/га. Сравнительные испытания технологий поверхностного полива с применением разработанных машин показали, что снижаются затраты на горючее и издержки на охрану окружающей среды; затраты на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание; себестоимость и трудоемкость производства сельскохозяйственной продукции; сроки окупаемости капитальных вложений новых машинных агротехнологий; повышается рентабельность сельскохозяйственной продукции [10].

Одним из способов интенсивного ведения сельскохозяйственного производства являются технологии поверхностного полива, которые отличаются простотой технического исполнения, небольшими затратами средств и материалов на строительство, надежностью, высокой производительностью труда и экономией энергоресурсов. В технологиях орошения заложены предпосылки для полной автоматизации полива с применением каскадного и дистанционного управления водоподачей и контроля за расходом воды.

Технологии поверхностного полива с использованием новых орудий прошли Государственные испытания и рекомендованы ФГУ «Сибирская государственная зональная машиноиспытательная станция» (г.Омск) для включения в базовую агротехнологию.

Комплексное применение разработанных орудий при строительстве и эксплуатации оросительных систем с поверхностным поливом позволяет сократить эксплуатационные затраты и сроки строительства поливных участков в 1,8 раза. Новизна предлагаемых технических решений защищена патентами

РФ на изобретения. В целом, применяемый комплекс машин обеспечивает повышение производительности и качества выполняемых работ в сравнении с серийно выпускаемыми мелиоративными машинами.

Использованные источники:

1. Булгаков Д.С. Рухович Е.А. Шишконокова Е.А. и др. Использование почвенно-климатического индекса при оценке агрономического потенциала пахотных земель в лесостепной зоне России // Почвоведение. – 2018. – № 4. – С. 473-485.

2. Романенко И.А. Проектирование эффективного сельского хозяйства с учетом агропотенциала // Экономика сельского хозяйства России. – 2014. – № 1. – С. 59-65.

3. Липкович Э.И. Экономические проблемы технического и технологического перевооружения сельского хозяйства России // АПК: Экономика, управление. – 2014. – № 5. – С. 12-20.

4. Власенко А.Н. Совершенствование научных основ сибирского земледелия // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 10. – С. 27-35.

5. Полунин Г.А., Алакоз В.В., Черкашин К.И. Неиспользуемый земельный потенциал России и возможности продовольственного самообеспечения // АПК: Экономика, управление. – 2018. – № 6. – С. 4-16.

6. Утенков Г.Л., Рапопорт Э.О. Метод оценки параметров машинных технологий возделывания зерновых культур // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 6. – С. 22-27.

7. Утенков Г.Л. К оценке эффективности машинных технологий возделывания зерновых культур // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 12. Ч. 1. – С. 229-233.

8. Савостьянов В.К. Использование земель сельскохозяйственного назначения в засушливых условиях юга Средней Сибири для ведения земледелия: рекомендации // Россельхозакадемия, Сиб. рег. отделение, ГНУ НИИ аграрных проблем Хакасии. – Абакан: Изд-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2009. – 12 с.

9. Черняев А.А., Ярославский В.А., Несмысленов А.П. Проблемы сохранения и развития оросительной мелиорации в Поволжье // АПК: Экономика, управление. – 2014. – № 5. – С. 3-11.

10. Иванов О.А., Тютюкин В.Ф., Агибалов Б.И. и др. Технические средства для эксплуатации оросительных систем поверхностного полива на юге Средней Сибири // Россельхозакадемия, ГНУ НИИ аграрных проблем Хакасии. Абакан: ООО «Кооп. «Журналист». – 2010. – 28 с.

УДК 574.24

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ С ПОВЫШЕННОЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТЬЮ**

В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чаплыгина, А.Н. Бочкарёв
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,
г. Красноярск, Россия
e-mail: info@kgau.ru

**IMPROVING THE TECHNOLOGY OF EXTRUDED FEED
PRODUCTION WITH HIGH ENERGY VALUE**

Аннотация. Одним из перспективных способов подготовки кормов к скармливанию животным и птице является экструдирование. В статье предложена технология производства экструдированных многокомпонентных кормовых смесей на основе зерновых (пшеница, овёс) с добавлением белково-витаминного коагулята, полученной из сока растений (люцерна, рапс).

Annotation. One of the promising ways to prepare feed for feeding animals and poultry is extrusion. The article proposes the technology of production of extruded multicomponent feed mixtures based on cereals (wheat, oats) with the addition of protein green paste obtained from the juice of plants (alfalfa, rape).

Для решения задачи интенсификации производства продукции животноводства и птицеводства, необходимо совершенствование технологии производства кормов удовлетворяющих физиологические потребности разных возрастных групп животных и птицы. Применение в кормовых рационах экструдированных компонентов в значительной мере решает поставленную задачу. В результате воздействия высокой температуры (110-180⁰С) и давления (5-6мПа) на зерновой компонент в процессе экструзии, крахмал зерна трансформируется в простые углеводы, что повышает усвояемость готового продукта на 15-20% [1,2].

Исследованиями проведёнными в Красноярском ГАУ доказано, что добавление перед экструдированием в зерновой компонент белково-

витаминного коагулята в количестве от 3 до 10% полученного из сока зелёных растений (люцерна, рапс) повышает энергетическую ценность экструдата на 5-7% [3].

В соответствии Региональной целевой программой «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014-2020 годы поставлена задача разработать ресурсосберегающую технологию приготовления к скармливанию концентрированных кормов с улучшенной усвояемостью и повышенной энергетической ценностью.

В Инжиниринговом центре Красноярского ГАУ разработана экспериментальная технологическая линия по производству многокомпонентных экструдированных кормовых смесей на основе зерновых (пшеница, овёс) с добавлением белково-витаминного коагулята полученного из сока зелёных растений.

Технологическая линия для производства многокомпонентных кормовых смесей представлена на рисунке.

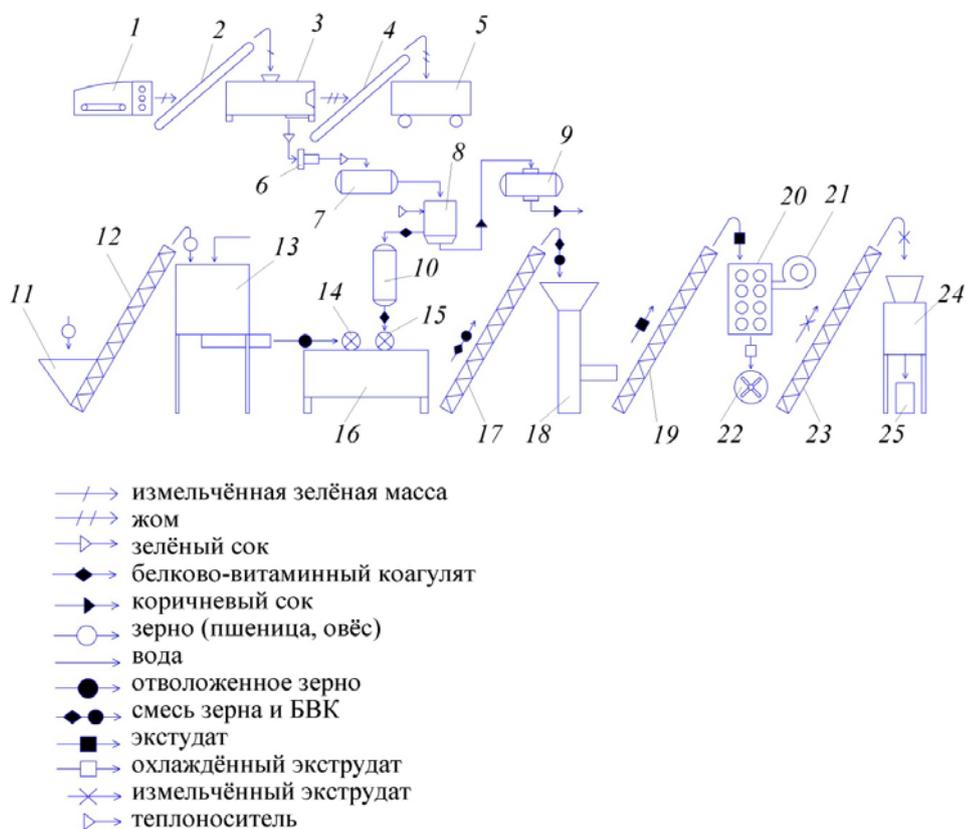


Рисунок – Технологическая линия для производства многокомпонентных кормовых смесей

Технологический процесс производства реализуется на двух участках линии. Первый-получение белково-витаминного коагулята из сока зелёных растений. Второй-экструдирование и упаковка (см.рисунок).

На первом участке-скошенная с измельчением зелёная масса загружается в питатель-дозатор 1 из которого скребковым транспортёром 2 подаётся в поршневой пресс3, где производится отжим зелёного сока. Жом полученный в результате прессования транспортёром 4 подаётся в транспортное средство 5 и далее используется на кормовые цели. Зелёный сок насосом 6 подаётся в ёмкость для временного хранения 7 и далее в установку для получения белка из зелёного сока 8, где под воздействием теплоносителя происходит разделение на белково-витаминный коагулят и коричневый сок [4]. Коричневый сок поступает в ёмкость для временного хранения 9 и в дальнейшем используется в качестве удобрения. Белково-витаминный коагулят накапливается в ёмкости 10 из которой в необходимых количествах дозатором 15 подаётся в центробежный смеситель 16.

На втором участке-зерно (пшеница, овёс) из приёмного бункера 11 винтовым транспортёром 12 подаётся в отволаживатель 13, где увлажняется водой и отволаживается до влажности 17-18%, после чего через дозатор 14 направляется в смеситель центробежного действия 16 [5]. В смесителе под воздействием рабочих органов происходит смешивание зернового компонента и белково-витаминного коагулята. Приготовленная смесь винтовым транспортёром 17 подаётся в экструдер 18. Полученный экструдат с температурой 110-150⁰С винтовым транспортёром 19 подаётся в охладительную колонку 20, где охлаждается атмосферным воздухом нагнетаемым вентилятором 21. Охлаждённый до температуры не выше 5⁰ окружающего воздуха экструдат поступает в молотковую дробилку 22, где измельчается до частиц 2-4 мм. Из дробилки винтовым транспортёром 23 измельчённый экструдат направляется в фасовочно-упаковочный аппарат 24, где упаковывается в гибкие контейнеры 25.

Разработанная технология и оборудование для производства экструдатов на основе зерна и белково-витаминного коагулята позволяет получить корм в значительной мере удовлетворяющий физиологическим потребностям животных, повысить их продуктивность [6].

Использованные источники:

1. Демский А.Б. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов: справочник /А.Б. Демский, В.Ф Ведышев.-М.:ДеЛи принт, 2005.-760с.

2. Семёнов А.В. Производство поликомпонентных экструдатов на экспериментальном оборудовании /А.В. Семёнов, И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев//Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы междунар. Науч.-практ. конф. Часть II Наука: опыт, проблемы, перспективы развития /16-18 апреля 2019 г./ Красноярский гос. аграр. ун-т.-Красноярск, 2019.-С.77-79.

3. Матюшев В.В. Повышение энергетической ценности экструдированных кормов /В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чаплыгина//Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. /17-19 апреля 2018 г./ Красноярский гос. аграр. ун-т.-Красноярск, 2018.-С.71-73.

4. Патент №173690 RU МПК А 23№ 17/00 Установка для получения белка из зелёного сока/ И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.В. Шуранов, заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»-№2017100885 заявл. 10.01.2017г. опубл. 06.09.2017.

5. Патент №189127 U1 RU МПК В01F 7/26 Смеситель сыпучих компонентов центробежного действия/ А.В. Семёнов, И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, А.Н. Бочкарёв, Ю.С. Черепанов., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»-№2018134845 заявл. 01.10.2018г. опубл. 13.05.2019.

6. Чаплыгина И.А. Перспективные технологии производства высокоэнергетических экструдированных кормов / И.А. Чаплыгина,

В.В.Матюшев, А.В. Семёнов//Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунаrod. заоч. науч. конф. (15 октября 2016г., Красноярск)-Красноярск, 2016.-С.54-56.

УДК 634.53.044

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН В ПОДЛАПНОМ ПРОСТРАНСТВЕ СТРЕЛЬЧАТЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Назаров Н.Н., Яковлев Н.С., Рассомахин Г.К., Маркин В.В.

Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ СФНЦА РАН),

Россия, р.п. Краснообск

e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

JUSTIFICATION OF THE METHOD OF DISTRIBUTION OF SEEDS IN SPACE PODLIPNIK LANCET WORKING BODIES

Представлены результаты теоретических предпосылок по обоснованию способа распределения семян в подлапном пространстве стрелчатых рабочих органов при посеве зерновых культур. Установлено, что при реализации бороздкового ленточного посева целесообразно производить вбрасывание семян в подсошниковую зону от центра борозды в стороны, при этом длина рабочей части сошника должна быть в пределах 0,19 – 0,20 м.

The results of theoretical prerequisites for the justification of the method of distribution of seeds in space podlipnik Lancet working bodies for sowing grain crops. It was found that the implementation of the sulcal ribbon sowing is advisable throw seeds in potashnikova area from the center of the furrow to the side, the length of the working part of the Shoe should be in the range of 0,19 – 0,20 m.

Равномерность распределения семенного материала по ширине засеваемой полосы зависит от ряда факторов: качества подготовки семенного ложа, скорости движения посевного агрегата, типа семяпроводов и угла их установки на сеялке, типа распределителя семян, и т.д. Но одно из важнейших научных направлений – определение способа вбрасывания семенного материала на засеваемую полосу, изучено не в полном объёме. При проведении работы использован метод теоретических исследований.

По данным научных исследований установлено, что в лесостепной зоне Западной Сибири наиболее эффективно использование бороздкового посева с расположением семян зерновых в ленты шириной 0,075 – 0,080 м [1] при величине междурядья 0,130 – 0,150 м [2]. Для того чтобы семена распределились по требуемой ширине полосы посева необходимо выполнить как минимум три условия:

1. Скорость семян на выходе из семяпровода должна быть достаточной для того, чтобы эти семена долетали до крайних зон рассева;

2. Время открытия борозды (до осыпания в неё земли) должно быть достаточным, чтобы семена также успевали долететь до крайних зон рассева в этой борозде;

3. Длина стороны рабочего органа, контактирующего со стенкой борозды должна быть достаточной для полного распределения семян в полосе посева до осыпания борозды.

В этом случае должно выполняться условие

$$t_{об} \geq t_{np},$$

где $t_{об}$ – время открытия борозды (до осыпания в неё земли);

t_{np} – время полета семян до крайних зон рассева.

Анализ работы посевных сошников показывает, что существуют три основных направления движения потока семян в подсошниковом пространстве – против хода движения агрегата, по ходу движения агрегата и распределение семян от центра борозды в стороны. В общем случае время “стояния” открытой борозды определяется отношением

$$t_{об} = \frac{L_{po}}{v_{agr}},$$

где L_{po} – длина стороны рабочего органа, контактирующего со стенкой борозды;

v_{agr} – скорость движения агрегата;

В зависимости от направления движения потока семян в общем случае необходимое время полета семени до укладки на семенное ложе определится из выражения

$$t_{\text{ин}} = \frac{L_{\delta i}}{v_{\text{наи}}},$$

где $v_{\text{наи}}$ – скорость семени, которая в зависимости от направления движения потока семян, тоже будет разная.

1. При вбрасывании семенного материала против хода движения агрегата векторы скоростей агрегата и семени направлены в противоположные стороны и время для транспортировки семени до крайних зон борозды определится как

$$t_{nc} = \frac{L_{po}}{v_{agr} - v_{sem}}.$$

2. При вбрасывании семенного материала по ходу движения агрегата векторы скоростей агрегата и семени направлены в одну сторону. Время для транспортировки семени до крайних зон борозды определяются зависимостью

$$t_{nc} = \frac{L_{po}}{v_{agr} + v_{sem}}.$$

3. При вбрасывании семенного материала от центра борозды в стороны искомое время определится из выражения.

$$t_{об} = \frac{L_{po}}{v_{agr}}$$

Для формирования посевных борозд и реализации полосного посева зерновых к исполнению принят анкерный сошник с острым углом вхождения в почву. Рабочий орган выполнен в виде клина и вбрасывание семян по ходу движения агрегата не обеспечивает размещение семян по заданной ширине полосы, хотя время для транспортировки семени в этом случае максимальное. При вбрасывании семенного материала против хода движения агрегата указанная проблема остается, поскольку при минимуме времени на размещение семян в полосе посева почва за рабочим органом успевает осыпаться в борозду и формирование полноценной полосы посева становится невозможной.

Поэтому для реализации принята схема вбрасывания семян в подсошниковую зону от центра борозды в стороны, при этом длина рабочей части сошника рассчитывается по формуле

$$L_{\delta i} = v_{\text{наи}} \cdot t_{\text{ин}}.$$

В материалах работы [3,4] установлено, что в зависимости от длины семяпровода и материалов, из которых он изготовлен, скорость движения семян в них различная и колеблется в пределах 0,44–1,64 м/с при углах наклона семяпровода 30–75°, длине семяпровода 0,6–1,2 м. Учитывая, что у сеялки СКП-2,1 длина семяпроводов находится в пределах 0,9–1,2 м, при транспортировании семян пшеницы можно принять минимальную скорость движения семян – 0,54, а максимальную – 1,54 м/с. При подобных скоростных режимах (при ширине полосы посева 0,08 м) время транспортировки семени до крайних зон борозды составляет $7,4 \cdot 10^{-2}$ и $2,6 \cdot 10^{-2}$ с. Учитывая изложенные подходы, расчётная длина стороны рабочего органа, контактирующая со стенкой борозды, определится в пределах 0,19–0,20 м.

По результатам исследований сделан вывод, что при реализации бороздкового ленточного посева целесообразно производить вбрасывание семян в подсошниковую зону от центра борозды в стороны, при этом длина рабочей части сошника должна быть в пределах 0,19 – 0,20 м.

Использованные источники

1 Жуков С.П. Алтайское село: история, современное состояние, проблемы и перспективы социально-экономического развития / С.П. Жуков, И.А. Федотов // материалы международной научно-практической конференции. – АГАУ-Барнаул: Азбука, 2009.– С. 353–357.

2 Назаров Н.Н. Посевной рабочий орган для реализации бороздкового ленточного посева зерновых / Н.Н. Назаров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 5. – С. 56 – 63.

3 Назаров Н.Н. Влияние параметров семяпроводов на ширину засеваемой полосы при внутривспашечном разбросном посеве зерновых / Н.Н. Назаров // Совершенствование машинных технологий и технических средств для сельскохозяйственного производства: "Сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд-ние. СибИМЭ. – Новосибирск. – 2003. – С. 72 – 80.

4 Назаров Н.Н. Влияние конструктивных и режимных параметров анкерного сошника на формирование посевной борозды / Н.Н. Назаров, Н.С. Нестяк, В.С. Яковлев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019.- № 1.– С. 80 – 88.

УДК: 631.544.

**ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДО УПРАВЛЕНИЯ
ПРОДУКЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ – ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ
ЛАБОРАТОРИИ МЕХАНИЗАЦИИ ОВОЩЕВОДСТВА**

В.С. Нестяк

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук, 630501, Краснообск, Новосибирская область, Россия

nestyak-vs@yandex.ru

Показана важность овощей для человека, а их производства в местных условиях – для развития сельских территорий. Приведена информация по «сибирской» теплице – альтернативе нынешним тепличным комбинатам гигантам; новому способу выращивания теплолюбивых овощных культур в условиях воздействия негативных факторов открытого грунта и техническим средствам для его реализации; основные направления дальнейших исследований, связанные с разработкой информационных технологий.

Вместо введения. «Хлеб всему голова!» - девиз знакомый каждому! Хотя мудрость предков и гласит: «Не хлебом единым сыт человек» - огромные силы, в том числе и аграрной науки, брошены на решение хлебной проблемы. И лишь немногие осознают, что «голова» должна быть здоровой. А для этого ей нужны витамины, основным и самым эффективным источником которых являются овощи, в значительной мере – теплолюбивые овощи томатной группы.

Проблемная ситуация(информация для размышления).

1. Минимальная медицинская норма потребления овощей на человека в год должна составлять 130 кг. В 2018 году в России потребление овощей на человека составило 107 кг. (Для справки: в 2017 году Греция – 257, Южная Корея – 250, Турция – 238, Китай – 212, США – 200, Россия – 112 кг. на человека в год; Япония по некоторым данным еще 5 лет назад имела 450 кг на человека в год – **разница, как видно, существенная**).

2. Доказано (Казначеев В.П., г.Новосибирск), что население должно потреблять продукты, выращенные на территории их проживания (**согласование генного кода** человека, потребляемых им продуктов и мест их проживания и выращивания, пример – история освоения Сибири Ермаком);

3. Выращивание теплолюбивых овощей в России ограничено высокими рисками их производства в неблагоприятных условиях большинства регионов страны. Поэтому в нынешней социально-экономической ситуации либеральной элитой оно признано неэффективным – **купим за границей** (Россия занимает третье место в мире по импорту овощей – 7,3% от мирового импорта, больше импортируют лишь США и Германия);

4. Ведущееся в последние годы строительство дорогостоящих тепличных комбинатов, предназначенных для обеспечения населения овощами во внесезонный период, в среднесрочной перспективе не обеспечит потребности страны в них. Дефицит овощей в настоящее время покрывается поставками из-за рубежа (**до 40% овощи томатной группы**);

5. Известно, что потребительские свойства **овощей, выращенных** по современным технологиям (на основе гидропоники) не имеют вкусовых, питательных и лечебных **свойств** овощей, выращенных на земле-матушке, сдобренной органикой и той же минералкой;

6. Специфика выращивания плодовых овощей в открытом грунте связана с применением ручного труда, что может наиболее быстро и с минимальными вложениями решить проблему занятости **оставшегося в большинстве случаев не у дел населения вымирающих сел**, способствовать развитию этих **РУССКИХ** территорий.

Научный задел. Лаборатория была создана в апреле 1968 года в связи с расширением производства овощей в Сибири и занималась наиболее острыми вопросам механизации овощеводства в регионе. К началу нынешнего века она имела существенный научный задел, в частности, к этому времени были разработаны агропостовые комплексы на базе весенне-летних теплиц конструкции института и технологии получения рассады и овощей второго

культурооборота с их применением [1]. Были получены первые данные о возможности технологического воздействия на параметры выращиваемых растений и доказано, что с помощью **техногенных воздействий** можно управлять развитием овощных культур, что давало возможность расширения исследований в этом направлении [2].

Некоторые итоги последних лет.

1. Для производства овощей во внесезонный период во многих регионах страны, в том числе и в Сибири, ведется строительство круглогодичных тепличных комбинатов. Для условий сибирских условий это не только дорогостоящее удовольствие, но и огромные затраты на отопление. Западные проекты игнорируют природные условия многих регионов страны, в том числе и Сибири. С нашим участием разработаны проектные предложения на «сибирскую» теплицу, реализация которых позволит резко снизить теплотери конструкций и затраты на их обогрев в осенне-весенний период. Кроме того, модульный принцип конструкции позволяет наращивать их площади по мере накопления «жирка» у предпринимателей, что обеспечивает возможность привлечения к этому бизнесу местного сельского населения [3].

2. Нами разработан способ создания условий для выращивания теплолюбивых овощных культур в условиях негативного воздействия факторов внешней среды и технические средства для его реализации – защитные экраны. В защитных экранах реализован принцип **дуализма**: растение находится под защитой экранов и, одновременно, под открытым небом. В отличие от известных конструкций, защитные экраны содержат лишь профильные стойки, образующие несущий каркас секции модуля, и экраны из сотового поликарбоната, установленные оппозитно друг другу с постоянно открытым технологическим зазором между ними, исключающим возможность перегрева растений в летний период. В результате обеспечивается возможность защиты выращиваемых растений в течение всего периода их вегетации, в том числе и во время неблагоприятных воздействий на растение. При этом функция защиты растений не ограничивает условий естественного опыления и доступа к

растениям для полива, механических обработок и сбора урожая, и решается еще одна важная задача – повышение теплообеспеченности растений в период их вегетации, за счет чего в 2,0-2,5 раза увеличивается их урожайность [4,5].

3. По программе переоснащения приборной базы науки лаборатория получила компактную агрометеолабораторию, оборудованную комплектом приборов для определения не только параметров окружающей среды, но и некоторых процессов, протекающих в самих растениях. На основании экспериментальных данных, полученных с помощью этого оборудования, уже выполнены работы по определению индекса водного стресса[6]. Это раскрывает дополнительные возможности для проведения научных исследований, и, в частности, переходить к разработке технологий с управлением продукционным процессом растений.

Заключение. Овощеводство является одной из самых уязвимых отраслей сельского хозяйства России. Применение разработок института позволяет снизить риски производителей и обеспечить устойчивое развитие производства свежих плодовых овощей в условиях негативного воздействия окружающей среды и, кроме того, способствует решению важной социально-экономической проблемы текущего дня – возрождению села за счет обеспечения занятости местного населения.

Использованные источники:

1. Нестяк В.С., Савоськин В.М., Сурилов В.С., Сирота С.Г. Агростовой комплекс для овощеводства. Техника в сельском хозяйстве.-1998.-№5.-С.33-34.

2. Нестяк В.С., Каширский А.И., Ивакин О.В. Методологические основы производства рассады с защитной почвенно-корневой структурой. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 2011.-№1.- С. 99-105.

3. Арюпин В.В., Нестяк В.С. Методология разработки энерго- и ресурсосберегающих тепличных комплексов для условий Сибири. Вестник КрасГАУ.-2010.-№4(43).С.109-115.

4. Арюпин В.В., Усольцев С.Ф., Ивакин О.В., Нестяк В.С. Способ выращивания овощных культур и защитные сооружения для его реализации. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 2013.-№5.- С. 79-86.

5. Нестяк В.С.,Ивакин О.В.Техногенез в продукционном процессе томатов. Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. – 2016. –№8 (142). – С.149-155.

6. Усольцев С.Ф., Нестяк В.С. Применение фитомониторинга для оценки индекса водного стресса. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2018. – т.48. №5. – С.77-85.

УДК: 631.544.

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС КУЛЬТУР ТОМАТНОЙ ГРУППЫ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

Г.В. Нестяк, С.В. Нестяк

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 630501, Краснообск, Новосибирская область, Россия

nestyak-vs@yandex.ru

Приведены результаты экспериментальной проверки применения защитных экранов при выращивании теплолюбивых овощных культур томатной группы. Показано, что их применение способствует повышению урожая и продлению сроков сбора плодов для всех рассматриваемых в эксперименте культур (томаты, перцы, баклажаны).

Постановка проблемы

Основной причиной сдерживания производства теплолюбивых овощных культур томатной группы (томаты, перцы, баклажаны) в открытом грунте в местных условиях, являются высокие риски их выращивания, связанные с нерешенностью проблемы защиты овощных культур от негативных воздействий окружающей среды, которые возможны практически в течение всего вегетационного периода. Для решения этой проблемы в технологии

выращивания растений, предложенной СибИМЭ СФНЦА РАН, применен принцип дуализма: растения, находясь в открытом грунте, исключают опасность перегрева в жаркие летние дни, одновременно находятся и под постоянной защитой укрытий экранного типа, снижающих влияние негативных факторов внешней среды [1, 2]. В результате обеспечивается возможность защиты выращиваемых растений в течение всего периода их вегетации, в том числе и во время неблагоприятных воздействий на растение (ливни, град, кратковременные заморозки, перегрев растений, холодные россы, техногенные выбросы и др.). При этом функция защиты растений не ограничивает условий естественного опыления и доступ к растениям для полива, механических обработок и сбора урожая. Решается еще одна важная задача – повышение теплообеспеченности растений в период их вегетации [3, 4, 5]. Разработанные конструкции защитных экранов, как правило, работают после прохождения весенних возвратных заморозков и до наступления устойчивых низких температур, удлиняя на полторы-две недели вегетационный период растений, что является существенным резервом для повышения общего урожая теплолюбивых культур в местных условиях.

Методы проведения эксперимента

Экспериментальная проверка возможностей новой технологии сразу на нескольких культурах проведена на опытном участке СибИМЭ СФНЦА РАН в период 2017-2019 гг. В эксперименте был использован образец технологического модуля укрытия экранного типа, который состоял из трех секций защитных экранов длиной по 10 метров и ориентированных с юга на север. В первый год в западной секции была высажена рассада баклажан, в средней секции – рассада томатов, в восточной секции – перцев. Контрольные полосы в такой же последовательности и сочетании культур были высажены вдоль укрытий (рисунок). В последующие годы производилось чередование культур в секциях и, соответственно, на контроле. Экспериментальный участок и экраны были оснащены приборным оборудованием (малогабаритная метеостанция, приборы контроля состояния растений и окружающей среды).



Рисунок – Общий вид экспериментального участка

Условия этих лет были различны и, в целом, не вполне благоприятны для выращивания теплолюбивых овощных культур томатной группы (в течение всего периода вегетации, особенно первых двух лет, шли дожди, и была пасмурная довольно прохладная погода).

Посадка рассады в 2017 году на контроле и под защитные экраны была проведена 5 июня. В 2018 году из-за постоянных дождей обработку почвы смогли провести только 9 июня, а посадку рассады на контроле и под экраны – 10 июня. В 2019 году посадка была проведена 3 июня.

Описание результатов

Полученные результаты (нарастающим итогом) представлены в сводной таблице. Из таблицы видно, что период плодоношения под экранами по отношению к контролю был продлен в 2017 году на томатах на 2 недели, а в 2018 на неделю по всем культурам. Наилучший результат по всем культурам получен под защитными экранами.

Таблица 1 – Динамика поступления продукции нарастающим итогом, кг

| Вариант | Дата очередного замера (2017/2018/2019 гг.) / сбор нарастающим итогом | | | | | | | | | |
|---------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 20.07 | 29.07 | 05.08 | 12.08 | 19.08 | 27.08 | 03.09 | 10.09 | - | - |
| | 21.07 | 28.07 | 04.08 | 11.08 | 18.08 | 25.08 | 31.08 | 08.09 | 15.09 | 22.09 |
| | - | 28.07 | 05.08 | 10.08 | 17.08 | 25.08 | 01.09 | 09.09 | 15.09 | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Баклажаны | К | 9,63 | 18,89 | 24,54 | 29,28 | 29,28 | 31,23 | 33,46 | 37,82 | - | - |
| | | 1,76 | 3,03 | 7,09 | 12,32 | 22,61 | 28,03 | 32,62 | 37,38 | 46,94 | - |
| | | - | - | 6,17 | 11,99 | 17,45 | 27,85 | 33,37 | 34,49 | 37,84 | - |
| | Э | 12,80 | 26,95 | 32,02 | 35,80 | 36,75 | 38,40 | 41,99 | 51,23 | - | - |
| | | 7,48 | 9,59 | 11,2 | 16,81 | 36,47 | 48,04 | 53,92 | 62,14 | 72,72 | 81,03 |
| | | - | 6,3 | 12,45 | 27,17 | 42,01 | 53,5 | 63,33 | 65,68 | 73,98 | - |
| Перцы | К | - | - | - | - | - | 0,29 | 4,46 | 26,15 | - | - |
| | | - | - | - | - | - | 0,13 | 1,17 | 2,28 | 20,44 | - |
| | | - | - | - | - | - | 3,09 | 11,61 | 16,9 | 39,43 | - |
| | Э | - | - | - | - | 0,9 | 2,26 | 11,15 | 34,59 | - | - |
| | | - | - | - | - | - | 1,69 | 5,47 | 8,41 | 13,63 | 35,3 |
| | | - | - | - | - | - | 7,18 | 24,7 | 28,42 | 55,3 | - |
| Томаты | К | - | 11,51 | 32,29 | 42,74 | 44,46 | 46,09 | - | - | - | - |
| | | - | - | - | - | 9,09 | 39,02 | 62,01 | 78,75 | 98,2 | - |
| | | - | - | - | 11,8 | 38,55 | 64,44 | 76,78 | 83,63 | 89,13 | - |
| | Э | 0,93 | 20,63 | 44,09 | 55,58 | 58,29 | 61,27 | 68,14 | 86,45 | - | - |
| | | - | - | - | - | 6,33 | 39,18 | 79,26 | 98,05 | 116,62 | 157,18 |
| | | - | - | - | 12,81 | 38,48 | 84,28 | 105,1 | 126,01 | 146,89 | - |

Э –экраны, К – контроль.

Анализ таблицы показывает устойчивое превышение урожая под экранами над контролем по всем годам проведения эксперимента. Превышение по культурам составило: в2017 году –томаты 1,9,перцы 1,3, баклажаны – 1,4раза; в 2018 году –томаты 1,6, перцы 1,7,баклажаны 1,7 раза; в 2019 году –томаты 1,6, перцы 1,4,и баклажаны 2 раза.

Выводы и предложения

Из анализа данных приведенных данных можно сделать вывод, что при наличии негативных факторов внешней среды, защитные экраны обеспечили достаточно высокий уровень урожайности по сравнению с контролем в открытом грунте и возможность продления сроков поступления свежей продукции практически до середины сентября.

Использованные источники:

1. Пат. №2479986 РФ, МПК А01G 13/02. Способ создания условий для выращивания теплолюбивых овощных культур в условиях открытого грунта и устройство для его реализации /Арюпин В.В., Нестяк В.С., Усольцев С.Ф.; заявл. 2011.10.05; опубл. 2013.04.27. Бюл. №4.

2. Нестяк В.С. Овощеводство и биосфера – пути снижения противоречий. – Біосферні основи землеробства в ХХІ столітті: Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція. [Электронноеиздание] – <http://www.ndipvt.com.ua>.

3. Арюпин В.В. Способ выращивания овощных культур и защитные сооружения для его реализации. / В.В. Арюпин, С.Ф., Усольцев, О.В Ивакин, В.С. Нестяк // Сиб. вест.с.-х. науки. – 2013. – № 5. – С. 79-86.

4. Усольцев С.Ф. Оценка теплообеспеченности томатов в защитных сооружениях открытого грунта. В кн.: Аграрная наука - сельскому хозяйству сборник статей: в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет. 2017. С. 51-53.

5. Ивакин О.В. Защитные экраны – технико-технологический потенциал развития овощеводства региона //О.В. Ивакин, Г.В. Нестяк, Ю.В. Гончаренко // Перспективы развития агропромышленного комплекса: региональные и межгосударственные аспекты: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Краснообск, СибНИИЭСХ СФНЦА РАН, 14-15 октября 2018. – С. 281-284.

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ СЕМЯН В МЕЖДИСКОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ СОШНИКА ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

Д.Н. Раднаев, С.С. Калашников, С.Ф. Калашников

ФГБОУ ВО Бурятская государственная сельскохозяйственная академия

им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ, Россия

e-mail: goodron@yandex.ru

Аннотация: разработан клавишный рассеиватель дискового сошника сеялки, позволяющий добиться более равномерного распределения семян по дну бороздки. Дано теоретическое описание движения зерновки в междисковом пространстве сошника сеялки. Обоснована зависимость основных параметров рассеивателя влияющих на конечную скорость движения семян.

Abstract: a keyboard diffuser of the seed drill disc coulter is developed, which allows for more uniform distribution of seeds along the bottom of the furrow. A theoretical description of the movement of the grain in the interdisc space of the drill coulter is given. The dependence of the main parameters of the diffuser affecting the final speed of the seeds is substantiated.

Постановка проблемы. Для повышения урожайности зерновых культур в условиях Республики Бурятия необходимо усовершенствовать конструкцию рабочего органа дискового сошника сеялки, обеспечивающую более равномерное распределение семян по площади питания.

Методы проведения эксперимента. Кафедрой «Механизация сельскохозяйственных процессов» ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» была разработана конструкция двухдискового узкорядного сошника для полосового безрядкового посева, которая позволяет снизить загущенность семян в рядке [1]. Однако данный сошник имеет определенные недостатки, связанные с конструкцией рассеивателя, который выполнен в виде изогнутой неподвижной металлической пластины, расположенной за осью дисков сошника. Семена после соударения с

рассеивателем приобретают высокую скорость движения и ударяются о профилеобразователь сошника, что негативно сказывается на равномерности распределения семян и приводит к их механическому повреждению.

Для приближения площади к оптимальной необходимо снизить скорость падения зерновки после соударения с рассеивателем, что приведет к увеличению расстояния между соседними семенами, позволит избежать повторного удара о профилеобразователь, а так же уменьшит скорость перекатывания семян по поверхности почвы.

Снизить скорость падения семян позволяет разработанный нами рассеиватель, отличающийся наличием набора клавиш. Снижение скорости достигается за счет прогибания пластин при соударения с зерновкой (Рисунок 1) [2].

Описание результатов. Поскольку поверхность клавишного рассеивателя подвижна, необходимо учесть потери кинетической энергии на продольную деформацию клавиш. После окончания деформации запас кинетической энергии определим по формуле [3]:

$$T = Q \cdot (H + \delta_d), \quad (1)$$

где Q - вес ударяющего тела,

H - высота с которой падает тело,

δ_d - динамическое перемещение тела в направлении удара (Рисунок 2).

Формула для расчета динамического перемещения тела в направлении удара:

$$\delta_d = K_d \cdot \delta_c, \quad (2)$$

где δ_c - статическая деформация,

K_d - динамический коэффициент.

Динамический коэффициент определяется [3]:

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_c}}, \quad (3)$$

Статическая деформация в ударяемом сечении определяется по формуле:

$$\delta_c = \frac{Ql^3}{3EJ}, \quad (4)$$

где l - длина клавиши рассеивателя;

E - модуль упругости;

J - момент инерции.

Модуль упругости E является табличным значением и зависит от свойств материала. Таким образом, мы можем подбирать материал из которого будет изготавливаться набор клавиш рассеивателя, который будет удовлетворять поставленным задачам.

Момент инерции при продольной деформации определяется:

$$J_x = \frac{bh^3}{12} \quad (5)$$

где b и h - длина и ширина клавиши соответственно.

Известно, что кинетическая энергия находится по формуле :

$$T = m \cdot V^2 / 2 \quad (6)$$

Подставив формулы (2,6) в формулу (2), получим:

$$m \cdot V_1^2 / 2 = Q \cdot H + Q \cdot K_d \cdot \delta_c \quad (7)$$

Необходимо найти скорость падения семени после удара, с учетом потери кинетической энергии на деформацию пластины рассеивателя:

$$V_1 = \sqrt{\frac{2Q \cdot (H + K_d \cdot \delta_c)}{m}} \quad (8)$$

Траектория полета семян после соударения с рассеивателем рассчитывается по формуле [4]:

$$y = \operatorname{tg} \alpha \cdot x - g \cdot x^2 / 2V_1^2 \cdot \cos^2 \alpha \quad (9)$$

где α - угол падения, град.;

y и x - координаты точки соударения, м.;

Траекторией служит парабола, которая проходит через начало координат и ось которой параллельна оси ординат (рисунок 2). Если в уравнение (9) подставить $y=0$, то получим два значения x . Первое будет равно нулю, а второе определяет дальность полета:

$$x_{\max} = V_1^2 \cdot \sin 2\alpha / g \quad (11)$$

Подставляя в уравнение (9) вместо x величину, равную половине дальности можем рассчитать максимальную высоту подъема:

$$y_{\max} = V_1^2 \cdot \sin^2 \alpha / 2g \quad (12)$$

Для предотвращения последующего удара семени о профилеобразователь должно выполняться следующее условие: максимальная дальность полета семени после удара X_{\max} должна быть меньше расстояния до профилеобразователя X_2 (рисунок 2).

Выводы и предложения. Получены зависимости для определения скорости падения семян и траектории их движения после соударения с рассеивателем, с учетом потери кинетической энергии на деформацию клавиш. Установлены независимые переменные (факторы), определяющие конечную скорость падения зерновки, которыми можно варьировать при постановке эксперимента.

Использованные источники:

1. Пат. на изобретение № 2427124 МПК А01С 7/20. Сошник / В.В. Тумурхонов, Д.Н. Раднаев, И.Ф. Лобанов, С.Н. Прокопьев // Заявитель и патентообладатель Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова – Заявка № 2010110214/21 от 17.03.2010. Оpubл. 27.08.2011. Бюл. № 24.
2. Патент на полезную модель №154060. Сошник / Д.Н. Раднаев, С.С. Калашников, М.А. Иванов, И.В. Нечаев // Заявитель и патентообладатель Заявитель и патентообладатель Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова – Заявка № 2010110214/21 от 17.03.2010. Оpubл. 15.07.2015. Бюл. № 24.
3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. четырнадцатое издание. – М.: Наука, 1965. – 856 с.
4. Бать, М.И. Теоретическая механика (в примерах и задачах). Т.П / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. — М.: Наука, 1972. — 624 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ ГИДРОПОНИКИ

Рыбаков Р.В.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук (Краснообск), Россия

valurama@gmail.com

Управление продукционным процессом растений возможно изменением характеристик среды обитания растений путем непосредственного технологического воздействия на них. Решение о проведении технологических операций принимается на основе информации о состоянии растений и среды их обитания. [1]

Следовательно, технология должна иметь систему, обеспечивающую сбор хранение и обработку информации, необходимой для принятия решения и формирования управляющих сигналов, а также комплекс технических средств и исполнительных механизмов для выполнения технологических операций.

При выращивании растений в полностью искусственных условиях, создаваемых при помощи технических средств, требуется точный контроль и поддержание всех параметров раствора, освещенности и микроклимата в зоне выращивания растений. Ввиду технической сложности в системах поддержания жизнедеятельности возможны риски выхода из строя отдельных узлов. Такие риски необходимо максимально предусмотреть при проектировании гидропонной установки, где оперативное реагирование на аварийные ситуации зависит от полноты возможностей при реализации удаленного управления с функцией отправки системой автоматизации уведомлений о возникающих проблемах. Надежность работы таких систем зависит от программной логики комплекса автоматизации и применяемого набора датчиков, устанавливаемых в зоне выращивания для контроля искусственно создаваемых условий.

Цель работы – Повышение технологической эффективности и надежности системы управления гидропонных установок.

В рамках реализации данной работы предложена структура прибора по блокам. (Рис.1) Разработан состав блоков. Определены требования к первичному измерительному преобразователю прибора для регулирования параметров состава питательного раствора погруженными в него сенсорами, световому режиму, концентрации углекислого газа, уровню питательного раствора и сменяемости раствора. Изготовлен опытный образец прибора.

На Рис. 1 показана блок-схема предпочтительного варианта формирования комплексной системы контроля раствора, освещения и микроклимата гидропонной установки, соединяющего все блоки между собой посредством монтажа пайкой и соединительных разъемов.

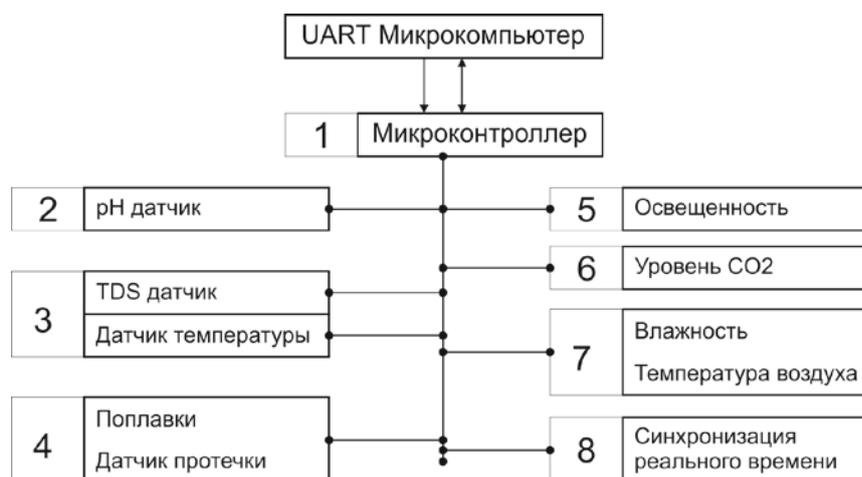


Рисунок 1. Блок-схема прибора автоматизации выращивания

Особенностью устройства является возможность удаленного мониторинга и управления критическими показателями в производстве. Предложенное решение позволяет контролировать ключевые параметры, определяющие скорость роста и качество вегетации растений.

Аналитическая система анализа жидкого состава гидропонного раствора, содержащая измерительный ионоселективный сенсор 2 и кондуктометрический сенсор с температурным датчиком 3, которые помещаются в пробоотборник (трубка в протоке раствора), с одной стороны к которому подключена пробозаборная помпа на дне рабочей емкости гидропонной установки, а с

другой стороны вытекает измеренный поток раствора, чем достигается дополнительное перемешивание раствора для более качественной подготовки. Электрический аналоговый сигнал с датчиков посредством блока аналоговой обработки и преобразованный в цифровую форму поступает на вход микроконтроллера 1 для программной обработки, передачи по двунаправленному входу блока микрокомпьютера, дальнейшей обработки в соответствии с программой выращивания и вывода на блок отображения информации.

С другого выхода микроконтроллера 1 подается сигнал на схему управления электронными ключами, управляющими набором насосов, перекачивающих концентрированные удобрения в соответствии с программной логикой и установленными настройками для получения необходимых параметров питательного раствора.

Для правильной оценки сроков выращивания, один из выходов микрокомпьютера двунаправленно соединён с блоком часов реального времени. Данные с остальных блоков датчиков в цифровом виде поступают на вход микроконтроллера 1 для программной обработки и передачи по двунаправленному входу микрокомпьютера для обработки программой выращивания и вывода на блок отображения информации.

С двунаправленного входа блока микрокомпьютера устанавливаются желаемые параметры программы выращивания для питательного раствора, микроклимата и освещенности, где в соответствии с программой выращивания обрабатываются и поступают в виде сигналов, посредством микроконтроллера, на соответствующие блоки управления исполнительными устройствами 10.

В процессе управляющих воздействий на исполнительные устройства, посредством которых осуществляется технологическое воздействие на среду обитания растений, комплекс автоматизации меняет параметры питательного раствора, микроклимата и освещенности и приводит их в соответствие с установленными параметрами программы выращивания блока микрокомпьютера. Внедрение системы снизит трудозатраты и влияние

человеческого фактора, и увеличит выход готовой продукции при выращивании растений методом гидропоники.



Рисунок 2. Элементы системы контроля и управления условиями выращивания

Выводы:

Разработан прибор автоматизации гидропонных установок, решающий задачу экспресс-диагностики и корректировки гидропонной питательной среды, освещенности, микроклимата, концентрации углекислого газа CO₂ в зоне выращивания растений. Требуется проведение констатирующих экспериментов с автоматическим выращиванием различных культур растений.

Использованные источники:

1. Нестяк В.С., Усольцев С.Ф., Рыбаков Р.В. Применение информационных технологий для управления производственным процессом овощей в сезонных укрытиях. //Научно-техническое обеспечение АПК Сибири: материалы Междунар. науч.-техн. конф.7-9 июня 2017. п. Краснообск, Т.1, с. 181-187.

РАБОТА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КОЛОСОВОГО РЕШЕТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЕГО КИНЕМАТИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ

Сабашкин В.А., Торопов В.Р., Сухопаров А.А., Сеницын В.А.

Сибирский научно-исследовательский институт механизации и
электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН, Новосибирск, Россия

e-mail: sibime@ngs.ru

OPERATION OF CYLINDRICAL EAR SIEVE IN THE VARIOUS KINEMATIC MODES

Описана работа цилиндрического колосового решета при различных его кинематических режимах путем проведения скоростной видеосъемки. На основе оценки работы решета рекомендуется работа цилиндрического колосового решета при показателях кинематического режима $K = 0,25 \dots 0,35$.

Operation of the cylindrical ear sieve under various kinematic modes is described by performing high-speed video shooting. On the basis of the evaluation of the screen operation, it is recommended to operate the cylindrical ear sieve at the indicators of kinematic mode $K = 0.25 \dots 0.35$.

Основным фактором, влияющим на работу цилиндрического решета, является его кинематический режим. Для подсевных и сортировальных цилиндрических решет рекомендуется режим, при котором $K = 0,5 \dots 0,7$. Для колосовых решет четких рекомендаций нет. Работа цилиндрических колосовых решет существенно отличаются от работы цилиндрических подсевных и сортировальных решет в силу того, что на колосовых решетках основная масса вороха состоит из проходowego сквозь отверстия решета материала и, кроме того, на его работу накладывається ограничения по потере зерна сходом с решета с крупными примесями. Целью настоящих исследований являлось изучение работы цилиндрического колосового решета при различных кинематических режимах для возможного повышения удельной производительности при помощи дополнительных технических средств.

Работа колосового цилиндрического решета изучалась на лабораторной установке с диаметром решета 308 мм, диаметр отверстий решета составлял 10 мм, угол наклона решета к горизонту – 3° , отношение длины решета к диаметру – 2,34. Эксперименты проводились на зерновом ворохе пшеницы с влажностью зерна 10...11 % и содержанием крупных соломистых примесей 0,1 %. Подача вороха поддерживалась на уровне 3,5 кг/с, что соответствовало удельной подаче 5,02 (кг/с)/м². Оценка работы решета осуществлялась проведением

видеосъемки процесса с частотой кадров 210 кадр/с.

Видеосъемка процесса сепарации показала, что при непрерывном поступлении зерна в цилиндрическом решете образуется циркулирующий зерновой вал, перемещающийся в сторону выхода из решета. В отличие от подсевных и сортировальных цилиндрических решет, где у такого вала сечение по длине решета изменяется незначительно, в колосовом решете сечение зернового вала, состоящего в основной массе из проходных сквозь отверстия частиц (зерно, мелкие примеси), по мере удаления от начала решета уменьшается существенно.

При кинематическом режиме решета $K = 0,155$ (частота вращения решета $N_{\text{реш}} = 30 \text{ мин}^{-1}$) работа цилиндрического решета проходит весьма пассивно, на решете скапливается очень много зернового вороха. Высота вала в начальной части решета равна примерно $2/3$ диаметра цилиндра (рис. а), цилиндрическая поверхность решета нависает над валом и в силу этого гребень вала несколько отстранен от поверхности цилиндра. Граница гребня вала четкая. Увлеченные вращающимся цилиндром зерна под действием силы тяжести падают на вал. С гребня зерна скатываются по склону вала в направлении навстречу вращения решетной поверхности и к концу решета. Достигнув в подножье вала поверхности решета, часть зерен проходят сквозь отверстия решета. Не прошедшие сквозь отверстия зерна увлекаются вращающейся поверхностью цилиндра и попадают под циркулирующий вал. По мере удаления от начала решета к его концу высота гребня вала уменьшается, вследствие прохождения части зерен сквозь отверстия решета, и вершина гребня приближается к поверхности цилиндра. При высоте примерно равной $1/2$ диаметра, гребень вала примыкает к цилиндрической поверхности. Граница гребня становится не четкой, обозначается отдельными зерновками, увлеченными вращающейся поверхностью цилиндра, которые, подсакивая, падают уже на склон вала. Для кинематического режима $K = 0,155$ при удельной подаче зернового вороха $5,02 \text{ (кг/с)/м}^2$ длина решета равная $2,34$ диаметра является недостаточной для полной сепарации зерен сквозь решето и вал зерна имеющий высоту $1/2$ диаметра цилиндра сходит с решета. Потери зерна очень высокие.

При $K = 0,275$ ($N_{\text{реш}} = 40 \text{ мин}^{-1}$) процесс сепарации с самого начала решета происходит более интенсивнее и поэтому высота вала в начале решета ниже чем в предыдущем случае и примерно равна $1/2$ диаметра вала (рис. б), вершина вала примыкает к цилиндру. Гребень вала не четкий состоит из увлеченных поверхностью решета отдельных зерновок. К концу решета сечение вала существенно уменьшается, обозначается масса выделяемых крупных примесей. Соломистые примеси контактируют с поверхностью решета. При попадании торца соломистой примеси на кромку отверстия решета

соломина подбрасывается, однако высота подброса небольшая и соломина падает на вал, проход через отверстия решета подброшенных соломин небольшой. Количество зерна, уходящего сходом с решета с крупными примесями, незначительное.



а



б



в



г

Рис. Распределение зернового вороха на решете при кинематическом режиме решета:

а – $K = 0,155$; б – $K = 0,275$; в – $K = 0,430$; г – $K = 0,619$

При $K = 0,430$ ($N_{\text{реш}} = 50 \text{ мин}^{-1}$) интенсивность сепарации достаточно высокая, гребень вала в начале решета находится ниже горизонтального диаметра цилиндра (рис. в). Гребень вала состоит из подскакивающих под действием вращения решета зерен, которые скатываются по склону вала. В конце решета зерна, подскакивая многократно, стремятся уйти сходом с решета. Соломины также подбрасываются кромками отверстий, часть их перелетает через вал, увеличивая вероятность прохождения через решето. Потери зерна сходом больше чем в предыдущем варианте.

При $K = 0,619$ ($N_{\text{реш}} = 60 \text{ мин}^{-1}$) интенсивность сепарации еще более возрастает. Гребень вала по высоте достигает горизонтального диаметра

цилиндра (рис. г). Если при $N_{\text{реш}} = 40 \text{ мин}^{-1}$ высота вала достигала $1/2$ диаметра за счет количества вороха находящегося на решете, то сейчас эта высота достигается за счет подъема вороха вращением цилиндра. Подскок зерен на гребне высокий, зерна падают на середину и подножью склона гребня. Это обстоятельство приводит к тому, что подскочившие в конце решета зерна уходят сходом с решета с крупными примесями, потери зерна значительные. Соломистые частицы в конце решета поднимаются цилиндром достаточно высоко и, скатываясь, попадают на свободную поверхность решета. Подброшенные кромками отверстий соломины перелетают через вал и также падают на свободную поверхность решета, где высока вероятность их прохода сквозь отверстия.

Таким образом, анализ работы цилиндрического колосового решета при различных кинематических режимах показывает, что при показателях кинематического режима меньше 0,25 внедрение дополнительных технических средств в решето не дадут положительного эффекта из-за вяло протекающего процесса на самом решете. При увеличении показателя кинематического режима до значений принятых для подсевных и колосовых решет ($K = 0,5 \dots 0,7$) происходят значительные потери зерна сходом с решета. На основе оценки работы решета методом видеосъемки можно предварительно рекомендовать работу решета с дополнительными техническими средствами при значениях показателя кинематического режима $K = 0,25 \dots 0,35$. В дальнейшем необходимо провести исследования с определением численных значений потерь зерна и полноты выделения крупных примесей при разных кинематических режимах.

УДК 631.316.2

ОБ УПРОЩЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДА ШТАНГОВОГО КУЛЬТИВАТОРА

Ф. И. Салеев, В.Т. Яковлев

Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова,

г. Барнаул, Россия

E-mail faridaltgtu@mail.ru

Приведена классификация типов приводов штанг культиваторов для сплошной поверхностной обработки почвы. Показано, что для эффективного уничтожения сорняков с помощью штангового культиватора необходимо, чтобы штанга была заглублена в почву и вращалась в направлении обратном

направлению вращения опорных колес культиватора. Предложена и проанализирована конструкция приставки без механического привода штанги от ходовых колес культиваторов, обеспечивающая требуемое направление вращения этого рабочего органа.

Ключевые слова: паровой культиватор, сплошная поверхностная обработка почвы, штанга, привод штангового приспособления, графо-аналитический метод Жуковского.

Classification of types of actuator rods cultivators for solid surface tillage. It is shown that for the effective destruction of weeds with the help of a rod cultivator it is necessary that the rod is buried in the soil and rotates in the direction of the General direction of rotation of the support wheels of the cultivator. It is shown that the known schemes implementing this requirement are rather complex. A simplified design of the attachment without mechanical drive of the rod from the cultivator running wheels is proposed and analyzed, providing the required direction of rotation of this working body.

Key words: steam cultivator, continuous surface tillage, rod, rod drive, graph-analytical method of Zhukovsky.

TO SIMPLIFY THE DESIGN OF DRIVE ROD CULTIVATOR

Один из важнейших агротехнических приемов получения высоких урожаев – предпосевная обработка и уход за паровыми полями, которые осуществляют культиваторами для сплошной обработки (паровыми культиваторами).

Для этого в культиваторах используются штанги – стальные стержни, установленные в подшипниках поперек направлению движения культиватора параллельно поверхности поля.

Известно [1], что для эффективного уничтожения сорняков штанга должна быть заглублена в почву и вращаться в направлении, противоположном направлению вращения опорных колес культиватора.

Цель данной работы - разработка упрощенной схемы привода штанги культиватора для эффективного уничтожения сорняков.

В работе [2] были выявлены варианты схем приводов штанг. Для первого [3] и второго [4] вариантов привода штанги характерно то, что

направление вращения штанги задается направлением вращения опорных колес культиватора. При таком направлении вращения штанги происходит наматывание сорняков и их перемещение в нижние горизонты почвы. Это приводит к низкой эффективности извлечения сорняков на поверхность поля.

Третий вариант - штанга с приводом от опорных колес культиватора. При этом штанга установлена дистанционно опорным колесам культиватора. В приводе штанги используется реверс, то есть, направление ее вращения противоположно направлению вращения опорных колес. К таким конструкциям относятся, например, привод штанги противозерозионного культиватора КПЭ-3,8 (см. рисунок 1)

При таком направлении вращения штанги обеспечивается уничтожение сорняков путем наматывания на штангу, извлечения из почвы и выноса на поверхность поля.

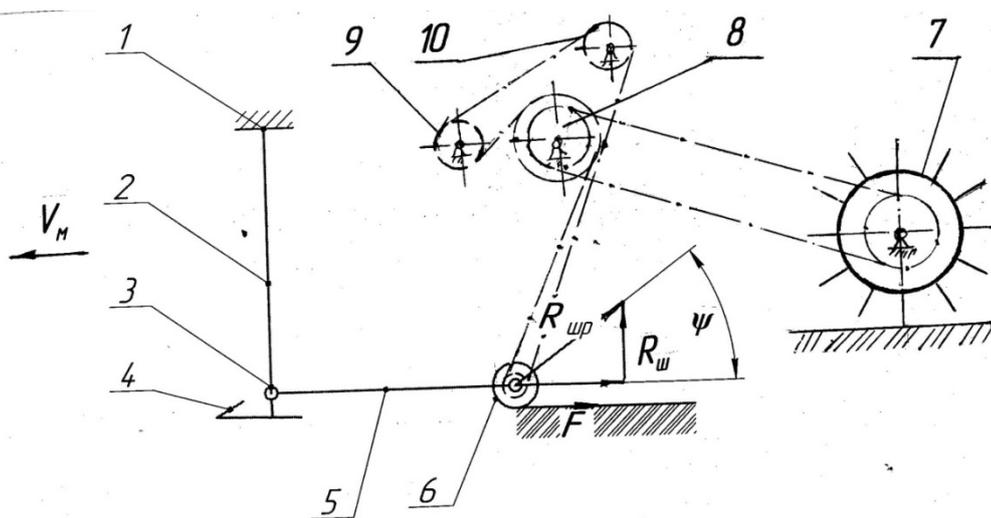


Рисунок 1 - Схема привода штанги культиватора КПЭ-3,8

Отсюда следует, что только третий из указанных выше вариантов привода штанг может обеспечить эффективное уничтожение сорняков.

Однако конструкция привода штанги по этому варианту довольно сложна вследствие использования в ней двухступенчатого цепного привода.

Предлагаем конструкцию привода штанги культиватора [7], схема которой приведена на рисунке 2.

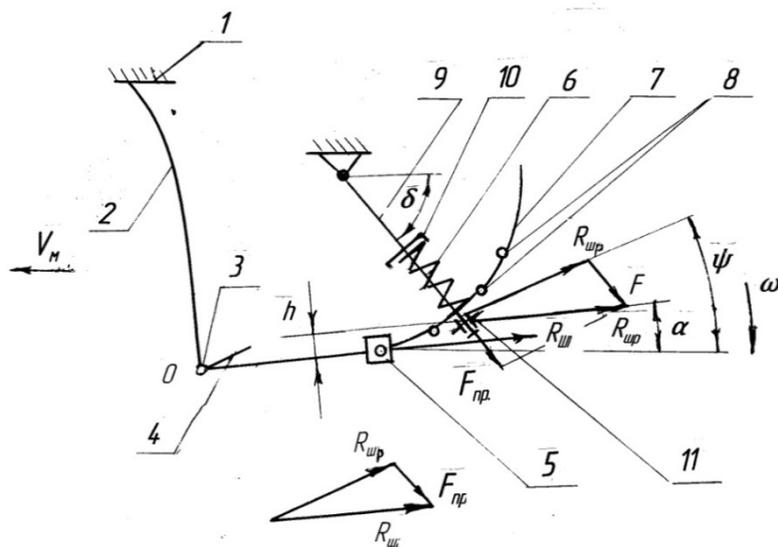


Рисунок 2- Схема усовершенствованной культиваторной приставки по патенту RU №2672398

Культиватор содержит раму 1, связанную со стойками 2, снабженными лапами культиватора 4, жесткие подвески, которые шарниром 3 прикрепленные к стойкам 2, штангу 5, установленную на подвесках с возможностью вращения в подшипниках и снабженную пружиной 6. Свободные участки подвесок, расположенный по ходу движения за штангой 5, выполнен в виде сектора 7 с отверстиями 8. Отверстия 8 зафиксированы резьбовыми участками свободных концов введенных в них стержней 9. Другие свободные концы стержней 9 шарнирно прикреплены к раме 1. На стержнях 9 жестко смонтированы шайбы 10. Регулируемые пружины 6 упираются в шайбы 10 и секторы 7 и зафиксированы гайками 11, установленными резьбовые участки стержней 9.

Здесь V_m - направление движения культиватора, оборудованного приставкой и ω - направление вращения штанги, δ – угол приложения силы $F_{пр.}$ относительно горизонта, α – угол приложения результирующей $R_{ш}$ полученной от сложения сил $R_{ц}$ и F , относительно горизонта, ψ – угол приложения силы $R_{ш}$ относительно горизонта.

Работает приспособление следующим образом. При переводе культиватора в рабочее положение рама культиватора, опускаясь, через подвеску заглубляет в почву штангу 5. Вращаясь, в направлении противоположном вращению опорных колес, штанга перемещается на глубине

10-12 см и вырывает сорняки и выносит их на поверхность почвы. Изменение направления вращения штанги объясняется тем, что пружина 6 прикреплена к раме культиватора 1 таким образом, что точка приложения силы упругости пружины, действует сзади штанги по ходу движения приставки. При построении треугольника сил $R_{ш}$ и F и $R_{шр}$ относительно общей точки пересечения сил $R_{ш}$ и F видим, что момент, создаваемый результирующей силой $R_{шр}$, приложенной к штанге через сектор 7 на плече h относительно полюс O , вращает штангу в ее подшипниках вокруг своей оси в направлении ω , противоположном направлению вращения ходовых колес культиватора (против часовой стрелки). Кроме того, благодаря действию на нее усилия сжатия пружины 6, штанга лучше заглубляется и копирует рельеф поля.

Таким образом, исключается необходимость использования для вращения штанги цепного привода от опорных колес.

Гайкой 11 при работе приставки можно изменять силу упругости пружин, воздействующей на сектор 7, а перемещением стержень 9 в отверстиях 8 можно регулировать точку приложения силы упругости пружины, действующей на сектор 7.

Это повышает эффективности уничтожения сорняков при обработке почвы паровыми культиваторами путем выдергивания корней вместе с сорняками и выбрасывания их на поверхность почвы.

Использование предполагаемого устройства приводит к повышению эффективности уничтожения сорняков при обработке почвы паровыми культиваторами путем выдергивания корней вместе с сорняками и выбрасывания их на поверхность почвы.

Выводы:

1. Таким образом, схема привода штанги по патенту RU № 287434, МПК А01В35/18, упрощая конструкцию привода штанги по третьему согласно нашей классификации варианту привода, не решает задачу повышения эффективности уничтожения сорняков при обработке почвы паровыми штанговыми культиваторами.

2. Предложенная конструкция привода штанги проще, чем конструкция с приводом штанг от ходовых колес культиваторов, реализованная в культиваторах КПЭ-3.8 и более эффективно уничтожает сорняки за счет того, что в ней обеспечено вращение штанги по направлению против направления вращения ходовых колес культиватора.

Использованные источники

1. Харьковский, В.И. Обоснование и расчет основных параметров почвообрабатывающих машин. [Текст]: Учебное пособие.- 2-е изд. испр. /В.И. Харьковский, Э.Б. Щербина, Н.Н. Мирошниченко - Ростов н/Д: Рост. гос. акад. с-х. машиностр., 2008. - 108 с.

2. Салеев Ф.И., Яковлев В.Т., Пономарев М.А. Анализ конструкции приводов рабочих органов «штанга» культиваторов для сплошной поверхностной обработки почвы: [Текст] Аграрная наука в XXI веке: Проблемы и перспективы. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции / Под ред.Е.Б Дудниковой.- Саратов: ФГБОУ Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, ООО «ЦеСАин», 2018.. – с.557 –561

3. Культиватор - плоскорез [Текст]: Пат. на изобретение №1604175 (SU): МПК А01В35/00 /Иорданский Р.Б., Тростянский С.А., Каюшников Ю.Л. и др. заявитель и патентообладатель «Головное специализированное конструкторское бюро по противоэрозионной технике», опубл. 07.11.1990, Бюл. № 41 .- 2 с: ил.

4. Почвообрабатывающее орудие [Текст]: Пат. на изобретение №1531870 (SU): МПК А01В39/19 /Гайфуллин Г.З., Гарнардт В.Р., Яненко А.А. и др. заявитель и патентообладатель Научно-производственное объединение по механизации и электрификации сельского хозяйства «Целинсельхозмеханизация», опубл. 30.12.1989, Бюл. № 48 .- 3 с: ил.

5. Б, Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. [Текст] /Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах.- М: Машиностроение. 1977. - 568 с.

6. Штанговый культиватор [Текст]: Авт. свидетельство на изобретение №287434 (SU): МПК А01В35/18 /Федоров Е.Б. заявитель и патентообладатель Федоров Е.Б., опубл. 19.11.1970, Бюл. № 35 . - 2 с: ил.

7. Штанговая приставка [Текст]: Пат. на изобретение №2672398 (С1): МПК А01В39/19, А01В35/16 /Салеев Ф.И., Яковлев В.Т. заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова», опубл. 14.11.2018, Бюл. № 32 . - 6 с: ил.

УДК 631.312.021

**МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
НЕПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
ПЛУЖНОГО АГРЕГАТА НА БАЗЕ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА**

П.А. Смирнов, Алексеев Е.П., М.П. Смирнов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Чувашская государственная сельскохозяйственная
академия,

420003, г. Чебоксары, Российская Федерация

e-mail: smirnov_p_a@mail.ru

**METHODS AND RESULTS OF THE STUDY OF UNPRODUCTIVE
TRACTION RESISTANCE OF THE PLOW UNIT ON THE BASIS OF A
WHEELED TRACTOR**

P. A. Smirnov, E.P.Alekseev, M. P. Smirnov

Federal state budgetary educational institution of higher education Chuvash state
agricultural Academy,

420003, Cheboksary, Russian Federation

e-mail: smirnov_p_a@mail.ru

Аннотация: В работе изучены непроизводительные потери пахотного агрегата на уплотнение почвы правыми колесами тракторов из-за не соответствия ширины формируемой борозды и шины колеса трактора. В качестве измерительного оборудования проектирован и создан современный весьма чувствительный и портативный измерительный комплекс и программное обеспечение. Теоретические расчеты потерь общего тягового сопротивления агрегатом МТЗ-80+ПН 3-35 на уплотнение почвы составляет до 14,7%, по экспериментальным измерениям на картофельном поле - 7,47% на горизонтальном участке и 9,10% - на склоне.

Abstract: The paper studies the unproductive losses of the arable unit on soil compaction by the right wheels of tractors due to the mismatch of the width of the furrow formed and the tire of the tractor wheel. A modern highly sensitive and portable measuring system and software have been designed and developed as measuring equipment. Theoretical calculations of the total traction resistance losses by MTZ-80+PN 3-35 on soil compaction is up to 14.7%, according to experimental measurements on the potato field-7.47% on the horizontal section and 9.10% - on the slope.

Введение. Несмотря на интенсивное внедрение энергосберегающих технологий по обработке почвы, плуг еще остается востребованным орудием. Особенно в мелкотоварном секторе личные подсобные и крестьянские хозяйства предпочитают основную обработку почвы плугом. Среди очевидных преимуществ плужной обработки это рациональное разрушение почвенного пласта сначала расклиниванием, далее по мере движения по отвалу - кручением и изгибом. А это наиболее совершенные виды разрушения. Далее: оборот пласта как наиболее эффективный агротехнический прием борьбы с сорной растительностью, что на фоне быстро набирающего мировой интерес к органическому земледелию тоже существенно. Однако так получилось, что развитие плуга значительно отстало от совершенствования энергетического средства (трактора) и на сегодняшний день имеем следующую картину.

Лемешные плуги ПН 3-35 были разработаны для тракторов Т-40М, Т-40АМ с задними шинами размером 11,0×38,0 и тракторов МТЗ-5ЛС, МТЗ-50/52 с шинами 12,0×38,0. Ширина этих шин составляет 0,28...0,30 м и при перекачивании в процессе вспашки по вскрытой борозде корпусом шириной захвата 0,35 м указанного плуга правое заднее колесо незначительно уплотняло разрыхленную почву. Однако современные модификации тракторов МТЗ-80/82, ЮМЗ-6КЛ оснащены шинами 15,5R38,0 на задней оси, на трактора ЛТЗ-55, ЛТЗ-60АВ, ЛТЗ-65Л устанавливаются шины 13,6R38,0. Ширина шин 15,5R38,0, измеренная вне зоны её деформации, в зависимости от давления в них и срока эксплуатации составляет 38,4...40,3 см, ширина шин 13,6R38,0 – 34,0...34,5 см. При перекачивании колеса с вышеназванной шиной по вскрытой плугом ПН 3-35 борозде неизбежно существенное уплотнение, что отражается на качестве

вспашки и увеличении тягового сопротивления, соответственно, и увеличении погектарного расхода топливо-смазочных материалов. Например, при посадке картофеля поперек вспашки и при окучивании ручным окучником можно на себе почувствовать наличие таких уплотнений приблизительно через каждый метр ряда [1-3].

Теоретическими исследованиями установлено, что сминаемым объемом почвы под правым колесом является тело под названием «цилиндрическое копыто» [4], определены формулы для расчета указанного объема, получены формулы, отражающие тяговое сопротивление на смятие, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты теоретических расчетов тягового сопротивления перекачивания колеса с шиной 15,5R38,0 по борозде [2]

| | Расчетные значения | | | |
|---|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| | При вспашке ПН 3-35 | В % от общего тягового сопротивления | При вспашке ПН 4-30 | В % от общего тягового сопротивления |
| Объем уплотняемой почвы, дм^3 | 6,1...7,75 | | 11,1...11,39 | |
| Тяговое сопротивление при $q_0=1,0 \text{ Н/см}^3$, P_x , кН | 0,82...0,905 | 7,1...10,05 | 1,60...1,64 | До 14,7 |
| Тяговое сопротивление при $q_0=0,6 \text{ Н/см}^3$, P_x , кН | 0,42...0,52 | 5,6...6,20 | 0,98...0,985 | До 8,9 |

Цель статьи – практическое определение потерь на уплотнение почвы правыми колесами при вспашке, влияющего как на плодородие участка в целом, так и последующие обработки почвы.

Задачи для решения цели: - разработать измерительный комплекс на базе портативного компьютера для тандемного динамометрирования пахотного агрегата;

- согласовать консольную буксировку пахотного агрегата;
- провести экспериментальные исследования затрат тягового усилия на уплотнение почвы пахотным агрегатом на базе колесного трактора;

- предложить конструкцию плуга для колесных тракторов тягового класса 14 кН.

Методика и результаты экспериментальных исследований. Обобщенно тяговое сопротивление уплотнения правыми колесами трактора можно установить, протягивая пахотный агрегат по вскрытой борозде. При этом во избежание обрушения полевого обреза борозды буксировщик должен быть смещен влево на 0,5 м. Для этого изготовлена жесткая прицепная скоба, поскольку штатная скоба не позволяет такого смещения. Причем предварительные протягивания пахотного агрегата МТЗ-82+ПН 3-35 аналогичным трактором МТЗ-82 показал, что на почве абсолютной влажностью выше $\omega_a=23\%$ колесный буксировщик начинает заносить и усложняется прямолинейное вождение в целом всего измерительного тандема. Наиболее точные измерения возможны при буксировке МТЗ-82 агрегата Т-25А+ПН 3-23 (рисунок 1).



Рисунок 1. Настройка измерительного комплекса для измерения тягового сопротивления пахотного агрегата Т-25А+ПН 3-23(без смещения влево буксировщика): 1-буксировщик (МТЗ-82); 2- исследуемый агрегат; 3- измерительный комплекс; 4- прицепная серьга буксировщика; 5- буксировочная вилка трактора; 6- кабель от измерительного комплекса к портативному ПК

В качестве измерительного оборудования проектирован и создан современный весьма чувствительный и портативный измерительный комплекс [5]. Измерительный прибор (динамограф) представляет собой винтовую пружину 1, работающую на сжатие, расположенную между корпусом прибора 3 и подвижной опорной шайбой 5 и штоком 4. Тяговое усилие P действует на пружину 1 через серьгу 6, соединенную с рамой прибора 3, и серьгу 2, соединенную с шайбой 5 посредством штока 4. Деформация измерительной пружины под действием тягового усилия P фиксируется контроллером 7, который скользит по дорожке 8. Для измерения аналогового сигнала (перемещения) нами предложено использовать контроллер типа жестко закрепленной к пружине компьютерной мыши. Наиболее точными и устойчивыми, на наш взгляд, к различным помехам являются оптические контроллеры (Optical Mouse), которые менее чувствительны к изменяющим внешним возмущающим условиям (температуры окружающей среды, влажности и т.д.). Не менее существенным является и то, что они имеют небольшую массу. Сигнал регистрируется и накапливается на переносном компьютере 9 и обрабатывается обработки с помощью статистических пакетов программ непосредственно на том же компьютере. Программное обеспечение позволяет провести гибкую настройку параметров регистрации. Заряд аккумулятора ноутбука хватает для интенсивной полевой работы в течение двух часов непрерывной работы.

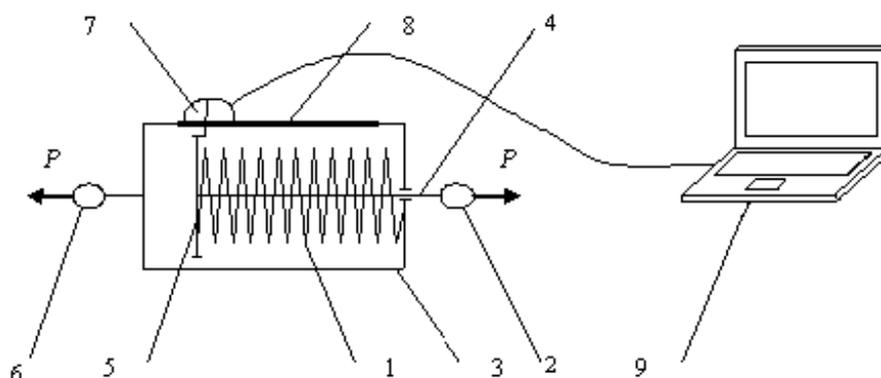


Рисунок 2. Измерительный комплекс: 1 - винтовая пружина; 2, 6 – серьга; 3 - корпус прибора; 4 - шток; 5 - подвижная опорная шайба; 7 - контроллер (мышь); 8 - дорожка; 9 – компьютер (ноутбук).

Оператор располагается в кабине любого трактора (буксировщика или буксируемого), поскольку длина кабеля мыши достаточна для этого. На рисунке 1 оператор располагается в буксируемом тракторе, поскольку кабина буксировщика старой модификации.

Регистрируемые сигналы в режиме реального времени оцифровываются и записываются на жёсткий диск компьютера в виде числовых массивов. Полученные затем массивы данных могут быть обработаны при помощи статистических пакетов (например, Microsoft Excel, Stat Graph и т.п.). Приблизительно на 150 м пути производится 12 тысяч измерений. Длина экспериментального гона в 150...200 м контролируется GPS-навигацией с точностью $\pm 1,0$ м.

Измерительный комплекс показал стабильные результаты при измерении тягового сопротивления отдельных рабочих органов: универсальной стрелчатой лапы, бесприводного ротационного рабочего органа [6] и сошника сеялки-культиватора [7].

Порядок измерений следующий. Предварительно производится тарировка пружины с сохранением базы данных на компьютере. Программа при дальнейших измерениях этой пружины сразу выдает реальный результат. Затем создается вскрытая плужная борозда исследуемым плугом, по ней протаскивается плужный агрегат с одновременной записью показаний динамометра на компьютер (режим уплотнения почвы). Затем этот же агрегат протаскивается по вскрытой, но свободной от почвы борозде также одновременной записью показаний динамографа (режим исключения уплотнения). Используя программу Microsoft Excel, из первых показаний вычитаются вторые, определяется среднее значение и полученный результат является конечным [5].

Тяговые сопротивления процесса уплотнения почвы измерены в двух вариантах: при непосредственной вспашке и с плугом в транспортном положении. Поскольку при этом на вспашке сопротивление значительно

больше, то и пружина динамографа 1 (рисунок 8) потребуется более жесткой. Также требуется более прочная конструкция устройства для консольного прицепа. Во втором случае пружина менее жесткая, и результаты получены более достоверные.

Для проверки погрешности измерительного комплекса проведено вычитание как двух показаний режима уплотнения, так и по свободной борозде. Результат в обоих случаях стремится к нулю, что подтверждает достоверность измерений.

Таким образом, при измерениях тягового сопротивления на картофельном поле при агрегатировании пахотного агрегата по вскрытой борозде получены следующие результаты. На ровном горизонтальном поле средние потери тягового усилия пахотного агрегата МТЗ-80+ПН 3-35 на уплотнение правыми колесами трактора вскрытой борозды составляет 4,63...7,47 % от общего тягового сопротивления плуга. На склоне при вспашке «свал - в гору» потери увеличиваются до 8,39...9,10% из-за трения боковой поверхности шины о полевой обрез борозды и увеличения объема уплотняемой почвы. Аналогичные испытания агрегата Т-25А+ПН 3-23 показали при тяговом сопротивлении плуга 5,345 кН, потери на уплотнение почвы 587...347 Н или 5,205...6,518% от общего тягового сопротивления плужного агрегата.

По О.Н. Галактионову [8] распределение сил сопротивления и сил, затраченных на деформацию почвы лесохозяйственного форвардера, представлено следующим образом: на силу тяги - 78%, на деформацию почвы – 21% и на преодоление сил трения – 1%. Но эти расчеты на деформацию почвы всеми движителями форвардера. В нашем случае – только уплотнение правыми задним колесом трактора, и в целом, согласуются исследованиями О.Н. Галактионова.

Результаты исследования и обсуждение. По результатам исследования предложен плуг с увеличенной шириной захвата последнего корпуса [2, 9].

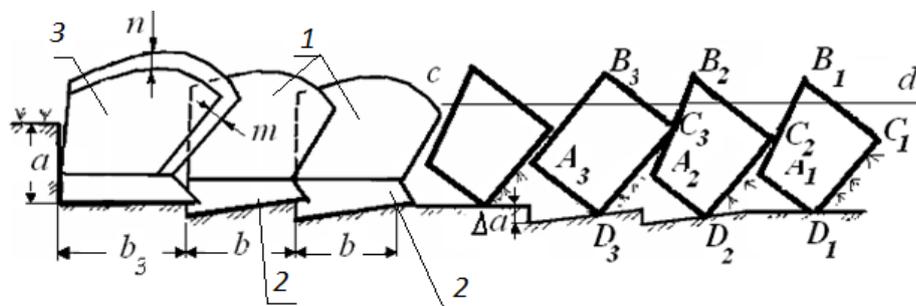


Рисунок 3. Схема оборота пласта и создания выровненной поверхности экспериментальным плугом: $b=35$ см; $b_3=40$ см; $a=24$ см; $\Delta a=5$ см; $n=0$ см; $m=5$ см; $A_1B_1C_1D_1 - A_3B_3C_3D_3$ - обернутые пласты корпусами плуга.

Для обеспечения равномерного массопереноса (почвы) всеми корпусами и ровной поверхности поля на экспериментальном плуге (рисунок 3) отвалы первого и второго корпуса 1 оставлены серийные [10-12], а лемеха 2 применены с увеличенной шириной носков лемехов [2]. При этом отвальный пласт формируется трапецевидным. На третьем корпусе применен удлиненный лемех и отвал на 5 см. По теории отвала пласта [10] следовало бы увеличить и высоту отвала, но этот параметр для глубины $a=24$ см не имеет существенного значения (рисунок 3). При этом отвальный пласт последнего корпуса получается прямоугольным.



Рисунок 4. Экспериментальный плуг на базе ПН 3-35 с увеличенной шириной третьего корпуса и уширенными лемехами передних корпусов (без смещения заднего корпуса влево)

Производственная вспашка экспериментальным плугом (рисунок 3) показал, во-первых, тяговое сопротивление в целом агрегата из-за исключения уплотнения правыми колесами трактора уменьшено приблизительно на 10-12%, что проявляется даже визуально при перегрузках трактора, двигатель трактора под нагрузкой на прежней рабочей скорости работает более стабильно. При каждом удобном случае тракторист переключает коробку передач на ступень выше, что при эксплуатации серийного плуга не представлялось возможным. Во-вторых, внедренные изменения сечения отвального пласта оставляют вспаханную поверхность поля ровной, без гребней и бороздок. В-третьих, уширение носков лемехов первого и второго корпуса увеличили затылочный угол ϵ на $2...3^\circ$ по сравнению с серийным корпусом, что уменьшило путь разгона плуга на 20...25%. Также уменьшение значения угла γ_0 по лезвию лемеха способствовало лучшему резанию со скольжением корневой массы и пожнивных остатков при прохождении поверхностного слоя почвы.

Заключение.

1. В работе изучены непроизводительные потери пахотного агрегата на уплотнение почвы правыми бороздными колесами тракторов. Тема не менее актуальна не только для российских пахотных машинно-тракторных агрегатов, но и зарубежных, у которых уплотнение неизбежно как шинами передних колес, так и задних, поскольку они значительно шире российских.

3. Теоретические расчеты потерь общего тягового сопротивления агрегатом МТЗ-80+ПН 3-35 на уплотнение почвы составляет до 14,7%, по экспериментальным измерениям на картофельном поле - 7,47% на горизонтальном участке и 9,10% - на склоне при вспашке «свал- в гору».

Используемые источники

1. Smirnov, P.A. ACTUAL ISSUES OF PLOWING WITH WHEELED TRACTORS/ P.A. Smirnov, M.P. Smirnov, E.P. Alekseev, V.P. Egorov// Перспективы развития аграрных наук: Материалы междунар. науч.-практ.

конф: тезисы докладов (Чебоксары, 1-2 июня 2019 г.) ФБГОУ ВО Чувашская ГСХА. –Чебоксары, 2019. С. 102-103.

2. Смирнов, П.А. Проектирование и результаты опытно-производственных испытаний усовершенствованного плуга для тракторов тягового класса 14 кН/ П.А. Смирнов, М.П. Смирнов, В.И. Медведев// Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2 (53). С. 117-122.

3. Смирнов, П.А. О механизации мелкотоварного производства/ П.А. Смирнов, М.П. Смирнов// Картофель и овощи, -№4. М., 2006. –С.20.

4. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов// И.Н.Бронштейн, К.А. Семендяев. –М.:Наука, 1986. -544 с.

5. Смирнов, П.А. Способ и устройство для измерения тягового сопротивления почвообрабатывающих рабочих органов/П.А. Смирнов, М.П. Смирнов, Алексеев Е.П.// Вестник Алтай ГАУ, №1. –Барнаул, 2012. –С 96-100.

6. Смирнов М.П. Обоснование параметров бесприводного ротационного рабочего органа почвообрабатывающего адаптера к сеялкам для пропашных культур: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01: защищена 16.03.12 : утв. 22.11.12 / М.П. Смирнов. – Чебоксары, 2012. – 158 с.

7. Алексеев, Е.П. Повышение равномерности распределения семян при подпочвенно-разбросном посеве зерновых культур путем совершенствования конструктивно-технологических параметров сошника: автореферат дис. ... канд. техн. наук / Чуваш. гос. с.-х. акад.. Чебоксары, 2017.

8. Галактионов, О.Н. Методика оценки энергозатрат при движении форвардера / О.Н.Галактионов // Труды лесоинженерного факультета Петрозаводского ГАУ. – Петрозаводск, 2012. С. 10-12.

9. Патент №2420938 РФ, МПК А01В 13/14, А01В 3/00. Плуг для тракторов класса 14-20 кН/Смирнов П.А; заявитель и патентообладатель -ФГОУ ВПО Чувашская ГСХА. №2420938; заявл. 08.05.2009. Бюл. №17 от 20.06.2011.

10. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин /Под ред. канд. техн. наук М.И. Клецкина. Т.2, -М.: "Машиностроение", 1967. -830 с.

11. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин /Под ред. канд. техн. наук М.И. Клецкина. Т.4, -М.: "Машиностроение", 1969. -536 с.

12. Плуг навесной трехкорпусный /Паспорт, техническое описание и руководство по эксплуатации. –Одесса: Одесский з-д сельскохозяйственного машиностроения им. Октябрьской революции. 1979.-32 с.

УДК 631.361.3: 633.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Торопов В.Р., Сабашкин В.А.

Существующие на сельскохозяйственных предприятиях Сибири зерноочистительно-сушильные комплексы (ЗСК) физически и морально устарели. Обработка зерна и семян на них выполняется большим набором машин с многократными циклами. Требуется переоснащение материально-технической базы послеуборочной обработки на основе новых, ресурсосберегающих технологий и технических средств. Для этого руководителям и специалистам предприятий необходимы конкретные методические рекомендации. На наш взгляд, эти рекомендации целесообразно представить в виде региональной системы типовых ЗСК.

С целью существенного уменьшения трудовых и финансовых ресурсов СибИМЭ СФНЦА РАН принял за основное направление совершенствования ЗСК обеспечение возможности за один пропуск зерна через комплекс непосредственно в уборочный период доводить товарное зерно до реализационных кондиций, а семенное зерно – до норм посевного стандарта. Это может быть достигнуто за счет следующих решений: более широкого применения поточных способов работ; резервирования зерна в операционных емкостях; использования машин предварительной очистки зерна, обеспечивающих выделение из зерна с большей полнотой сорных примесей и с меньшими потерями зерна, и универсальных воздушно-решетных машин для первичной (основной) очистки зерна и семян. С учетом вышесказанного предложены три вида ресурсосберегающих технологий послеуборочной обработки зерна и семян: поточно-перевалочная технология (с резервированием зерна на крытой площадке); поточная технология с резервированием зерна в операционном силосе и технология обработки зерна полностью поточным способом. Технологии реализуются посредством универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов, обеспечивающих обработку зерна различного назначения (продовольственного, фуражного, семенного) и состояния (сухого и влажного зерна).

При определении региональной системы типовых универсальных ЗСК мы исходим из того, что производство любой продукции на сельскохозяйственных предприятиях по аналогии с промышленностью может быть представлено в виде технологических систем (ТС) разного уровня (отдельных операций, процессов, групп процессов, подразделений, предприятия в целом), регламентированных определенной документацией (проектами, технологическими картами, техническими паспортами и др.). ГОСТ 27.004-85 «Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения» [1] определяет ТС как совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для осуществления в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов и операций. ТС операции обеспечивает выполнение одной заданной технологической операции. ТС процесса включает в себя в качестве подсистем совокупность технологических систем операций. ТС производственного подразделения состоит из технологических систем процессов и (или) операций, функционирующих в рамках данного подразделения, а ТС предприятия – из технологических систем его подразделений. Совокупность средств технологического оснащения рассматривается как объединение технических подсистем и элементов, является обязательным элементом в каждой ТС и определяется как технологический комплекс (ТК). Иерархия технологических комплексов аналогична иерархии технологических систем. ТК высшего уровня формируются из технологических комплексов низшего уровня.

Универсальный ЗСК представляет собой технологический комплекс подразделения сельскохозяйственного предприятия и в общем виде включает технологические комплексы (ТК) низшего уровня: приема и предварительной очистки, сушки, первичной (основной) очистки зерна и семян, дополнительной очистки семян. ЗСК должен быть также оснащен комплексом средств контроля и управления технологическими процессами.

Многолетний опыт эксплуатации ЗСК показал, что в условиях большинства сельскохозяйственных предприятий региона наиболее предпочтительна технологическая схема комплекса с размещением зерноочистительных машин на бункерах-накопителях [2]. При использовании этой схемы ТК приема и предварительной очистки зерна должен иметь приемный бункер с пандусом для транспортных средств, загрузочную и отгрузочную норрии, машину предварительной очистки зерна, бункер-накопитель выделяемых сорных примесей с площадкой и помещением для размещения машины предварительной очистки. Для технологии с резервированием зерна этот ТК должен быть дополнительно оснащен

операционным силосом с загрузочной норией. ТК сушки зерна в зонах с умеренной влажностью зерна должен содержать сушилку, нории для загрузки и выгрузки зерна. В зонах с высокой влажностью зерна этот ТК должен быть оснащен или двушахтной сушилкой с возможностью последовательной и параллельной работы шахт, или двумя сушилками. ТК первичной очистки зерна должен быть оснащен универсальной воздушно-решетной машиной для первичной (основной) очистки зерна и семян, норией для отгрузки зерна, бункером-накопителем выделяемых сорных и зерновых примесей с площадкой и помещением для размещения машины первичной очистки. ТК дополнительной очистки семян должен иметь триерный блок и вибропневмосортировальный стол или пневмосортировщик, отгрузочную норию, бункеры-накопители выделяемых фракций с площадками и помещениями для размещения указанных машин. Комплекс средств контроля и управления технологическими процессами на ЗСК в общем виде должен содержать: управляющий компьютер или контроллер с программным обеспечением; приборы для контроля состояния зерна, датчики для контроля состояния технических средств и оборудования (датчики уровня и движения, материала, контроля скорости рабочих органов, концевые выключатели, датчики электрического тока и др.); средства связи приборов и датчиков с управляющим компьютером (контроллеры); электронные средства управления электромагнитными пускателями; кабели связи.

Технико-экономические показатели послеуборочной обработки зерна существенно зависят от производительности (типоразмера) ЗСК. Типоразмер комплекса удобнее характеризовать суточным объемом обработки зерна. Исходя из имеющихся на рынке и разрабатываемых в настоящее время машин для послеуборочной обработки зерна и распределения сельскохозяйственных предприятий по объемам производств зерна, нами определены для зон с умеренной влажностью зерна (максимальная возможная влажность убираемого зерна до 21 %) четыре типоразмера комплексов с максимальным объемом обработки зерна соответственно до 100, 100 - 200, 200 - 400 и 400 - 800 т в сутки, а для зон с высокой влажностью зерна (максимальная возможная влажность убираемого зерна выше 21 %) - три типоразмера с максимальным объемом обработки зерна соответственно до 100, 100 - 200, 200 - 400 т в сутки [3, 4].

Технические средства для технологических операций выбираются по техническим характеристикам из имеющихся каталогов [5, 6] и проспектов машин и оборудования отечественных машиностроительных предприятий и зарубежных фирм исходя из соответствия этих характеристик требованиям на базовые технологические операции в растениеводстве [7, 8]. Степень этого

соответствия для каждого типа машин устанавливается по удельным показателям на единицу производительности (площади решет, расходу воздуха, мощности и др.). Допустимые уровни удельных показателей принимаются на основании результатов государственных испытаний, исследований и опыта использования машин на сельскохозяйственных предприятиях. Из имеющихся на рынке и разрабатываемых новых технических средств для каждой технологической операции выбирается несколько альтернативных вариантов, обеспечивающих выполнение операции с наименьшими эксплуатационными затратами.

Амортизационные начисления определяются путем деления балансовой цены на срок службы технического средства и на годовой объем обработки зерна. Балансовая цена рассчитывается исходя из цены технического средства и затрат на его приобретение и установку. Срок службы технического средства обычно указывается в техническом паспорте. При отсутствии этих данных срок службы технического средства можно принять по аналогам. Определение же расходов на ремонт и техническое обслуживание новых технических средств представляет серьезные трудности. К сожалению, предприятия-изготовители никак не гарантируют уровень затрат на ремонт и техническое обслуживание технических средств. Конкретных нормативов этих затрат по новым машинам нет. Исходя из этих обстоятельств, мы приняли допущение, что отношение затрат на ремонт и техническое обслуживание за срок службы к балансовой цене для новых машин можно принять таким же, как у машин такого же назначения с известным нормативом этих затрат.

В этом случае критерий выбора технических средств определяется по формуле:

$$C = \frac{B(1 + \rho)}{TQ},$$

где C - критерий выбора технических средств, руб./т;

B - балансовая цена, руб.;

ρ - отношение затрат на ремонт и техническое обслуживание технического средства за срок службы к балансовой цене;

T - срок службы технического средства, лет;

Q - годовой объем обработки зерна, т.

Отношение затрат на ремонт и техническое обслуживание технического средства за срок службы к балансовой цене для машин с имеющимися нормативами рассчитывается по формуле:

$$\rho = \frac{r}{a},$$

где r - норматив годовых затрат на ремонт и техническое обслуживание в процентах от балансовой цены;

a - норматив амортизационных начислений в процентах от балансовой цены.

Для каждого варианта ЗСК определяются технологическая схема и номенклатура машин и оборудования. В соответствии с ГОСТ Р 53056-2008 [7] рассчитываются технико-экономические показатели вариантов комплексов с различной суточной производительностью и устанавливается зависимость показателей от производительности. По этим зависимостям определяются граничные условия применения ЗСК, реализующих ту или иную технологию, и уточняются типовые универсальные ЗСК для конкретных условий послеуборочной обработки зерна.

Использованные источники

1. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. - М.: Стандартинформ, 1985. – 60 с.
2. Олейников В.Д., Кузнецов В.В., Гозман Г.И. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки зерна. – М.: «Колос», 1977. – 112 с.
3. Торопов В.Р. Оценка эффективности универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017.– № 2.– С. 97– 104.
4. Сабашкин В.А., Торопов В.Р. Выбор зерноочистительно-сушильных комплексов в зонах с высокой влажностью зерна // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2018.– № 3.– С. 58 – 64.
5. Машины и оборудование для послеуборочной обработки и хранения зерна и семян: кат. / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Ю. Измайлов и др. – М: ФГНУ Росинформагротех, 2010. – 92 с.
6. Гольтяпин В.Я. Машины и оборудование для производства и послеуборочной обработки зерна: кат. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2013. - 96 с.
7. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 272 с.
8. Табашников А.Т., Федоренко В.Ф, Буклагин Д.С. и др. Система критериев качества, надежности, экономической эффективности сельскохозяйственной техники: инструктивно-методическое издание. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 188 с.

9. ГОСТ Р 53056-2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартинформ, 2009. 20 с.

УДК 631.362

**МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАРЕВШИХ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ
АГРЕГАТОВ ЗАВ-20, 40, 50**

В. В. Тропин

ФГБОУ ВО ГАУСЗ, г. Тюмень, РФ

e-mail: tropin.vv@asp.gausz.ru

Modernization of grain cleaning equipment «ZAV-20, 40, 50»

В статье представлен обзор современного состояния зерноочистительных агрегатов в Уральском федеральном округе и других регионах. В результате исследования установлено, что основная часть зерноочистительных агрегатов находится в неудовлетворительном состоянии в связи с их износом, физическим и моральным старением. В связи с тем, что строительство новых зерноочистительных агрегатов требует больших финансовых вложений, необходимо провести модернизацию существующих зерноочистительных агрегатов согласно разработанному проекту.

In article deals with review of grain cleaning machines in Ural and other regions of Russia. In result of research, there are grain cleaning machines in bad conditions because of deterioration and obsolescence. Thus, it is necessary to do modernization of old grain cleaning machines because new grain cleaning buildings is very expensive.

На сегодняшний день, основная часть зерноочистительного оборудования в Уральском федеральном округе и других регионах находится в неудовлетворительном состоянии в связи с его износом и моральным старением [1, с. 223]. При послеуборочной обработке зерна зерноочистительное оборудование должно обеспечивать очистку зерна от сорных примесей, минимальное травмирование зерна, однако, механизаторам приходится

несколько раз прогонять зерно через технологическую линию, чтобы получить необходимую чистоту семян. Кроме того, большинство существующих зерноочистительных агрегатов не могут обеспечить поточную фракционную очистку зерна [2, с. 416]. Очевидно, что демонтаж существующих зерноочистительных агрегатов и строительство новых требуют значительных финансовых вложений. В связи с этим, предлагается провести модернизацию устаревших зерноочистительных агрегатов путем замены основного технологического оборудования и внедрения поточной фракционной очистки зернового материала.

Необходимость проведения модернизации зерноочистительных агрегатов, в первую очередь, обусловлена более низкой стоимостью относительно нового строительства. Вопросами модернизации зерноочистительных агрегатов занимались Стрикунов Н. И., Леканов С. В. и др [3, с. 168-173, 4, с. 147-151]. Стоимость нового зерноочистительного комплекса ЗАВ-60 производства ОАО Борисовский завод Металлист Польша (рис. 1) составляет более 15 млн. руб. [5], однако при модернизации существующих зерноочистительных агрегатов общая стоимость работ значительно ниже.

В проекте реконструкции зерноочистительного агрегата необходимо спроектировать завальную яму таким образом, чтобы обеспечивалась защита находящегося в ней зерна от атмосферных осадков и верховодки, была возможность одноколейного проезда транспорта с боковой разгрузкой зерна. Для загрузки зерна в современный транспорт необходимо оборудовать бункеры дозаторами, датчиками, электрозадвижками и транспортером для подачи зерна в кузов (рис. 2) [6, с. 326].

Цель исследования – разработка проекта реконструкции зерноочистительных агрегатов ЗАВ-20, 40, 50.

Задачи исследования:

1. Разработать отделение приема зерна (завальной ямы) с возможностью проезда и боковой загрузки;
2. Подбор транспортирующего оборудования (нории, транспортеры);

3. Подобрать машины первичной очистки зерна, триерные блоки в зависимости от требуемой производительности;
4. Модернизация бункеров-накопителей путем установки электрических задвижек и датчиков наполненности;
5. Увязка и наладка технологического оборудования с возможностью обеспечения поточной фракционной очистки зерна.



Рис. 1. ЗАВ-60 в Тюменской области [5]

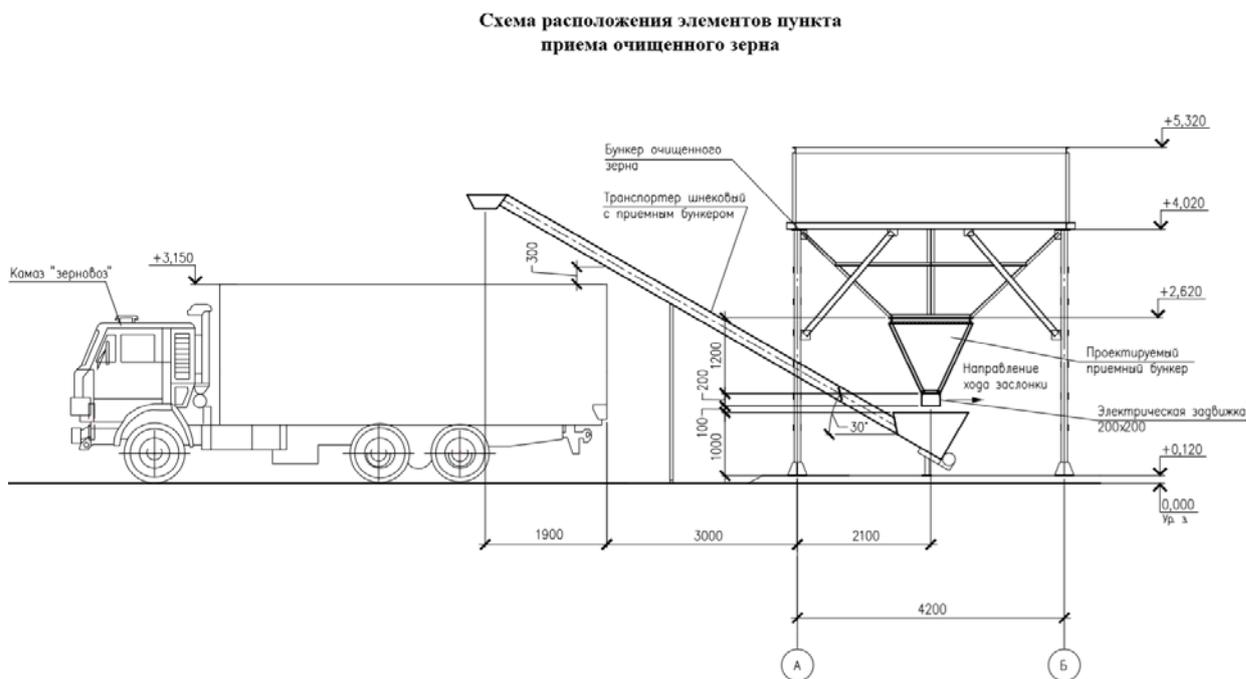


Рис. 2. Схема расположения элементов пункта приема очищенного зерна [6, с. 326]

При модернизации зерноочистительного агрегата будут достигнуты результаты:

1. Снижение времени и трудозатрат при послеуборочной обработке зерна за счет внедрения поточной фракционной очистки зерна;
2. Снижение потерь зерна до 15% [6, с. 324];
3. Снижение травмирования семян до 40-60 % [2, с. 416];
4. Возможность использования крупногабаритных зерновозов для транспортировки зерна [6, с. 324].

Использованные источники

1. Тропин, В. В. Реконструкция элеваторов в России / В. В. Тропин, М. М. Сафонов // Сб.: Современные научно-практические решения в АПК : Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – С. 223–225.
2. Тарасенко, А. П. Пути совершенствования технологической линии зерноочистительного агрегата / А. П. Тарасенко, А. В. Чернышов // Сб.: Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 415–420.
3. Стрикунов, Н. И. Модернизация зерно-семяочистительного сушильного комплекса ФГУП ПЗ «Комсомольское» Павловского района / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, И. Н. Стрикунов, С. А. Черкашин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016.–№ 9.– С. 168–173.
4. Стрикунов, Н. И. Модернизация зерно-семяочистительного агрегата в ООО «Радуга» Косихинского района / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016.–№ 11.– С. 147–151.

5. Зерноочистительный комплекс ЗАВ-60 [Электронный ресурс] // ОАО Борисовский завод Metallist Польша. URL: <http://polymya.com/ru/> (дата обращения: 19.09.2019).

6. Тропин, В. В. Проект реконструкции зерноочистительных агрегатов, производительностью 20, 40, 50 т/ч с технологической загрузкой в транспорт / В. В. Тропин, И. П. Лапшин // Сб.: Потенциал науки и современного образования в решении приоритетных задач АПК и лесного хозяйства : Сборник статей юбилейной национальной научно-практической конференции. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2018. – С. 324–326.

УДК: 631.344.2

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ КРУПНОГАБАРИТНОГО УКРЫТИЯ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕПЛОЛЮБИВЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Усольцев С.Ф., Нестяк В.С., Ивакин О.В., Рыбаков Р.В.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук (Краснообск), Россия

sergey.usolczev@yandex.ru

Результаты исследований условий выращивания томатов в укрытиях экранного типа показали, что температура воздуха внутри укрытий в течение суток может превышать допустимый максимум и опускаться ниже минимума [1]. Следовательно, необходимо автоматическое управление вентиляцией укрытия. Для эффективной работы укрытия требуется обосновать выбор оптимального диапазона температур и критических значений, при которых должен включаться исполнительный механизм привода управления автоматической вентиляции.

За основу выбора оптимального диапазона температур целесообразно принять оптимальную температуру воздуха для роста и развития растений. Днем она составляет 26°C , а ночью— $17\text{—}19^{\circ}\text{C}$. Оптимальной температурой для прорастания пыльцы является $+22\dots+26^{\circ}\text{C}$, а для развития плодов $+20\dots+24^{\circ}\text{C}$. Отсюда следует, что логично считать оптимальным диапазон температур $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Существенное влияние на температуру воздуха в укрытии оказывает изменение ширины вытяжного проема от 0 до 0,7м. Дальнейшее увеличение ширины проема неэффективно. Исходя из требований к интервалу изменения ширины проема и возможностей стандартных электроприводов разработана принципиальная схема управления шириной вытяжного проема (рис.1). Управление вентиляцией осуществляется при помощи линейного электропривода (3) и плоского рычажного механизма (4) [2]. Размер вытяжного проема (L) зависит от выхода рейки линейного электропривода.

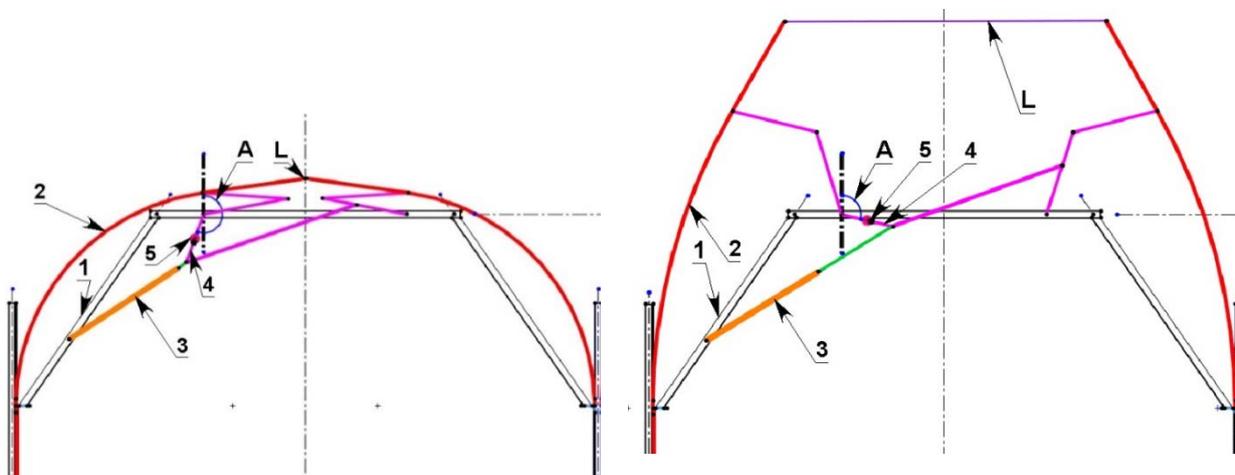


Рисунок 1 – Кинематическая схема управления вентиляцией:

а – вентиляция закрыта, б – вентиляция открыта; 1 – каркас укрытия, 2 – лист поликарбоната, 3 – линейный электропривод, 4 – плоский рычажный механизм, 5 – датчик угла наклона рычага РТАМ 27, А – угол поворота рычага, L – ширина вытяжного проема.

В положении, когда рейка находится внутри корпуса электропривода, вытяжной проем закрыт (а). Максимальное выдвижение рейки соответствует

полному открытию вентиляции (б). Определение размера вытяжного проема осуществляется за счет измерения угла поворота (А) ведущего звена плоского рычажного механизма (4) с помощью датчика угла поворота РТАМ 27 (5), показания которого выводятся в модуль сбора данных МСД 200.

Принципиальная схема алгоритма работы управляемой вентиляции приведена на рис.2. Алгоритм состоит из оператора присвоения значений постоянных величин и цикла ввода и анализа результатов измерений. Оператор присвоения позволяет вводить и корректировать значения оптимальной температуры, допускаемых отклонений и допускаемой скорости ветра. Оператор ввода данных предназначен для считывания результатов измерения температуры воздуха и скорости ветра из базы данных.

Следующие три оператора являются логическими. Первый сравнивает фактическую скорость ветра с допускаемой. Если больше – то следует безусловное закрытие вентиляции для предотвращения разрушения конструкции от ветровых нагрузок. При соблюдении условия безопасности управление передается второму логическому оператору, который сравнивает фактическую температуру воздуха с верхним пределом оптимального диапазона температур. Если предел превышен, то формируется сигнал, обеспечивающий выполнение одного шага открытия вентиляции. Если нет – то управление передается на третий логический оператор, который сравнивает фактическую температуру воздуха с нижним пределом оптимального диапазона температур. Если она ниже предела, то формируется сигнал, обеспечивающий выполнение одного шага закрытия вентиляции. В противном случае система переходит в режим ожидания до следующего измерения.

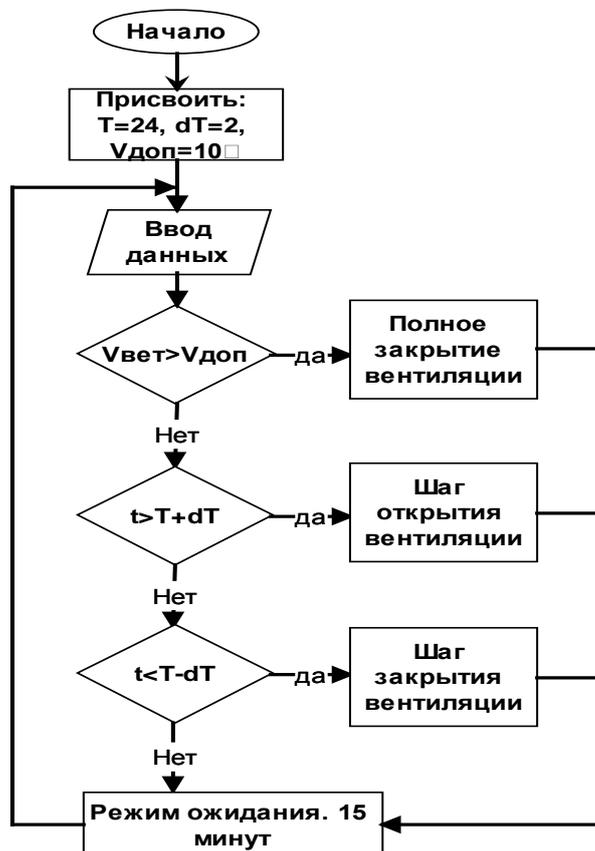


Рисунок 2. Принципиальная схема алгоритма работы управляемой вентиляции.

Формирование сигнала управляющего воздействия выполняется программируемым логическим контроллером, работающим по ПИД-закону регулирования. Регулятор вычисляет отклонение реальной температуры воздуха, измеренной датчиком, от заданного значения и решает, когда и в каком направлении включить электропривод управления вентиляцией. Расчет управляющего воздействия и коэффициентов ПИД-регулирования выполняется по известным методикам [3, 4].

Длительность сигнала задается с учетом скорости перемещения рейки электропривода и соотношения длин ведущего и ведомых рычагов механизма и шага регулирования. Шаг регулирования, на стадии экспериментов принят в пределах 15 – 20% от размера вытяжного проема.

Вывод:

При выращивании томатов в крупногабаритных укрытиях экранного типа оптимальным является диапазон температуры воздуха $24 \pm 2^\circ\text{C}$. Для

поддержания требуемого диапазона требуется приточно-вытяжная вентиляция с электроприводом, управляемая логическим контроллером, работающим по ПИД-закону регулирования.

Использованные источники:

1. Нестяк В.С., Усольцев С.Ф., Рыбаков Р.В. Применение информационных технологий для управления производственным процессом овощей в сезонных укрытиях. //Научно-техническое обеспечение АПК Сибири: материалы Междунар. науч.-техн. конф.7-9 июня 2017. п. Краснообск, Т.1, с. 181-187

2. Усольцев С.Ф., Нестяк В.С., Ивакин О.В., Нестяк Г.В., Гончаренко Ю.В. Обоснование привода механизма управления вентиляцией крупногабаритного укрытия экранного типа // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т.49. №3. С. 79-86.

3. Настройка ПИД-регулятора [Электронный ресурс]. - <http://lazysmart.ru/osnovy-avtomatiki/nastrojka-pid-regulyatora/>

4. Регуляторы технологических процессов. Принцип работы. [Электронный ресурс]. - https://www.maxplant.ru/article/process_controller.php

УДК 631.3: 519.86

**К ВОПРОСУ О СИНТЕЗЕ АДАПТИВНЫХ МАШИННО -
ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ
КУЛЬТУР**

Г.Л. Утенков

*Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий
(СФНЦА) РАН*

Россия, 630501 Новосибирская обл, п. Краснообск

e-mail: Utenkov1951@mail.ru

**ON THE ISSUE OF SYNTHESIS OF ADAPTIVE MACHINE AND
TRACTOR UNITS FOR CULTIVATION OF GRAIN**

Высокая энергоемкость возделывания зерновых культур требует применения новых подходов для разработки адаптивных машинно – тракторных агрегатов для реализации агротехнологий. С учетом основного агротребования – агросроков проведения полевых работ, предложено аналитическое выражение, оценивающее эффективность применяемых агрегатов по их обобщенному показателю – КПД. Входящие составляющие полученного выражения отражают элементы синтеза сложных технических систем, к которым относятся адаптивные машинно – тракторные агрегаты для возделывания зерновых культур.

High energy intensity of cultivation of grain crops requires the use of new approaches for the development of adaptive machine – tractor units for the implementation of agricultural technologies. Taking into account the main agro – requirements-agro-methods of field work, an analytical expression is proposed that evaluates the efficiency of the units used by their generalized indicator – efficiency. The incoming components of the resulting expression reflect the elements of synthesis of complex technical systems, which include adaptive machine-tractor units for the cultivation of grain crops.

Постановка проблемы. Возделывание зерновых культур является преобладающим как в России, так и в Сибири. Но за последние 20-25 лет это производство в Западной Сибири стабилизировалось на уровне 1,2 т/га в степной зоне и 1,5 т/га в южной лесостепи. Причем оно по-прежнему остается экстенсивным, энергоемким и экологически несбалансированным; не соответствует потенциальным ресурсам агроландшафтов территории. Известно, что применяемая техника обеспечивает качество и формирует затраты на выполнение технологических процессов в агротехнологиях. Однако анализ показывает, что уровень энергообеспеченности сельского хозяйства в России в 2,2 – 2,6 раза ниже, чем в странах ЕС и в 3,8 раза – по сравнению с США. Отечественные машины имеют низкие технико – эксплуатационные показатели и недостаточную надежность по сравнению с зарубежными аналогами: доля морально устаревшей техники превышает 90%. Негативное воздействие машинных агротехнологий на природную среду прямо пропорциональны количеству затрачиваемой энергии [1]. Использование сверхмощного и недостаточно загруженного трактора является источником

высоких эксплуатационных затрат. Рост производительность машин и агрегатов путем увеличения мощности ширины захвата, скорости, грузоподъемности, совмещения операций и прочих новаций не обеспечивают адекватного роста эффективности производства. Ведущие производители создают новые линейки тракторов с различными диапазонами мощности и экономичными двигателями и широкой номенклатурой коробок передач. Требуется принципиально иной подход, новый вектор технического развития [2].

Установлено [3], максимально возможный уровень влияния на фактор «земля» научных достижений разрабатываемых фундаментальных, прикладных технологических знаний менее 50%. А влияние фундаментальных технологий на машинное обеспечение не более 40%. Это КПД системы. Необходимо работать над повышением КПД [3]. Техническая оснащенность является лимитирующим фактором агротехнологий [4].

В природе не существует почв с тождественными свойствами. Почвенный покров представляет собой 3-х мерное тело. Поэтому при случайных возмущениях и нелинейных характеристиках дизельного двигателя мощность, снимаемой с двигателя, на 20 – 30% меньше его номинальной [5]. А формирование биопродуктивности почвы представляется энергетическим процессом. К тому же, чем выше уровень неоднородности, тем ниже урожайность, хуже его качество. Требуется точность выполнения технологических операций [6].

Методы исследования. Методы анализа, синтеза и дифференциальных исчислений. Согласно положениям системотехники технические системы совершенствуются в двух направлениях: повышение КПД в преобразованиях энергии (в пределах одного и того же вида) и увеличение универсальности. Агробиологической основой создания адаптивных агрегатов являются агросроки. А совмещение в одном проходе несколько технологических операций с гибкой структурой их реализации, представляют прогрессивное

направление развития машинных агротехнологий. Изложенное позволяет записать:

$$Y = f(t) = A_n/N_n = \iiint_V dx dy dz \int_T \frac{\partial A_n(xyzt)}{\partial t} dt / N_n, \quad (1)$$

где $A_n = \iiint_V dx dy dz \int_T \frac{\partial A_n(xyzt)}{\partial t} dt$ - потребная полезная работа по переводу пространственно – временного состояния земель в требуемое для возделываемой культуры состояние; dx, dy, dz – пространственные координаты изменчивости свойств и состояния с/х земель; A_3 - затрачиваемая энергия (отражает вид и уровень воздействия, принцип действия) на объект.

С другой стороны, величина полезной работы имеет вид:

$$A_n = \eta A_3 - \text{полезная работа; } \eta - \text{КПД совершенной работы.}$$

Тогда полезная мощность N_n для управления адаптивным агрегатом:

$$N_n = dA_n/dt = \eta(dA_3/dt) + A_3(d\eta/dt). \quad (2)$$

Из-за невозможности постоянного подвода энергии, перспективно направление, содержащее второе слагаемое полезной мощности.

С учетом выражения (2), функция агросроков примет вид:

$$t = A_n/N_n = \eta/(d\eta/dt). \quad (3)$$

Согласно [7], КПД агрегата определяется следующим выражением:

$$\eta_{МТА} = \eta_{тр} \eta_{мех} \eta_{техн} \eta_{атт} = \eta_{мг} \eta_{\delta} \eta_f \eta_{мех} \eta_{тех} \eta_{атт}, \quad (4)$$

где $\eta_{тр} = \eta_{мг} \eta_{\delta} \eta_f$ – КПД применяемого трактора; $\eta_{мг}$ – КПД трансмиссии трактора; η_{δ} – КПД, характеризующий потери мощности от буксования движителей; η_f – КПД, характеризующий потери мощности на качение трактора; $\eta_{мех}$ – КПД, характеризующий совершенство конструкции применяемого орудия; $\eta_{техн}$ – технологический КПД, реализуемый рабочими органами; $\eta_{атт}$ – агротехнический КПД реализуемого технологического процесса.

Подставив (4) в (3), получим агросроки проведения полевых работ:

$$t = \frac{\eta_{mp} \eta_{mex} \eta_{техн} \eta_{АТТ}}{\frac{d\eta_{mp}}{dt} \eta_{mex} \eta_{техн} \eta_{АТТ} + \frac{d\eta_{mex}}{dt} \eta_{mp} \eta_{техн} \eta_{АТТ} + \frac{d\eta_{техн}}{dt} \eta_{mp} \eta_{mex} \eta_{АТТ} + \frac{d\eta_{АТТ}}{dt} \eta_{mp} \eta_{mex} \eta_{техн}}. \quad (5)$$

Анализ результатов. Одно из направлений управления агросроками проведения полевых работ является применение адаптивных агрегатов, на базе принципов многофункциональности и гибкости технологических систем (ГТС). Реализация таких решений возможна путем:

- 1) применения тракторов с постоянной мощностью или с наличием автоматической коробки передач, $\eta_{тр}$;
- 2) применения орудий с изменяемой шириной захвата или агрегаты с изменяемой структурой рабочих органов, η_{mex} ;
- 3) применения технологического процесса, обладающего максимумом эффективности вклада в достижение конечного результата, $\eta_{техн}$;
- 4) качественным выполнением реализуемого технологического процесса, $\eta_{агг}$.

Для наиболее энергоемкого процесса нами [8], в качестве примера, предложен гибкий автоматизированный технологический комплекс почвообработки на базе энергонасыщенного трактора отечественного производства.

Выводы и предложения

- 1) Несовершенство методов расчета параметров машинно – тракторных агрегатов - причина высокой энергоемкости применяемых агротехнологий.
- 2) На основе обобщенных показателей агросроков и механического КПД получено выражение для синтеза технических систем агротехнологий.
- 3) Предложен гибкий автоматизированный технологический комплекс почвообработки.

Использованные источники:

1. Свентицкий И.И. Энергосбережение в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации.- М.: ГНУ ВИЭСХ, 2007.-468 с.

2. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия//Земледелие.- 2015.-№6.- С.6 - 10.
3. Федоренко В.Ф. «Разумное земледелие» - стратегический вектор технической модернизации сельского хозяйства//Техника и оборудование для села.-2012.-№1. - С.9 – 12.
4. Кирюшин В.И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия//Земледелие.-2019.№3.С. 3 – 7.
5. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К. и др. Универсальная автоматизированная система управления машинно – тракторными агрегатами // Вестник Российской сельскохозяйственной науки.- 2018.-№3.- С. 10 -14.
6. Липкович Э.И. Человеческий фактор в землепользовании//АПК: Экономика, управление.-2017.-№3.- С.36 – 43.
7. Подскребко М.Д. Определение коэффициента полезного действия пахотных агрегатов при различных способах передачи мощности от двигателя трактора к рабочей машине//Вестник сельскохозяйственной науки Беларуси. Серия аграрных наук. - 2007. - №1.- С.96 - 105
8. Утенков Г.Л., Добролюбов И.П. Моделирование рабочих процессов гибких автоматизированных технологических комплексов почвообработки: монография/СФНЦА РАН.- НГАУ.- Новосибирск, 2018.- 204 с.

УДК 631.363.1 : 636.085 : 636.086.1

ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ БИОАКТИВАТОРОМ ЗЕРНА

Цегельник А.П., Бахарев Г.Ф., Дролова Л.И.

СибИМЭ СФНЦА РАН, г. Новосибирск, Россия, e-mail: baharev50@ngs.ru

REMOTE CONTROL FOR THE BIOACTIVATOR OF GRAIN

Представлен усовершенствованный биоактиватор зерна, работающий в автоматическом режиме в процессе процессов увлажнения и аэрации зерна без

участия оператора путем применения пульта управления, размещенного в рабочей зоне оператора над барабаном биоактиватора. Приведена последовательность работы биоактиватора с пультом управления.

Introduced an improved bioactivation of grain, working in the automatic mode in the process of wetting and aeration of grain without operator intervention by use of control panel located in the working area of the operator over the drum bioactivator. The sequence of operation of the bioactivator with the control panel is given.

Одним из направлений развития инновационных технологий и сельскохозяйственной техники является применение нетрадиционных автоматизированных технологий посева, уборки и переработки зерна [1-3], в частности, биоактивации зерна в пищевом производстве и животноводстве.

Разработанный в институте и успешно прошедший производственные испытания на ферме крупного рогатого скота (КРС) ресурсосберегающий механизированный и автоматизированный способ биоактивации фуражного зерна характеризуется тем, что зерно проращивают в течение суток в закрытом периодически вращающемся барабане биоактиватора, который заполняют зерном и водой так, чтобы оставалось место для воздушной аэрации и разбухания зерна [4].

Для приготовления биоактивированного фуражного зерна, например, группе из 40 голов молодняка КРС, в качестве биоактиватора применён доработанный бетоносмеситель ЕРМ180 с объемом барабана 180 литров (рис.). Для того, чтобы использовать его в качестве биоактиватора зерна проведена следующая доработка: вращающийся барабан снабжен стальной крышкой и уплотнителем на горловине барабана – резиновым шлангом, разрезанным вдоль оси; для удаления посторонних примесей из зерна во время загрузки изготовлена вставка в горловину барабана в виде вогнутого решета с круглыми отверстиями диаметром 10 мм; для периодического включения и выключения привода вращающегося барабана применен вместо кнопок «пуск» и «стоп» пульт управления. Кнопки и располагались недостаточно удобно: на

противоположной стороне от оператора, стоящего за штурвалом управления барабаном.

Во время производственных испытаний пульт управления был совмещен с настенным электрощитом и оператору приходилось отвлекаться от визуального контакта за процессом выгрузки готового биоактивированного зерна, что неприемлемо. Поэтому был изготовлен по нашему техзаданию новый пульт управления, выполненный на современной элементной базе: применен электронный таймер типа ТЕМП-1М-2 (представляющий собой программируемое автоматическое устройство, предназначенное для автоматического замыкания и размыкания электрических цепей с индикацией времени отсчёта), автоматический выключатель ВА47-29-С10, контактор КМН-10910, блок кнопок АРВВ-22N, тумблеры МТС-102 и ТЗ, индикатор АД22-DS. Пульт мы разместили на кронштейне над барабаном со стороны штурвала, которым вручную поворачивают барабан (см. рис.).



Рис. Биоактиватор зерна с пультом управления

Биоактиватор фуражного зерна, снабженный пультом управления, работает следующим образом. Работу начинают с выключения тумблером реле времени. Реле времени по условиям соблюдения техники безопасности отключают перед загрузкой зерна, заливкой воды, последующей первой аэрацией и перед выгрузкой готового биоактивированного зерна. В барабан загружают зерно через сменное решето или напрямую, если зерно без посторонних примесей, затем заливают обеззараженную или чистую воду в определенном соотношении к зерну, закрывают герметично крышку и поворачивают барабан штурвалом в наклонное или горизонтальное положение поворотным приспособлением и вращают примерно одну минуту. После этого включают реле времени, которое через заданный промежуток времени включает привод барабана.

При вращении барабана происходит насыщение зерна воздухом и равномерное увлажнение зерна. Нами установлено: в герметичном барабане при разбухании зерна выделяется углекислый газ и повышается давление воздуха, что, как известно, способствует лучшему впитыванию влаги зерном и его аэрации. Через сутки отключают реле времени и включают привод барабана на одну минуту для разрыхления зерна. Затем отключают привод, поворачивают барабан штурвалом в наклонное или вертикальное положение поворотным приспособлением для снятия крышки. Для выгрузки готового биоактивированного зерна барабан наклоняют. После выгрузки работа снова повторяется.

Если бы барабан вращался непрерывно в течение суток, то зерно повреждалось бы, не проклёвывалось и процесс биоактивации – превращения крахмала в сахара, образования ферментов и витаминов в зерне – нарушался. Периодичность вращения барабана в течение 1 минуты через каждые 4 ч установлена нами экспериментально.

Без автоматизации (пульта управления) биоактиватора оператору – работнику фермы – нужно было несколько раз в течение суток и даже ночью кратковременно включать привод барабана.

Использованные источники:

1. Иванов, Н.М. Машинно-техническое обеспечение уборки и послеуборочной обработки зерна и семян в условиях Сибири / Н.М.Иванов // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2012. - № 6. – С. 23-27.
2. Чепурин, Г.Е. Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири / Г.Е.Чепурин, Н.М.Иванов, А.В.Кузнецов, В.Р.Торопов, И.О.Корниенко, Е.Л.Ревякин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 176 с.
3. Назаров, Н.Н. Внесение суспензий при посеве / Н.Н. Назаров // Сельский механизатор. – 2011. - № 12. – С. 10.
4. Патент RU 2480975 С2, МПК А01С1/01. Способ биоактивации фуражного зерна и устройство (биоактиватор) для его осуществления / Н.М. Иванов, Г.Ф. Бахарев, А.П. Цегельник, Л.И. Дролова, Л.Н. Емельянова; заявитель и патентообладатель ГНУ СибИМЭ Россельхозакадемии. - № 2011122289/13; заявлено 01.06.2011 г., опубл. 10.05.2013, Бюл. № 13.

УДК 631.31 :633.11 (571.1)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МАШИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.С Чекусов, А.А Кем, Л.В. Юшкевич

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр» г. Омск, Россия.

55asc@bk.ru

Цель исследований – провести агротехнологическую сравнительную оценку работы посевных комплексов, оборудованных различными рабочими органами при посеве яровой пшеницы. Сравнительные исследования были проведены на четырёх вариантах осенней обработки почвы посевным комплексом «Salford-1203» и почвообрабатывающем посевном агрегатом ППА-

7,4 на двух фонах с применения средств интенсификации и контроле. Наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы была получена на фоне комплексной химизации по пару при посеве ППА-7,4 - 4,00 т/га, на третьей пшенице -2,44 т/га, а при посеве «Salford-1203» соответственно 4,12 т/га и 2,47 т/га.

COMPARATIVE AGROTECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF MACHINE TECHNOLOGIES AT CULTIVATION OF SPRING-SOWN FIELD IN WESTERN SIBERIA

The purpose of researches - to carry out agrotechnological comparative evaluation of the work of the sowing complexes equipped with various working bodies at crops of spring-sown field. Comparative researches were conducted on four options of autumn processing of the soil by the sowing Salford-1203 complex and soil-cultivating sowing the PPA-7.4 unit on two backgrounds from application of means of an intensification and control. The greatest productivity of seed of spring-sown field was received against the background of complex chemicalization on couple at crops of PPA-7.4 - 4.00 t/hectare, on the third wheat of-2.44 t/hectare, and at crops of "Salford-1203" according to 4.12 t/hectare and 2.47 t/hectare.

Введение

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве широкое распространение получают комбинированные агрегаты, совмещающие ряд операций и уменьшающие количество проходов по полю. В этой связи сравнительная оценка посевных комплексов оборудованных различными рабочими органами актуальна для повышения результативности их применения [1,2,3].

Внедрение в производство ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур направленные на оптимизацию структуры посевных площадей, севооборотов, использование минеральных удобрений, средств защиты растений, почвообрабатывающих машин и посевных агрегатов нового поколения является актуальной проблемой.

Цель исследований — провести сравнительную оценку работы посевных комплексов, при возделывании яровой пшеницы, выявить их влияние на урожайность зерна при различных технологиях возделывания культуры.

Методы исследований. Сравнительная оценка проводилась на комплексе «Salford-1203» и почвообрабатывающем посевном агрегате ППА-7,4 в стационарном зернопаровом севообороте на посевах яровой пшеницы. Варианты осенней обработки почвы: отвальная — на глубину 20-22 см.; комбинированная — чередование отвальной и плоскорезной обработки на гл. 10-12 см; плоскорезная — на глубину 10-12 см; нулевая (без обработки с оставлением стерни). Сроки посева оптимальные для зоны — 20-25 мая с нормой высева на 1 га 5,0 млн. по пару, на второй и третьей пшенице после пара — 4,5 млн. всхожих семян. В качестве сравниваемых оценочных характеристик были приняты следующие показатели: глубина заделки семян, полевая всхожесть и урожайность зерна. Уборка однофазная — учет урожайности проводился в фазе полной спелости зерна при влажности 14%.

Результаты исследований. Отличительной особенностью посевных комплексов, является способ посева, который выполняется в зависимости от типа установленных рабочих органов, и сошников распределяющих семена в верхнем слое почв [4,5,6].

В исследованиях сравнительные посева проводились комплексом «Salford-1203» в агрегате с трактором Buhler Versatile 2375. По своей конструкции ПК «Salford-1203» является «гибридом» состоящим из культиваторной секции и посевного модуля с двухдисковыми сошниками расположенными друг за другом. Ширина захвата 9,1 м, ширина междурядий 19 см. Вторым сравниваемым комплексом в исследованиях был почвообрабатывающий посевной агрегат (ППА-7,4) который, был изготовлен на базе культиватора «Степняк 7,4», и соединенными за ним сцепкой две серийные сеялки СЗ-3,6 в агрегате с трактором К-701. Ширина захвата агрегата 7,4 м ширина междурядий 15 см.

Анализ сравнительных результатов работы посевных комплексов показал, что средняя глубина заделки семян на посевах яровой пшеницы дисковыми сошниками у ПК «Salford-1203» составила 57 мм, а агрегатом ППА-7,4 - 65 мм.

Полевая всхожесть семян яровой пшеницы отличалась по способам обработки почвы, посева и фоновым применения средств химизации. С применением комплексной химизации на посевных комплексах в сравнении с контролем (без химизации) по способам обработки почвы наблюдалось повышение полевой всхожести семян до 10% на ППА-7,4 и до 15% при посеве ПК«Salford-1203».

Урожайность зерновых культур определялась погодными-климатическими условиями, системами обработки почвы в севообороте и применением средств интенсификации результаты приведены в таблице.

Таблица

Урожайность зерна яровой пшеницы (т/га) в зависимости от технологии возделывания и посевного комплекса, 2015-2017 гг.

| Система обработки почвы | Посев ППА-7,4 (Степняк-7,4 + 2 СЗ-3,6) | | | | | |
|-------------------------|--|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
| | Культура в севообороте | | | | | |
| | Без химизации (контроль) | | | Комплексная химизация | | |
| | пшеница по пару | 2-я пшеница | 3-я пшеница | пшеница по пару | 2-я пшеница | 3-я пшеница |
| Отвальная | 2,08 | 1,76 | 1,36 | 4,00 | 3,32 | 2,44 |
| Комбинированная | 2,26 | 1,57 | 1,31 | 4,01 | 3,44 | 2,44 |
| Плоскорезная | 2,13 | 1,26 | 0,88 | 3,60 | 2,93 | 1,95 |
| Нулевая | 1,95 | 1,22 | 0,86 | 3,48 | 2,86 | 1,80 |
| Среднее | 2,10 | 1,45 | 1,10 | 3,77 | 3,14 | 2,16 |

| | Посев ПК «Salford-1203» | | | | | |
|-----------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Отвальная | 2,21 | 1,45 | 1,01 | 4,12 | 3,33 | 2,47 |
| Комбинированная | 2,09 | 1,34 | 0,90 | 4,14 | 3,28 | 2,59 |
| Плоскорезная | 1,73 | 1,08 | 0,64 | 4,10 | 3,09 | 2,25 |
| Нулевая | 1,89 | 1,02 | 0,68 | 4,00 | 2,88 | 2,30 |
| Среднее | 1,98 | 1,22 | 0,81 | 4,09 | 3,15 | 2,40 |

Анализ полученных результатов показал, что независимо от модификации посевного комплекса урожайность зерна на повторных посевах, после пара без средств химизации снижается с 2,08 до 1,36 т/га. При комплексном применении средств интенсификации продуктивность яровой пшеницы по паровому предшественнику существенно возрастает, но тенденция сохраняется. Так при посеве ППА-7,4 урожайность зерна по пару составила 4,00 т/га, на третьей пшенице -2,44 т/га, при посеве ПК «Salford-1203» составила соответственно 4,12 т/га и 2,47 т/га или снизилась более чем в 1,6 раза.

В целом оба комбинированных посевных комплекса обеспечивают выполнение требований предъявляемых при посеве яровой пшеницы по различным вариантам обработки почвы, урожайность зерна находится практически на одном уровне и варьировала в пределах ошибки опыта.

Использованные источники

1.Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х. Создание интенсивных машинных технологий и энергонасыщенной техники для производства основных групп продовольствия // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2016. – № 3. – С. 2 – 5.

2. Беляев В.И., Соколова Л.В. Перспективные агротехнологии производства зерна в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4. – С. 5-11.

3. Чекусов М.С., Юшкевич Л.В., Кем А.А., Голованов Д.А. Совершенствование комплекса машин и орудий в засушливом земледелии Западной Сибири // Земледелие.- 2016.- №3.-С.13-16.

4. Кем А. А., Юшкевич Л.В. Сравнительная оценка посевных комплексов при возделывании зерновых культур в Западной Сибири // Вестник Омского государственного университета.- 2015.- №4. –С.61-66.

5. Демчук Е.В., Мяло В.В, Сабиев У.К. и др. Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик посевных комплексов в условиях Западной Сибири // Вестник Омского государственного университета.- 2017. -№2. –С.99-104.

УДК 631.55:631.354.2

К ОБНОВЛЕНИЮ ПАРКА ЗЕРНОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

Чемоданов С.И.

СФНЦА РАН, г. Новосибирск, Россия

e-mail: sibime@ngs.ru

TO UPDATING OF PARK OF GRAIN-HARVESTING EQUIPMENT

Аннотация

Приведены особенности реализации алгоритма принятия решения по обновлению парка зерноуборочной техники. Дан графический метод интерпретации результатов технической оценки уборочных комплексов любого агроформирования с прогнозируемым диапазоном урожайностей. Реализация предложенного метода позволит получить наглядную исходную информацию для принятия решения по обновлению парка необходимой уборочной техники.

Annotation

Features of realization of algorithm of decision-making on updating of Park of grain-

harvesting equipment are resulted. The graphical method of interpretation of the results of technical evaluation of harvesting complexes of any agricultural formation with a predictable range of yields is given. The implementation of the proposed method will provide visual background information for making a decision to update the fleet of necessary harvesting equipment.

Эффективность уборки урожая зерновых культур зависит, в основном, от технической оснащённости сельхозпредприятия. Регулярное обновление парка уборочной техники позволит сельхозтоваропроизводителю своевременно провести уборочные работы и получить качественное зерно различного назначения с минимальными потерями. Это является основным агротехническим требованием при формировании комплекса уборочной техники.

В настоящее время глобализации перед зернотоваропроизводителем представлен широкий, весьма разнообразный рынок технических средств уборочного комплекса (только зерноуборочных комбайнов около 100 моделей различных производителей). Поэтому принятие решения по обновлению парка зерноуборочной техники всегда связано с проведением сравнительной оценки альтернативных аналогов технических средств.

В качестве критериев могут быть привлечены экономические, технические и технологические показатели (приведённые и совокупные затраты, прямые эксплуатационные издержки, затраты труда, материалоемкость (минимум) и, безусловно, производительность (максимум) [1,2] . Данная многокритериальность предполагает решение определённого алгоритма и компромиссной задачи в период выбора технических средств для обновления зерноуборочного комплекса.

Одним из первых этапов выбора базовых уборочных средств является определение необходимых показателей производительности (пропускной способности) зерноуборочного комбайна (вернее самоходной молотилки) и ширины захвата жаток для прямой и раздельной уборок. Данные показатели,

в первую очередь, определяются исходя из прогнозируемого уровня урожайностей убираемых культур. Используя понятия «граничной» урожайности, нормированной солоmistости и общеизвестное аналитическое выражение можно получить предварительные результаты по оценке необходимых показателей и параметров технических средств уборочного комплекса. На рисунке представлены результаты технической оценки уборочных комплексов в зависимости от уровней урожайности, при которых максимально реализуется загрузка самоходной молотилки. Независимо от фазности уборки геометрические параметры ширины захвата относятся как к жаткам-хедерам так и к валковым жаткам (см. рис.)

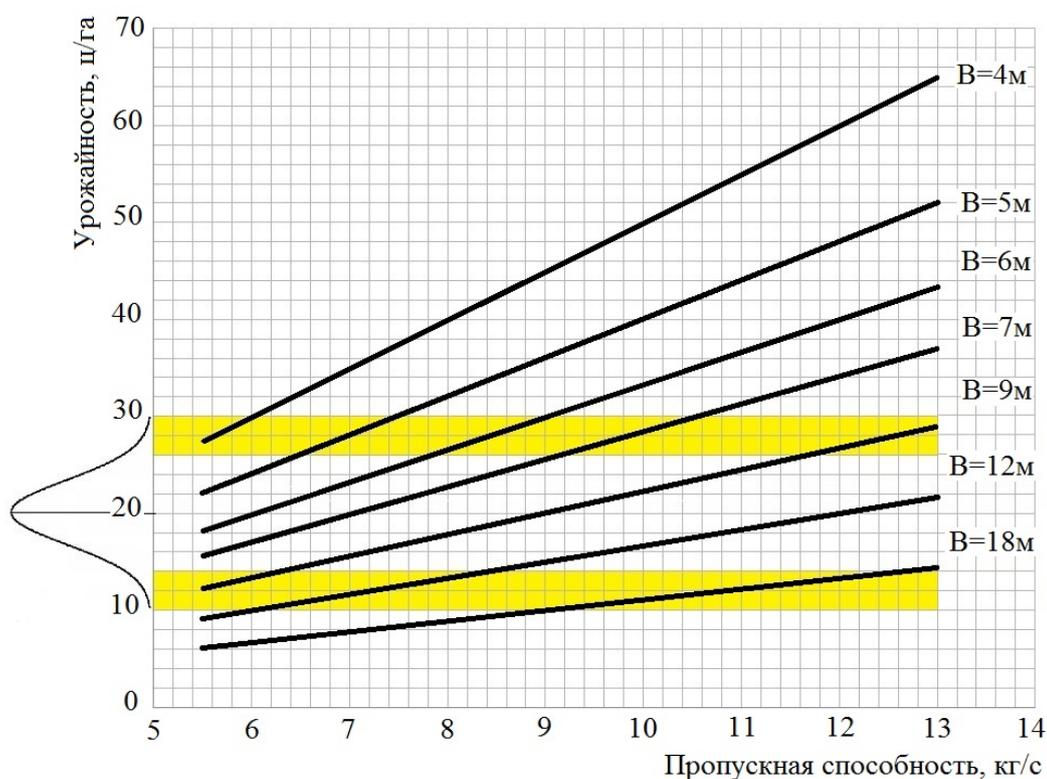


Рисунок – Взаимосвязь «граничного уровня» урожайности и пропускной способности зерноуборочного комбайна при различной ширине захвата жаток

Таким образом на первом этапе определяются рациональные по загрузке, но альтернативные по выбору составы уборочных комплексов и их основные технические данные. На последующих этапах для принятия решения по обновлению парка уборочной техники необходима

конкретизация предварительно полученных альтернативных исходных данных с привлечением экономических критериев и количественная оценка базовых технических средств с учётом:

- уборочной площади и допустимых сроков (длительности) уборки;
- коэффициента готовности и производительности уборочной техники;
- структуры посевных площадей;
- технической оснащённости пунктов послеуборочной обработки зерна;
- показателей агрооценки и погодно-климатических условий;
- профессионального уровня механизаторов и специалистов.

Приведём отдельные комментарии по вышеизложенному материалу. По поводу учёта коэффициента готовности. Коэффициент готовности во многом зависит от проведения планово-предупредительного технического обслуживания и соответствующего ремонта (желательно агрегатного). Качественное проведение перечисленных мероприятий позволяет поддерживать коэффициент готовности на достаточно высоком уровне в течение всего срока эксплуатации уборочной техники. Но при этом будут увеличены прямые эксплуатационные затраты.

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 базовое техническое средство в технологическом процессе. Экспериментальными исследованиями выявлено, что максимально возможный уровень загрузки зерноуборочного комбайна позволяет получить минимальные показатели травмирования зерна и выполнить экологические требования по содержанию вредных выбросов выхлопных газов двигателя

.Реализация различных технологий уборки должны быть взаимосвязаны 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. Реализация взаимосвязи позволит 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 отдельной уборки в классическом варианте (с подсушкой хлебной массы в валках). Расширению границ эффективного функционирования уборочных агрегатов способствует использование очесывающей жатки и внедрение технологии уборки высоковлажного зерна, в том числе безобмолотной на фуражные цели с последующим плющением и консервацией [3].

Уборка урожая зерновых культур предусматривает не только сбор основного продукта – зерна, но и побочного – незерновой части урожая. Наиболее часто используемый мульчирующий вариант утилизации незерновой части урожая может быть реализован как навесным измельчителем-разбрасывателем на самоходную молотилку так и прицепным к колёсному трактору измельчителем-разбрасывателем соломы из валка, сформированного комбайном. Но при комплектации следует иметь в виду, что навесной адаптер снижает потенциальные возможности базового уборочного агрегата по производительности [4] и, судя по протоколам машиноиспытательных станций, имеет минимальную наработку на отказ в зерноуборочном комбайне

Таким образом алгоритм обновления парка зерноуборочной техники связан с проведением технико-технологических и экономических оценок альтернативных вариантов её исполнения. Представленные на рис. графически интерпритированные результаты технической оценки уборочных комплексов можно определить для любого агроформирования с заданным, прогнозируемым или сложившемся интервалом урожайностей. Это позволит получить наглядную исходную информацию для принятия решения по обновлению парка необходимой уборочной техники.

Использованные источники:

1. Чепурин Г. Е., Иванов Н. М., Кузнецов А. В., Торопов В. Р., Корниенко И. О., Ревякин Е. Л. Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири. / Рекомендации – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. - 176с.

2. Докин Б.Д., Ёлкин О.В., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Технологическая и техническая политика модернизация растениеводства Сибири // Сельскохозяйственные машины и технологии.- 2014- 4- С. 38-42.

3. Чемоданов С.И. Агротехнологические возможности очёсывающих рабочих органов // Актуальные агросистемы. – 2019. – № 1-2. – С. 10-13.

4. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. – 272 с.

УДК 631.362 (075.3)

КОНСТРУКЦИЯ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Н.М. Чуклин, В.А. Угаров, С.Ф. Сороченко

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,

Барнаул, Россия

e-mail: skb-altstu@mail.ru

DESIGN OF A GRAIN CLEANING MACHINE

Аннотация. В статье приведена предлагаемая конструкция зерноочистительной машины, предназначенной для предварительной очистки зерна. Зерноочистительная машина состоит из приемной камеры с распределителем пассивного типа, рассекателя, пневмосистемы, сетчатого транспортера, камеры приема примесей, устройств вывода зерна и примесей. Зерноочистительная машина разработана в студенческом конструкторском бюро Алтайского государственного технического университета имени И.И. Ползунова.

Annotation. The article describes the proposed design of a grain cleaning machine designed for pre-treatment of grain. A grain cleaning machine consists of a receiving

chamber with a passive type distributor, a divider, a pneumatic system, a mesh conveyor, an admixture reception chamber, and grain and impurity output devices. The grain cleaning machine was developed at the student design bureau of the Polzynov Altai State Technical University.

Предварительная очистка – важнейшая операция при производстве зерна, поэтому совершенствование машины предварительной очистки является актуальной задачей. Наибольшее распространение в нашей стране получила машина МПО–50 и её модификации, однако данные машины имеют недостатки: легкие примеси, которые преобладают по количеству, отделяются после крупных примесей, что в свою очередь снижает эффективность работы сетчатого транспортера; отдельный вывод легких и крупных примесей, расположенный по разные стороны машины.

В Студенческом конструкторском бюро АлтГТУ по заказу АО «Алтайский завод сельскохозяйственного машиностроения» (г. Барнаул) разработана машина предварительной очистки зерна, защищенная патентом на полезную модель №189061 [1]. Основные элементы машины: приемная камера 1; рассекатель потока 2; сетчатый транспортер 3; пневмосистема, состоящая из пневмосепарирующего (всасывающего) 4 и нагнетательного 5 воздушных каналов, диаметрального вентилятора 6 и осадочной камеры 7; шлюзовый затвор 8; камера приема примесей 9 с винтовым транспортером 10; устройство вывода очищенного зерна 11 (рисунок 1).

В предлагаемой конструкции зерноочистительной машины применено пассивное распределение зернового материала. Для этого в приёмной камере закреплены зигзагом наклонно к направлению подачи потока материала верхний направитель 12, делитель 13, нижний направитель 14, скатная доска 15. Верхний направитель 12, установленный под загрузочным окном, выполнен в виде пластины с продольным относительно ширины машины размером большим, чем диаметр загрузочного окна. Делитель 13 выполнен в виде перевернутой V-образной пластины с верхним ребром, направленным

навстречу потоку материала. Нижний направлятель 14 выполнен в виде пластины, ширина которой равна ширине приёмной камеры.

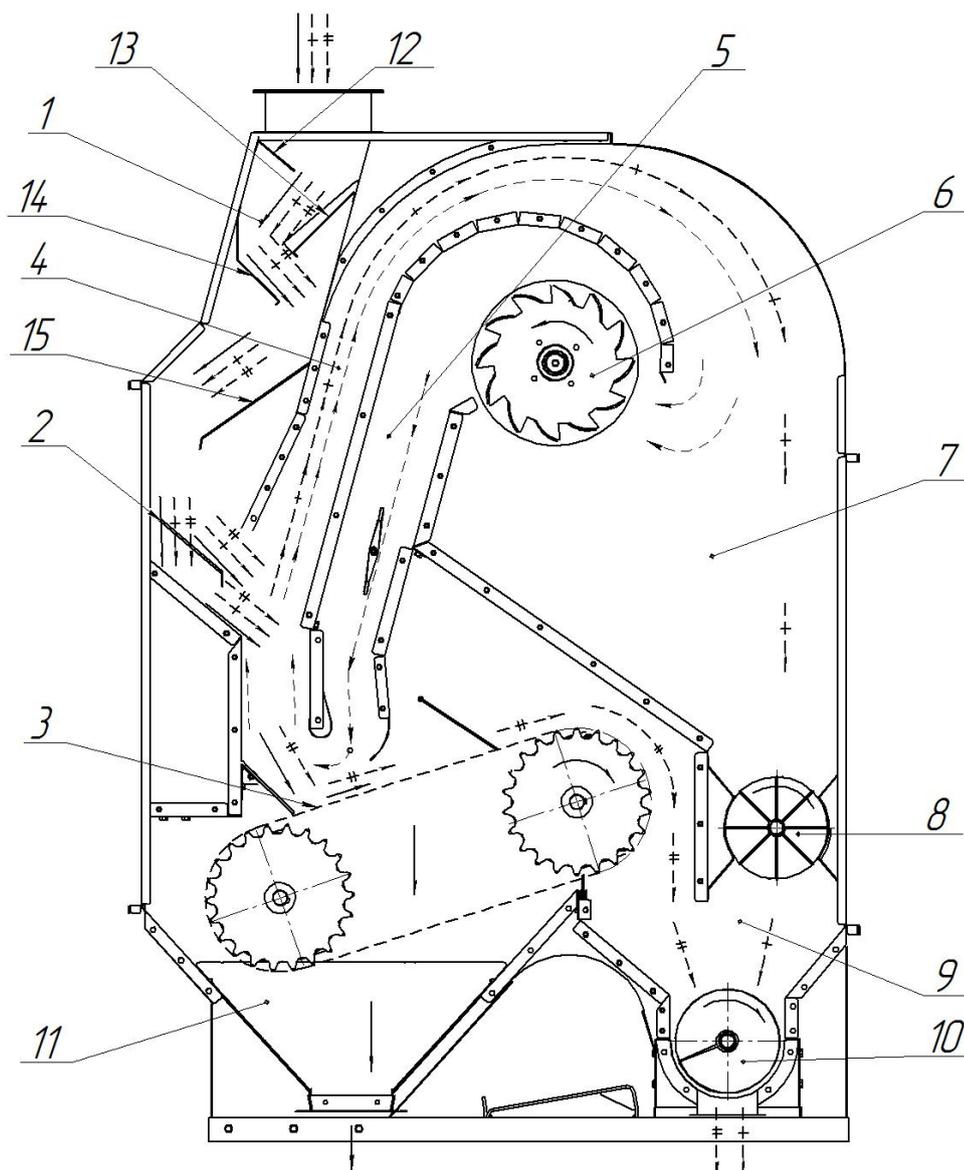


Рисунок 1 – Машина предварительной очистки зерна (расшифровка позиций в тексте): ———▶ - зерно основной культуры; - - - -▶- воздушный поток; - - | - -▶- легкие примеси; - - || - -▶- крупные примеси

Машина работает следующим образом. Зерновой материал подается через загрузочное окно в приёмную камеру и перемещается вниз под действием силы тяжести. За счёт действия диссипативных сил при перемещении по верхнему направлятелю, делителю, нижнему направлятелю и скатной доске, поток материала расширяется и равномерно распределяется по ширине зерноочистительной машины. При этом наличие крупных примесей (камней) в

зерновом материале не нарушает технологический процесс работы машины. На рассекателе материал разделяется на два потока, поступающих в пневмосепарирующий канал на разной высоте. За счет разрежения, создаваемого диаметральной вентилятором, легкие примеси выделяются из потока материала и уносятся воздушным потоком в осадочную камеру, далее подаются шлюзовым затвором в камеру приёма примесей и винтовым транспортером выводятся из машины. Тяжелая часть потока материала, состоящая из зерна и крупных примесей, опускается вниз в пневмосепарирующем канале и поступает на сетку транспортера. При этом зерно проходит сквозь отверстия сетки и самотеком выводится из машины через устройство вывода очищенного зерна. Крупные примеси выносятся сетчатым транспортером и направляются в камеру приема примесей.

Как показали проведенные экспериментальные исследования [2] зерновой материал в предлагаемой конструкции равномерно распределяется по ширине машины (коэффициент вариации подачи зернового материала по ширине машины равен 0,11).

В дальнейших исследованиях необходимо провести моделирование процесса загрузки зернового материала и моделирование работы пневмосистемы, которые позволят определить конструктивные параметры и режимы работы предлагаемой конструкции зерноочистительной машины.

Использованные источники:

1. Зерноочистительная машина [Текст]: пат. на полезную модель 189061 Рос. Федерация: МПК В07В 4/02, В07В 4/02/ Сороченко С.Ф., Дрюк В.А., Чуклин Н.М., Еремин А.Н.; заявитель и патентообладатель АО "Алтайский завод сельскохозяйственного машиностроения". - №2018128966; заявл. 06.08.2019; опубл. 07.05.2019, Бюл. №13.

2. Сороченко, С.Ф. Исследование загрузочной системы зерноочистительной машины / С.Ф. Сороченко, В.А. Угаров, Н.М. Чуклин / Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы/

Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 22-23 ноября 2018 г. Часть I/ Под ред. к.т.н., доцента В.В. Гриценко; к.т.н., доцента Г.Ю. Ястребова / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2018. – С. 1102-1108.

УДК 631.145

ТЕХНИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СИБИРИ

Н.А. Шавша

СФНЦА РАН, СибНИИЭСХ, Новосибирск, Россия

E-mail: nshavsha@mail.ru

TECHNICAL MODERNIZATION OF AGRICULTURE IN SIBERIA

Аннотация. В агропромышленном комплексе Сибири продолжает формироваться многоукладная сельская экономика, характеризующаяся сочетанием крупных и малых форм хозяйствования. Многоукладный характер аграрной экономики Сибири, повлек разные масштабы деятельности, финансовые возможности и доступ к государственной поддержке, дифференциацию производителей различных категорий по обеспеченности сельскохозяйственной техникой и оборудованием. Экономические реформы, проводимые в сельском хозяйстве сибирского округа, привели к ослаблению его материально-технической базы, снизилось обновление основных видов сельскохозяйственной техники, увеличилась нагрузка на тракторы и комбайны.

Annotation. In the agro-industrial complex of Siberia continues to form a diversified rural economy, characterized by a combination of large and small farms. The diverse nature of the agricultural economy of Siberia, led to different scales of activity, financial.

В агропромышленном комплексе Сибири продолжает формироваться многоукладная сельская экономика, характеризующаяся сочетанием крупных и малых форм хозяйствования. Крестьянские, фермерские хозяйства К(Ф)Х и личные подсобные хозяйства (ЛПХ), индивидуальные предприниматели (ИП),

наряду с сельскохозяйственными организациями (СХО) заняли прочное положение в сфере производства сельскохозяйственной продукции.

В некоторых регионах СФО мелкотоварное производство стало основой продовольственного обеспечения. В 2017 г. малыми формами хозяйствования в субъектах СФО произведено 36,8% зерна (в Иркутской и Омской областях – 48,6%), 54,1% молока (в Республике Алтай -81,3%, в Бурятии -89,7%, Забайкальском крае – 91,7%), 39,5% мяса скота и птицы в убойном весе (в Республике Алтай – 91,8%, в Хакасии -93,9%), 79,0 % овощей, 79,1 % картофеля. Роль хозяйств населения в производстве продуктов питания с каждым годом хотя и снижается, но остается довольно существенной, а вот роль К(Ф)Х только увеличивается.

Многоукладный характер аграрной экономики Сибири, повлек разные масштабы деятельности, финансовые возможности и доступ к государственной поддержке, дифференциацию производителей различных категорий по обеспеченности сельскохозяйственной техникой и оборудованием.

Для перехода на новый технологический уклад и более высокий уровень агропромышленного производства необходимо обновление техники и технологического оборудования в сельском хозяйстве. Однако из-за низкой инвестиционной активности не удастся выйти на необходимые темпы технико-технологического обновления.

В сельском хозяйстве коэффициент обновления техники остается на уровне 3,5-4%, то есть средний срок эксплуатации – почти четверть века. Доля тракторов и зерноуборочных комбайнов со сроком эксплуатации более 10 лет в субъектах СФО значительно превышает средне российский показатель. Темпы выбытия сельхозтехники в полтора два раза выше, чем темпы приобретения новой.

Уровень энергообеспечения сельского хозяйства в целом по Сибирскому округу составляет 87% (173 л.с. на 100 га посевов) от средне российского показателя. И если в Республике Тыва на 100 га посевов приходится 322 л.с., в Забайкальском крае – 319, то в Омской области – 140, в Алтайском крае 144 л.с.

Чем меньше пахотных земель в регионе, тем выше энергетическая обеспеченность гектара посевов. Энерговооруженность труда в Сибири в 2016 г. составила 87 л.с. на 1-го сельхозрабочего, в России – 77 л.с. В сельском хозяйстве республик СФО энерговооруженность рабочих ниже не только общероссийских показателей, но и окружных. Это можно объяснить превалированием в сельском хозяйстве республик малых форм хозяйствования (МФХ).

Сохраняется чрезмерно высокая зависимость отечественного АПК от зарубежной техники и технологий. Доля импортной техники в общем количестве сельхозтехники в 2016 г. составила по тракторам 68%, оборудованию для животноводства – 90%. Лишь 2% оборудования для пищевой промышленности производится в РФ [1]. Это не позволяет в полной мере говорить о продовольственной безопасности с точки зрения технико-технологического потенциала.

За последние годы по всем видам техники наблюдается динамика сокращения ее численного состава. Следует учитывать факт увеличения производительности сельскохозяйственной техники – средняя мощность двигателя одного трактора за этот период времени увеличилась в 1,6 раза, двигателя зерноуборочного комбайна – в 1,4 раза, что привело к росту показателей нагрузки на тракторы и комбайны. Например, в СХО Новосибирской области между двумя сельскохозяйственными переписями, число тракторов за 10 лет снизилось на 49,2%, комбайнов: зерноуборочных – на 52,4%, кормоуборочных – на 43,3%, картофелеуборочных – на 36,4% [2]. За этот время фермерские хозяйства и индивидуальные предприниматели, дополнительно приобрели 357 тракторов, 257 зерноуборочных комбайнов, 39 кормоуборочных комбайнов, а вот численность картофелеуборочных комбайнов снизилась. В крестьянских подворьях количество тракторов увеличилось на 4337 единиц, численность доильных установок возросло в 2,8 раза. Фермеры и индивидуальные предприниматели дополнительно приобрели 77 доильных установок, в то время как в сельскохозяйственных организациях

их количество снизилось на 562. Нагрузка на единицу техники существенно возросла во всех организационно-правовых формах хозяйствования (таблица).

Нагрузка на единицу техники в НСО, га

| Техника | СХО | | КФХ и ИП | | ЛПХ | |
|---------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| | 2006 г. | 2016 г. | 2006 г. | 2016 г. | 2006 г. | 2016 г. |
| Тракторы | 179 | 257,3 | 105,5 | 212,6 | 102,7 | 214,8 |
| Комбайны: зерноуборочные, | 255,3 | 418,6 | 149,1 | 280,2 | 148,0 | 278,0 |
| картофелеуборочные | 8,0 | 71,1 | 16,1 | 55,7 | 16,9 | 53,4 |

В последние годы стало не редкостью уборку зерновых в регионе заканчивать по снегу.

Экономические реформы, проводимые в сельском хозяйстве сибирского округа, привели к ослаблению материально-технической базы отрасли. Снизилось обновление основных видов сельскохозяйственной техники, увеличилась нагрузка на тракторы и комбайны. Основной причиной ухудшения состояния МТБ является дефицит финансовых средств у хозяйств, для приобретения техники и оборудования, а также ослабление поддержки государства, сокращение объемов инвестиций на развитие МТБ сельского хозяйства и отсутствие научно обоснованных подходов к ее формированию и использованию в производстве.

Использованные источники:

1. Семин А.Н., Иовлев Г.А. Сравнительный анализ эффективности функционирования отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники//Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – №5. – С. 17-21

2.Предварительные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Российской Федерации.- М.: ИИЦ «Стандарты России».-2017.- С.230-236.

УДК: 631.33.022.67

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ЗЕРНОВЫХ СЕЯЛОК ДЛЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Н.С. Яковлев, Н.Н. Назаров, Г.К. Рассомахин, В.В. Маркин, В.И. Черных

Сибирский Федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), Новосибирская обл. р.п. Краснообск, РФ

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Проведён анализ современных посевных машин. Определено, что наиболее эффективной регулировкой нормы высева является изменение объёма катушки. Представлена конструкция высевающего аппарата для зерновых сеялок работающих с навигационными системами. Применение предлагаемого аппарата дает возможность плавного изменения нормы высева во время посева с минимальной величиной запаздывания и позволяет сократить потери семян до минимума.

SOWING DEVICE OF GRAIN SEEDERS FOR PRECISION AGRICULTURE

N.S. Yakovlev N. N. Nazarov, G.K. Rasomakhin, V.V. Markin, V. I. Chernych,

Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS), Novosibirsk Region r.p. Krasnoobsk, R. F.

The analysis of modern sowing systems of sowing machines is made. It was determined that the most effective adjustment of the seeding rate is to change the coil volume. The design of the sowing apparatus for grain seeders working with navigation systems is presented. The use of the proposed apparatus makes it possible to smoothly change the seeding rate during sowing with a minimum lag and allows to reduce seed loss to a minimum.

Необходимость совершенствования высевающего аппарата возникает при следующих обстоятельствах. При посеве зерновых культур в зависимости от свойств почвы или характера маневра агрегата требуется изменять норму высева. Кроме этого, возникают ситуации, когда нужно засеять полосу меньше ширины посевного агрегата, при этом, отключается подача семян на часть рабочих органов, которые находятся на засеянной почве, для чего необходимо уменьшить норму высева, а также на краю поля необходимо отключать высевающий аппарат посевного агрегата. Обычно привод выключается при подъеме рабочих органов. В это время пневматическая система ещё подаёт

семена, которые находятся в семяпроводах и они высыпаются на поверхность поля. Для исключения потери семян нужно, чтобы высеваящий аппарат блокировал подачу семян за несколько секунд до подъема рабочих органов из почвы. Современные высевальные аппараты, при заполненных семенами катушках, не могут это сделать из-за большого сопротивления семян передвижению катушки. Регулировка снижением числа оборотов катушки требует установки бесступенчатого вариатора, а также учитывать скорость истечения семян при заполнении катушек.

Существующие высевальные аппараты общего высева разнообразны по конструкции, наряду с катушечными аппаратами применяются шнековые и ленточные транспортеры (рис.1). Катушечные аппараты оснащаются желобчатыми катушками, но имеют некоторые конструктивные особенности, обусловленные высевом семян разных размеров и норм высева. Так, аппараты сеялок "Accord" снабжены для высева мелких семян вкладышами, уменьшающими объем желобков, а рабочая длина катушки изменяется цилиндрической задвижкой.

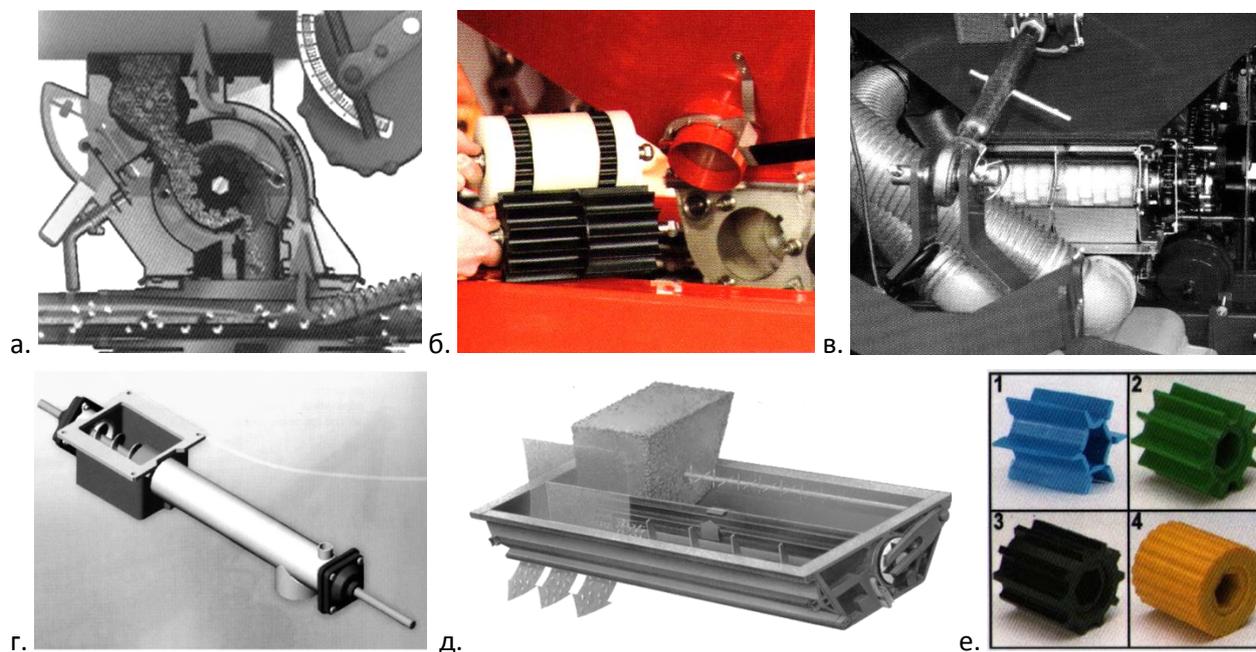


Рисунок 1. - Система дозирования семян: а) фирмы Джон-Дир; б) фирмы Террасем; в) фирмы Амазоне; г); фирмы Борго; д) фирмы Кейс; е) типы сменных высевальных катушек фирмы Джон-Дир

Аппарат сеялки Flexi-coil 1000 имеет комбинированную катушку с двумя участками желобков разной глубины и две плоские задвижки, одна из которых

прикрывает участок с мелкими желобками, а другая - с крупными. В сеялке АФ-11 фирмы Friggstad аппарат оборудован наборной катушкой из крупно- и мелкожелобчатых, а также цилиндрических дисков толщиной 6 мм, выполненных из полимерных материалов. Диски надеваются на установленный в корпусе вал и удерживаются гайкой. Норма высева регулируется числом соответствующих желобчатых и цилиндрических дисков.

Относительно новый тип представляют катушечные аппараты на сеялках Flexi-coil 1100, 1600, а также "Great Plains" в которых одна катушка используется для формирования нескольких потоков семян. Норма высева с такими катушками регулируется вариатором импульсного действия.

В сеялках "Leon" и "Symonds" высевающие аппараты выполнены в виде ленточного транспортера, а в сеялках "Bourgault" и "Chinook" - в виде шнеков. Ленточные транспортеры, устанавливаемые в днище бункера, обеспечивают высокую производительность и надежность высева. Норма высева изменяется в зависимости от величины открытия выгрузного окна при подъеме или опускании заслонки [1].

Анализируя представленные высевающие аппараты необходимо отметить, что наиболее эффективной регулировкой нормы высева является изменение объема катушки [2]. Предлагаемый высевающий аппарат для точного земледелия состоит из корпуса, внутри которого установлен барабан с ротором и заслонка, ограничивающая подачу семян на барабан (рис.2).

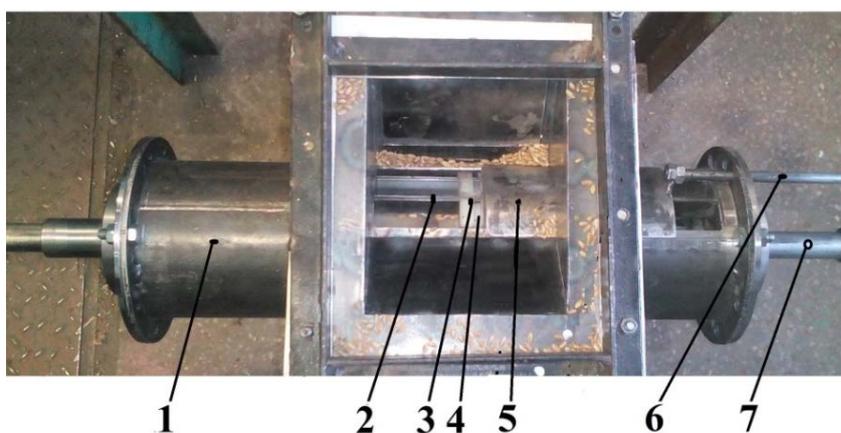


Рисунок 2.- Дозатор для сеялок точного земледелия: 1 – корпус, 2 – барабан, 3 – ротор, 4 - желобки для высева мелкосемянных культур, 5 - регулировочная заслонка, 6 – поводок заслонки, 7 – привод ротора

Принципиальным отличием высевающего аппарата является его двух - ступенчатая регулировка нормы высева. При подготовке к посеву высевающий аппарат устанавливается на основную норму высева. Это осуществляется изменением объёма полостей внутри барабана при перемещении ротора с помощью привода. Положение ротора относительно барабана контролируется указателем по линейке. При движении посевного агрегата по полю ходовое колесо, с помощью цепной передачи, передает крутящий момент на привод барабана высевающего аппарата, который подаёт семена в пневматическую систему посевного агрегата. При необходимости изменить норму высева по заданной программе, установленная на посевной машине антенна принимает сигнал от спутника. Сигнал обрабатывается в агронавигаторе и передаётся на шаговый электродвигатель, который за поводок перемещает заслонку. При этом, меняется подача семян через щель, образованную заслонкой и корпусом дозатора. Изменение подачи семян пшеницы и овса, путём перемещения ротора внутри барабана и заслонки представлено на рисунке 3. На графике можно увидеть, что изменение положения заслонки изменяет подачу семян после перемещения её на 10 мм относительно положения ротора. При скорости перемещения заслонки 40 мм/с необходимо время составляет 0,25 с. За это время, при скорости 3 м/с, агрегат пройдёт всего 0,75 м, что не отразится на качестве посевов.

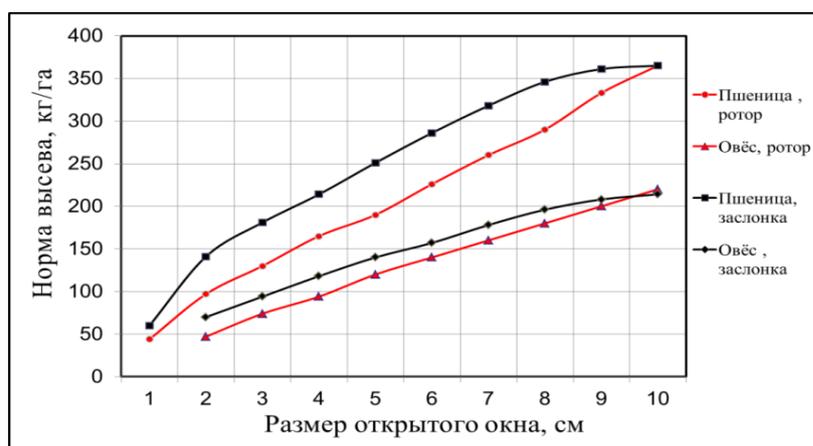


Рисунок 3. – Изменение нормы высева в зависимости от положения заслонки и ротора

При посеве мелкосемянных культур ротор перемещают в барабане до упора в корпус, а заслонка устанавливается так, чтобы оставались открытыми соответствующее норме высева количество канавок.

Применение предлагаемого устройства дает возможность плавного изменения нормы высева семян, в соответствии с картой-заданием, или полного перекрытия щели с минимальной величиной запаздывания при разворотах агрегата на краю поля при посеве зерновых культур, позволяет сократить потери семян до минимума.

Использованные источники

1. Рекламные проспекты фирм "Accord", «Джон-Дир», «Террасем»;; «Амазоне», «Кейс», «Great Plains», «Flexi-coil», «Bourgault» и «Chinook» по материалам выставки «АгроСиб 2018».

2. Высевающий аппарат для точного земледелия: МПК А01С15/00 (2006.01), А01С7/00 (2006.01), заявка № 2019120296 от 27.06.2019. / Н.С. Яковлев, Н.Н. Назаров, Н.М. Иванов, Г.К. Рассомахин, В.В. Маркин, В.И. Черных, (РФ) СФНЦА РАН

СЕКЦИЯ 2. Технический сервис машинно-тракторного парка (МТП)

УДК 378: 372.8

УСЛОЖНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ГРАНИ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Аравин И.Л., кандидат исторических наук, доцент, Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии Российской Федерации, г. Новосибирск

E-mail: ilaravin@mail.ru

В работе рассматривается взаимосвязь технической сложности современных образцов вооружения, военной и специальной техники и процесса подготовки соответствующих специалистов, организующих и контролирующих их эксплуатацию.

Ключевые слова: вооружение, военная и специальная техника, эксплуатация, техническая сложность, теоретическая подготовка.

COMPLEX OF THE CONSTRUCTION OF OBJECTS OF ARMAMENT MILITARY AND WITH EQAL TECHNOLOGY AND THE BOUNDARY OF SPECIAL FEATURES OF THE SPECIALIST TRAINING

The work examines the interrelation of the technical complexity of modern weapons, military and special equipment and the training process of the appropriate specialists who organize and supervise their operation.

Keywords: armament, military and special equipment, operation, technical complexity, theoretical preparation

Войска получают от промышленности объекты вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), которые имеют высокие эксплуатационно-технические качества. Однако высокие качества связаны с определенным усложнением их конструкции.

Прямым следствием усложнения любой конструкции является увеличение вероятности возникновения ее отказа, снижения надежности. Это особенно чревато для объектов ВВСТ, так как не представляется возможным в настоящее время спрогнозировать предполагаемый ущерб для своих войск при выполнении служебно-боевых задач.

Известно, что состояние любого технического изделия не является константой, а изменяется в пространстве и во времени даже и в том случае если это изделие не используется по прямому назначению, а находится на хранении. При этом его качество постепенно снижается из-за ухудшения рабочих характеристик, абсолютное большинство из которых носит необратимый и не восстановительный характер. Используя же объект ВВСТ, скорость потери первоначального состояния увеличивается в сотни раз. Это приводит к быстрой выработке ресурса изделия и необходимости его отправки в ремонт. Однако и в период назначенного ресурса работы объекты ВВСТ часто выходят из строя (отказывают) из-за постоянного воздействия ряда факторов, которые учесть и полностью предотвратить в эксплуатации практически невозможно. В то же время многие объекты достаточно долго, больше установленного срока, сохраняют хорошее состояние и работоспособность. Первоначальное состояние как машины в целом, так и различных ее конструктивных элементов также не определяются однозначно из-за действия различных конструктивно-производственных факторов. Одновременно с этим наблюдается и мощное воздействие эксплуатационных факторов.

Неоднозначность проявления состояния конкретного объекта ВВСТ, большие разбросы наработки до выхода в ремонт, отсутствие возможности в настоящее время достаточно точно определить состояние, все более отчетливо в практике войск проявляют противоречия:

- между технической сложностью ВВСТ и уровнем подготовки должностных лиц частей проводящих эксплуатацию объектов;
- между выполняемыми на объектах ВВСТ работами по обеспечению их исправности, работоспособности и готовности к боевому применению и самим качеством этих работ (квалификацией и мастерством исполнителей);
- между календарной мерой периодичности проверки образца ВВСТ и продолжительностью его эксплуатации [2].

Основываясь на сказанном можно констатировать следующее – задача совершенствования исполнительского контроля и эксплуатации объектов ВВСТ в настоящее время существует и постоянно требует определенного практического решения.

Особенности устройства ВВСТ диктуются выполняемыми задачами, жесткой конструкторской логикой, той средой, в которой он собственно действует, и ещё огромным количеством факторов, которые в результате практически не оставляют выбора или сводят этот выбор всего к нескольким вариантам. Кроме того, у каждого вида машин есть свое прошлое и настоящее, свой потенциал для дальнейшего совершенствования. Следовательно, в плане понимания, а не запоминания устройства образца ВВСТ, «привязывание» к конкретно изучаемой его марке становится весьма узкой задачей, не совсем соответствующей подготовке высококлассных специалистов. Иными словами, естественный непрекращающийся процесс усложнения технической оснащённости привел к резкому повышению роли и значения теоретических знаний специалистов, что требует определенной перестройки системы теоретической подготовки. Для обеспечения эффективной эксплуатации современных объектов ВВСТ лица, организующие эту эксплуатацию и занимающиеся подготовкой соответствующего личного состава, должны твердо знать типовые принципы устройства и работы узлов, агрегатов и систем.

Знания, зафиксированные в речевой форме – это орудие познавательной деятельности, выработанные человечеством. Этот вид орудия изменчив и постоянно совершенствуется. Владение этим информационным видом орудия

трудно переоценить. Сложные машины, робототехнические комплексы и прочее, без информации об их принципиальном устройстве и способе применения – просто бесполезная груда металла. Не секрет, что около половины отказов объектов ВВСТ, ошибочных действий, допускаемых при ее эксплуатации, происходит не по причине плохого знания конструкции техники, а из-за недостаточно глубокого усвоения физической сущности процессов, происходящих при ее работе, или неполного представления о последствиях, вызванных теми или иными действиями. Все более отчетливо в практике войск проявляются противоречия между технической сложностью ВВСТ и уровнем подготовки должностных лиц ответственных за ее эксплуатацию.

Теоретическая подготовка становится основным фундаментом сознательного овладения навыками, необходимыми для управления и эксплуатации новых объектов ВВСТ. Практика показывает, что теперь все приобретенные навыки носят интеллектуальную направленность. Большинство действий и операций, выполняемых тем или иным специалистом по обслуживанию и эксплуатации ВВСТ, требует их тщательного теоретического осмысливания. Поэтому в современных условиях при организации и проведении процесса обучения требует своего разрешения ряд задач, таких, как увеличение учебного времени на теоретическую подготовку, усиление внимания командного и начальствующего состава к вопросам коренной перестройки отношения личного состава к теоретической подготовке и воспитания постоянной тяги к совершенствованию своих знаний, внесение существенных коррективов в методику формирования навыков и умений по обслуживанию и применению современной техники. Большая сложность управляемых процессов требует от человека умения одновременно воспринимать показания многих приборов, осмысливать поступающие сигналы и принимать решения. Увеличение объема информации, вариативность подходов, процессы дифференциации и интеграции знаний требуют от соответствующих специалистов умения выделять существенное, обобщать и систематизировать. Это позволяет оперативно применять свои знания при

решении ситуативных и проблемных задач, формировать уверенность в своих силах, делать процесс обучения более успешным. Но, если человек обучался на материале одной узкой задачи, ему трудно применить освоенные умения и навыки к новым условиям. Когда прежний навык бездумно, неосознанно используется в новой ситуации, сложившийся механизм действия оказывается неадекватным новым условиям. Иначе говоря, имеется необходимость формирования у обучающегося теоретической базы, которая позволит профессионально разобраться с конструкцией любых моделей объектов ВВСТ, используя натурные образцы и специальную литературу.

Мы затронули общие характерные особенности процесса подготовки специалистов, обусловленные влиянием достижений научно-технического прогресса в военном деле. В современных условиях возросли требования не только к глубоким теоретическим знаниям военного специалиста, но и к его профессиональной компетентности. Поэтому ключевой задачей, которую необходимо решать при подготовке кадров, является формирование у обучающихся профессиональной компетентности, т.е. умения качественно, в соответствии с современными требованиями осуществлять определенную профессиональную деятельность.

Использованные источники

1. Носкова О.Г. Психология труда: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: ИЦ «Академия», 2004. – 384 с.

2. Куценко В.Ф. Проблемные вопросы контроля состояния вооружения и военной техники // Материалы научно-технического семинара «Проблемные вопросы организации эксплуатации вооружения и военной техники». – М.: ВАБТВ, 1991. – С. 4-20.

УДК 629.113:621.436.12

ДОСТЕНДОВАЯ ПРОВЕРКА И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КЛАПАНОВ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС

Батищев В.Я.

Сибирский Федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской Академии наук (СФНЦА РАН), Новосибирская обл. р.п. Краснообск, РФ
e-mail: baty057@yandex.ru

Приведен анализ оборудования различных фирм для восстановления насос-форсунок и индивидуальных насосов. Указаны стоимости и возможности комплектов оборудования. Разобран способ ремонта насос-форсунок, при котором производится восстановления электромагнитный клапан высокого давления по токам срабатывания и отпускания (токи измеряются тестером насос форсунок ТНФ-1) и замена распылителя форсунки.

TO BENCH CHECK AND REPAIR ELECTROMAGNETIC VALVE OF FUEL SYSTEMS OF DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINES

The analysis of the equipment of various firms for restoration of pump-injectors and individual unit pumps is given. The costs and capabilities of equipment kits are indicated. The method of repair of the pump injectors is disassembled, in which the high-pressure solenoid valve is operated according to the pick-up and release currents (the currents are measured by the injector pump TNF-1) and the nozzle atomizer is replaced.

Появление в 80-х годах прошлого века в системе подачи топлива для дизельных двигателей насос-форсунок (UnitInjektor) и индивидуальных насосов (UnitPump) с электронным управлением было новым этапом в совершенствовании ДВС. Электронное управление впрыском позволило более точно управлять моментом и количеством (длительностью) подачи топлива, а повышенн давление в распылителе до 200МПа улучшило смесеобразования. В ДВС с насос-форсунками (UI) и индивидуальными насосами (UP) была увеличена удельная мощность и крутящий момент, уменьшены выбросы вредных веществ и снижены шумы двигателя [4].UI/UPиспользуемые в системах подачи топлива грузовых автомобилей имеют высокую надёжность (пробег более 1 млн.км.), но при низком качестве дизельного топлива может понадобитьсязамена или ремонт и после 400-500 тыс. км.. Двигатели, в которых используются UI/UP, установлены в тракторах, грузовых автомобилях и другой техники выпускаемой начиная с 80-х годов и до настоящего времени.

За последние 20 лет на территорию РФ ввезено и активно эксплуатируется большой автопарк подержанной грузовой и специальной техники, а также импортные трактора и комбайны. Поэтому необходимость в диагностике и ремонте топливной аппаратуры и в частности UI и UP только возрастает.

В настоящее время более 90% рынка UI/UP/ занимает продукция таких фирм как Delphi, Bosch, Cummins, Detroit Diesel, Caterpillar. Выпускаемые ими устройства используются в автомобилях, тракторах и другой спец. технике. таких известных фирм как Volvo, Man, John Deere и т.д.. Но только Delphi (по договору с фирмой Hartridge) и Bosch создали сеть авторизованных сервисных центров по тестированию и ремонту UI/UP в РФ. Стендовое и другое вспомогательное оборудование этих 2-х фирм в первую очередь «заточено» на работу с собственными устройствами, характеристики которых известны производителю. Для проверки чужих изделий необходимо предварительно, по правильно работающей UI/UP, создать образец, т.е. подобрать оптимальные тестовые параметры и сохранить результаты тестирования. Затем использовать сохранённые данные для проверки ремонтируемого комплекта форсунок. Высокая стоимость данного оборудования (в зависимости от комплектации 2,5-7 млн. руб.) и необходимость выполнять взятые при заключении договора (авторизации) требования препятствуют широкому распространению данного оборудования в нашей стране. К средней ценовой (порядка 1-2 млн. руб.) категории можно отнести оборудование компаний Италии, Греции, Турции и т.д. На сегодняшний день доступны и бюджетные комплекты ценой до 1 млн. руб. выпускаемые в России (наша электроника и программное обеспечение) на основе китайских станков (станина, привод и т.д.). Также многие предприятия проводят модернизацию старых топливных станков, устанавливая дополнительно комбо-боксы и электронные блоки управления клапаном UI/UP (стоимость от 0,6 млн. руб.). Вместе с оборудованием и программным обеспечением (ПО) производители передают параметры и результаты тестирования широко распространённых моделей

UI/UP – базу данных образцов, которая (база) может пополняться пользователем самостоятельно новыми образцами (аналогично дорогим стандам).

Все стендовое оборудование (от дорогого до бюджетного) для проверки UI/UP использует традиционную методику, основанную на измерении цикловых подач при различных частотах вращения и интервалах длительности впрыска. Стендовое оборудование фирма Bosch и некоторых других фирм дополнительно позволяет измерить (по графику тока в катушке клапана) интервал времени от момента подачи сигнала на катушку до момента закрытия клапана (VIP- сигнал), а также фиксировать момент начала впрыска, используя дополнительной датчик впрыска (устанавливается за распылителем UI). На стенде фирмы Hartridge эти данные (VIP и момент впрыска) определяются по графику давления под плунжером, которое измеряется специальным датчиком.

В корпусе UI объединены: насос высокого давления (НВД), электромагнитный клапан высокого давления (ЭКВД) и распылитель форсунки в сборе. Для UP аналогично, но только распылитель располагается отдельно и соединяется с UI трубкой высокого давления. При работе системы подачи топлива ЭКВД, получая команду - электрический импульс от блока управления двигателем, отсекает рабочую камеру от магистрали. После чего НВД начинает поднимать давление в рабочей камере (максимально до 250 МПа.). Когда давление топлива превысит 25-35 МПа. (зависит от модели UI/UP) распылитель откроется и начнётся впрыск топлива в камеру сгорания. После окончания электрического импульса рабочая камера подключается к магистрали, давление падает и впрыск топлива прекратится [1].

Продолжительная работа и динамические нагрузки при высоких давлениях приводят к износу и повреждению запорных кромок клапана и отверстий распылителя. Особенно это усугубляется при наличии в топливе примесей и посторонних частиц размером более 10 мкм [1,2,3]. Распределение неисправности UI/UP в % по отдельным узлам приведено в [3]. Корпус, пружина НВД и плунжер порядка - 2 %. Клапанный узел - 63%.

Электромагнитная часть управления - 5 %. Распылитель - 30%. В настоящее время большинство организаций при ремонте всегда производят замену распылителя (для некоторых типов UI/UP заменяется и пружина распылителя). Что вызвано небольшой стоимостью распылителей 250-2500 руб., а главное их неремонтопригодностью. Для нового распылителя на гидравлическом стенде регулируется давление начало впрыска (изменением жесткости пружины) перед установкой в UI. На этом ремонт узла распылителя UI считается законченным. Аналогично заменой после измерения сопротивления (диапазон для различных катушек составляет 0,10-7,00 Ом), если обнаружено короткое замыкание или обрыв, решается вопрос ремонта катушки ЭКВД. Исправность корпуса ГШ, пружины НВД и плунжера на практике оценивается визуально и измерением линейных размеров. Самый сложный прецизионный узел UI/UP - клапанный блок ЭКВД стоимостью 3000-11000 руб. (цена зависит от модели и производителя) ремонтируется или заменяется на новый. При этом состояние запорной кромки клапана проверяется визуально с использованием микроскопа. Ход клапана (диапазон 100-300 мкм) измеряется после разбора UI/UP. Для полной диагностики ЭКВД ещё необходимо измерить воздушный зазор между якорем и магнитом (далее зазор) в открытом или закрытом состоянии клапана, а также время от подачи управляющего импульса до момента закрытия. Время закрытия ЭКВД зависит от параметров импульса управления, т.е. зависит от применяемого диагностического оборудования. Ранее перечисленное стендовое оборудование для проверки UI/UP (всех ценовых категорий) не позволяет измерять зазоры.

В новом приборе ПНК-1в отличии от ТНФ-1 [4] производится тестирование ЭК только без гидравлики «на столе», что позволило уменьшить стоимость прибора. «На столе» определяются только электромеханические параметры ЭКВД без влияния гидравлики. К электромеханическим параметрам относятся ход плунжера клапана, зазоры в исходном (для UI/UP клапан открыт) и сработавшем положениях (клапан закрыт), усилие возвратной пружины. Эти

параметры определяют токи срабатывания и отпускания клапана и, соответственно, его быстродействие, т.е. время срабатывания (закрытия).

В ПНК-1 (как и в ТНФ-1) принят способ регулировки зазоров клапана и усилия возвратной пружины по токам срабатывания и отпускания. В электромагнитном клапане плунжер клапана удерживается в исходном положении возвратной пружиной, и между сердечником электромагнита и плунжером клапана имеется воздушный зазор (пространство намагничивания) – $d_{нач}$. При подаче тока в обмотку электромагнита возникает магнитная сила, притягивающая плунжер к сердечнику. Эта сила прямо пропорциональна силе тока в обмотке и обратно пропорциональна воздушному зазору между плунжером и сердечником (применима для малых изменений воздушного зазора).

$$F = K \frac{I}{d},$$

где: K – коэффициент, зависящий от конструкции электромагнита; I – ток в обмотке; d – воздушный зазор.

При увеличении силы тока в обмотке, когда магнитная сила становится равной силе сопротивления возвратной пружины, начинается движение плунжера клапана к сердечнику. При этом уменьшается воздушный зазор и увеличивается магнитная сила – возникает положительная обратная связь, приводящая к ускоренному движению плунжера к сердечнику, пока он не сядет на седло клапана или другой упор, что ограничит его движение. В этом сработавшем положении клапана между плунжером и сердечником остаётся воздушный зазор – зазор до магнита в сработавшем положении – d_m .

При уменьшении силы тока в обмотке, когда магнитная сила станет равной силе возвратной пружины, начнётся обратное движение плунжера, приводящее к увеличению зазора и уменьшению магнитной силы. Плунжер возвращается в исходное положение.

Сила тока, при которой плунжер притягивается к сердечнику и клапан закрывается, называется током срабатывания – I_c , а сила тока, при которой плунжер возвращается в исходное положение, называется током отпускания – I_o . [4]

Если в первом приближении принять, что усилие возвратной пружины при срабатывании клапана не изменяется, то магнитные силы в обоих случаях будут равны, поэтому

$$\frac{I_c}{I_o} = \frac{d_{нач}}{d_m} = p,$$

Так как $d_{нач} = d_m + h_{кл},$

где: $h_{кл}$ – ход плунжера клапана,

то $p = \frac{d_{нач}}{d_m} = \frac{d_m + h_{кл}}{d_m} = 1 + \frac{h_{кл}}{d_m}$

Отсюда $d_m = \frac{h_{кл}}{p-1}$

В таблице 1 приведены реальные образцовые значения токов и зазоров для электромагнитных клапанов насос-форсунок (UI) и индивидуальных насосов (UP или PLD-секции) различных фирм, которые (значения) позволяют проверить и восстановить работоспособность клапана. Автор выражает благодарность руководителю фирмы «Ланжерон» Гридневу С. Г. за предоставленную информацию, которая была получена в результате практической работы при восстановлении ЭК. Токи срабатывания и отпускания измерялись с помощью прибора ПНК-1 и ТНФ-1. В настоящий момент специалисты фирмы «Ланжерон» используют прибор для ЭК CR и системы подачи топлива НРІ.

Таблица 1 – Образцовые значения для проверки электромагнитных клапанов.

| h _{кл} (мкм) | | d _m (мкм) | | I _c (А) | | I _o (А) | |
|---|-----|----------------------|-----|--------------------|------|--------------------|------|
| Мин | Мах | Мин | Мах | Мин | Мах | Мин | Мах |
| Насос-форсунка BOSCH-Скания | | | | | | | |
| 125 | 130 | 105 | 112 | 6,05 | 6,20 | 2,70 | 2,90 |
| Насос-форсунка BOSCH-VOLVO | | | | | | | |
| 125 | 130 | 105 | 112 | 3,10 | 3,20 | 1,30 | 1,35 |
| Насос-форсунка BOSCH-Ивеко (Ч-образная) | | | | | | | |
| 125 | 130 | 105 | 112 | 6,00 | 6,20 | 2,75 | 2,85 |
| Насос-форсунка BOSCH-Ивеко (0414703004) | | | | | | | |
| 125 | 130 | 57 | 59 | 6,21 | 6,30 | 1,93 | 1,97 |
| Насос-форсунка DELPHI A (2ПРУЖ.) | | | | | | | |
| 130 | 140 | 110 | 130 | 2,65 | 2,70 | 1,20 | 1,30 |
| Насос-форсунка DELPHI E1 | | | | | | | |
| 160 | 165 | 36 | 42 | 2,60 | 2,65 | 0,51 | 0,53 |
| Насос-форсунка DELPHI E1-D.DIR | | | | | | | |
| 245 | 255 | 30 | 32 | 3,40 | 3,45 | 0,35 | 0,40 |

| | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Насос-форсунка DELPHI-Ивеко | | | | | | | |
| 295 | 305 | 156 | 166 | 7,10 | 7,20 | 2,40 | 2,55 |
| Насос-форсунка DELPHI E3 (клап. 2-ой NCV) | | | | | | | |
| 200 | 205 | 80 | 85 | 3,05 | 3,10 | 1,05 | 1,10 |
| 30 | 30 | 70 | 70 | 1,61 | 1,65 | 1,18 | 1,20 |
| Насос-форсунка CUMMINS 11, 14 (тип CUMM) | | | | | | | |
| 250 | 260 | 107 | 123 | 4,05 | 4,20 | 1,20 | 1,40 |
| Насос-форсунка DETROIT (DD S -старый) | | | | | | | |
| 120 | 125 | 96 | 100 | 8,00 | 8,20 | 3,58 | 3,78 |
| Насос-форсунка DETROIT (DD NEW) | | | | | | | |
| 295 | 305 | 152 | 162 | 7,10 | 7,25 | 2,40 | 2,50 |
| Насос-форсунка CATERPILLAR CAT12,CAT15 | | | | | | | |
| 130 | 135 | 120 | 130 | 2,55 | 2,65 | 1,25 | 1,35 |
| PLD-секция DAF-105 | | | | | | | |
| 160 | 165 | 55 | 60 | 4,50 | 4,55 | 1,20 | 1,25 |
| SMART-ИНЖЕКТОР DAF-105 (клап. 2-ой) | | | | | | | |
| 29 | 31 | 69 | 71 | 1,69 | 1,70 | 1,05 | 1,09 |
| PLD-секция DAF | | | | | | | |
| 120 | 125 | 95 | 110 | 5,90 | 6,10 | 2,65 | 2,75 |
| PLD-секция MERSEDES-AKROC /RENO-MAG | | | | | | | |
| 115 | 125 | 95 | 110 | 8,85 | 9,10 | 4,00 | 4,20 |

В столбцах таблицы 1 приведены минимальные и максимальные значения следующих параметров:

h_{кл} - ход плунжера клапана;

dm – воздушный зазор между электромагнитом и якорной пластиной в сработавшем положении клапана;

I_с – ток срабатывания клапана;

I_о – ток отпущения клапана.

Использованные источники

1. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов.-М: Легион-Автодата, 2004
2. Ахметов А. Ф. Повышение эффективности диагностирования и ремонта насос-форсунок автотракторных и комбайновых дизелей: Дис. ... канд. техн. наук – Уфа 2015
3. Жиров Е.А. Об особенностях ремонта насос-форсунок. Журнал «Автоперевозчик», 2010.
4. Лившиц В.М., Батищев В.Я., Моносзон А.А. Метод восстановления исходного значения зазора клапана насос-форсунок дизелей. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 6 (259). С. 90-95.

УДК 621.43

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗНОСА ПРЕЦИЗИОННЫХ
ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ
ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ**

БОДЯКИНА Т.В., БУРАЕВ М.К., П.А. БОЛОЕВ

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Иркутск, Россия

В статье рассмотрен процесс износа плунжерных пар топливного насоса, влияние водобиотоплива на топливную систему. Основным показателем надежности дизеля является топливная аппаратура. На работу топливной аппаратуры оказывают влияние прецизионные детали. Экологические стандарты, применяемые к качеству дизельного топлива, предусматривают небольшое содержание серы. В процессе удаления из топлива сернистых примесей, снижаются смазывающие свойства. А снижение таких свойств у топлива приводит к повышенному износу прецизионных пар и других прецизионных сопряжений топливной системы. Также в статье приведены виды абразивных частиц и методика расчета износа прецизионных деталей.

Ключевые слова: топливная аппаратура, плунжерная пара, износ, топливный насос высокого давления, водобиотопливо.

**Theoretical determination of wear of precision parts of high-pressure fuel
equipment of tractor diesel engines**

T. V. Bodyakina, M. K. Buraev, P. A. Boloev

Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

In the article describes the process of wear of the plunger pairs of the fuel pump, the influence of water bio fuel on the fuel system. The main indicator of the reliability of a diesel engine is fuel injection equipment. The operation of the fuel

equipment is influenced by precision parts. The environmental standards applied to the quality of diesel fuel are low in sulphur. In the process of removing sulfur impurities from the fuel, the lubricating properties are reduced. A decrease in such properties of the fuel leads to increased wear of precision pairs and other precision mates of the fuel system. The article also presents the types of abrasive particles and methods of calculating the wear of precision parts.

Key words: fuel equipment, plunger steam, wear, high-pressure fuel pump, water biofuel.

Введение

Надежность дизельного двигателя непосредственно зависит от работоспособности топливной аппаратуры. Состояние прецизионных деталей влияет на топливную систему. Главными из них являются плунжерные пары топливного насоса высокого давления. Плунжерные пары реализовывают работу по дозированию количества впрыскиваемого топлива в ТНВД. В запыленных условиях при сельскохозяйственном производстве в период эксплуатации топливные фильтры автотракторных дизелей пропускают в зазор прецизионных сопряжений абразивные частицы [1].

Стандарты, которые применяются к качеству дизельного топлива, предусматривают небольшое содержание серы. Так как при технологическом удалении серных примесей в топливе снижается процентное содержание соединений, отвечающих за смазывающие свойства [4]. К повышенному износу непосредственно приводит снижение смазывающих свойств минерального топлива прецизионных пар и других прецизионных сопряжений топливной системы. В среднем около 60 % от общего числа неисправностей топливной аппаратуры приходится на прецизионные узлы [2].

Альтернативой для дизельного топлива является водобиотопливо. Данное топливо обладает свойствами трибологическими, физическими и химическими, которые способны обеспечить смазывание прецизионных пар топливной аппаратуры [5]. Водобиотопливо используется в Пензенской области,

Краснодарском крае, Тамбовской области. Вопросы, связанные с влиянием топлива на технико-экономические и экологические показатели дизельного двигателя изучались в нашей стране, а вот влияние этого топлива на износ плунжерных пар является актуальной задачей.

Авторы В.В. Антипов, М.М. Хрущев, Уханов А.П., Дрюпин П.В. и другие считают, что главной причиной износа прецизионных деталей является абразивное изнашивание частицами механических примесей [4, 6, 8]. Так как в водобиотопливе не должно содержаться механических примесей, будем считать, что количество абразивных загрязнений в дизельном топливе и водобиотопливе одинаково.

Цель исследования

Целью является теоретическое исследование процесса износа прецизионных деталей топливного насоса при работе на водобиотопливе, его влияние на надежность топливной аппаратуры.

Материалы, методы и результаты исследования

Сельскохозяйственная техника в основном эксплуатируется в полевых условиях. Абразивный износ в основном происходит в процессе нагнетания топлива, под высоким давлением втулка и плунжер расширяются и следовательно увеличивается окружной зазор. В период заполнения над плунжерного пространства давление топлива практически отсутствует. Деформации гильзы и плунжера минимальны и попавшие в увеличенный зазор абразивные частицы защемляются между плунжером и втулкой [2, 3].

Загрязняющие примеси под разделяют на три группы: 1) частицы, имеющие размер меньший или равный зазору между плунжером и втулкой; 2) частицы, имеющие размер немного больший зазора между плунжером и втулкой; 3) частицы, имеющие размер больший, чем зазор между плунжером и втулкой.

Для процесса изнашивания имеют значение размер абразивной частицы и поверхностная твердость материала, а также давление и трение. Абразивная

частица внедряется одновременно в плунжер и втулку плунжерной пары, закрепляясь на одной из поверхностей [4, 8].

В.В. Антипова, Д.Ф. Гуревича в своих работах утверждают, что уменьшающийся зазор прецизионных деталей приводит к защемлению абразивных частиц, находящихся в топливе и описывается схемой внедрения абразивной частицы в поверхность плунжера и гильзы при защемлении в зазоре (рисунок 1) [1, 4].

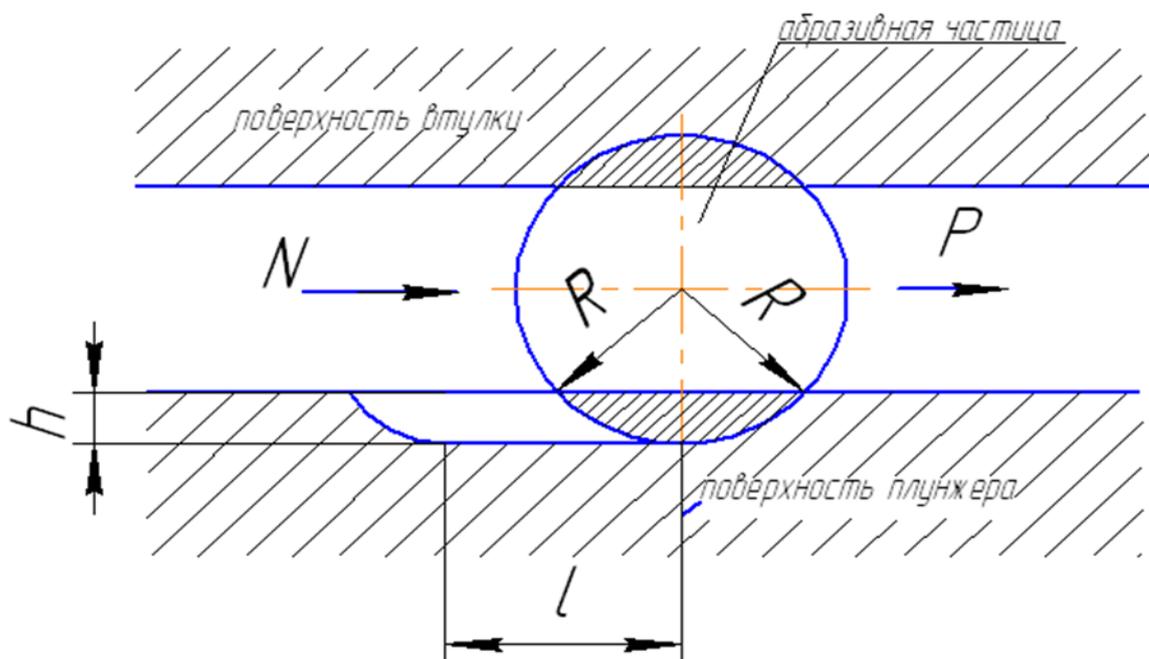


Рисунок 1 – Схема внедрения абразивной частицы в поверхность плунжера и втулки при защемлении в зазоре.

h – глубина внедрения абразивной частицы; l – путь частицы; R – радиус абразивной частицы; N – сила, действующая на абразивную частицу при движении плунжера.

Износ плунжерной пары G за один час работы определяется по формуле:

$$G = \left(V_{др} + \frac{V_{пл}}{N_p} \right) \cdot n_{абр} \cdot N \quad (1)$$

где $V_{др}$ – объем металла удаляющийся с поверхности детали при дроблении абразивной частицы, мкм^3 ;

$V_{пл}$ – объем металла, подвергающийся пластической деформации, мкм^3 ;

$n_{абр}$ – количество абразивных частиц попавших в зазор, шт;

N – количество подач топлива плунжером за один час работы насоса.

$$N = 60 \text{ мин} \cdot 1100 \text{ мин}^{-1} \cdot 6 = 3,96 \cdot 10^5$$

N_p – число циклов, приводящих к разрушению материала при пластических деформациях:

$$N_p = t \cdot \varepsilon_0 \quad (2)$$

где t – коэффициент усталости при пластических деформациях;

ε_0 - относительное удлинение материала при разрыве.

Объёмный износ, вызываемый пластической деформацией, будет равен:

$$V_{пл} = V_{деф} \cdot V_{упр} \quad (3)$$

где $V_{деф}$ – объём металла подвергающийся пластическому деформированию;

$V_{упр}$ – объём металла подвергающийся упругому деформированию.

Износ при дроблении абразивной частицы равняется внедренному объёму $V_{др}$ (мкм³), определяемому из геометрии шарового сегмента по следующему выражению:

$$V_{др} = \frac{\pi h_{др} \cdot [3(2a)^2 + h_{др}^2]}{6}, \quad (4)$$

где $h_{др}$ – глубина внедрения абразивной частицы в поверхности плунжерной пары до начала ее дробления, мкм;

a – длина хорды, определяемая глубиной внедрения и радиусом абразивной частицы (рисунок 2), мкм.

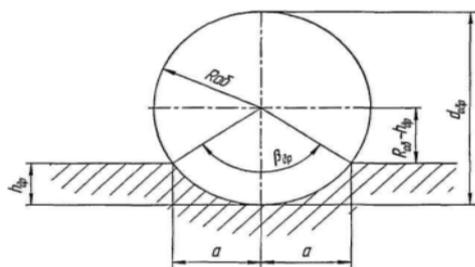


Рисунок 2 – Схема внедрения абразивной частицы

При использовании в качестве смазывающей среды водобиотопливо на поверхностях деталей плунжерной пары образуется защитный слой различной ориентации, который препятствует непосредственному контакту деталей трения, тем самым не допуская возникновения адгезионного контакта между поверхностями трения.

$$h_{др} = 6,25 \cdot R_{абр} \cdot k_T^2 \quad (5)$$

Количество абразивных частиц попавших в зазор, определяется из выражения:

$$n_{абр} = K_a \cdot V_з \quad (6)$$

где K_a – концентрация частиц данной размерной группы в 1 м^3 топлива, шт/ м^3 ;

$V_з$ – объем зазора между втулкой и плунжером, соответствующий участку износа, т.е. углу дуги $\alpha_{ен}$, на которой расположены впускные окна, определяется по формуле:

$$V_з = \frac{\alpha_{ен}}{2} \cdot (R_{вТ}^2 - R_{пл}^2) \cdot L_{пл} \quad (7)$$

где $R_{вТ}$ и $R_{пл}$ – радиусы втулки и плунжера с учетом величины износа,

$L_{пл}$ - длина уплотняющей поверхности, мм.

Таким образом, величина износа в районе впускных отверстий будет равна

$$G = \frac{\pi h_{др} [3 \cdot (2a)^2 + h_{др}^2]}{6} + \frac{F_{упр} \cdot L_{мп}}{3 \cdot t \cdot \varepsilon_0} \cdot K_a \cdot V_з \cdot N \quad (8)$$

Полученная зависимость (8) позволяет сделать расчет величины износа в районе впускных отверстий под действием абразивных частиц.

Следовательно, одним из путей повышения надежной работы дизеля является увеличение ресурса плунжерных пар топливного насоса.

Заключение

Используя полученную зависимость можно достоверно оценить степень влияния абразивных частиц в водобиотопливе на надежность топливной аппаратуры. Основной зоной износа прецизионных деталей топливного насоса,

определяющей их надежность, ресурс и работоспособность – есть износ плунжера и гильзы в зоне впускных отверстий.

Использованные источники

1. Антипов В.В. Износ прецизионных деталей и нарушение характеристики топливной аппаратуры дизелей / В.В. Антипов. - 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1992. - Т.1. - 816 с.

2. Быченин А. П. Повышение ресурса плунжерных пар топливного насоса высокого давления тракторных дизелей применением смесового минерально-растительного топлива: автореферат ... канд. техн. наук. - Пенза, 2007. - 20 с.

3. Быченин А. П., Володько О. С. Влияние органических поверхностно-активных веществ на ресурс прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры // Вестник ФГОУ ВО МГАУ. 2009. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-organicheskikh-poverhnostno-aktivnyh-veschestv-na-resurs-pretsizionnyh-par-dizelnoy-toplivnoy-apparatury> (дата обращения: 24.05.2019).

4. Гуревич Д.Ф. Основы теории износа плунжерных пар / Д.Ф. Гуревич // Автомобильная промышленность.-1968. –№ 2. с. 20-24.

5. Мылов А. А. Исследование износов плунжерных пар топливной аппаратуры дизеля // Нива Поволжья. 2010. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-iznosov-plunzhernyh-par-toplivnoy-apparatury-dizelya> (дата обращения: 24.05.2019).

6. Неговора А.В., Грехов Л.В., Габитов И.И. Диагностирование топливной аппаратуры автотракторных дизелей/ Актуальные проблемы теории и практики современного двигателестроения. Сб.н.тр м/н.н-т конф.100-лет Вибс. Челябинск: ЮУрГУ, 2003.

7. Шарифуллин С.Н. Пути повышения эффективности работы топливной аппаратуры автотракторных дизельных двигателей /Н.Р. Адигамов, С.Н. Шарифуллин //Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2009. –№ 3. – С. 30 – 31.

8. Уханов А. П., Ротанов Е. Г., Хохлов А. А. Теоретическая оценка ресурса плунжерных пар ТНВД при работе на смесовом рыжиково-минеральном топливе // Вестник Ульяновской ГСХА. 2018. №2 (42). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskaya-otsenka-resursa-plunzhernyh-par-tnvd-pri-rabote-na-smesevom-ryzhikovo-mineralnom-toplive> (дата обращения: 24.05.2019).

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ ПАРКА МАШИН ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Вахрушев В.В., Криков А.М., Немцев А.Е.

Сибирский научно-исследовательский институт механизации и
электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН. г. Новосибирск, *E-mail*:
krikov2010@mail.ru

SOME ASPECTS OF MANAGING THE AGING OF THE FLEET OF VEHICLES DURING THEIR OPERATION

Аннотация. Приведены результаты предварительного анализа исследований и сформированы основные аспекты управления старением парка машин, включая подходы к оценке состояния парка машин, выработке управляющих воздействия, а также реализации воздействия на объекте управления. В качестве цели управления представлено повышение предельного срока эксплуатации парка машин, а в качестве управляющих воздействий рассматриваются операции технического обслуживания, технического диагностирования и ремонта машин, а также сроки их реализации.

Abstract. The results of a preliminary analysis of studies are presented and the main aspects of managing the fleet of vehicles are formed, including approaches to assessing the condition of the fleet of vehicles, developing control impacts, as well as implementing impacts at the control facility. The aim of the management is to increase the service life of the fleet of vehicles, and the control actions are operations of maintenance, technical diagnosis and repair of machines, as well as the timing of their implementation.

Введение. Поддержание работоспособности парка машин в АПК усложняется рядом факторов, а преобладающее большинство самих машин эксплуатируется за пределами нормативного срока их использования. Поэтому одним из актуальных задач современной инженерной науки является разработка и реализация комплекса приемов, направленных на эффективную техническую эксплуатацию стареющего парка машин. В качестве одного из таких комплексов целесообразно рассматривать управление процессами старения парка машин, а теоретической основой решения такой проблемы целесообразно рассматривать теорию старения машин, разработанную академиком А.И. Селивановым [1] и рядом других исследователей [2, 3, 4].

Акцент на управлении процессами старения машин не нов, так как еще А.И. Селиванов отмечал необходимость и важность решения такой проблемы [1, стр. 23]. Однако как методологические аспекты управления старением парка машин, так и практические приемы их реализации к настоящему времени разработаны недостаточно полно. Пожалуй, наиболее близко этот аспект затронул В.А. Ушанов, но и он этот аспект в явном виде не рассматривает [4]. С намерением восполнить указанное упущение инженерной науки в данной работе приводятся результаты предварительного анализа некоторых аспектов управления старением парка машин в процессе его эксплуатации.

Методические положения исследований. Общеизвестно, что в процессе управления осуществляется оценка состояния объекта управления, выработка управляющего воздействия на него и реализация воздействия на объекте управления в процессе его использования.

В основу управления процессами старения парка машин можно положить минимизацию процессов деградации их элементов и систем в совокупности. Исходя из этого в качестве объекта управления будем рассматривать учитываемый в системе управления парк машин, а в качестве цели управления – уменьшение темпа снижения предельного срока эксплуатации парка машин. Отсюда следует, что каждая I -я единица парка машин должна характеризоваться предельным сроком ее эксплуатации $T_{\text{ПОЭ}i}$, ($i = 1, 2, \dots, I$), а парк машин – обобщенным параметром $T_{\text{ПОЭ}}$, оцениваемым, в простейшем случае, выражением:

$$T_{\text{ПОЭ}} = T_{\text{ПОЭ}1} + T_{\text{ПОЭ}2} + \dots + T_{\text{ПОЭ}i}.$$

При подсчете $T_{\text{ПОЭ}}$ могут возникнуть потребности учета весовых оценок определенной единицы машины. Так, величины $T_{\text{ПОЭ}i}$ могут быть установлены с учетом веса отказов (тяжести последствий отказа) определенной единицы или группы машины. На данном этапе исследований этот аспект в работе подробно не рассматривается. Сложность оценки величин $T_{\text{ПОЭ}i}$ заключается и в том, что сама машина является многопараметрической системой, состоящей из множества подсистем в виде ее механизмов, узлов и агрегатов. В ней каждая

составляющая вносит свой вклад в оцениваемую величину. Поэтому обоснование структуры $T_{\text{ПОЭ}}$ и разработка приемов ее оценки могут стать темой специального рассмотрения.

При выработке управляющих воздействий в качестве возможных ее элементов целесообразно рассматривать операции технического обслуживания, технического диагностирования и ремонта рассматриваемого парка машин, сформированные на основе стратегии управления старением парка машин. При этом необходимо учитывать как сроки реализации воздействий, так и возможности применения рациональных управляющих воздействий. В качестве методической основы обоснования видов и сроков воздействий на машину можно рассматривать методику прогнозирования технического состояния машин, наиболее полно отработанные В.М. Михлиным и А.А. Сельцер [5], а также результаты их реализации на компьютере применительно к некоторым моделям тракторов [6] и грузовых автомобилей [7]. Однако приемы совокупного учета конкретных значений множества параметров узлов и агрегатов определенной машины при выработке управляющих воздействий на нее еще предстоит обосновать и разработать. Аналогичная задача должна быть решена и при учете параметров состояний парка машин сельскохозяйственного предприятия. Эта задача весьма многогранна в реализации ремонтных воздействий, так как при этом необходимо максимально учитывать имеющиеся возможности в ремонтном производстве и то, что все вспомогательные операции по подготовке самой машины к ремонту, а так же и по ее разборке и сборке непременно выполняются независимо от выполняемых воздействий на те или иные механизмы, узлы и агрегаты машины.

Множество управляющих воздействий включает в себя и операции восстановления изношенных деталей, а также ремонта узлов и агрегатов машин. В виду многообразия указанных объектов в качестве ограничения проблемы будем полагать, что такие объекты будут восстанавливаться уже известными методами и в данной работе специально не рассматриваются.

Наряду с рассмотренными процессами управления старением машин встречаются и случаи отказов их работоспособности. Основные аспекты обеспечения работоспособности машин в условиях Сибири путем устранения отказов достаточно подробно рассмотрены в работе [8] и здесь не приводятся. Некоторые приемы управления непосредственно процессом устранения последствий отказов приведены в [9, 10] и в данной работе специально не обсуждаются.

Заключение.

Проведенный предварительный анализ исследований по управлению процессами старения машин показал, что методологические аспекты управления старением парка машин и практические приемы их реализации инженерной наукой АПК разработаны недостаточно полно.

Основные аспекты управления старением парка машин включают методологические подходы к оценке состояния парка машин, выработке управляющих воздействия, а также реализацию воздействия на объекте управления. В качестве цели управления представлено повышение предельного срока эксплуатации парка машин. Управляющими воздействиями рассматриваются операции технического обслуживания, технического диагностирования и ремонта машин, а сроки их реализации предлагается формировать на компьютере на основе общеизвестной методики прогнозирования параметров технического состояния машин В.М. Михлина.

Дальнейшие исследования по управлению процессами старения парка машин являются одной из актуальных задач инженерной науки АПК.

Использованные источники

1. Селиванов А.И. Основы теории старения машин. – М.: Машиностроение, 1971. – 408 с.
2. Боярский Г.А. Теория старения машин. – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006. – 174 с.
3. Боярский Г.А. Теория старения и восстановления машин: Научное издание. – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2007. – 175 с.

4. Ушанов В.А. Сопротивление машин старению. Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 344 с.
5. Михлин В.М., Сельцер А.А. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин. М., ОНТИ ГОСНИТИ, 1972. – 216 с.
6. Криков А.М., Бердникова Р.Г. Разработка программно-алгоритмических и информационных средств прогнозирования остаточного ресурса тракторов на компьютере // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в с/х.: материалы конф. – М., 2010. – С. 218–226.
7. 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.
8. Немцев А.Е., Коротких В.В. Методология формирования системы обеспечения работоспособности с/х техники: монография. СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. – 258 с.
9. Оперативное управление процессами обеспечения технической готовности тракторов типа К-700. Метод. рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отделение. СибИМЭ; Подгот. Криков А. М. и др. – Новосибирск, 1984. – 104 с.
10. Криков А.М., Козиенко Н.П., Савченко Т.Г. Оперативное управление процессами обеспечения технической готовности тракторов типа К-700. – Техника в сельском хозяйстве, № 12, 1984. С. 28-31.

УДК 621.436

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОПЛИВОПОДАЧИ ФОРСУНКОЙ
ФД-22 ПРИ РАБОТЕ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ДИЗЕЛЬНОМ
ТОПЛИВЕ С ПРИСАДКОЙ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Даманский Р.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Омский государственный аграрный университет
имени П.А. Столыпина» г. Омск, Российская Федерация

e-mail: 79514085374@yandex.ru

RESEARCH OF THE FUEL FEEDER PROCESS WITH USING FD-22 INJECTION NOZZLE DURING OPERATION OF A DIESEL ENGINE ON DIESEL FUEL WITH AN ADDITIVE ON THE BASIS OF VEGETABLE OILS

Аннотация: В статье рассмотрена возможность использования присадки на основе растительных масел для снижения износа топливной аппаратуры дизельного двигателя. Отечественные дизельные топлива обладают низкими противоизносными свойствами и для повышения противоизносных свойств в них добавляют различного рода присадки. В данной статье приведены результаты использования дизельного топлива с присадкой и его влияния на процесс топливоподачи. Проведено сравнение топливоподачи форсунок ФД-22 с использованием дизельного топлива и дизельного топлива с исследуемой присадкой.

Annotation: The article considers the possibility of using additive based on vegetable oils for reducing of wear of the fuel equipment of a diesel engine. Domestic diesel fuels have low antiwear features and various additives are added to increase antiwear features. This article presents the results of the using of diesel fuel with an additive and its effect on the fuel supply process. There is a comparison of the fuel supply of the FD-22 injectors using diesel fuel and diesel fuel with the investigated additive.

Форсунка системы топливоподачи дизельного двигателя является ответственным узлом двигателя, определяющим эффективность выделения теплоты. Эффективность форсунки зависит от состояния прецизионных пар распылителя, которые являются наименее надёжными её частями. Ресурс работы распылителей форсунок составляет 800 – 1600 моточасов [3], в то время как в настоящее время ставится задача довести ресурс распылителей до 3500 моточасов. Низкий ресурс распылителей, в значительной степени, обусловлен качеством используемых топлив. Отечественные дизельные топлива обладают низкими противоизносными свойствами и для повышения противоизносных свойств в них добавляют присадки. Для повышения ресурса распылителей форсунок нами предложена присадка, номер заявки на патент №2019122951

(далее «присадка»), которая вводится в дизельное топливо в количестве 1%. Целью данной работы является изучение влияния на процесс топливоподачи добавки в дизельное топливо присадки. В работе получены осциллограммы зависимости топливоподачи при частотах вращения топливного насоса 500, 850 и 1100 мин⁻¹. Показано, что прибавка к ДТ присадки при одном и том же ходе иглы не оказывает существенного влияния на процесс топливоподачи насоса.

Материалы и методы

Исследования топливной системы проводились на топливном стенде КИ-921М, усовершенствованном в соответствии с методическими особенностями экспериментальных исследований. Усовершенствование стенда КИ-921М заключалось в дополнительном оснащении измерительной и регистрирующей аппаратурой, с целью повышения метода измерения и исследования процесса топливоподачи. Общий вид стенда представлен на рисунке 1. Предварительно были определены технические характеристики распылителей форсунок в соответствии с ГОСТ 10579 – 88 и они были отрегулированы на давление впрыска 17,5 МПа.

Опыты проводились с трех кратной повторностью, и результаты исследований сравнивались с аналогичными данными, полученными при испытании топливной системы с насосом УТН-5 и форсунками ФД-22 на чистом дизельном топливе по ГОСТ 305-2013 [1].



Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной установки исследования процесса топливоподачи: 1 – ТНВД; 2 – датчики: тензометрический давления в топливопроводе у форсунки, индуктивный хода клапана форсунки,

тензометрической характеристики впрыска; 3 – универсальная 12-ти канальная тензометрическая станция УТС1-ВТ-12/35; 4 – фильтр высокой частоты; 5 – персональный IBM PC/AT-совместимый компьютер с установленным в него аналого-цифровым преобразователем ЛА-2М5; 6 – монитор; 7 – принтер; 8 – клавиатура; 9 – мышь; 10 – блок питания тензометрической станции; 11 – блок питания фильтра высокой частоты; 12 – топливный стенд КИ-921М.

В процессе исследования определяли основные параметры, определяющие динамику процесса топливоподачи: продолжительность подачи топлива $\varphi_{ВП}$, давление топлива в полости форсунки (давление подачи) P_T и скорость нарастания давления топлива в линии высокого давления перед входным сечением форсунки P_{T1}/φ_{m1} . [2]

Результаты и обсуждение

На рисунке 2 представлена типичная осциллограмма, полученная в результате испытания форсунки на дизельном топливе ГОСТ 305-2013.

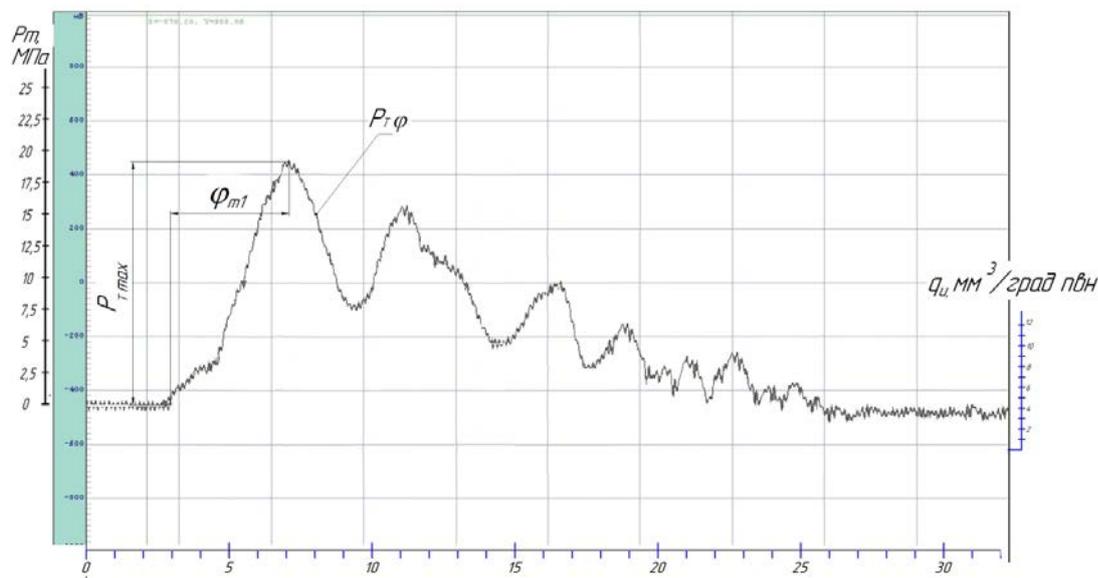


Рисунок 2 – Осциллограмма, полученная в результате испытания на дизельном топливе ГОСТ 305-2013: $\varphi_{ВП}$ - продолжительность подачи топлива; P_T - давление топлива в полости форсунки (давление подачи); P_{T1}/φ_{m1} - скорость нарастания давления топлива в линии высокого давления перед входным сечением форсунки.

На рисунке 3 представлена типичная осциллограмма, полученная в результате испытания на дизельном топливе ГОСТ 305-2013 + 1% присадки.

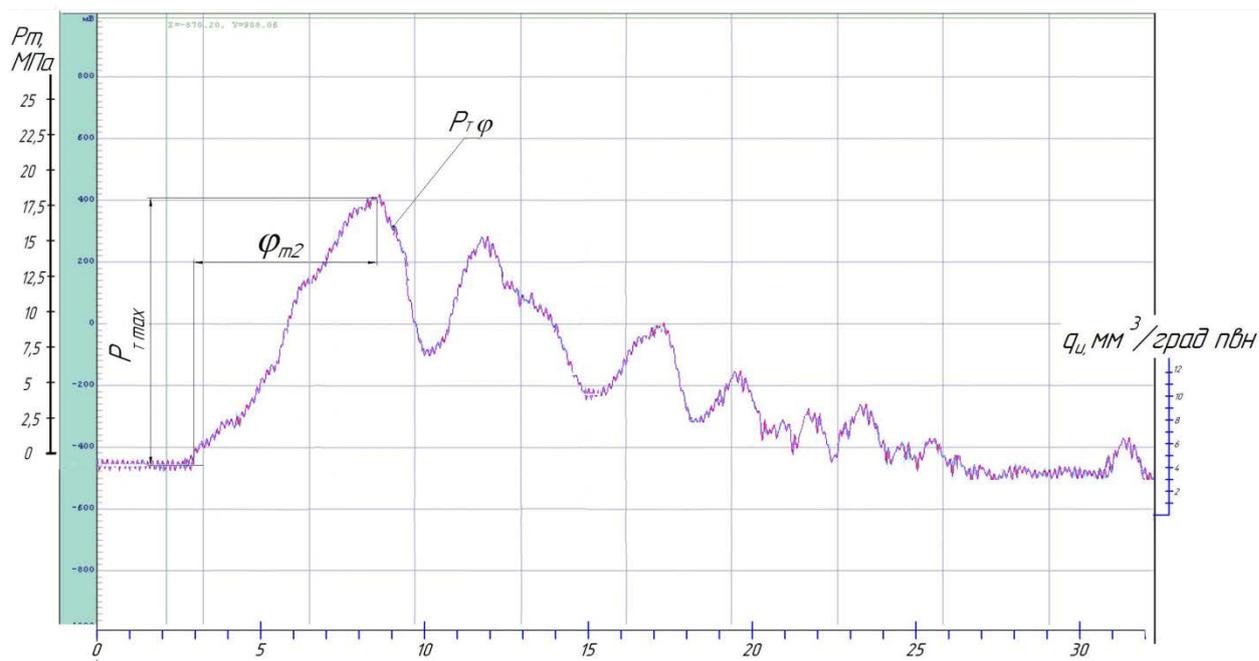


Рисунок 3 – Осциллограмма, полученная в результате испытания на дизельном топливе ГОСТ 305-2013 + 1% присадки: $\varphi_{ВП}$ - продолжительность подачи топлива; P_T - давление топлива в полости форсунки (давление подачи); P_{T2}/φ_{m2} - скорость нарастания давления топлива в линии высокого давления перед входным сечением форсунки.

В результате обработки осциллограмм были получены следующие значения параметров, определяющих процесс топливоподачи (таблица 1):

Таблица 1 – Результаты исследования параметров топливоподачи

| Топливо | $(\Delta P/\Delta \varphi)_{\max}$ МПа/°пвн | $P_{в \max}$ МПа | q_c , мм ³ /°пвн |
|---|--|---------------------|----------------------------------|
| Дизельное топливо летнее ГОСТ 305-2013 | 8,22 | 17,6 | 3,18 |
| Дизельное топливо летнее с присадкой | 8,14 | 16,1 | 3,16 |

Представленные в таблице 1 данные показывают, что параметры процессов топливоподачи на дизельном топливе и дизельном топливе с присадкой отличаются на величину, не превосходящую погрешность опыта.

Так жесткость работы двигателя на чистом дизельном двигателе составляет 8,22 МПа/°пвн, а на дизельном топливе с присадкой 8,14 МПа/°пвн. Таким образом, разность между этими значениями составляет 0,08 МПа/°пвн или 0,97%.

Вывод

Результаты исследования показывают, что процесс топливоподачи на дизельном топливе с присадкой практически не отличается от процесса топливоподачи на чистом дизельном топливе и не может служить препятствием для использования присадки.

Использованные источники

1. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Реферат и аннотация. – Взамен ГОСТ 305-73, ГОСТ 4749-73 ; введ. 1983-01-01. - М. : ИПК Изд-во стандартов, 1982. – 7 с.
2. Гурин Т.Ю. Повышение долговечности распылителей форсунок закрытого типа [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03/ Гурин Тимофей Юрьевич. - Омск, 2006. – 141с.
3. Дрюпин, П.В. Повышение долговечности плунжерных пар топливного насоса высокого давления тракторных дизельных двигателей [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.20.03/ П.В. Дрюпин. - Омск: 2012. - 143с.
4. Русинов, Р. В. Конструкция и расчет дизельной топливной аппаратуры / Р.В. Русинов. – М. : Машиностроение, 1965. – 148 с.

ВЛИЯНИЕ СИЛЫ ТЯГИ НА КРЮКЕ НА ЧАСОВОЙ РАСХОД ТОПЛИВА

Л.С. Керученко, С.В. Захаров.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени
П.А. Столыпина», г. Омск, Россия

sv.zakharov@omgau.org

INFLUENCE OF TRACTIVE EFFORT ON THE HOOK ON HOUR FUEL CONSUMPTION

Одной из задач, возникающих при питании дизельного двигателя смесью дизельного топлива с газом, является определение влияния стохастически изменяющегося сопротивления почвы на расход топлива и соотношение между газом и запальной дозой. Установление зависимости позволяет объективно подойти к определению способа регулирования подачи газа и топлива.

Процессы, происходящие в дизельном двигателе в процессе сгорания топлива являются многофакторными, сложно подчиняющимися детерминированным зависимостям, что делает практически невозможным устанавливать связи между различными параметрами, характеризующими работу двигателя в условиях рядовой эксплуатации [1]. Это положение усложняется при переводе двигателя на работу на газодизельном топливе. Установление связи между различными параметрами процесса сгорания топлива позволяет целенаправленно влиять на получение рациональных значений других параметров.

Дизельные двигатели работают по регуляторной характеристике, используя которую можно установить связь между силой тяги на крюке и часовым расходом топлива. Регуляторная характеристика имеет две ветви - регуляторную и перегрузочную (безрегуляторную) [1, 2]. На регуляторной характеристике обычно представлены зависимости эффективной мощности N_e , эффективного крутящего момента двигателя M_e , часового G_t и удельного g_e

расходов топлива от частоты вращения двигателя n_e . В общем виде регуляторная характеристика имеет вид, представленный на рисунке 1.

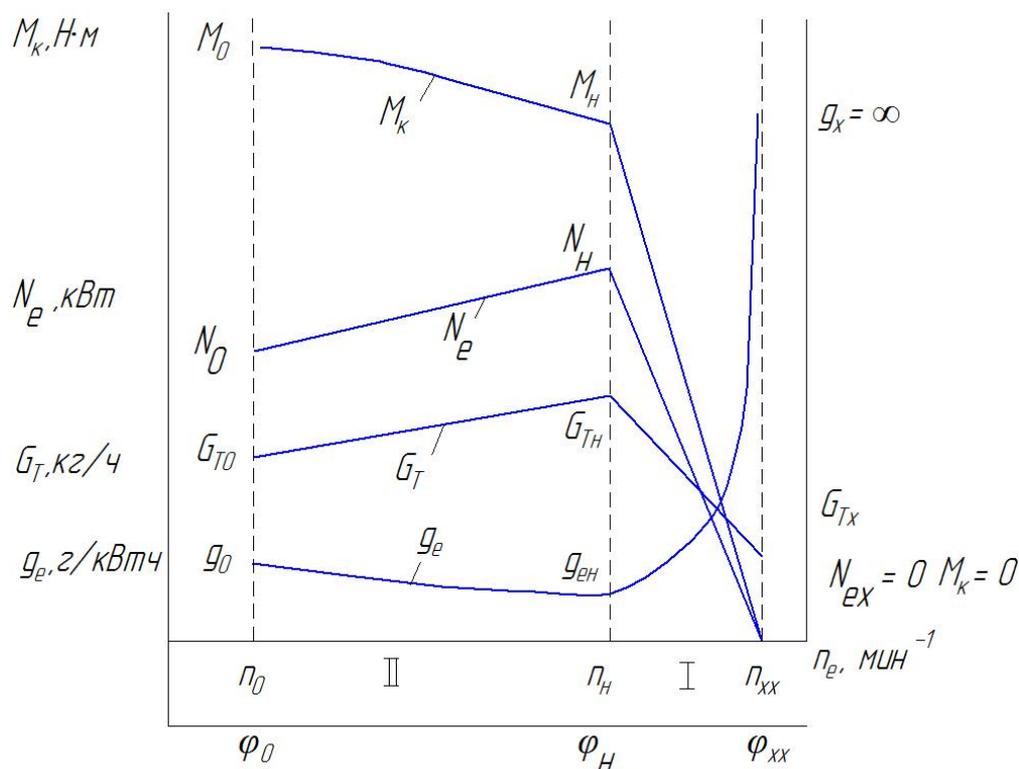


Рисунок 1. Регуляторная характеристика дизеля: I - регуляторная ветвь характеристики; II- перегрузочная ветвь характеристики; n_0 - минимально устойчивые обороты двигателя, мин^{-1} ; n_H - номинальные обороты двигателя, мин^{-1} ; n_x - обороты холостого хода, мин^{-1} ; $\varphi_0 = \frac{n_0}{n_H}$; $\varphi_H = \frac{n_H}{n_H} = 1$; $\varphi_x = \frac{n_x}{n_H}$ - соответствующие относительные безразмерные обороты двигателя; M_0, N_0, G_{T0}, g_0 - значение параметров характеристики при минимально устойчивых оборотах; M_H, N_H, G_{TH}, g_{eH} - значение параметров характеристики при номинальных оборотах; $M_x, N_x, G_{Tx}, g_x = \infty$ - значение параметров характеристики при холостом ходе.

Для установления связи между часовым расходом топлива и силой тяги на крюке воспользуемся кривыми часового расхода топлива и крутящего момента двигателя. Анализ регуляторных характеристик различных дизельных двигателей показывает, что как на регуляторной, так и на перегрузочной ветвях характеристики, кривые зависимости крутящего момента двигателя и часового

расхода топлива от частоты вращения двигателя, приближённо можно аппроксимировать линейными зависимостями следующего вида:

на регуляторной ветви характеристики:

$$M_e = M_n \frac{\varphi_x - \varphi}{\varphi_x - \varphi_n}. \quad (1)$$

$$G_T = G_{ТХ} + (G_{ТН} - G_{ТХ}) \frac{\varphi_x - \varphi}{\varphi_x - \varphi_n}. \quad (2)$$

Из уравнения (1) следует $\frac{\varphi_x - \varphi}{\varphi_x - \varphi_n} = \frac{M_e}{M_n}$, после подстановки в уравнение (2), получим:

$$G_T = G_{ТХ} + (G_{ТН} - G_{ТХ}) \frac{M_e}{M_n}. \quad (3)$$

Полученное уравнение (3) отражает зависимость часового расхода топлива от эффективного момента двигателя. Также следует, что между часовым расходом топлива и эффективным моментом существует линейная зависимость.

На перегрузочной ветви характеристики зависимость эффективного момента от частоты вращения имеет вид:

$$M_e = M_n + (M_0 - M_n) \frac{1 - \phi}{1 - \phi_0}, \quad (4)$$

а часового расхода топлива:

$$G_T = G_{ТН} - (G_{ТН} - G_{Т0}) \frac{1 - \phi}{1 - \phi_0}. \quad (5)$$

После совместного решения уравнений (4) и (5), получим:

$$G_T = G_{ТН} - \frac{(G_{ТН} - G_{Т0}) \cdot M_e}{M_0 - M_n} + (G_{ТН} - G_{Т0}) \cdot \frac{M_n}{M_0 - M_n}. \quad (6)$$

Момент двигателя, выраженный через силу тяги на крюке:

$$M_e = \frac{(P_{кр} + P_f) r_k}{i_{тр} \eta_{тр}}, \quad (7)$$

где $P_{кр}$ - сила тяги на крюке, Н; $P_f = f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$ - сила сопротивления качению трактора, Н; r_k - радиус колеса, м; $i_{тр}$ - передаточное число трансмиссии; $\eta_{тр}$ - КПД трансмиссии.

С учётом формулы (8) уравнения (3) и (6) преобразуются к виду:

На регуляторной ветви:

$$G_{\tau} = G_{\tau x} + A \frac{P_f r_k}{i_{тр} \eta_{тр}} + A \frac{r_k}{i_{тр} \eta_{тр}} P_{кр}, \quad (8)$$

где $A = \frac{G_{\tau n} - G_{\tau x}}{M_n}$ - удельный часовой расход топлива на единицу момента, $\frac{\text{кг}}{\text{ч} \cdot \text{Нм}}$.

На перегрузочной ветви:

$$G_{\tau} = (B + C)D - E \frac{P_f r_k}{i_{тр} \eta_{тр}} - E \frac{r_k}{i_{тр} \eta_{тр}} P_{кр}, \quad (9)$$

где $B = \frac{G_{\tau n}}{G_{\tau n} - G_{\tau 0}}$; $C = \frac{M_n}{M_0 - M_n}$; $D = G_{\tau n} - G_{\tau 0}$; $E = \frac{G_{\tau n} - G_{\tau 0}}{M_0 - M_n}$.

В процессе работы машинно-тракторного агрегата (МТА) сила тяги на крюке может отклоняться от установившейся на данном режиме, что неизбежно приводит к изменению расхода топлива.

Изменение расхода топлива в зависимости от силы тяги на крюке выражается следующими зависимостями:

на регуляторной ветви:

$$\frac{dG_{\tau}}{dP_{кр}} = \frac{G_{\tau n} - G_{\tau x}}{M_n} \cdot \frac{r_k}{i_{тр} \eta_{тр}}; \quad (10)$$

на перегрузочной ветви:

$$\frac{dG_{\tau}}{dP_{кр}} = - \frac{G_{\tau n} - G_{\tau 0}}{M_0 - M_n} \cdot \frac{r_k}{i_{тр} \eta_{тр}}. \quad (11)$$

Анализ полученных зависимостей:

Полученные зависимости (10) и (11) показывают, что как на регуляторной так и на перегрузочной ветви, изменение часового расхода на единицу силы тяги на крюке является постоянной величиной, которая определяется как на регуляторной, так и на перегрузочной ветви величиной радиуса колеса,

передаточного числа и КПД трансмиссии [3]. Кроме того на регуляторной характеристике эта величина зависит от расхода топлива на номинальном и холостом режимах работы и момента двигателя на номинальном режиме. На перегрузочной ветви зависит также от разности часовых расходов топлива на номинальном и минимально устойчивом режимах и разности моментов на минимально устойчивом и номинальном режимах.

Вывод

При разработке системы подачи топлива, состоящего из дизельного топлива и газа, регулятор подачи газа должен обеспечивать постоянство подачи газа на единицу изменяемой силы тяги на крюке.

Использованные источники:

1. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчёт автотракторных двигателей [Текст]. - М.: Колос, 1984.-335с.

2. Скотников В.А. Основы расчета и теории трактора и автомобиля: учеб. пособие для вузов / В.А. Скотников, А.А. Мащенский, А.С. Солонский. - М.: Агропромиздат, 1986. - 383 с.

3. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. / Г.М. Кутьков.- М.: Колос, 2004. - 504 с.

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос влияния изменяющейся силы тяги на крюке на часовой расход топлива. На основании регуляторной характеристики дизельного двигателя получены зависимости влияния силы тяги на крюке на изменение часового расхода топлива.

Abstract. In article the question of influence of the changing tractive effort on hook on hour fuel consumption is considered. On the basis of regulatory characteristic of the diesel engine dependences of influence of tractive effort on hook on change of hour fuel consumption are received.

УДК 629.018:629.078

**ПАРАМЕТРЫ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ МАСЛА КАК
ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИЗНАК СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ
КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА АВТОТРАКТОРНОГО
ДВИГАТЕЛЯ**

Косенко Д.Ю., Пятин С.П., Моносзон А.А., Кошевой В.Г.

Сибирский Федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), Новосибирская обл. р.п. Краснообск, РФ

E-mail: denis.garant@yandex.ru

**PARAMETERS OF OIL PRESSURE PULSATIONS AS A DIAGNOSTIC
SIGN OF THE CONDITION OF BEARINGS OF CRANK MECHANISM OF
MOTOR-TRACTOR ENGINE**

АННОТАЦИЯ. В статье изложены предпосылки актуальности диагностики подшипников кривошипно-шатунного механизма автотракторного двигателя по параметрам пульсации давления масла в центральной масляной магистрали (ЦММ). Выдвинута гипотеза о наличии диагностических признаков в пульсациях давления масла в ЦММ. Приведена методика обработки полученных экспериментальных данных и показана связь полученных результатов с техническим состоянием двигателя.

ABSTRACT. The article presents the prerequisites for the relevance of the diagnosis of the bearings of the crank mechanism of the motor and tractor engine according to the parameters of the oil pressure pulsation in the central oil pipeline. The hypothesis of the presence of diagnostic signs in the oil pressure pulsations in the central oil pipeline is put forward. The technique of processing the experimental data and shows the relationship of the results with the technical condition of the engine.

Постановка проблемы.

Одним из наиболее нагруженных механизмов двигателя является кривошипно-шатунный механизм (КШМ) и его подшипниковые узлы. В качестве информативного показателя работы КШМ, при диагностике можно использовать информацию о параметрах давления масла в центральной масляной магистрали (ЦММ).

Анализ формы сигнала, записанного с датчика давления масла при предварительных испытаниях, показывает наличие пульсаций, которые возникают вследствие динамических процессов, протекающих в двигателе [1].

Было сделано предположение и выдвинута гипотеза, что степень износа в подшипниках скольжения КШМ будет влиять на параметры пульсаций давления масла в центральной масляной магистрали двигателя. Для ее подтверждения была создана экспериментальная установка на базе двигателя Д-240, на которой снимались внешние скоростные характеристики двигателя в соответствии с ГОСТ 14846-81[2] и ГОСТ 18509-88 [3].

Методы проведения эксперимента.

За базовое было принято состояние с номинальными зазорами во всех сопряжениях КШМ равным 0,08 мм.

Далее были проведены эксперименты со следующими сочетаниями зазоров:

- все подшипниковые узлы с номинальными зазорами 0,08 мм;
- все коренные подшипники с номинальным зазором, все шатунные подшипники с зазором 0,25 мм;
- все коренные подшипники с зазором 0,20 мм, все шатунные подшипники с номинальным зазором;
- все коренные подшипники с зазором 0,20 мм, все шатунные подшипники с зазором 0,25 мм;

Полученные записи были обработаны по ранее рассмотренной методике [3] в среде специализированного программного обеспечения (ПО).

Описание результатов.

На рисунке 1 в качестве примера показаны зависимости максимального и минимального давлений масла. Для упрощения анализа результаты экспериментов были сведены в таблицу 1.

Анализ зависимости пульсаций от зазора в шатунных подшипниках показывает, что с увеличением зазора амплитуда пульсаций существенно увеличивается, при этом минимум уменьшается, а максимум увеличивается [4].

Увеличенные зазоры в коренных подшипниковых узлах – напротив уменьшают как размах пульсаций, так и величину давления в ЦММ в целом. При этом точка вхождения в рабочий диапазон давлений еще сильнее смещается в сторону большей частоты вращения коленчатого вала.

При увеличении зазора в сопряжениях КШМ значения давления минимумов достигают нормативных значений всё при большей частоте вращения коленчатого вала. А при достижении в коренных и шатунных подшипниковых узлах зазоров 0,20 мм и 0,25 мм соответственно, значения минимумов в область допустимых значений вообще не входит.

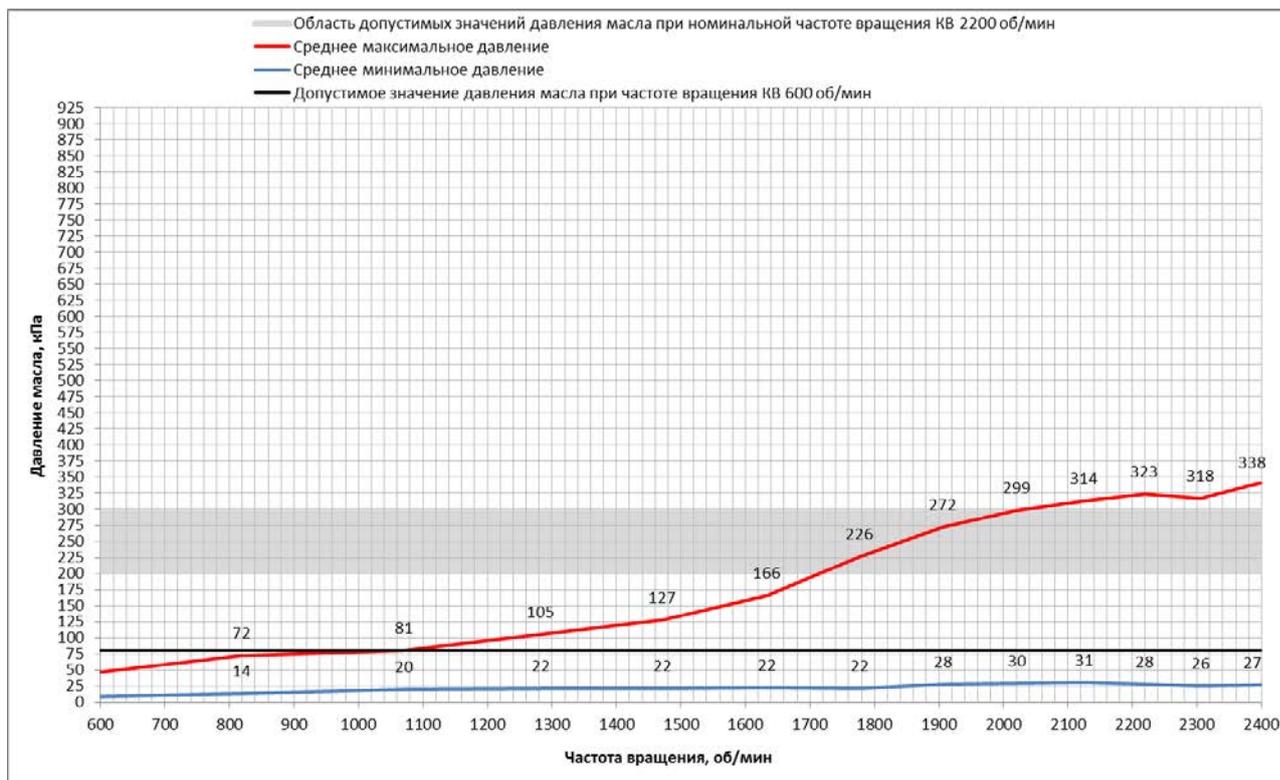


Рисунок 1 – Зависимости максимального и минимального давлений масла при зазоре 0,20 мм в коренных подшипниковых узлах и зазоре 0,25 мм в шатунных подшипниковых узлах

Из анализа результатов исследований, можно сделать выводы, что диагностическим признаком увеличенного зазора при диагностике

подшипников КШМ будут являться: размах пульсаций давления, соответствие линии минимумов давления допустимым значениям давления в центральной масляной магистрали.

Таблица 1. Результаты экспериментальных данных

| Критерий | Состояние подшипниковых узлов | | | |
|--|---|--|--|---|
| | Номинальный зазор 0,08 мм во всех подшипниках | Зазор в коренных подшипниках 0,08 мм зазор в шатунных подшипниках 0,25 мм | Зазор в коренных подшипниках 0,20 мм зазор в шатунных подшипниках 0,08 мм | Зазор в коренных подшипниках 0,20 мм зазор в шатунных подшипниках 0,25 мм |
| Размах пульсаций в начале разгона | 30 кПа | 75 кПа (на 22% больше от номинала) | 45 кПа (на 13% больше от номинала) | 30 кПа |
| Размах пульсаций на участке максимального ускорения | 121 кПа | 320 кПа (на 162% больше от номинала) | 89 кПа (на 18% меньше от номинала) | 140 кПа (на 15% больше от номинала) |
| Размах пульсаций в конце разгона | 250 кПа | 731 кПа (на 192% больше от номинала) | 310 (на 24% больше от номинала) | 315 (на 26% больше от номинала) |
| Точка вхождения в рабочий диапазон минимумов давлений при 600 об/мин | Входит в рабочий диапазон (90 кПа) | Не входит в рабочий диапазон при 600 об/мин (55 кПа) Входит в диапазон при 1400 об/мин | Не входит в рабочий диапазон при 600 об/мин (30 кПа) Входит в диапазон при 1450 об/мин | Не входит в рабочий диапазон при 600 об/мин (15 кПа) |

При увеличении зазора в сопряжениях КШМ значения давления минимумов достигают нормативных значений всё при большей частоте вращения коленчатого вала. А при достижении в коренных и шатунных подшипниковых узлах зазоров 0,20 мм и 0,25 мм соответственно, значения минимумов в область допустимых значений вообще не входит.

Выводы и предложения.

Таким образом, можно сделать выводы, что диагностическим признаком увеличенного зазора при диагностике подшипников КШМ будут являться: размах пульсаций давления и соответствие линии минимумов давления допустимым значениям давления в центральной масляной магистрали. Оценку

степени износа подшипниковых узлов КШМ возможно реализовать безразборным способом при помощи набора критериев в виде шаблона с использованием специализированного программного обеспечения на базе ПК.

Использованные источники:

1. Косенко Д.Ю., Пятин С.П., Моносзон А.А., Кошевой В.Г. Новые средства диагностики как фактор повышения эффективности использования автотракторной техники // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: сб. науч. тр. по материалам VII регион. науч.-практ. конф. – НГАУ. – 2015.

2. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний.

3. ГОСТ 23435-79. Техническая диагностика. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Номенклатура диагностических параметров.

4. Лившиц В.М., Косенко Д.Ю., Пятин С.П., Моносзон А.А., Кошевой В.Г. Влияние степени износа шатунных подшипников на амплитуду пульсаций давления масла // АгроЭкоИнфо. – 2018, №4. [Электронный ресурс]: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/4/st_435.doc.

УДК 631.3.004.58

СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

А.М. Криков¹, Р.Г. Бердникова², А.Г. Федоров³

¹ Сибирский Федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), Новосибирская обл. р.п. Краснообск, РФ,
E-mail: krikov2010@mail.ru.

² Томский сельскохозяйственный институт, филиал ФГБОУ
ВО Новосибирский ГАУ. г. Томск, *E-mail:* berdnikova-rita@yandex.ru

³ Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева
войск национальной гвардии РФ. г. Новосибирск

INFORMATION SUPPORT SYSTEM OF TECHNICAL MAINTENANCE OF THE TRACTORS AND TRUCKS

Аннотация. Описаны системы информационного обеспечения технического обслуживания (ТО) тракторов и грузовых автомобилей. Они формируются электронными версиями нормативно-технической документации и руководящих материалов по выполнению ТО и технического диагностирования (ТД) в совокупности, а также средствами вычислений прогнозных значений параметров технического состояния узлов и агрегатов машин по результатам их ТД. Системы представлены совокупностями взаимосвязанных информационных и вычислительных блоков.

Annotation. The systems of information support of maintenance of tractors and trucks are described. They formed electronic versions of normative-technical documentation and leading of existing materials for implementation and technical diagnostics (TD) together, and also means of calculations of forecast values of parameters of a technical condition of knots and units of cars on their T. The systems are represented by sets of interconnected information and computing blocks.

В рациональном использовании сельскохозяйственной техники значительную роль играет своевременное и качественное проведение операций технического обслуживания (ТО) и технического диагностирования (ТД) тракторов и грузовых автомобилей. При их обслуживании используются широкий круг технических средств, инструментов и расходных материалов, а сами операции характеризуются высокой информационной насыщенностью.

Одним из путей эффективного оперирования имеющимися сведениями по ТО и ТД машин является применение компьютеризированной системы информационной поддержки их технического обслуживания [1-4]. В реализации указанного пути нами были разработаны системы информационного обеспечения технического обслуживания тракторов – СИПТОТ [5] и грузовых автомобилей – СИПТОГА [6]. Ниже приводятся обобщенные сведения об указанных системах и возможные направления их развития.

Основой СИПТОТ и СИПТОГА является полный комплект нормативно-технической документации и руководящих материалов, представленный

их электронными версиями. Реализованы также средства автоматизированных вычислений прогнозируемых значений параметров технического состояния узлов и агрегатов машин по результатам их ТД [7, 8].

Указанные системы представлены как совокупность следующих информационных блоков: «Пункты ТО тракторов/грузовых автомобилей», «Операции ТО тракторов/грузовых автомобилей», «Прогнозирование остаточного ресурса параметров узлов и агрегатов тракторов/грузовых автомобилей», «Оборудование и оснастка, применяемые при ТО и ТД тракторов/грузовых автомобилей», «Инструменты и приборы, применяемые при ТО и ТД тракторов/грузовых автомобилей», «Топливо-смазочные и расходные материалы при обслуживании тракторов/грузовых автомобилей», «Нормы расхода и затрат ресурсов на ТО и ТД тракторов/грузовых автомобилей», «Устройства обслуживаемых тракторов/грузовых автомобилей», «Хронология состояний тракторов/грузовых автомобилей», «Неисправности узлов и агрегатов тракторов/грузовых автомобилей», «Предприятия ресурсного обеспечения» [5, 6].

Информационный блок «Пункты ТО тракторов/грузовых автомобилей» содержит подробные сведения по имеющимся типичным проектам, их характеристику, описание их состава и оборудования.

В информационном блоке «Операции ТО тракторов/грузовых автомобилей» подробно характеризуется набор операций, предусмотренных как по ТО, так и по ТД учитываемых моделей машин. Операции ТО и ТД представлены в виде единого технологического процесса и раскрываются технологическими картами. Реализован прием многоуровневого представления информации, обращаясь к более подробной информации проводится при необходимости.

В блоках «Оборудование и оснастка ...», «Инструменты и приборы...» приводятся подробное описание и технические характеристики устройств, предусмотренные к использованию при выполнении операций ТО и ТД.

В блоке «Предприятия ресурсного обеспечения» представляются адреса

сервисных предприятий и дилеров разных производителей техники с учетом доступности их представителей и наличия договорных связей с ними. Здесь же отражаются функции, потенциально выполняемые ими по ТО и ТД.

Рассмотренные системы целесообразно дополнить сведениями о приемах заявочного диагностирования, выполняемого при поступлении сведений о неисправном состоянии эксплуатируемой машины. В этих целях предлагается систему дополнить подблоком «Техническое обслуживание по заявкам».

Для информационной поддержки начального периода эксплуатации новых и капитально отремонтированных машин, целесообразно в системы включить подблок «Техническое обслуживание перед вводом в эксплуатацию».

В системе информационного обеспечения ТО еще нет сведений о техническом обслуживании машин в особых условиях эксплуатации и при хранении. Поэтому системы должны быть пополнены информационным подблоком «Техническое обслуживание в особых условиях эксплуатации».

В качестве возможных дополнений СИПТОТ и СИПТОГА можно указать:

- разработку годового календарного графика технического обслуживания машин применительно к имеющемуся в хозяйстве парку [8];
- организацию оперативного управления постановкой тракторов и автомобилей на обслуживание, а также процессами устранения неисправностей путем отслеживания их устранения диспетчерской службой хозяйства на основе процедур, представленных в [9, 10]. С данным блоком связан блок «Неисправности узлов и агрегатов...», в основу которого необходимо положить алгоритмические и технологические приемы, позволяющие решить данный комплекс сложных задач с применением компьютера;
- анализ отклонений фактических сроков выполнения ТО от нормативов парком тракторов/грузовых автомобилей путем оценки статистики сроков.

Мы полагаем, что применение описанной и дополненной системы технического обслуживания тракторов и грузовых автомобилей даст

возможность реализовать пути дальнейшего совершенствования процессов ТО, позволит организовать технологический процесс обслуживания на более высоком качественном уровне, что является залогом поддержания тракторов и грузовых автомобилей в постоянной готовности к выполнению работ.

Использованные источники

1. Криков А.М., Бердникова Р.Г. Разработка системы информационного сопровождения технического обслуживания тракторов // Электроэнергетика в сельском хозяйстве: материалы конф. сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. Респ. Алтай: база НГТУ Эрлагол. – 2009. – С. 308–312.

2. Криков А.М., Федоров А.Г. Разработка системы информационного обеспечения технического обслуживания грузовых автомобилей АПК/Труды ГОСНИТИ. – М.: ГОСНИТИ, 2012. – Т. 112, ч. 2: Техническое обслуживание. Ремонт. – С. 48-50.

3. Бердникова Р.Г., Криков А.М. Информационное обеспечение технического обслуживания тракторов: труды ГОСНИТИ.– М.:ГОСНИТИ, 2013. – Т. 113. – С. 173-178.

4. Федоров А.Г., Криков А.М. Система информационного обеспечения технического обслуживания грузовых автомобилей АПК / А.Г. Федоров // Труды ГОСНИТИ: матер.междунар. конф. – М.: ГОСНИТИ, 2016. – Т. 124, ч. 1. – С.36-41.

5. Бердникова Р.Г. Техническое обслуживание тракторов с использованием системы информационного обеспечения: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.03. – Новосибирск, 2013. – 18 с.

6. Федоров А.Г. Организация технического обслуживания грузовых автомобилей с использованием интегрированной электронной нормативно-технической полнокомплектной документации и индивидуализированного прогнозирования технического состояния узлов и агрегатов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.03. – Мичуринск-наукоград, 2017. – 22 с.

7. Криков А.М., Бердникова Р.Г. Разработка программно-алгоритмических и информационных средств прогнозирования остаточного ресурса тракторов на

компьютере //Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. М.: ГНУ ВИМ, Россельхозакадемия.–2010. – С. 218-226.

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. Криков А.М., Федоров А.Г. Информационная модель системы информационной поддержки процессов технического обслуживания грузовых автомобилей АПК//Научные проблемы технического сервиса сельскохозяйственных машин: матер.конф. – М.: ГОСНИТИ, 2013. – С. 161-164.

8. Юдин М.И. Календарное планирование технического обслуживания и ремонта машин//Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1985. № 11. – С. 31–33.

9. Криков А. М., Савченко Т.Г., Козиенко Н.П. Оперативное управление процессами обеспечения технической готовности тракторов типа К-700//Техника в сельском хозяйстве. – 1984. – № 12. – С. 20-21.

10. Оперативное управление процессами обеспечения технической готовности тракторов типа К-700: метод.рекоменд. /подгот. А. М. Криков и др. – Новосибирск, СибИМЭ, ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, 1984. – 104 с.

УДК 631.3.004.58

**РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ПО РЕМОНТНО-
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БАЗЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

Криков А.М., Немцев А.Е., Деменок И.В.

Сибирский Федеральный научный центр агроботехнологий Российской

академии наук (СФНЦА РАН), Новосибирская обл. р.п. Краснообск, РФ,

E-mail: krikov2010@mail.ru.

THE DEVELOPMENT OF BASE FOR REPAIR AND MAINTENANCE BASE OF AGRICULTURAL PRODUCERS

Аннотация. В целях сокращения затрат на оперирование многогранными и рассосредоточенными сведениями о ремонтно-эксплуатационной базе и на их систематизацию разрабатывается единый информационный комплекс на компьютере в виде полнотекстовой базы знаний. Ее информационными блоками рассматриваются структура информационного пространства и информационные компоненты, подключённые к его узлам. Показано, что контент информационных компонентов необходимо представлять в цифровом формате редактора Ворд, а твердые копии публикаций необходимо актуализировать. На основе контента целесообразно также сформировать такие информационные рубрики, как общие сведения о базе знаний, алфавитный указатель смысловых единиц контента, подписки смысловых единиц контента и алфавитный указатель узлов информационного пространства базы знаний.

Annotation. In order to reduce the cost of operating with multi-faceted and dispersed information about the repair and maintenance base and their systematization, a single information complex is developed on the computer in the form of a full-text knowledge base. Its information blocks consider the structure of the information space and information components connected to its nodes. It is shown that the content of information components should be presented in a digital format editor ward, and hard copies of publications should be updated. On the basis of the content, it is also advisable to form such information columns as General information about the knowledge base, an alphabetical index of semantic units of content, sublists of semantic units of content and an alphabetical index of nodes of the information space of the knowledge base.

Введение. Обеспечение работоспособности техники сельскохозяйственными товаропроизводителями во многих случаях осуществляется, как правило, на их ремонтно-эксплуатационной базе (РЭБ) [1, 2, 3, 4]. В процессах как формирования РЭБ, так и применения ее объектов специалисты хозяйств используют многогранные сведения и знания, приводимые во многих публикациях. Поэтому на оперирование сведениями о РЭБ и на их систематизацию тратятся значительные затраты труда и времени специалистов инженерной службы хозяйств. Одним из путей улучшения сложившейся ситуации является сбор и систематизация всех имеющихся данных и знаний по РЭБ [5-6] в единый информационный комплекс [7-8], реализуемый разработкой полнотекстовой базы знаний (ПБЗ) по данной проблематике. В данной статье рассматриваются методические приемы разработки указанной ПБЗ с учетом сведений, представленных в [9, 10].

Методические положения по формированию ПБЗ и результаты их реализации. Ранее проведенными исследованиями было установлено, что рассматриваемую ПБЗ можно сформировать на основе таких информационных блоков, как структура информационного пространства и информационные компоненты, подключённые к ее узлам. При разработке указанной структуры [9] ориентировались на структуру информационного пространства (ИП), разработанную ранее по проблематике технической эксплуатации сельскохозяйственной техники (ТЭСХТ) [10]. Структура ПБЗ может быть представлена системой директорий / поддиректорий, специально сформированной с учетом иерархических связей узлов рассматриваемого ИП. При этом полагается, что к каждому его узлу приписываются файлы, содержащие контент с необходимыми сведениями и знаниями в качестве основы ПБЗ.

Так как необходимые сведения и знания содержатся в различных публикациях, посвящённых тематике ТЭСХТ, был осуществлен подбор 13 публикаций с общим объемом 5455 стр., содержащих материалы по РЭБ, и предварительно сформирован из их на компьютере электронный контент в виде

набора файлов с последующим размещением в сформированных директориях ПБЗ. Результаты этого этапа показали, что ориентир на формирование набора файлов контента в соответствии со структурой РЭБ более прост и менее трудоемок, но не совсем приемлем для создания ПБЗ, так как представленные в различных форматах цифрового представления публикации вызывают сложности в интеграции сформированного из них контента. Поэтому, несмотря на более высокую трудоемкость формирования контента, целесообразно перейти на единый формат с расширением "doc", применяемый в известном редакторе Word, а весь необходимый набор файлов контента необходимо представлять в указанном цифровом формате и включить его в состав единой системы документов ПБЗ. Более того, изменится и прием представления ИП за счет формирования комплекса текстов, части которого взаимоувязываются гиперссылками указанного редактора.

Исходя из сказанного задачу разработки ПБЗ намечается решать выполнением последовательности следующих процедур: разработка структуры компонентов ПБЗ по РЭБ и формирование самой структуры ПБЗ на компьютере; подбор контентом и представление их в цифровом формате "doc" в качестве основных компонентов ПБЗ; привязка сформированных в цифровом формате "doc" компонентов ПБЗ к ее структуре.

При разработке структуры системы компонентов для ПБЗ по РЭБ исходим из того, что общие ее компоненты могут быть представлены в виде следующих информационных рубрик:

- общие сведения о разработанной ПБЗ по РЭБ, представляемые для пользователя как руководство по ее использованию;
- алфавитный указатель наименований смысловых единиц контента, включённых в ее состав. Данная рубрика отражает смысловые компоненты, положенные в основу ПБЗ. Рубрика применима и в случаях, когда пользователь имеет лишь предварительное представление о данной ПБЗ или о РЭБ;
- подписки наименований смысловых единиц контента, сформированных с учетом структуры информационного пространства знаний;

- алфавитный указатель узлов информационного пространства ПБЗ;
- непосредственно сам текст ПБЗ.

Таким образом, предстоит разработать не только саму ПБЗ, но и вспомогательные информационные материалы по ней, представленные в виде нескольких алфавитных указателей. Для перехода к просмотру материалов указанных рубрик формируются необходимые гиперссылки (средствами текстового редактора Word). Исходя из особенностей выполнения этих операций материалы рубрик формируются в виде совокупности файлов, содержащих контент рубрик, а сами файлы размещаются в директории ПБЗ.

При подборе набора публикаций, содержащих материалы по РЭБ, будут использованы общеизвестные приемы информационного поиска. Имеется в виду библиографический поиск, оперирование материалами Интернета, а также сформированный информационный фонд лаборатории. При этом информационная сфера контента публикаций устанавливается на основе смыслового соответствия публикации и содержания узлов структуры информационного пространства. В частности, намечается использовать сформированную ранее на компьютере систему директорий, состоящую из заглавной директории и ее поддиректорий. Кроме того, будут использованы приемы, отработанные при разработке электронного глоссария [11] и ранее сформированная структура информационного пространств знаний и данных по технической эксплуатации машин в АПК.

Для использования сами отобранные публикации должны быть актуализированы, т.е. их надо представить в электронном формате "doc". Из этого следует, что если подобранная публикация представлена лишь в виде твердой копии, т.е. в отпечатанном виде, предстоит преобразовать ее в электронный формат.

Заключение. Создание ПБЗ может быть осуществлено разработкой структуры компонентов ПБЗ по РЭБ и ее формированием на компьютере; подбором контентом в качестве основных компонентов ПБЗ и представлением их в цифровом формате "doc"; привязкой сформированных в цифровом

формате "doc" компонентов ПБЗ к ее структуре. На основе структуры информационных компонентов для ПБЗ необходимо сформировать такие вспомогательные информационные рубрики для пользователя, как общие сведения о разработанной ПБЗ по РЭБ, представляемые для пользователя как руководство по ее использованию; алфавитный указатель наименований смысловых единиц контента, включённых в ее состав, подписки наименований смысловых единиц контента, сформированных с учетом структуры информационного пространства знаний; алфавитный указатель узлов информационного пространства ПБЗ.

Использованные источники

1. Научные основы технической эксплуатации сельскохозяйственных машин. Москва, ГОСНИТИ. 1996. – 360 с.
2. Черноиванов В.И., Бледных В.В., Северный А.Э. и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие / Под ред. В.И. Черноиванова. – Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.
3. Оптимизация инфраструктуры ремонтно-обслуживающей базы АПК. / Россельхозакадемия, ГОСНИТИ, Росинформагротех. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2007. – 52 с.
4. Черноиванов В.И. Мониторинг состояния предприятий инженерно-технической инфраструктуры АПК по техническому обслуживанию и ремонту отечественной и импортной сельхозтехники. / В.И. Черноиванов, Н.В. Краснощёков, С. А. Горячев и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2009. – 100 с.
5. Перечень типовых проектов сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. – М.,: ФГНУ "Росинформагротех", 2007. – 184 с.
6. Оборудование для ремонта сельскохозяйственной техники: Справочник / Сост. Ю. С. Козлов. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 288 с:
7. 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.

8. Криков А.М., Иванов Н.М., Коротких В.В. Систематизация и интеграция знаний и документации по технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. Монография. Новосибирск, 2017. – 176 с.

9. Коротких В.В., Криков А.М., Лившиц В.М. Структура полнотекстовой базы знаний "ремонтно-эксплуатационная база сельхозтоваропроизводителей"/ Труды ГОСНИТИ, т. 131. – М.: ГОСНИТИ, 2018. – С. 92-99.

10. Криков А.М., Немцев А.Е., Деменок И.В. Структуризация информационного пространства инженерно-технического обеспечения АПК // Аграрно-экономическая наука в решении проблем агропромышленного производства: прошлое, настоящее, будущее: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2005. – С. 283–287.

11. 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 И.П. Терских (Иркутск, 25-27 сентября 2007 г.) ИрГСХА. – Иркутск, 2007. – С. 35-37.

УДК 629.114.2.-192

**ДОПУСТИМОЕ ВРЕМЯ ПРОСТОЯ ТЕХНИКИ В МОДЕЛЬНОМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

А.Е. Немцев, И.В. Деменок, И.В. Коптева

Сибирский Федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), Новосибирская обл. р.п. Краснообск, РФ,

e-mail: sibime@ngs.ru

ALLOWABLE SIMPLE TIME IN MODEL AGRICULTURAL ENTERPRISE

Аннотация. Статья посвящена обоснованию требований к надёжности сельскохозяйственной техники, определяемой через допустимое время

простоев при выполнении технологических процессов. Предлагается определять допустимое время простоев, исходя из оптимального плана использования техники и оптимальной потребности в машинах. Приведён практический пример определения допустимого времени простоя зерноуборочных комбайнов применяемого к модельному хозяйству АПК области. Полученные результаты позволят выявить резервы повышения эффективности использования техники при реализации технологических процессов с целью их выполнения в заданные агротехнические сроки.

Annotation. The article is devoted to the substantiation of the requirements for the reliability of agricultural machinery, determined through the allowable downtime when performing technological processes. It is proposed to determine the permissible downtime, based on the optimal plan for the use of equipment and the optimal need for machines. A practical example of determining the allowable downtime of combine harvesters applied to the model economy of the agro-industrial complex of the region is given. The results obtained will allow us to identify the reserves for increasing the efficiency of the use of equipment in the implementation of technological processes with a view to their implementation in a given agrotechnical time frame.

Постановка проблемы. Надёжность техники играет решающую роль в обеспечении высокой эффективности её использования, особенно в условиях Западной Сибири, где объём выполнения работ в напряжённые периоды в 3 – 5 раз больше среднегодовых показателей. Пропорционально наработке увеличивается и объём работ по техническому обслуживанию. Какой бы надёжной не была техника, всё равно она отказывает. От количества возникающих отказов и их сложности зависит время простоев машин. В практической деятельности сельскохозяйственных предприятий (СХП) важно знать его величину, чтобы можно было спланировать выполнение технологических работ в оптимальные агротехнические сроки и определять потребность в технике. Естественно, чем быстрее будут устраняться

последствия возникающих отказов, чем оперативнее будет система технического сервиса, тем лучше.

Цель настоящей статьи – увязать надёжность техники, напрямую зависящую от простоев по техническим причинам, с оперативностью устранения последствий отказов.

Условия и методы исследования.

При проведении исследований учитывался опыт исследования машин в АПК области в производственных условиях. При этом применялись методы математического и системного анализов.

Нами рассмотрен технологический процесс уборки зерновых как наиболее однородный и более понятный.

Нагрузка на один зерноуборочный комбайн в Сибирском ФО в 2015 году составила 440 га, в 2016 году – 479 га, в Новосибирской области – 424 га и 457 га соответственно, и с каждым годом она возрастает из-за выбытия комбайнов по срокам службы, а сроки их службы далеки от оптимальных (нормативных) [1]. Для соблюдения сроков уборки нужно будет организовать работу служб технического сервиса таким образом, чтобы не допустить срыва выполнения запланированных технологических работ. Для этого СХП должно иметь достаточный по количеству комбайновый парк.

Нами предложен один из возможных вариантов реализации подхода, позволяющего увязать количество машин и их простои по техническим причинам, то есть надёжность машин с конечным результатом их работы.

Оптимальное необходимое количество машин (X) для выполнения технологического процесса определяется по формуле [2]:

$$X = \frac{F}{B t D K_K}, \quad (1)$$

где F – планируемый объём работ, га;

B – среднечасовая производительность комбайна, га/ч;

D – агротехнический (оптимальный) срок уборки, дней;

t – продолжительность времени смены, ч;

K_K – комплексный коэффициент использования рабочего времени [3];

$$K_K = K_{\Gamma} + K_{\Pi} + K_{\text{Пр}}, \quad (2)$$

где K_{Γ} – коэффициент готовности техники при выполнении технологического процесса;

K_{Π} – коэффициент погодных условий;

$K_{\text{Пр}}$ – коэффициент, учитывающий прочие простои по организационным и физиологическим причинам, на подготовку поля и др.

Общий методический недостаток применяемых методик определения оптимального количества техники в том, что они предполагают эффективное использование только одного ресурса производства – техники. Погодные условия, организационные и другие причины при этом не принимаются во внимание.

Обозначим
$$T_{\text{Пр}} = t_{\text{То}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{В}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{Пр}}$ – время простоя техники;

$t_{\text{То}}$ – время на плановое техническое обслуживание, ч;

$t_{\text{рем}}$ – время на плановый ремонт, ч;

$t_{\text{В}}$ – время устранения последствий отказов, ч;

Для того, чтобы технологический процесс был выполнен в агротехнические сроки [4, 5], необходимо, чтобы они были равны чистому времени работы машины (МТА), т. е. чтобы выполнялось условие $t_p = D t$, (4)

где $t_p = D_{\text{ф}}$ (применительно к уборке фактический срок уборки, дней, в идеальном случае он должен совпадать с агротехническим сроком).

Тогда значение $T_{\text{Пр}}$ для технологического процесса уборки определится в виде:

$$T_{\text{Пр}} = \frac{t_p (X B t Д K_K - F)}{F}, \quad (5)$$

где $D_{\text{ф}}$ – время чистой работы машины (фактическое время уборки).

Результаты исследований и их обсуждение. На рисунке приведена зависимость допустимого времени простоев зерноуборочных комбайнов в период уборки для модельного хозяйства области. ($F = 3800 \text{ га}$).

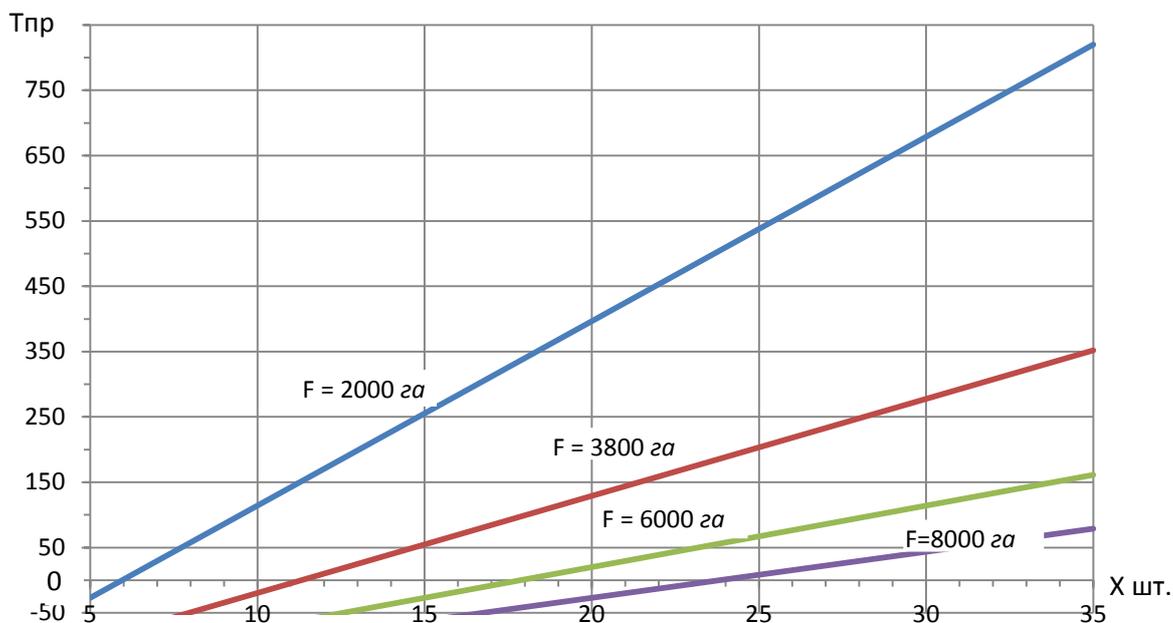


Рисунок. Зависимость допустимого времени простоев зерноуборочных комбайнов в период уборки для модельного хозяйства области ($F = 3800 \text{ га}$).

За модельное СХП принимаем теоретическое сельскохозяйственное предприятие по данной марке машин со средними показателями его параметров: объемом механизированных работ, интенсивностей спроса на услуги технического сервиса, квалификации и обеспеченности механизаторскими кадрами [6].

Пример определения времени простоев.

В хозяйстве – 12 зерноуборочных комбайнов – оптимальное количество для уборки урожая в агротехнические сроки 14 календарных дней. Средняя часовая производительность комбайна - 2,5 га/ч. Продолжительность смены – 12 ч., коэффициент использования календарного времени – 0,8.

В этом случае допустимое время простоя комбайнов, определяемое по формуле (5) составит:
$$T_{\text{Пр}} = \frac{14(12 \cdot 2,5 \cdot 14 \cdot 12 \cdot 0,8 - 3800)}{3800} = 0,8 \text{ ч.}$$

По формуле (5) можно рассчитать допустимое время простоев машин по техническим причинам исходя из фактических условий СХП, учитывая главное – количество машин, участвующих в выполнении технологического процесса, с учётом их надёжности.

Выводы.

- При обосновании количества мобильной сельскохозяйственной техники для выполнения технологических процессов в заданные агротехнические сроки следует учитывать её надёжность, характеризуемую простоями по техническим причинам, которые являются к ней основным требованием.

- Полученные результаты исследований позволяют определить потребность сельскохозяйственной техники для выполнения технологических процессов в агротехнические сроки с учётом выполняемых объёмов работ и её надёжности, определяемую через время простоев по техническим причинам, и в условиях эксплуатации создавать эффективную службу технического сервиса для обеспечения работоспособности машин.

Использованные источники

1. [Нагрузка на 1 комбайн в 2016 году в разрезе регионов, га](https://agrovesti.net/lib/industries/engineering/nagruzka-na-1-komb...)
[..https://agrovesti.net > lib > industries > engineering > nagruzka-na-1-komb...](https://agrovesti.net/lib/industries/engineering/nagruzka-na-1-komb...)
2. Шахмаев М.В. Формирование машинно-тракторного парка колхозов и совхозов. / М.В. Шахмаев – Москва. 1986. – 231 с.
3. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка. / Ю.К. Киртбая – Москва. 1982. – 320 с.
4. Хазов В.Ф. Справочник по расчёту надёжности машин на стадии проектирования. / В.Ф. Хазов, В.Я. Дидусев – Москва. 1986. – 224 с.
5. Иванов Н.М. Повышение эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в условиях Сибири: уч.-мет. пос. / Н.М. Иванов, А.Е. Немцев, В.В. Коротких и др. – Новосибирск. 2012. – 108 с.
6. Немцев А.Е. Методология формирования системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники. / А.Е. Немцев, В.В.Коротких – Новосибирск. 2018. – 208 с.

УДК 621.34

**СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ
АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ
НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

М.М. Разяпов, Р.Ф. Самиков

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия

**The modern concept of thermal preparation of automotive equipment for
operation at low temperatures**

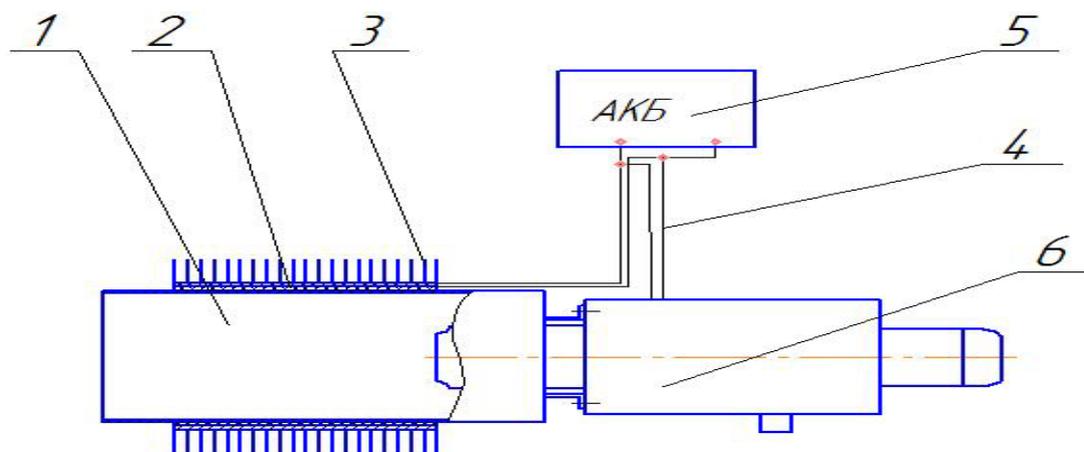
Аннотация: Для тепловой подготовки автотранспортных средств, в холодных климатических условиях, используются генераторы горячих газов (ГГГ). Их широкое применение обусловлено высокой тепловой мощностью и безопасностью применения. При этом выделяющееся в зоне горения тепло расходуется на нагревание потока воздуха, а часть тепловой энергии затрачивается на нагрев деталей ГГГ, а именно направляющей насадки и фальшподдона.

Summary. For thermal preparation of vehicles in cold climatic conditions generators of hot gases are used. Their broad application is caused by the high thermal power and safety of application. At the same time heat which is marked out in burning zone is spent for heating of fuel-air mixture, part thermal energy is spent for heating of guiding nozzle and housing.

Эффективность использования автомобилей в условиях низких температур во многом определяется поддержанием заданного теплового состояния их ответственных агрегатов в межсменное время или последующей тепловой подготовкой автомобилей перед запуском. При этом отечественная нормативная и эксплуатационная документация значительно устарела [1] и по своему содержанию направлена только на решение проблемы запуска двигателя при низкотемпературных условиях, которая не учитывает применение в конструкции автотракторной техники деталей из неорганических материалов. Применение таких материалов ограничивает температуру теплоносителей агрегатов тепловой подготовки, что требует их модернизацию.

Современные средства тепловой подготовки – отопители, подогреватели и генераторы горячих газов имеют высокую тепловую потребляющую энергию аккумуляторной батареи в значительной степени.

Для решения указанных проблемы, нами предложено устройство, позволяющее без снижения тепловой мощности генератора горячих газов, снизить потребление электроэнергии АКБ, путём применения насадки, позволяющей вырабатывать электроэнергию. Предложенное устройство работает следующим образом: Насадка закрепляется на генераторе горячих газов 4, а соединительные провода подключаются к соответствующим клеммам АКБ. Генератор горячих газов 4 включается, и к выходу генератора горячих газов на максимальную мощность, на разных сторонах ТГМ, возникает разность температур, которая приводит к возникновению разности потенциалов на выводах ТГМ, напряжение которого будет поступать в АКБ что компенсирует потребление электроэнергии АКБ, при этом вырабатывается тепловая энергия которая используется для обогрева агрегатов автомобиля.



1- жаровая труба; 2- термоэлектрический генераторный модуль; 3 - радиатор, 4 - проводники, 5 - аккумуляторная батарея, 6 - генератор горячих газов.

Рисунок 1 Общий вид предложенного устройства.

Для теоретической и экспериментальной проверки возможности применения разработанной насадки была собрана экспериментальная установка состоящая из генератора горячих газов, электрогенераторной насадки и измерительного комплекса.



Рисунок 2 а) внешний вид усовершенствованного ГГГ б) процесс снятия температурных режимов работы с помощью АЦП модуля ZET-210

Для контроля температуры были использованы хромель-копелевые термопары, порядок размещения термопар на поверхности насадки показан на рисунке 3.



Рисунок 3 Динамика напряжения с каскада ТГМ

В результате экспериментальных исследований была определена возможность применения ТГМ - модулей для генераторной установки. Высокие значения теплопередачи, его равномерного распределения и аккумуляирования показала насадка с наполнителем кварцевого песка. Получаемое напряжение на единицу ТГМ составила 2.1 В, Таким образом, увеличивая количество модулей ТГМ, можно увеличить мощность вырабатываемой энергии, тем самым появляется возможность восстановления энергии аккумуляторной батареи.

Однако необходимо учесть, что источником питания подогревателя, в основном, является аккумуляторная батарея АТС. И в реальных условиях эксплуатации при тепловой подготовке техники происходит разряд АКБ, что может привести к невозможности запуска ДВС или снижению ресурса АКБ.

Разряд АКБ при низких температурах допускается не ниже 25 % и, исходя, из исследований потребляемой электроэнергии подогревателем при длительной его эксплуатации приводит к разряду АКБ ниже предельных значений, что в дальнейшем приводит к снижению срока службы последнего, а в условиях реальной эксплуатации техники и к невозможности запуска двигателя.

Использованные источники:

1. Неговора А.В., Современные проблемы эксплуатации автомобилей в условиях низких температур независимо от климатической зоны / Неговора А.В., Разяпов М.М., Курдин П.Г., Филиппов Ю.К., Токарев В.А. // Журнал автомобильных инженеров. 2017. № 4 (105). С. 36-41.\

2. А.А. Долгушин, А.Ф. Курносов Анализ теплового режима работы механической коробки перемены передач грузовых автомобилей в зимних условиях / А.А. Долгушин, А.Ф. Курносов //Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2014. № 1. С. 23-24

3. Калимуллин Р.Ф. Определение рациональных условий использования средств предпусковой тепловой подготовки автомобильного двигателя / Калимуллин, А.В. Казаков. // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2014. - № 10 (171). - С. 82-88.

УДК 631.3.004.58

ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ КамАЗ и ГАЗ

М.Н. Сидоренко¹, А.М. Криков¹, А.Г. Федоров²

¹ Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН. г. Новосибирск, *E-mail*:

² Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии РФ. г. Новосибирск *E-mail*: simorr@mail.ru.

SOFTWARE-ALGORITHMIC AND INFORMATION MEANS FOR FORECASTING KAMAZ AND GAS CARS.

Аннотация: Рассматриваются программно-алгоритмические и информационные средства метода прогнозирования остаточного ресурса параметров технического состояния узлов и агрегатов грузовых автомобилей по результатам их технического диагностирования, реализованные на компьютере. Приемы прогнозирования реализованы в среде электронной таблице Excel-2010 и способствуют повышению точности прогнозирования и значительному сокращению затрат времени на его выполнение.

Abstract: Methods of forecasting the residual life of nodes and units of trucks according to the results of technical diagnostics of their parameters of nodes, units and the formation of a complex of software, algorithmic and information tools implemented on a computer are considered. Forecasting techniques are implemented in the Excel-2010 spreadsheet. They help to increase the accuracy of forecasting and significantly reduce the time spent on its implementation.

Введение. При проведении технического обслуживания (ТО) автомобильной техники (АТ) одним из важнейших процессов является оценка остаточного ресурса их узлов и агрегатов [7]. Для определения остаточного ресурса узлов и агрегатов автомобилей КамАЗ может быть использован комплекс программно-алгоритмических и информационных средств на компьютере. Такой комплекс целесообразно разработать по грузовым автомобилям других марок, в т.ч. марок автозавода ГАЗ как основной группы используемых машин в агропромышленном комплексе (АПК), одновременно совершенствуя алгоритмические и информационные его компоненты [2]. Это позволит более точно прогнозировать параметры и ресурс технического состояния узлов и агрегатов автомобилей с целью продления сроков эксплуатации их узлов и агрегатов.

В данной статье рассматриваются основные положения разработки программно-алгоритмических и информационных средств указанного

комплекса для грузовых автомобилей основных моделей автозаводов ГАЗ и КамАЗ на базе методических подходов совершенствования, изложенных в [2, 3]. Полагаем, что описанные приемы могут быть использованы и при создании такого комплекса применительно ко всем другим моделям грузовых автомобилей.

Методические подходы и результаты разработки. Вначале об изменении правил выработки управляющего решения о приемах дальнейшей эксплуатации рассматриваемой единицы ТС по результатам прогнозирования данных его диагностирования. В [Ошибка! Источник ссылки не найден., 4] в качестве таких решений формируются информации, указывающие о рекомендуемом виде операций по дальнейшей эксплуатации ТС. Мы полагаем, что такое правило целесообразно увязать с агрегатом / узлом, имеющим критическое значение прогнозируемого параметра. По сути, речь идет о комплексном рассмотрении значений всех прогнозируемых параметров тех агрегатов / узлов, которые имеют, соответственно, параметры, по которым они нуждаются в ремонте [2]. Полагаем, что по остальным агрегатам / узлам управляющие воздействия останутся теми же, которые уже реализованы в [4].

Текущей информацией представляются заключения по результатам прогнозирования параметров агрегатов и узлов автомобиля. Для отображения указанного списка в пакете этой директории формируется те же электронные таблицы, что и в [4]. Взяв за основу эти комплексы, мы формируем подобный по автомобилю ГАЗ, но при этом совершенствуем комплекс по этим двум группам марок автомобилей.

Указанное направление может быть реализовано следующей процедурой:

1. Выбрать агрегаты / узлы, имеющие критические параметры и поместить информацию о них в "Список критических узлов" в количестве m ;
2. Для каждого i -го узла ($i = 1, 2, \dots, m$) из "Список критических узлов" формировать данные о его параметрах и рекомендации по их дальнейшей эксплуатации;

3. Выбрать агрегаты / узлы, имеющие рекомендации "При очередном ТО-1" и поместить информацию о них в "Список узлов диагностирования при очередном ТО-1" в количестве r ;

4. Для каждого j -го узла ($j = 1, 2, \dots, r$) из "Список узлов диагностирования при очередном ТО-1" формировать данные о его параметрах и рекомендации по их дальнейшей эксплуатации;

5. По результатам п. 1 и 2 формировать выходную информацию "Критические узлы автомобиля" для инженерной службы хозяйства и выдать ее на печать;

6. По результатам п. 3 и 4 формировать выходную информацию "Диагностирование автомобиля при очередном ТО-1" для инженерной службы хозяйства и выдать ее на печать.

Для решения задачи формируется программно-алгоритмический комплекс на базе пакета электронной таблицы Excel-2010 или более поздней ее модификации [6] с определенными информационными компонентами (наименования моделей и государственных регистрационных знаков обслуживаемых автомобилей, их количественном составе, индивидуальные данные об их пробеге к моменту диагностирования). В содержание общего пакета входит информационный материал параметров состояний агрегатов, узлов каждого автомобиля. Текущей информацией представляются результаты диагностирования и заключения по результатам прогнозирования параметров агрегатов и узлов автомобиля.

Реализацию приемов прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов автомобиля по результатам технического диагностирования (ТД) их параметров осуществляет программно-алгоритмический и информационный комплекс. Он также вырабатывает управляющие решения о приемах дальнейших воздействий на автомобиль применительно к рассматриваемому параметру, и соответственно, рекомендации по составу операций дальнейшего обслуживания на последующих этапах эксплуатации конкретного автомобиля.

Заключения о ТД агрегатов и узлов автомобиля и их остаточного ресурса формируются в такой же таблице, что и в [4].

Правила управляющих рекомендаций по корректировке состава технических воздействий на обслуживаемый автомобиль (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 автомобиля до очередного ТО-2, уменьшенного на 10 %, то выдается сообщение в виде «При ТО-2»; 2) Если запас больше пробега автомобиля до очередного ТО-1, уменьшенного на 10%, то выдается сообщение «При ТО-1»; 3) в противном случае – «Ремонт».

При формировании информационных компонентов, в виде так называемых книг и их листов, используются средства пакета электронной таблицы, позволяющие реализовать принцип однократного ввода как числовых, так и текстовых данных, сокращая тем самым трудоемкость их переноса в компьютер. При этом используются и приемы ссылок на те или иные ячейки листа как внутри самого пакета, так и в других пакетах разработанного комплекса.

Алгоритм работы с программно-алгоритмическим комплексом сводится к следующему:

1. Выбор из таблиц соответствующей модели и номера автомобиля.
2. Корректировка данных по дате диагностирования и наработке автомобиля.
3. Ввод фактических данных диагностируемых параметров.
4. Получение заключений по параметру проведенного диагностирования и прогнозированию остаточного ресурса узлов и агрегатов автомобиля.

Выводы. Прогнозирование остаточного ресурса узлов и агрегатов автомобиля является важной частью в системе управления его техническим состоянием в период эксплуатации.

Одним из существенных приемов повышения точности прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов автомобилей марки ГАЗ и

значительному сокращению затрат времени на выполнение прогнозирования, и соответственно, продления сроков эксплуатации узлов, агрегатов и увеличению их выработки, являются специализированные средства автоматизированных вычислений прогнозных и оценочных показателей технического состояния узлов и агрегатов автомобилей по результатам диагностирования и корректировкой состава предстоящих диагностических операций по видам ТО и ТД. Поэтому задача разработки средств, позволяющих повысить эффективность проведения прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов грузовых автомобилей на основе информационных технологий, является одной из важных задач современной инженерной науки. Она может быть решена на основе программно-алгоритмических средств, описанных в данной статье.

Использованные источники

1. Михлин В.М., Сельцер А.А. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин. М., ОНТИ ГОСНИТИ, 1972. - 216 с.;
2. [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;
3. 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;
4. 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;

5. 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 с.;

6. Додж М., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 2000/ СПб: Питер, 2000. - 1056 с.

УДК 630

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭКН

Соколова В.А., Войнаш С.А., Теппоев А.В., Марков В.А., Кретинин В.И.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова, г.Санкт-Петербург, Россия

E-mail: sokolova_vika@inbox.ru, sergey_voi@mail.ru

Аннотация. В данной статье даны результаты исследования влияния факторов технологического процесса электроконтактной наплавки на прочность сцепления композиционного металлопокрытия с основой.

Ключевые слова: прочность сцепления, адгезия, образцы для исследования, пресс, оптимизация.

RESEARCH OF STRENGTH OF CLUTCH OF COMPOSITE COATINGS ELECTRICAL SURFACING OBTAINED BY METHOD

Annotation. This article presents the results of a study of the influence of factors of the technological process of electrical contact welding on the adhesion strength of composite metal coating with the base.

Прочность сцепления покрытия с основным материалов является одним из важнейших параметров долговечности восстановленной или изготовленной детали с использованием покрытий. В зависимости от условий эксплуатации и

ряда других факторов требования к прочности сцепления могут отличаться. Исследования в данном направлении были проведены проф. Масино М.А. Исходя из предложенной им классификации, прочность сцепления для малонагруженных деталей должна составлять не менее 50 МПа, для деталей испытывающих средние нагрузки – 200 МПа, а для высоконагруженных – не менее 500 МПа. Деталь «ось катка» относится к классу высоконагруженных, и соответственно прочность сцепления покрытия с основой в нашем случае должна составлять ≥ 500 МПа.

В настоящее время существует много методов оценки прочности сцепления покрытия с основным материалом. Среди наиболее распространенных методов испытания на сдвиг, срез, смятие, кручение, динамические испытания и так далее.

В нашем случае наиболее целесообразно провести исследование прочности сцепления методом «на сдвиг». Схема проведения исследования прочности сцепления на сдвиг представлена на рис. 1.

Данный метод заключается в исследовании адгезионной прочности сцепления. Суть метода заключается в воздействии на поверхность покрытия нагрузкой до момента его отрыва от основного материала. Зная значение нагрузки, при которой произошел отрыв покрытия от основы и, соответственно, площадь контакта покрытия с основным материалом, определяют величину напряжений в зоне их соединения. Исследования проводились на гидравлическом лабораторном прессе ПСУ-10 завода ЗИМ с погрешностью измерений не более 10 Н. Образец для испытания представлен на рис.2.

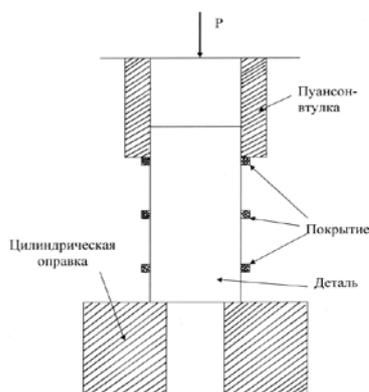


Рис. 1. Схема исследования прочности сцепления

Прочность сцепления (τ) определяется как отношение нагрузки, при которой происходит отрыв покрытия от основы (P) к площади двух материалов (S):

$$\tau = \frac{P}{S},$$

$$S = \pi D \cdot h,$$

где D – диаметр соединения покрытия с основой, м;

h – высота исследуемой поверхности образца, м.



Рис. 2. Образец для испытаний

Основные факторы, влияющие на процесс электроконтактного припекания композиционных материалов определяем из априорных литературных источников: $I = 10-14$ кА; $U = 2-4$ В; $Rz = 20-160$ мкм.

В качестве порошкового материала используем ПК40Х2.

Для определения τ (прочности сцепления) можно использовать ПЭФ типа 2^3 второго порядка. Кодлируем переменные факторы и заносим их значения в табл. 1.

Запишем уравнение с введением членов, учитывающих взаимодействие факторов представим в кодированных переменных:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{i,j} b_{ij} x_i x_j + b_{123} x_1 x_2 x_3 +$$

$$+ \sum_{i=1}^3 b_i x_i^2$$

Для более точной воспроизводимости результатов эксперимента выбираем число повторных опытов $r=2$ в каждой точке плана.

Таблица 1

Уровни факторов

| Ур. фактора | I, кА | | U, В | | Rz, мкм | |
|-------------|-------|-----------|-------|-----------|---------|-----------|
| | x_1 | $\ln x_1$ | x_2 | $\ln x_2$ | x_3 | $\ln x_3$ |
| (-1) | 10 | 2,30 | 2 | 0,69 | 20 | 2,99 |
| (0) | 12 | - | 3 | - | 90 | - |
| (+1) | 14 | 2,64 | 4 | 1,39 | 160 | 5,08 |
| $-\alpha$ | 7,85 | - | 1,57 | - | 15,7 | - |
| $+\alpha$ | 17 | - | 4,86 | - | 194 | - |

Из таблицы находим:

$$X_1 = 2 \times (\ln x_1 - 2,3) / [2,3 - 2,64] + 1 = -5,88 \ln x_1 + 14,5$$

$$X_2 = 2 \times (\ln x_2 - 0,69) / [0,69 - 1,39] + 1 = -2,86 \ln x_2 + 5,83$$

$$X_3 = 2 \times (\ln x_3 - 2,99) / [2,99 - 5,08] + 1 = -0,96 \ln x_3 + 3,86$$

Таблица 2

| № опыта | X_1 | X_2 | X_3 | $\bar{\tau}$, МПа | \bar{Y} |
|---------|-------|-------|-------|--------------------|-----------|
| | код | код | код | | |
| 1 | + | + | + | 530 | 6,27 |
| 2 | - | + | + | 335 | 5,81 |
| 3 | + | - | + | 395 | 5,98 |
| 4 | - | - | + | 272,5 | 5,60 |
| 5 | + | + | - | 525 | 6,26 |
| 6 | - | + | - | 347,5 | 5,85 |

| | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-------|------|
| 7 | + | - | - | 392,5 | 5,97 |
| 8 | - | - | - | 247,5 | 5,51 |
| 9 | $-\alpha$ | 0 | 0 | 195 | 5,27 |
| 10 | $+\alpha$ | 0 | 0 | 240 | 5,48 |
| 11 | 0 | $-\alpha$ | 0 | 177,5 | 5,18 |
| 12 | 0 | $+\alpha$ | 0 | 252,5 | 5,53 |
| 13 | 0 | 0 | $-\alpha$ | 295 | 5,69 |
| 14 | 0 | 0 | $+\alpha$ | 312,5 | 5,74 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 310 | 5,73 |

Результаты проведенного эксперимента кодируем и сводим в таблицу 2. Для большей достоверности к 8 основным опытам добавляем еще 7 вспомогательных. Это производится с целью выявления центра плана и «звездных точек» (α). Коэффициент «звездных точек» принимаем в соответствии со справочной литературой 1,215.

Подставив значения b_i в уравнение получим:

$$Y = 5,9 + 0,21X_1 + 0,14X_2 - 0,009X_3 + 0,004X_1X_2 - 0,004X_1X_3 - 0,02X_2X_3 - 0,02X_1X_2X_3 + 0,1X_1^2 + 0,18X_2^2 - 0,03X_3^2$$

Определим дисперсию воспроизводимости опытов:

$$S_y^2 = \frac{\sum (\bar{Y}_u - Y_{uq})^2}{N - (r - 1)}$$

где Y_{uq} – значение Y_u в q -ом повторном опыте.

По результатам расчетов:

$$S_y^2 = 0,0124 / 8 \cdot (2 - 1) = 0,00155$$

$$S_y = 0,124$$

Произведем проверку однородности дисперсии по критерию Кохрена:

$$G^{расч} = \frac{S_{yu \max}^2}{\sum S_{yu}^2} = \frac{0,0025}{0,0124} = 0,201$$

Для $N=8$; $\alpha=0,05$; $f=r-1=1$ по таблице определяем критическое значение критерия Кохрена: $G_{кр}=0,6798$. Так как $G^{расч} < G_{кр}$, то гипотеза принимается.

Далее проведем проверку значимости коэффициентов регрессии:

$$S_{bi}^2 = S_y^2 / (N \times r) = 0,00155 / (8 \cdot 2) = 0,000097; S_{bi} = 0,0098$$

Критическое значение Критерия Стьюдента находим из таблицы: $t_{кр}=2,306$.

Определяем половину длины доверительного интервала:

$$\Delta b_i = t_{кр} \cdot S_{bi} = 2,306 \cdot 0,0098 = 0,023 \quad \text{Коэффициент значащий, если } |b_i| \geq \Delta b_i.$$

Запишем уравнение регрессии отсеив незначимые коэффициенты:

$$Y = 5,9 + 0,21X_1 + 0,14X_2 + 0,1X_1^2 + 0,18X_2^2 - 0,03X_3^2$$

Проверка адекватности модели. Дисперсия адекватности:

$$S_{АД}^2 = r / (N - k) \cdot \sum (\bar{Y}_u - \hat{Y}_u)^2$$

где k – число членов полинома;

\hat{Y}_u - расчетное значение параметров (проведем при помощи программы

SPSS v13.0)

По результатам расчетов:

$$S_{АД}^2 = 2 / (8 - 5) \cdot 0,022 = 0,0147$$

Критерий Фишера определяется:

$$F = S_{АД}^2 / S_y^2 = 0,0147 / 0,00155 = 9,46$$

Находим по таблице $F_{кр}=19,37 > 9,46$, соответственно модель адекватна.

Переходим к натуральным переменным:

$$\tau=5,9+0,21(-5,88\ln I+14,5)+0,14(-2,86\ln U+5,83)+0,1(-5,88\ln I+14,5)^2+0,18\cdot(-2,86\ln U+5,83)^2-0,03(-0,96\ln R_z+3,86)^2$$

или

$$\tau=36,42-1,23\ln I-0,37\ln U+3,46\ln I^2+1,47\ln U^2-0,03\ln R_z^2$$

Потенцируя, получим:

$$\tau=36,42-1,23I-0,37U+3,46I^2+1,47U^2-0,03R_z^2$$

Из данного уравнения можно судить, что наиболее значимыми параметрами, определяющими прочность сцепления основного материала с покрытием являются сила тока (I) и напряжение (U). Шероховатость (Rz) оказывает значительно меньший эффект, так как ее влияние проявляется лишь при учете квадратичного влияния фактора.

Оптимизация параметров технологического процесса является важной частью обработки экспериментальных данных, ведь зачастую грамотно проведенная оптимизация может существенно снизить себестоимость проведения технологического процесса.

Произведем оптимизацию методом «Монте Карло» с использованием программы SPSS v.13. Суть данного метода заключается в многократном подставлении в уравнение регрессии различных значений факторов в установленных пределах с целью получения оптимального (максимального или минимального) значения функции.

В результате оптимизации были получены следующие значения параметров технологического процесса: $I=14A$, $U=4B$ и $R_z=90$ мкм при $\tau=525$ МПа.

Исходя из требований, предъявляемых к высоконагруженным деталям (исходя из классификации проф. Масино М.А.), прочность сцепления покрытия с основным материалом должна превышать 500 МПа. В нашем случае данное условие выполняется.

Использованные источники:

1. Зубарев Ю.М. Применение методов теории планирования многофакторных экспериментов в технологии машиностроения. СПб: ОП ПИМаш, 2000. 130 с.
2. Клименко Ю.В. Электроконтактная наплавка. М.: Металлургия, 1978. 127 с.

УДК 629.114.2.004.54

МЕТОДИКА ВЫБОРА МЕТОДОВ ТО ТРАКТОРОВ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРА В ПОЛЕ

Н.В. Чубарева, В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А.

Ежевского, Иркутск, Россия

Целью настоящего исследования является разработка методики выбора наименее затратных методов ТО тракторов с учетом условий труда оператора. Разработанная методика основывается на определении удельной стоимости ТО тракторов при реализации различных методов. В результате исследований установлено, что наиболее востребован централизованный метод ТО. Вышеизложенное подтверждает необходимость выбора методов ТО тракторов, что следует делать с учетом условий труда оператора в поле.

METHODOLOGY OF SELECTING METHODS FOR TRACTORS TAKING INTO ACCOUNT THE OPERATOR'S WORK CONDITIONS

The purpose of this study is to develop a methodology for choosing the least costly maintenance methods tractors taking into account the working conditions of the operator. The developed methodology is based on the determination of the unit cost of maintenance the tractors when implementing various methods. As a result of the studies, it was found that the centralized method of maintenance is most in demand. The above confirms the need to choose the methods of tractor maintenance,

which should be done taking into account the working conditions of the operator in the field.

Исторически, от начала становления системы технического обслуживания (ТО) и до настоящего времени, ресурсосбережение является определяющим фактором при обосновании технических средств, в том числе и при решении задачи выбора метода ТО тракторов. Из литературы известны два метода ТО тракторов в период полевых работ: централизованный (все виды ТО проводят на ПТО) и децентрализованный (ТО-1 и ТО-2 – в поле с использованием АТО, а ТО-3 и СТО – на ПТО). Эти методы нашли свое распространение в практике и в научных исследованиях, но при этом не учтена возможность применения комбинированного метода ТО (ТО-1 – в поле, а ТО-2, ТО-3 и СТО – на ПТО), а также недостаточно учтены условия труда оператора при ТО тракторов в поле.

Все это обуславливает необходимость проведения исследований, направленных на разработку методики расчета и выбора методов ТО тракторов с учетом ресурсосбережения и условий труда оператора в поле.

Цель исследования – разработка методики выбора наименее затратных методов ТО тракторов с учетом условий труда оператора.

Объект исследования – процесс технического обслуживания тракторов.

В качестве гипотезы принято предположение о том, что снижение затрат труда и средств на ТО с учетом условий труда оператора возможно при применении наименее затратных методов ТО тракторов, реализуемых при сохранении заданного уровня качества их выполнения.

Примем методы технического обслуживания за объекты выбора и найдем математическое описание. Все объекты выбора соответствуют требованиям ГОСТ 20793-2009 на техническое обслуживание тракторов [1]. Каждый объект выражен удельной стоимостью ТО, в которой учтены ТО-1 и ТО-2, а по децентрализованному и комбинированному объектам дополнительно – удельные затраты на ТО-1 и ТО-2.

Представим математические описания методов ТО (объектов выбора) в следующем порядке [2]:

а) централизованный объект –

$$C_1 = A_1 + A_{R1} R_O \quad (1)$$

$$\text{при } A_1 = \frac{T_{T1}C_{\text{чн}} + t_{T1}S_{\text{qпто}} + t_{T1}Y_{\text{п}}}{\tau_{T1}} + \frac{T_{T2}C_{\text{чн}} + t_{T2}S_{\text{qпто}} + t_{T2}Y_{\text{п}}}{\tau_{T2}},$$

$$A_{R1} = \frac{2}{V_T} (S_T + Y_{\text{п}}) \left(\frac{1}{\tau_{T1}} + \frac{1}{\tau_{T2}} \right);$$

б) децентрализованный объект –

$$C_2 = A_2 + A_{R2} R_O + \Delta Z_{\text{тпк}}^{T1} + \Delta Z_{\text{тпк}}^{T2} \quad (2)$$

$$\text{при } A_2 = \frac{T_{T1}C_{\text{чн}} + t_{T1}S_{\text{qато}} + t_{T1}Y_{\text{п}}}{\tau_{T1}} + \frac{T_{T2}C_{\text{чн}} + t_{T2}S_{\text{qато}} + t_{T2}Y_{\text{п}}}{\tau_{T2}}$$

$$A_{R2} = \frac{2S_A}{V_A \tau_{T1}} \left(\frac{1}{\tau_{T1}} + \frac{1}{\tau_{T2}} \right);$$

в) комбинированный объект –

$$C_3 = A_3 + A_{R3} R_O + \Delta Z_{\text{тпк}}^{T1} \quad (3)$$

$$\text{при } A_3 = \frac{T_{T1}C_{\text{чн}} + t_{T1}S_{\text{qато}} + t_{T1}Y_{\text{п}}}{\tau_{T1}} + \frac{T_{T2}C_{\text{чн}} + t_{T2}S_{\text{qпто}} + t_{T2}Y_{\text{п}}}{\tau_{T2}},$$

$$A_{R3} = 2 \left(\frac{S_A}{V_A \tau_{T1}} + \frac{S_T}{V_T \tau_{T2}} + \frac{Y_{\text{п}}}{V_T \tau_{T2}} \right).$$

Математическая модель централизованного объекта (1) представляет собой функцию вида $y = b + kx$, где b – условно постоянная величина, включающаяся в себя параметр A_1 ; k – угловой коэффициент – A_{R1} ; x – аргумент (независимая переменная) – R_O .

Модели децентрализованного (2) и комбинированного (3) объектов также могут быть представлены функцией вида $y = b + kx$, если при этом считать, что параметры $\Delta z_{ТПК}^{T1}$ (дополнительные затраты на ТО-1) и $\Delta z_{ТПК}^{T2}$ (дополнительные затраты на ТО-2) являются постоянными или условно постоянными величинами. При таком подходе все три рассматриваемые модели можно положить в основу решения задачи на оптимум: найти первую производную этой функции (по x) и приравнять ее нулю – получится оптимальный радиус обслуживания R_o .

С другой стороны, модели децентрализованного (2) и комбинированного (3) объектов можно описать функцией того же вида, но при этом считать, что параметры $\Delta z_{ТПК}^{T1}$ и $\Delta z_{ТПК}^{T2}$ не являются постоянными величинами, а зависят от $Y_{\phi i}$, интегрального коэффициента, учитывающего фактические условия труда оператора в поле.

Таким образом, децентрализованный метод ТО в наибольшей степени зависит от условий труда оператора ($Y_{\phi i}$) в поле – по ТО-1 и ТО-2, комбинированный – только по ТО-1, а централизованный не зависит от этих условий. Полученные результаты математического моделирования должны быть положены в основу дальнейших исследований в направлении ресурсосбережения при техническом обслуживании тракторов.

Материалы и методы исследования. Методика выбора методов ТО основывается на определении удельной стоимости технического обслуживания тракторов при реализации различных методов и предусматривает получение числовых значений показателя выбора C_{oi} средств (i -объектов) ТО тракторов. При этом C_{oi} - удельная стоимость ТО-1 и ТО-2 при реализации i -объекта. Данная методика позволяет определить C_{oi} как с учетом дополнительных издержек, так и без их учета.

Определение показателя оценки объектов выбора с учетом дополнительных издержек при обслуживании в поле осуществляют в следующем порядке [3].

1. Определяют удельную стоимость использования (руб./ч) пункта технического обслуживания при централизованном $S_{qПТО}^Ц$ и комбинированном $S_{qПТО}^К$ обслуживании, а также агрегата технического обслуживания при децентрализованном $S_{qАТО}^Ц$ и комбинированном обслуживании $S_{qАТО}^К$ в расчете на весь парк тракторов.

2. Вычисляют удельную стоимость (C_1, C_2, C_3) ТО-1 и ТО-2 без учета дополнительных издержек в поле $\Delta Z_{ТПК}^{T1}$ и $\Delta Z_{ТПК}^{T2}$ при централизованном, децентрализованном и комбинированном обслуживании, причем по каждой марке трактора – соответственно по формулам (1), (2) и (3). Следует отметить, что перед проведением указанных вычислений определяют: радиус обслуживания, часовые эксплуатационные затраты на перегоне тракторов и агрегата технического обслуживания, убытки за час простоя машин при техническом обслуживании и убытки при переезде к пункту технического обслуживания.

3. На основе удельной стоимости находят средневзвешенную удельную стоимость обслуживания по всем маркам тракторов при использовании одновременно несколько марок тракторов – по формуле (4).

$$C_C = \frac{C_i \tau_i + C_j \tau_j + C_k \tau_k + \dots + C_m \tau_m}{\tau_i + \tau_j + \tau_k + \dots + \tau_m}, \quad (4)$$

где C_C - средневзвешенная удельная стоимость обслуживания по методам технического обслуживания, руб./мтч; $C_i, C_j, C_k, \dots, C_m$ - удельная стоимость ТО по i, j, k, \dots, m -маркам машин, руб./мтч; $\tau_i, \tau_j, \tau_k, \dots, \tau_m$ - суммарная наработка по каждой из этих марок тракторов, мтч.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения проводились в 43 сельскохозяйственных предприятиях (СХП) Иркутской области, где было реализовано три метода ТО, по каждому из них, получено соответствующее значение показателя выбора методов ТО с учетом ресурсосбережения – удельной стоимости обслуживания. При наличии этих данных решение задачи выбора сводилось к поиску того метода, при котором удельная стоимость ТО тракторов имеет минимальное значение (C_{min}). Одновременно с этим фиксировалось значение максимальной удельной стоимости (C_{max}) и метод ТО, применяемый в хозяйстве. По полученным данным определялась возможность ресурсосбережения ΔC по формуле

$$\Delta C = C_{max} - C_{min}. \quad (5)$$

Все изложенные действия выполнены в двух вариантах: с учетом и без учета условий труда оператора в поле.

Полученные результаты показывают следующее (табл. 1, рис. 1). С целью ресурсосбережения в СХП Иркутской области должны применяться централизованный, децентрализованный и комбинированный методы ТО: по результатам исследований все эти три метода оказались востребованными и находятся в следующем процентном отношении к их сумме: 62,8, 16,3, 20,9 и 55,8, 39,5, 4,7, вычисленные соответственно с учетом и без учета условий труда оператора в поле. Получается, что в наибольшей степени востребован централизованный метод. Вероятность совпадения предлагаемого (выбранного) метода с применяемым в хозяйстве (P_C) составляет 0,63 и 0,56 (в среднем – не более 0,60), что определено соответственно с учетом и без учета условий труда оператора. Условия труда влияют на выбор методов ТО: результаты выбора с учетом условий труда отличаются от результатов, полученных без их учета, – по централизованному методу на 12,5 %, по децентрализованному на 58,8 %, а по комбинированному они отличаются в

Таблица 1 - Результаты выбора методов ТО тракторов в СХП Иркутской области с учетом ресурсосбережения

| Варианты определения удельной стоимости ТО | Число СХП, в которых выбраны методы ТО: | | | N_x | P_c |
|--|---|----------------|---------------|---------------|-------|
| | Ц | ДЦ | К | | |
| С учетом условий труда | 27 (62,8 %) | 7 (16,3 %) | 9 (20,9 %) | 43 (100 %) | 0,63 |
| Без учета условий труда | 24 (55,8 %) | 17 (39,5 %) | 2 (4,7 %) | 43 (100 %) | 0,56 |

Примечание – Буквами Ц, ДЦ и К обозначены методы ТО: централизованный, децентрализованный и комбинированный; в скобках - % от N_x

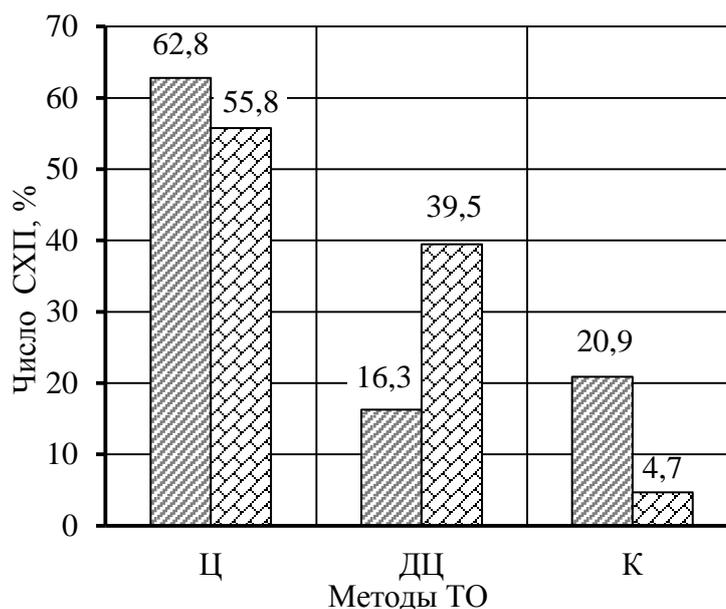


Рисунок 1 – Диаграммы распределения числа СХП Иркутской области, в которых выбраны методы ТО тракторов (слева и справа по вариантам – с учетом и без учета условий труда оператора в поле): централизованный (Ц), децентрализованный (ДЦ) и комбинированный (К)

3,5 раза. При определении удельной стоимости ТО по варианту «с учетом условий труда оператора» в сравнении с вариантом «без учета условий труда оператора» произошло перераспределение числа СХП по методам ТО в сторону

централизованного метода с 24 до 27 (изменение составило 12,5 %) за счет уменьшения числа хозяйств, в которых должны были быть децентрализованный и комбинированный методы. В результате объем работ по ТО в поле уменьшился на 12,5 %, если его считать по числу СХП, проводимых ТО, а это обуславливает социальный эффект – улучшение условий труда оператора. Все это обуславливает необходимость выбора методов ТО машин в СХП Иркутской области, что следует делать с учетом условий труда оператора в поле.

Выводы. 1. Получены математические модели (1), (2) и (3) по следующим методам ТО: централизованный, децентрализованный и комбинированный.

2. Разработанная методика позволяет учесть удельную стоимость использования стационарных (ПТО) и мобильных (АТО) средств обслуживания тракторов, а также дополнительные издержки на ТО в зависимости от условий труда оператора.

3. В результате исследований установлено, что при определении удельной стоимости ТО по варианту «с учетом условий труда оператора» в сравнении с вариантом «без учета условий труда оператора» произошло перераспределение числа СХП по методам ТО в сторону централизованного метода. Это получилось за счет уменьшения числа хозяйств, в которых должны были быть децентрализованный и комбинированный методы. В результате объем работ по ТО в поле уменьшился на 12,5 %, если его считать по числу СХП, проводимых ТО. Вышеперечисленное подтверждает необходимость выбора методов ТО тракторов, что следует делать с учетом условий труда оператора в поле.

4. Экономический эффект от внедрения ресурсосберегающих методов ТО тракторов в СХП Иркутской области получен при реализации двух вариантов расчета, с учетом и без учета условий труда оператора в поле, и он равен соответственно 18124 и 18304 руб. (среднее по вариантам расчета – 18214 руб.) на один трактор в год.

Использованные источники:

1. ГОСТ 20793-2009. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. – Взамен ГОСТ 20793-86; введ. 2011-01-05. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 19 с.
2. Аблин Л.К. Обоснование оптимальной зоны технического обслуживания тракторов К-700 стационарными пунктами / Л.К. Аблин, В.Л. Гнездилов // Вопросы эксплуатации машинно-тракторного парка технологии сельскохозяйственного производства: Труды ЧИМЭСХ, вып. 93. - Челябинск: ЧИМЭСХ, 1974. – С. 43 - 49.
3. Воронин Д.М. Прогнозирование эксплуатационных затрат при обслуживании техники / Д.М. Воронин, Ю.Н. Блынский, А.А. Малышко // Механизация и электрификация. – 2009. – № 4. – С. 60-66.

СЕКЦИЯ 3. Энергетика, энерго-и ресурсосбережение в АПК Сибири

УДК 631.3:631.8(571.54)

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ БГУ-2 В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

Ю.Ц. Бадмаев

ФГОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», г. Улан-Удэ, E-mail: m_el80@mail.ru

INDUSTRIAL VERIFICATION OF THE BIOGAS INSTALLATION OF THE SECOND GENERATION OF BSU-2 IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BURYATIA

Аннотация

В статье отражены характеристика проведения научных исследований при производственной проверке биогазовой установки второго поколения БГУ-2 в условиях Республики Бурятия. В методике исследований даны основные направления проведения производственной проверки, технологические параметры процесса сбраживания навозных стоков свиней в метантенке. В результатах проведённых работ представлены экспериментальные и теоретические данные скорости образования биогаза, оптимизированные конструктивные элементы анаэробного биофильтра, энергетические и экономические характеристики применения предлагаемой технологии, а также предлагается технологическая схема интенсивной переработки навозных стоков.

Characteristics of the research in the production inspection of a biogas plant of the second generation BSU-2 in the Republic of Buryatia. In the research methodology, the main directions of the production inspection, technological parameters of the process of digestion of manure reserves in the digester are given. As a result of the work carried out, experimental and theoretical data were obtained on the rate of biogas, optimized structural elements of the anaerobic biofilter, energy and economic characteristics of the application of the proposed technologies, as well as a flow chart for intensive processing of manure runoff.

Производство биогаза из органических отходов животноводства представляет собой один из видов энергосберегающей технологии, которая позволяет получить газообразное топливо и органическое удобрение с высоким

содержанием аммиачного азота, производить биологическую очистку стоков, сократить объемы иловых площадок и улучшить экологическую обстановку.

Для подтверждения результатов научных исследований процесса накопления метанообразующих микроорганизмов на носителях анаэробного биофильтра была разработана нами биогазовая установка второго поколения (БГУ-2) по переработке навозных стоков свиноферм. В связи с этим, появилась необходимость проведения дальнейших научных работ по определению эффективности применения анаэробного биофильтра (АБ) в камере сбраживания метантенка на интенсивность переработки навозных стоков в производственных условиях.

Производственная проверка БГУ была проведена на свиноферме содержанием 50 голов животных в сельскохозяйственном производственном кооперативе (СПК) «Тамча» Селенгинского района Республики Бурятия.

Методика проведения производственной проверки биогазовой установки (БГУ) была направлена на определение интенсивности переработки навозных стоков свиней в метантенке с рабочим объёмом $0,85 \text{ м}^3$ в непрерывном режиме (Рис. 1), оптимизация конструктивных элементов биофильтра, исследование энергетических характеристик биогазовой установки и определение образования товарного биогаза для нужд сельскохозяйственного предприятия.



При проведении производственной проверки биогазовой установки доза загрузки (Д) метантенка составляла 15,0% от объема сбрасываемого сырья с периодичностью загрузки 2 суток, температура технологического процесса + 37°C, влажность (W) 95%, зольность субстрата (A_c) 2,26%.

Основным условием эффективности технологии переработки навозных стоков в биогазовой установке явилось применение анаэробного биофильтра в камере сбрасывания метантенка, т.е. по мере адаптации метаногенного сообщества к сбрасываемому субстрату и развития биопленки на носителях анаэробного биофильтра, осуществляется высокоэффективное сбрасывание. Увеличение скорости метаногенеза приводит к более интенсивному перемешиванию без принудительной подачи газа.

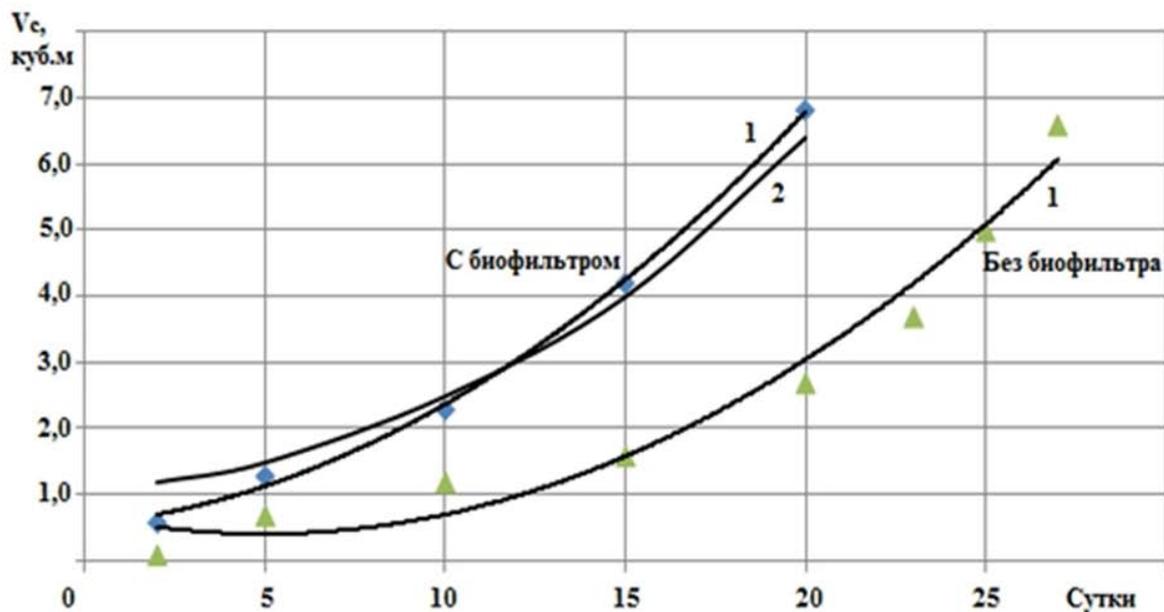
Производственная проверка биогазовой установки БГУ-2 позволила установить эффективность применения анаэробного биофильтра (АБ) в камере сбрасывания метантенка на интенсивность переработки навозных стоков свиней в сравнении с существующими технологиями анаэробной переработки, т.е. в метантенке без биофильтра (таблица).

Таблица – Результаты производственной проверки БГУ-2

| Сутки | СКОРОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ БИОГАЗА (V_c м ³ /СУТ) В МЕТАНТЕНКЕ ПРИ АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НАВОЗНЫХ СТОКОВ СВИНОВОДСТВА | | |
|---------|--|---------------|---------------------------------------|
| | С БИОФИЛЬТРОМ | | Без биофильтра - ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ |
| | ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ | ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ | |
| 1 | 0,52 | 1,15 | 0,14 |
| 2 | 0,85 | 1,32 | 0,40 |
| 3 | 1,07 | 1,44 | 0,62 |
| 4 – 5 | 1,16 | 1,95 | 0,89 |
| 6 – 10 | 2,31 | 2,42 | 1,25 |
| 11 - 15 | 4,15 | 3,98 | 2,73 |
| 16 – 20 | 6,85 | 6,31 | 5,02 |
| 21 - 25 | - | - | 6,52 |

Отсюда следует (рис. 2), что скорость образования биогаза в метантенке с биофильтром (V_c м³/сут) на 34,0 % выше, чем без анаэробного биофильтра. На

рисунок 2 представлены результаты производственной проверки скорости образования биогаза (V_c м³/сут) при переработке навозных стоков свиней в метантенке с анаэробным биофильтром (1 – экспериментальные и 2 – теоретические данные) и без биофильтра (1 – экспериментальные данные).



При производственной проверке БГУ-2 были оптимизированы конструктивные параметры анаэробного биофильтра при сбраживании навозных стоков свиней, т.е диаметр d_6 , количество лопастей $n_л$ и площадь поверхности носителей F_6 для иммобилизации метанобразующих микроорганизмов.

Накопление активной биомассы на носителях биофильтра позволила оптимизировать его иммобилизационные свойства, т.е. при накоплении активной биомассы метанобразующих микроорганизмов $X_{6м\ opt} = 0,18$ кг/м² соответствуют оптимальные значения диаметра биофильтра $d_6 = 0,42$ м, количество лопастей соответственно $n_л = 8$ шт и площадь поверхности носителя (капроновый шнур) $F_6 = 12,4$ м², а значения скорости образования биогаза в метантенке с биофильтром при переработке навозных стоков свиноферм $V_{сф\ opt} = 4,5$ м³/сут. Однако, с увеличением диаметра и соответственно площади поверхности носителей биофильтра уменьшается степень разложения сбраживаемого навозного стока, т.е. это связано с

ухудшением пропускной способности элементов биофильтра сбраживаемого субстрата.

Использованные источники:

1. Бадмаев Ю.Ц. Интенсивная технология анаэробной переработки органических стоков в Байкальском регионе / Ю.Ц.Бадмаев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р.Филиппова.- 2009. - № 3(16). С.157-160.

2. Бадмаев Ю. Ц. Эффективная переработка органических стоков в Байкальском регионе с применением анаэробного биофильтра. // Вестник Крас. ГАУ. Вып. 7(34) / Ю. Ц. Бадмаев– Красноярск. Изд-во Крас. ГАУ, 2009.С.172-174.

3. Бадмаев Ю.Ц. Результаты лабораторных исследований иммобилизации метанообразующих микроорганизмов на твёрдых носителях [Текст] / Ю.Ц. Бадмаев, Ю.А. Сергеев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова.- 2017.-№ 3(43). С.70-77.

УДК 631.371

**МОДУЛЬНАЯ БИОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕМЕЙНОЙ ФЕРМЫ КРС**

А.В. Бастрон, А.М. Соболев

ФГОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Россия

email: abastron@yandex.ru

**MODULAR BIOGAS INSTALLATION FOR THE PROCESSING OF
WASTES OF FAMILY FARM OF CATTLE**

Аннотация

Приведены технологическая схема и компоновка модульной биогазовой установки семейной фермы КРС.

Рассмотрено два варианта установки:

– в первом в биореакторе объемом 60 м³ перерабатывается навоз от 30 дойных коров, при этом биогаз в объеме 36,6 м³ сжигается в когенерационной

установке с выработкой 122 кВт·ч/сут электроэнергии, тогда как ее потребление составляет 27 кВт·ч/сут;

– во втором используется четыре таких же биореактора и перерабатывается навоз от 120 дойных коров, при этом вырабатывается 426 кВт·ч/сут электроэнергии, а потребление составляет 108 кВт·ч/сут.

Abstract

Given the technological scheme and layout of the modular biogas plant of the family farm cattle.

Two installation options are considered:

- the first 60 m³ bioreactor processes manure from 30 milking cows, with 36.6 m³ biogas burned in a covering plant with 122 kWh/day of electricity, while its consumption is 27 kWh/day;

- the second uses four of the same bioreactors and processes manure from 120 milking cows, generating 426 kWh/day of electricity and consuming 108 kWh/day.

В последние годы в России взамен устаревшим коровникам, построенным в прошлом веке, строятся новые семейные фермы, в том числе компании «ДеЛаваль» [1], при этом переработка навоза животных является важным процессом в сельскохозяйственном производстве [2 - 4].

Биогазовые установки представляют из себя комплекс оборудования по переработке органической массы в анаэробных условиях с получением биогаза и органического удобрения [4]. Основным элементом, где происходит непосредственно переработка органической массы, является метантек (биореактор), представляющий из себя в основном цилиндрическую емкость горизонтального или вертикального расположения. Внутри реактора поддерживается заданная температура, соответствующая заданному режиму работы.

Выход экскриментов стада КРС семейной фермы КРС на 30 дойных коров компании «ДеЛаваль», взятой нами для примера, составит ежедневно порядка 2,5 т, исходя из этого, при длительности цикла брожения биомассы 16 суток [4] и наполняемости емкости 40 м³, необходим резервуар объемом 60 м³. Нами и был выбран стальной резервуар РГС-60 производства ЗМК «РЕЗЕРВУАРОСТРОИТЕЛЬ», которой взят за основу для изготовления биореактора (рис. 1).

На рис. 2 приведена технологическая схема предлагаемой биогазовой установки.

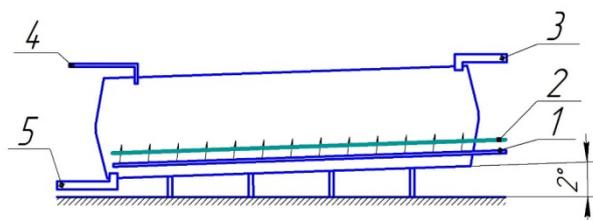


Рисунок 1 – Биореактор:

1 – труба с перфорацией для барботации биомассы, 2 – теплообменник для подогрева биомассы, 3 – поступление биомассы, 4 – сбор биогаза, 5 – сбор биомассы

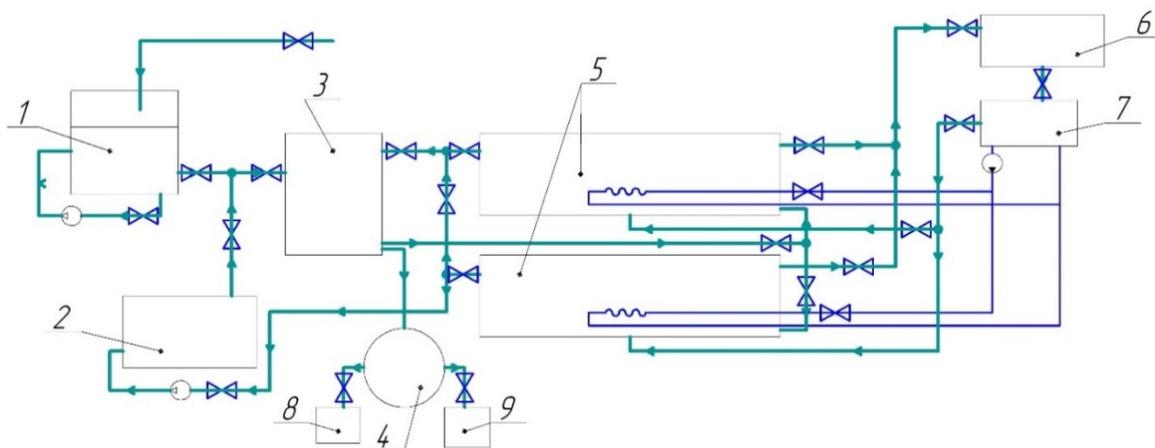


Рисунок 2 – Технологическая схема биогазовой установки:

1 – гомогенизатор, 2 – компрессор, 3 – мерная емкость, 4 – центрифуга, 5 – биореактор, 6 – газгольдер, 7 – когенерационная установка, 8 – твердая фракция эффлюента, 9 – жидкая фракция эффлюента

В емкость-накопитель (гомогенизатор) 1 производится загрузка навоза. Далее загруженное сырье подвергается перемешиванию и смешиванию с порциями теплой воды для достижения необходимой консистенции. Как правило, вода добавляется из расчета 1/8. Далее включается дренажный насос-измельчитель, который позволяет добиться необходимой степени гомогенизации сырья. Далее, при достижении нужного состояния с помощью компрессора происходит постепенная перегрузка сырья в мерную емкость объемом 2,5 м³. Затем из мерной емкости 3 биомасса заливается в биореактор 5.

Биореактор 5 представляет собой стальную емкость, расположенную горизонтально под углом 2° (рис. 1), где происходит процесс брожения в течении 16 суток. Из биореактора перебродившая биомасса поступает обратно в мерную емкость 3, после чего транспортируется в центрифугу 4 для

сепарации эффлюента на твердую 8 и жидкую 9 фракцию. Твердая фракция поступает в тракторную тележку, а жидкая – в емкость. Биогаз из биореактора 5 поступает к компрессору 2, далее к рессиверу, откуда биогаз транспортируется в газгольдер 6, расположенный снаружи. Часть биогаза из биореактора 5 используется в процессе барботации (перемешивания) биомассы. Из газгольдера 6 биогаз можно использовать в когенерационной установке 7 или сжигать в газовом котле, предварительно очистив от влаги и серы.

Семейная ферма может быть в дальнейшем расширена до 60, 90 или 120 дойных коров. В данном случае, модульность позволяет использовать ту же конструкцию биогазовой установки, добавляя каждый раз только новый биореактор и когенерационную установку. Компоновка модульной биогазовой установки приведена на рис. 3.

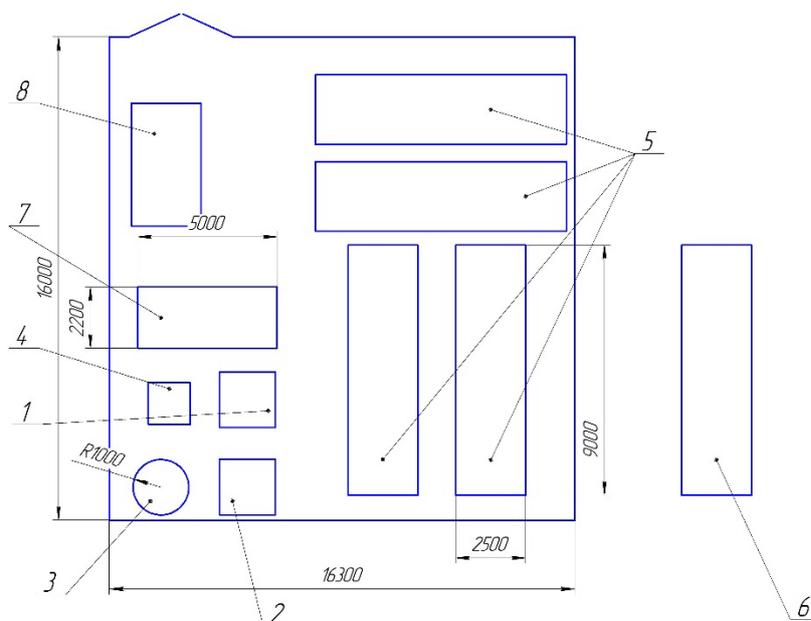


Рисунок 3 – Компоновка модульной биогазовой установки с четырьмя биореакторами: 1 – гомогенизатор, 2 – компрессор, 3 – мерная емкость, 4 – центрифуга, 5 – биореактор, 6 – газгольдер, 7 – когенерационная установка, 8 – прицеп для вывоза удобрения

Рассмотрено два варианта модульной биогазовой установки:

– в первом варианте в биореакторе объемом 60 м³ перерабатывается навоз от семейной фермы на 30 дойных коров, при этом полученный биогаз в объеме

36,6 м³ сжигается в когенерационной установке с выработкой 122 кВт·ч/сут электроэнергии, тогда как потребление электроэнергии на поддержание технологического процесса (транспортировка, барботация и сепарация биомассы и т.д.) составляет 27 кВт·ч/сут.

– во втором варианте в биогазовой установке используется четыре биореактора объемом по 60 м³ и перерабатывается навоз от семейной фермы на 120 дойных коров, при этом полученный биогаз в объеме 128 м³ сжигается в когенерационной установке с выработкой 426 кВт·ч/сут электрической энергии, тогда как потребление электроэнергии составляет 108 кВт·ч/сут.

Использованные источники

1. Проект фермы на 30 дойных коров (привязная система содержания) // DeLaval. 2015 – 86 с.

2. Бастрон А.В. Комплексная технология переработки отходов свиноводства для получения биогаза и органических удобрений для климатических условий АПК Сибири / М.П. Баранова, А.В. Бастрон, С.Н. Шахматов, О.А. Ульянова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (124). – С. 92 - 99.

3. Бастрон А.В. [Обзор биогазовых установок для крестьянских и фермерских хозяйств](#) / В.Н. Урсегов, А.В. Бастрон / В сборнике: [Инновационные тенденции развития российской науки](#). Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. Ответственный за выпуск Ю.В. Платонова. 2013. – С. 88 – 90.

4. С.К. Шерьязов Методы повышения эффективности переработки биомассы в биогазовой установке / Шерьязов С.К., Васенев В.В., Телюбаев Ж.Б. // В сборнике: ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ - АГРОПРОМЫШЛЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ. Материалы LV международной научно-технической конференции. ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». 2016. – С. 230-236.

УДК 631.37: 620.92 (075)

**К ВОПРОСУ ЗАМЕЩЕНИЯ ДЭС НА ВЭС В СИСТЕМЕ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С. ТУРУХАНСК КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

А.В. Бастрон, А.В. Чебодаев, С.Н. Эйдемиллер, А.С. Дебрин
ФГОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Россия
email: abastron@yandex.ru

**TO THE ANSWER OF CHANGING DPP ON THE WPP IN SYSTEM
ELECTRICITY S. TURUHANSK KRASNOYARSK EDGE**

Аннотация

Установлено, что технически реально заменить один или два дизель электрогенератора (ДЭГ) на дизельной электростанции (ДЭС) в с. Туруханск на ветроэлектрическую станцию (ВЭС), состоящую из 10-25 ветроэнергетических установок (ВЭУ) Nordwind 160 или ее аналогов, снизив при этом потребление нефтепродуктов, используемых на ДЭС, на 10 – 30 %, а также заменить два ДЭГ на ВЭС, состоящую из трех ВЭУ Vestas V-120 или ее аналогов, при этом возможно замещение нефтепродуктов на треть.

Abstract

It is established that it is technically realistic to replace one or two diesel generator (DG) at a diesel power plant (DPP) in the village of Turukhansk with a wind power station (WPS), consisting of 10-25 wind power plants (WPP) Nordwind 160 or its analogues, while reducing the consumption of petroleum products used on the DPP by 10 to 30%, as well as replacing two DG on the WPS, consisting of three WPP Vestas V-120 or its analogues, with the possible replacement of petroleum products by a third.

В настоящее время в России большее внимание уделяется вопросам замещения нефти и других видов ископаемого топлива на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) [1]. В связи с этим, становится важной оценка технической возможности и экономической целесообразности замещения дизельных электрогенераторов (ДЭГ) в составе дизельных электростанций (ДЭС) на ветроэлектрические станции (ВЭС), состоящие из нескольких ветроэнергетических установок (ВЭУ) [2 – 5]. В условиях северных районов

Красноярского края это особо актуально, т.к. имеется ряд населенных пунктов, где в качестве источника электроснабжения используются ДЭС, в том числе, в с. Туруханск Красноярского края, где себестоимость электроэнергии от ДЭС составляет больше 20 руб/кВт·ч[5].

При проектировании системы электроснабжения с. Туруханск, с учетом вновь сооружаемых ВЭУ, необходимо определить мощность ВЭС, необходимую для замещения ДЭГ в составе ДЭС. Кроме того, необходимо выбрать наиболее подходящее расположение ВЭС, с учетом рельефа местности, определить возможные места подключения ВЭС к системе электроснабжения.

Электроснабжение с. Туруханск осуществляет ОАО «Туруханскэнергоком». Выработка электроэнергии производится четырьмя ДЭГ WARTSILA 9L20 общей мощностью 6,4 МВт (рис.1) и составляет около 37 млн кВт·ч/год. Системы управления этих ДЭГ отвечают современным требованиям по скорости и точности регулирования при параллельной работе с сетью. Полностью электронное управление позволяет работать станции с одним диспетчером. Все управление осуществляется через диспетчерский пульт. Весь процесс от запуска до остановки двигателя ДЭГ диспетчер наблюдает на мониторе (рис. 2).



Рисунок 1 – ДЭС с. Туруханск

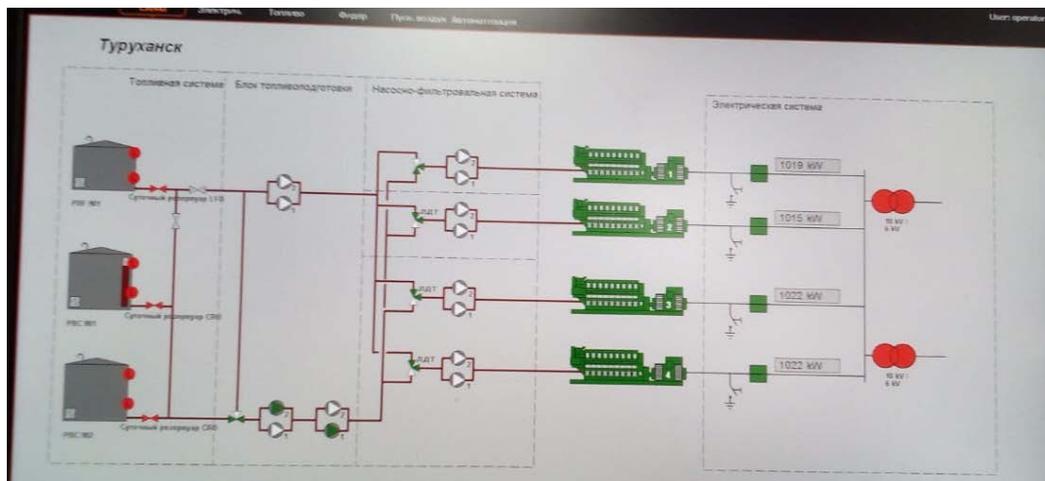


Рисунок 2 - Процесс работы дизельных агрегатов

Как правило, выработка четырех ДЭГ, установленных на ДЭС, распределяют свою нагрузку поровну, что позволяет равномерно распределить ресурс двигателей. Возможны случаи, когда один из генераторов находится в ремонте, один в резерве, два в работе. Тогда работа двух дизелей происходит на максимальной выработке электроэнергии.

В работе рассматривается два варианта замещения одного из ДЭГ ДЭС на ВЭС, состоящую из нескольких ВЭУ: Vestas V-120 (рис. 3) и Nordwind 160 кВт (рис. 4).

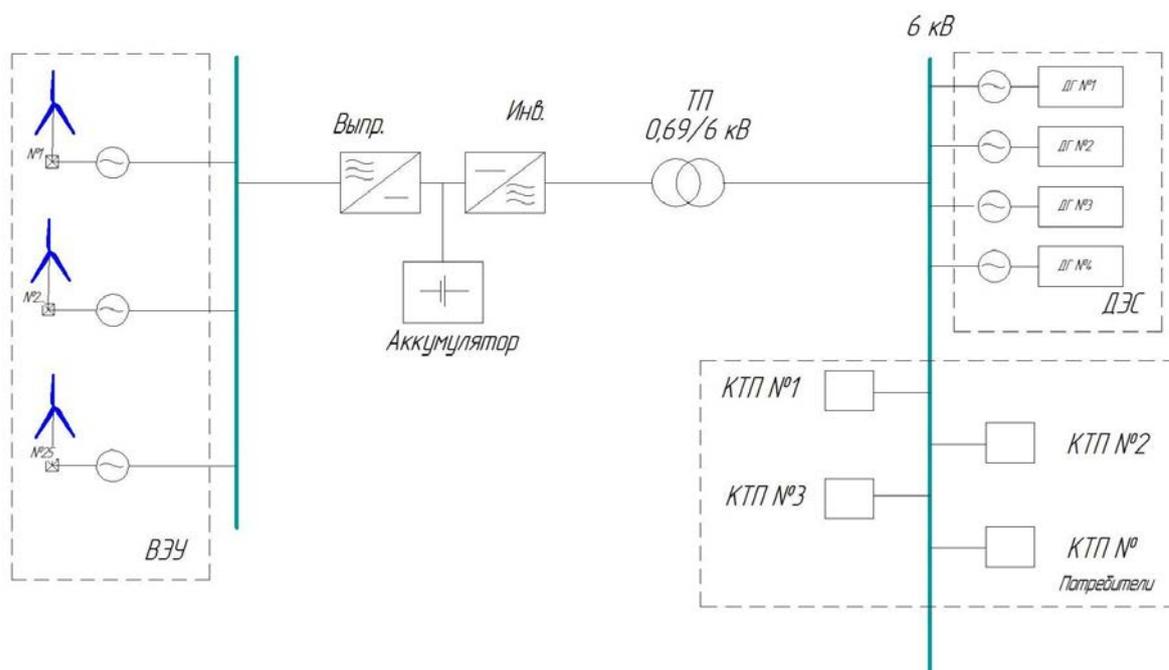


Рисунок 3 – Структурная схема ВЭС с использованием ВЭУ VestasV-120 в системе электроснабжения с. Туруханск

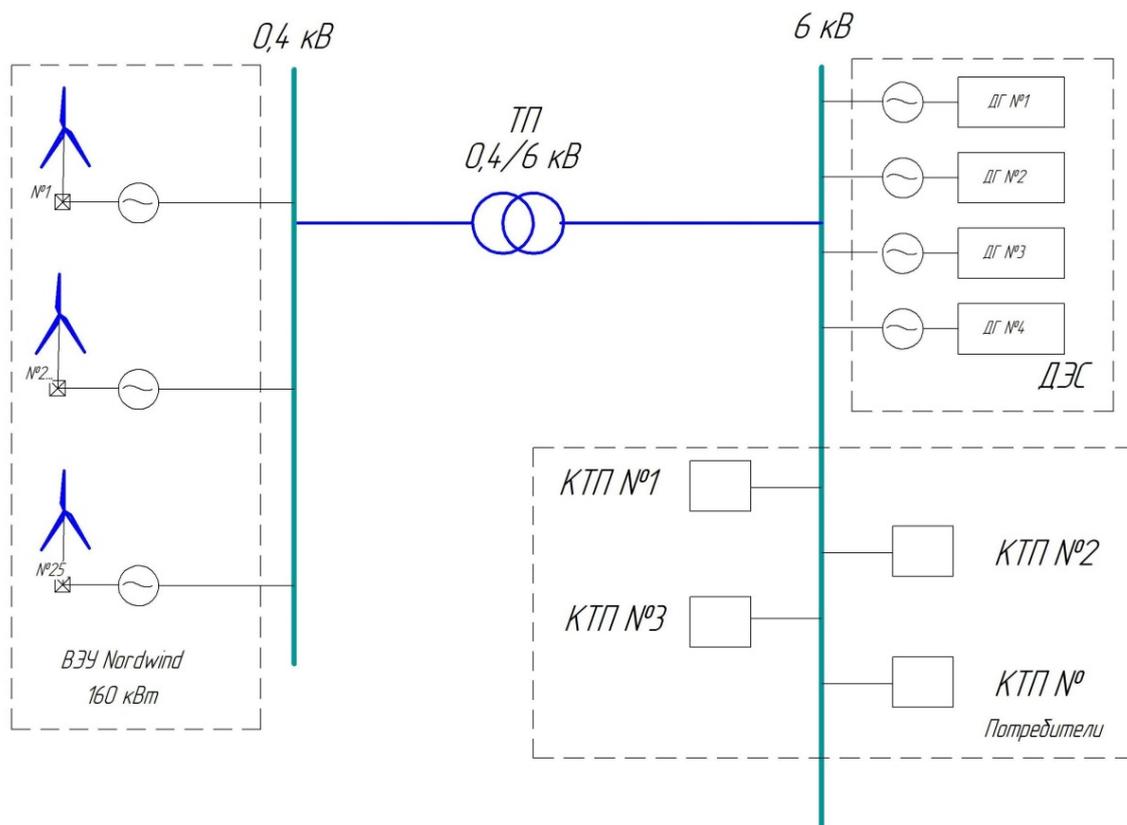


Рисунок 4 - Структурная схема ВЭС использованием ВЭУ Nordwind 160 кВт в системе электроснабжения с. Туруханск

Использование ВЭУ Vestas V-120 в составе ВЭС требует применения выпрямителей и инверторов для получения качественной энергии от ВЭС.

В конструкции ветроустановки Nordwind используется гидравлический преобразователь, что позволяет удерживать постоянное число оборотов ротора генератора независимо от скорости ветра и электрической нагрузки.

Выводы:

1. Технически реально заменить один или два ДЭГ на ДЭС вс. Туруханск на ВЭС, состоящую из 10-25 ВЭУ Nordwind 160 или ее аналогов, снизив при этом потребление нефтепродуктов, используемых на ДЭС, на 10 – 30 %.

2. Технически реально в условиях с. Туруханск заменить два ДЭГ на ВЭС, состоящую из трех ВЭУ Vestas V-120 или ее аналогов, при этом возможно замещение нефтепродуктов на треть.

Использованные источники:

1. Об утверждении Основных направлений государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года (с изменениями на 19 июля 2019 года) / <http://docs.cntd.ru/document/902137809> (дата обращения 11.09.2019 г.).
2. Бастрон А.В. Районирование Красноярского края, республик Хакасия и Тыва по ветровым зонам / А.В.Чебодаев, А.В.Бастрон // Промышленная энергетика. 2002. № 8. С. 48-52.
3. Бастрон А.В.К вопросу использования ветроэнергетических установок в АПК Красноярского края, республик Хакасия и Тыва / А.В.Бастрон, Н.Б.Михеева, А.В.Чебодаев/ Вестник КрасГАУ. 2010. № 4 (43). С. 262-269.
4. Бобров А.В. Ветродизельные комплексы в децентрализованном электроснабжении / А.В. Бобров, В.А. Тремясов. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2012. – 216 с.
5. Ветроэнергетика Красноярского края / А.В. Бастрон [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 252 с.

УДК 621.3

УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЕМКОСТИ СУШКИ ЗЕРНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Д.А. Будников

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ", Москва, Россия
Dimm13@inbox.ru**

Разработка энергоэффективного оборудования в настоящее время сопряжена с накоплением и обработкой большого количества данных. Полученная таким образом информация может быть направлена на разработку оптимальных алгоритмов управления оборудованием, а также глубокое обучение, для построение интеллектуальных систем управления. В данной

работе представлена разработка установки сбора информации для разработки режимов управления зерносушильным оборудованием с применением электрофизических воздействий.

THE DEVICE FOR AN ESTIMATING POWER-CONSUMING OF GRAIN DRYING BY USING ELECTROPHYSICAL EXPOSURE

Nowadays the development of energy-efficient equipment is connecting with accumulating and handling the mount of information. obtained data this way can be oriented at optimized algorithms of the managing equipment and also education deeply for building smart control systems. In this scientific work development of a device for collecting information for the developing control grain-drying equipment regime by using electrophysical exposure is presented.

Несмотря на то, что применение электрофизических способов воздействия позволяет интенсифицировать технологические процессы производства, необходима оценка энергетической эффективности их применения [1-4]. Для оценки затрат, обусловленных электрофизическими воздействиями при тепловой обработке зерна, разрабатывалась лабораторная установка, структурная схема которой представлена на рисунке 1. Она содержит 2 счетчика электрической энергии, один из которых фиксирует общую потребленную мощность, а второй непосредственно применение оборудования электрофизических воздействий. Данная установка управляется SCADA-системой. SCADA-система разрабатывалась для набора статистических данных, выработки режимов работы оборудования при термообработке зерновых. При учете того, что автоматизированная система должна обеспечивать:

– обмен данными с «устройствами связи с объектом» (с промышленными контроллерами и модулями ввода-вывода) в реальном времени через драйверы протоколов. Осуществляется сбор сигналов и выдача команд управления;

- отображение информации о технологическом процессе на экране монитора в удобной и понятной для человека форме (схемы, тренды, тревоги и др);
- отображение информации о ходе технологического процесса на панели оператора, включая изменение параметров работы экспериментальной установки и задание специальных коэффициентов и расчетных(табличных)параметров;
- аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- логическая обработка сигналов (блокировки, расчётные величины) и автоматическое/автоматизированное управление;
- архивирование информации и формирование отчетной документации;
- обеспечение связи с внешними приложениями (OPC, взаимодействие на уровне базы данных).

В качестве среды для разработки SCADA-системы была выбрана MasterSCADA, в качестве OPC-сервера – Modbus Universal MasterOPC Server.

В качестве рассматриваемых режимов работы применяются режим постоянного и импульсного воздействия воздействующих факторов. Так для СВЧ-воздействия задаются режим работы, а для импульсного воздействия указываются время импульса и паузы.



Рисунок 1 – Структурная схема системы контроля лабораторного оборудования и параметров процесса сушки зерна

Контроль показателей электрической сети (напряжение по фазам, ток, потребляемая мощность и т.д.) осуществляются через интерфейс счетчиков электроэнергии. При этом один счетчик контролирует энергию, потребленную лабораторной установкой с учетом всего оборудования, осуществляющего процесс, а второй фиксирует энергию, поведшую на осуществление электрофизических воздействий.

В таблице 1 представлены часть протоколируемых параметров в процессе работы лабораторной установки.

Таблица 1 – Протоколируемые параметры

| № | Параметр | Описание |
|-----|----------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | U_{a1} | Напряжение фазы А счетчика 1 |
| 2. | U_{b1} | Напряжение фазы В счетчика 1 |
| 3. | U_{c1} | Напряжение фазы С счетчика 1 |
| 4. | I_{a1} | Ток фазы А счетчика 1 |
| 5. | I_{b1} | Ток фазы В счетчика 1 |
| 6. | I_{c1} | Ток фазы С счетчика 1 |
| 7. | P_1 | Общая потребленная мощность |
| 8. | U_{a2} | Напряжение фазы А счетчика 2 |
| 1 | 2 | 3 |
| 9. | U_{b2} | Напряжение фазы В счетчика 2 |
| 10. | U_{c2} | Напряжение фазы С счетчика 2 |
| 11. | I_{a2} | Ток фазы А счетчика 2 |
| 12. | I_{b2} | Ток фазы В счетчика 2 |
| 13. | I_{c2} | Ток фазы С счетчика 2 |
| 14. | P_2 | Мощность, потребленная источниками электрофизических воздействий |
| 15. | T_1 | Температура 1 |
| | ... | |

| | | |
|-----|----------|---|
| 46. | T_{32} | Температура 32 |
| 47. | T_{I1} | Время импульса первого уровня магнетронов |
| 48. | T_{P1} | Время паузы первого уровня магнетронов |
| 49. | T_{I2} | Время импульса второго уровня магнетронов |
| 50. | T_{P2} | Время паузы второго уровня магнетронов |
| 51. | T_{I3} | Время импульса третьего уровня магнетронов |
| 52. | T_{P3} | Время паузы третьего уровня магнетронов |
| 53. | V_1 | Скорость агента сушки |
| 54. | V_2 | Производительность загрузочного шнека |
| 55. | V_3 | Производительность разгрузочного шнека |
| 56. | C_1 | Наличие материала в загрузочном бункере (верхний) |
| 57. | C_2 | Наличие материала в разгрузочном бункере(нижний) |
| | ... | |

Разработанная SCADA-система может быть использована на различных лабораторных установках, что позволяет получить некоторую унификацию и обрабатывать режимы работы оборудования на различном материале и с применением различных способов электрофизического воздействия.

Использованные источники:

1. Варламов, И.Г. SCADA нового поколения. Эволюция технологий - революция системостроения // Автоматизированные информационно-управляющие системы в энергетике. 2016. №2 (79).
2. Cheng, W.P; Fang, H.J. ets. Using SCADA to Detect and Locate Bursts in a Long-Distance Water Pipeline. WATER. 2019. Vol. 12. #12. DOI: 10.3390/w10121727.
3. Zhang, F; Dai, J.C. ets. Investigation of the Pitch Load of Large-Scale Wind Turbines Using Field SCADA Data. ENERGIES. 2018. Vol. 12. #3. DOI: 10.3390/en12030509.

4. Будников, Д.А. Разработка лабораторной установки электрофизического воздействия на зерновой слой с различной плотностью // Агротехника и энергообеспечение. – 2018. – № 3 (2). – с. 97-106.

УДК 631.9

ИСПЫТАНИЯ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ В ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

**Довлатов И.М. м.н.с.
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ**

Аннотация. В данной статье приводится сравнение результатов по эффективности обеззараживания воздуха от патогенной микрофлоры, результаты были получены в птицеводческих помещениях разного типа во время работы облучательных установок разработанных разными учеными.

При разведении птицы, стараются не допускать очаговой инфекции ограничиваются профилактической дезинфекцией, она предполагает уничтожение болезнетворных микроорганизмов, которые образуются и развиваются в помещениях в процессе выращивания и кормления животных. В помещениях, где присутствуют люди для обеззараживания воздуха и поверхностей во время отсутствия и присутствия людей применяются электрофизические, электрохимические и электролитические методы обеззараживания воздуха. Наиболее распространенными способами для решения этой задачи является предварительная фильтрация с последующим УФ облучением [1].

УФ излучение пока что показывает хорошие результаты только в лабораторных условиях, где эффективность близка к 100%, не учитывая того что, глубина проникновения у лучей не велика и распространение их только по прямой, чем дальше источник от объекта, тем менее он эффективен. Данные утверждения подтверждаются натурными экспериментами в ниже описанных исследованиях.

В работе Кожурина В.М. [2] рассматривалась проблема невозможности полного уничтожения микробов электрофизическим способом воздействия в птицеводческих помещениях, по причине запыленности. Обоснование данной причины приводится на примере птицеводческого хозяйства «Кирилловский» в котором для дезинфекции воздуха применялись облучательные установки ЭО-1-30 в которых установлен УФ источник ДБ-30.

Исследователь А.Н. Мелюков проводил испытания в хозяйстве ВИЖа "Щапово" УФ источником ДБ-30 в закрытом исполнении. [3]. Исследователем было доказано что микроорганизмы появляются во время жизнедеятельности птиц.

В источнике [4] рассмотрено применение ламп ДБ-30 в открытом исполнении в птичниках с клеточным содержанием, ученым А.А. Прокопенко. При сравнении полученных экспериментальных данных А.Н. Мелюкова и А.А. Прокопенко при одинаковом УФ источнике установленным в закрытый и открытый облучатель, видна эффективность открытого рециркулятора.

В источнике [5] установлено, что на обеззараживание воздуха влияют параметры температуры и влажности. В источнике [6] описаны исследования Н.И. Иммиева изучавшего эффективность сочетанного применения дезинфицирующих средств и УФ излучения при обеззараживании воздуха, инфицированного кишечной палочкой. Положительный результат во время испытаний показала установка ИКУФ-3 описанная в источнике [7], изготовлена Владыкинским Механическим заводом.

Л.Ю. Юфревым [8] предложено применение облучателя-рециркулятора «ОЗУФ» комбинированного применения УФ облучения и малой концентрации озона. В источнике [9] Алферовой Л.К, описывается применение УФ облучателя закрытого типа.

Дорожкин В.И. и Морозов В.Ю. в источнике [10] рассматривают устройство с комбинацией способ обеззараживания которое отличается повышенной эффективностью, по причине дополнительного воздействия на пыли в воздухе.

Данные о применяемых исследователями технических средствах при дезинфекции помещений для содержания птицы и ежедневного времени экспозиции отражены в таблице 1

Таблица 1– Исследования по времени экспозиции с УФ облучением

| Исследователи | Тип помещения | Удельная мощность, Вт/м ² | Эф. обеззараживания, % | Время экспозиции, ч | Исполнение технического средства для обеззараживания воздуха |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------|---|--|
| Имиев Я.И.. | Птичник с напольным содержанием | 0,5 | | По 1 часу три раза в день | Облучение воздуха открытыми бактерицидными лампами в отсутствие людей |
| Прокопенко А.А. | Птичник с клеточным содержанием | 0,3 | 61,7 | 1,5 часа в день | Облучение воздуха в птичнике открытого исполнения |
| Кожурин В.М. | Птичник с напольным содержанием | 0,3 | 59,7 | По 3 часа в день | Облучение воздуха открытыми бактерицидными лампами в отсутствие людей в птичнике |
| Мелюков А.Н. | Птичник с напольным содержанием | 0,3–0,4 | 60,7 | По 3 часа в день | Облучение воздуха УФ облучателем закрытого исполнения |
| Закомырдин А.А. | Цыплятник | 0,3 | до 55 | непрерывно | Облучение приточного воздуха в вентиляционных каналах |
| Юферев Л.Ю. | Птичник для выращивания цыплят | 0,4-0,5 | 73 | три экспозиции 1, 2 и 3 ч | Облучение воздуха открытыми бактерицидными лампами в отсутствие людей |
| Алферова Л.К. | Птицеводческое помещение | - | 72,8 | После 1 часа обработки | Облучатель–рециркулятор закрытого типа |
| Морозов В.Ю. | Виварий | 0,9 | | 1 час работы, потом 2 часа перерыва в дневное время | Облучение воздуха закрытыми электроустановками с УФ лампами в отсутствие людей |

На основе анализа проведенных исследований ранее, можно сделать вывод открытые облучательные установки имеют большую эффективность обеззараживания. Комплексное воздействие позволяет увеличить количество инактивируемых микроорганизмов. В дальнейших исследованиях будет рассмотрена возможность применения комбинированного воздействия разных методов воздействия совместно. Для безопасности персонала облучатели будут закрытого исполнения с увеличенным эффектом обеззараживания и объемом обрабатываемого воздуха.

Использованные источники:

1. Довлатов И.М. Способы обеззараживания воздуха от патогенной микрофлоры в птицеводческих помещениях / И.М. Довлатов, Л.Ю. Юферев // **МОНОГРАФИЯ** под редакцией доктора с.-х. наук Окоркова Владимира Васильевича. Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. - С.305-309 - Иваново - 2019

2. Кожурин, В.М. Бактерицидное действие коротковолнового ультрафиолетового излучения на микрофлору птичника и некоторые патогенные виды микроорганизмов./ В.М, Кожурин // В кн.: Болезниптиц.ВНИИТИП Вып.9(20).Л.,1973.С. 261-266.

3. Мелюков, А.Н. Применение коротковолнового ультрафиолетового излучения в животноводстве и механизм его действия. // В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по использованию оптического излучения в сельскохозяйственном производстве (17-21 ноября 1969 г., г. Львов). Львов, 1969. С. 53-57.

4. Прокопенко, А.А. Влияние различных доз ультрафиолетовых лучей неэкранированных бактерицидных облучателей на микроклимат и продуктивность клеточных кур-несушек // В кн.: Проблемы ветеринарной санитарии. Труды ВНИИВСГЭ. Т. 61. М., 1978. С. 139-141.

5. Ярных, В.С, Обеззараживания воздуха УФ лучами в вентиляционных системах. / В.С, Ярных, А.А, Закомырдин, Я.Я, Иммиев, Н.А. Попов // Научно-техн. бюллетень по электр. сел.хоз-ва. Вып. 1(25). М.: ВИЭСХ, 1975. С. 17-19.

6. Иммиев, Я.И.Генетические последствия куф-облучения птиц./ Я.И, Иммиев // В книге: Достижения и современные проблемы развития науки в Дагестане Тезисы докладов Международной научной конференции,

посвященной 275-летию РАН и 50-летию ДНЦ РАН (Гуманитарные и общественные науки). 1999. С. 282-283.

7. Прокопенко, А.А. Комбинированное применение ультрафиолетовых лучей в птицеводстве: дисс. ... д-ра вет. наук. 16.00.06 Прокопенко Александр Аксентьевич. - М., 1997. – 338с.

8. Юферев, Л.Ю. Разработка системы электрофизического двухкомпонентного обеззараживания воздуха в птицеводческих помещениях: дисс. ... кандидата технических наук : 05.20.02 Юферев Леонид Юрьевич. – М., 2006. – 140 с.

9. Юферев, Л.Ю., Результаты испытаний УФ облучателей повышенной эффективности. / Л.Ю. Юферев, Л.К. Алферова, А.А. Юферева // Инновации в сельском хозяйстве. 2014. № 1 (6). С. 36-39.

10. Морозов, В.Ю. Устройство для дезинфекции воздуха закрытых помещений «Рециркулятор вентилируемого воздуха» / В.Ю. Морозов, Р.О. Колесников, А.Н. Черников, В.И. Дорожкин, А.А. Прокопенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 63. С. 177-183.

УКД:621.34:628.18

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПО МИНИМУМУ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОТЕРЬ.

А.Ю. Кузнецов

ФГБОУ ВО НГАУ, г. Новосибирск, РФ

В статье рассмотрены вопросы использования трехфазных частотно-регулируемых асинхронных электроприводов по минимуму основных электромагнитных потерь.

Применение приемлемых для практического использования энергосберегающих электромеханических режимов работы частотно-регулируемых электроприводов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ)

обеспечивают достаточно глубоко исследованные законы частотного управления.

Тем не менее анализ электромеханических характеристик показывает, что не всегда реализация теоретически достижимых режимов работы асинхронных электроприводов по нагреву и перегрузочной способности являются оптимальными с позиции энергосбережения [4].

Учитывая огромное значение существующей в современных условиях проблемы энергосбережения, представляет значительный практический интерес оптимизация режимов энергопотребления асинхронных частотно-регулируемых электроприводов с ШИМ.

Результаты экспериментальных исследований оптимальных режимов работы частотно-регулируемых электроприводов свидетельствуют о том, что при изменении момента нагрузки, а также при работе в форсированных динамических режимах целесообразно не стабилизировать, а изменять магнитное состояние двигателя [3]. При этом известно, что электромагнитные потери мощности $\Delta P_{эм}$ асинхронной машины составляют главную долю (до 90% в номинальном режиме) от общих потерь P_{Σ} мощности электродвигателя, а механические потери образуют лишь малую часть из общих потерь мощности, зависящую только от текущего значения ω скорости двигателя [1].

Наиболее значительный эффект оптимизации наблюдается в области перегрузок по току, где полезно форсировать потокосцепление.

На рис. 1 приведены сравнительные зависимости параметров потокосцепления ротора от электромагнитного момента асинхронного двигателя при различных законах частотного управления.

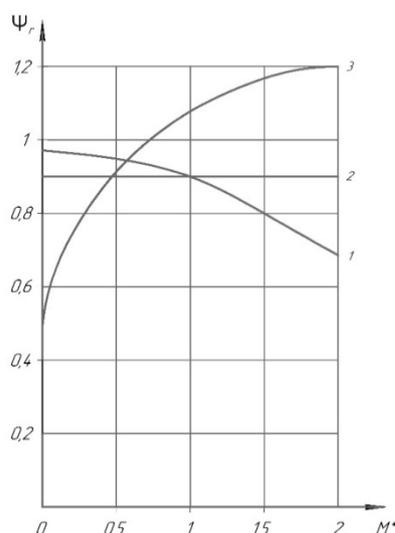


Рис. 1. Сравнительные зависимости параметров потокосцепления ротора от электромагнитного момента (1-на естественной характеристике; 2- управление с постоянным потокосцеплением ротора; 3- управление при минимальном токе статора)

В этой связи представляет наибольший интерес оптимальное управление частотно-регулируемым асинхронным двигателем при минимальных удельных электромагнитных потерях:

$$\chi = \frac{\Delta P_{эм}}{|M^*|} = \min \quad (1)$$

Под удельными электромагнитными потерями будем считать электромагнитные потери в асинхронном электроприводе, выделяемые на текущем межкоммутационном интервале преобразователя частоты.

Для стационарного режима работы частотно-управляемого асинхронного двигателя при питании от преобразователя частоты с ШИМ:

$$\left. \begin{aligned} M^* &= k\psi_r I_1 \sin \varphi, \\ \psi_r &= L_m I_1 \cos \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Где ψ_r - модуль обобщенного вектора потокосцепления ротора двигателя.

Подставив в первое уравнение значение ψ_r , после небольших преобразований с использованием известных зависимостей для расчета основных электромагнитных потерь мощности $\Delta P_{эм}$ в асинхронной машине приведем выражение (1) к виду:

$$\chi = \left[\frac{R_s + 0.005 \frac{P_H}{\eta_H} + k^2 R r \sin^2 \varphi + \Delta P_{см.н} (L_m^2 \cos^2 \varphi + k^2 L_{\sigma r} \sin^2 \varphi) \omega_1^{1.3} / \psi_{mн}^2}{k L_m |\sin \varphi \cos \varphi|} \right] = \min \quad (3)$$

Модуляционная составляющая $\Delta P_{эм}$ электромагнитных потерь зависит от значений модуляционной частоты f_n^* и ширины пульсаций модуля статорного тока [2]. В этой связи целесообразно определить оптимальное значение $\sin \varphi$:

$$\sin \varphi = \pm \frac{1}{[1 + X_1/Y_1]^{1/2}}, \quad (4)$$

обеспечивающее минимальное значение функционала из (1) или (3):

$$\chi_0 = \frac{2}{k L_m} (X_1 Y_1)^{1/2}. \quad (5)$$

Где равны соответственно:

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= R_s + 0.005 \frac{P_H}{\eta_H} + k^2 (R r + \Delta P_{см.н} L_{\sigma r}^2 \omega_1^{1.3} / \psi_{mн}^2), \\ Y_1 &= R_s + 0.005 \frac{P_H}{\eta_H} + \Delta P_{см.н} L_m^2 \omega_1^{1.3} / \psi_{mн}^2. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Двигательному режиму при расчетах соответствует знак «+» ($M^* > 0$), а генераторному режиму работы асинхронной машины соответствует знак «-» ($M^* \leq 0$).

Также найдем оптимальное значение косинуса угла нагрузки:

$$\cos \varphi = \frac{1}{[1 + X_1/Y_1]^{1/2}}. \quad (7)$$

На основании этих выводов появляется возможность определения оптимального значения абсолютного скольжения, соответствующего режиму минимальных электромагнитных потерь:

$$\beta_0 = \pm \frac{1}{T} [Y_1/X_1]^{1/2} = \pm \frac{1}{T} \left[\frac{R_s + 0.005 \frac{P_n}{\eta_n} + \Delta P_{cm,n} L_m^2 \omega_1^{1.3} / \psi_{m,n}^2}{R_s + 0.005 \frac{P_n}{\eta_n} + k^2 (Rr + \Delta P_{cm,n} L_{\sigma r}^2 \omega_1^{1.3} / \psi_{m,n}^2)} \right]^{1/2}. \quad (8)$$

Знак абсолютного скольжения β_0 определяется режимом работы асинхронной машины, являясь положительным для двигательного ($M^* > 0$), и отрицательным для генераторного режима работы ($M^* < 0$).

На рис. 2 приведены рассчитанные зависимости по формулам 4, 5, 8 оптимальных значений синуса $\sin \varphi_0$, абсолютного скольжения β_0 и критерия оптимальности (удельных электромагнитных потерь мощности) χ_0 , – в функции частоты ω_1 для электродвигателя 4A100LYX3 2,2 кВт (обозначены 1) и зависимости $\sin \varphi_n$, β_n и χ (обозначены 2) соответствующие экономичному закону частотного управления при постоянстве абсолютного скольжения или угла нагрузки, равных их номинальным значениям ($\beta = \beta_n = \text{const}$ и $\varphi = \varphi_n = \text{const}$).

Для асинхронных машин мощностью менее 5кВт при управлении с минимальными электромагнитными потерями на практике допустима аппроксимация оптимального абсолютного скольжения β_0 электродвигателя каким-нибудь неизменным постоянным значением скольжения. Исходя из практических инженерных расчётов целесообразнее выбирать такой коэффициент равный номинальному скольжению β_n [3]. Для машин большей мощности указанная аппроксимация из-за значительной погрешности невозможна.

На рис. 2б для примера приведена кривая 3 для закона частотного управления при постоянстве потокосцепления ротора.

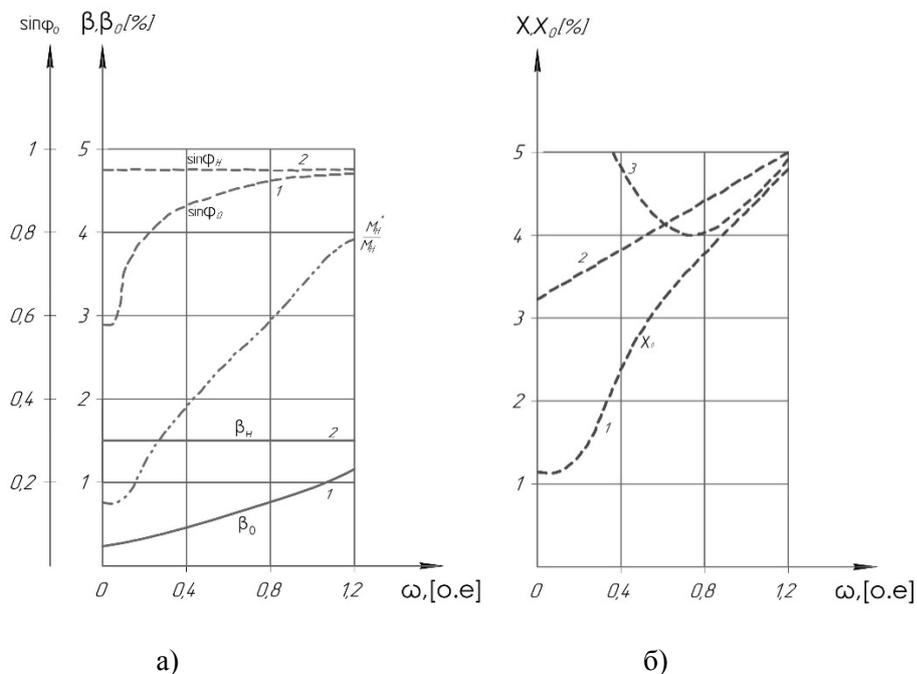


Рис. 2. Параметры работы асинхронной машины: а – абсолютного скольжения и синуса угла нагрузки; б – удельных электромагнитных потерь мощности χ .

Рассмотрение приведённых на рис. 2 зависимостей позволяет сделать следующие выводы:

1. При оптимальном управлении по удельным электромагнитным потерям мощности рассматриваемые значения угла φ_0 , скольжения β_0 и критерия χ_0 для асинхронных электродвигателей небольшой мощности определяются значением частоты ω_1 .
2. При рассмотрении законов частотного управления асинхронной машины при постоянстве потокосцепления более энергосберегающим с наименьшими общими потерями мощности при частотном регулировании асинхронного двигателя является оптимальное управление по минимуму электромагнитных потерь (кривая 1 на рис.2) при сравнении с экономичным управлением (кривая 2) и постоянством потокосцепления ротора (кривая 3).
3. Управление по минимуму электромагнитных потерь наиболее эффективно обеспечивает снижение общих потерь асинхронного электродвигателя на малых частотах вращения ω_1 , особенно при рекомендуемых в литературе [2] уменьшениях до 1/3 загрузки двигателя в номинальном режиме.
4. Во избежание магнитного насыщения асинхронного электродвигателя при оптимальном управлении по минимуму электромагнитных потерь необходимо завышать по мощности и электромагнитному моменту выбираемый двигатель.

Использованные источники:

1. Браславский И.Я. Асинхронный электросберегающий электропривод / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков // М.: Академия, 2004. – 256с.
2. Волков А.В. Анализ стационарных режимов асинхронного двигателя при питании от автономного инвертора с широтно-импульсивным способом регулирования выходного напряжения // Техническая электродинамика. – 1998. – №6. – 42 – 47с.
3. Ильинский Н.Ф. Электропривод и энергосбережение / Н.Ф. Ильинский // Электротехника. – 1995. – №9. – с. 24-27.
4. Иванов Г.Я. Математическое моделирование процесса векторного управления асинхронным двигателем / Г.Я. Иванов, А.Ю. Кузнецов // Электрообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. 5-ой междунар. науч.-техн. конф. (16-17 мая 2006г.) – М.: ГНУ ВИЭСХ. 2006. – ч.3. – с. 381-385.

УДК 631.544.4

РАЗРАБОТКА «УМНОЙ» ТЕПЛИЦЫ

А. А. Мусенко аспирант

iiier4uk@mail.ru

А.Н. Васильев научный руководитель

vasilev-viesh@inbox.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва Россия

DEVELOPMENT OF "SMART" GREENHOUSE

Аннотация. С холодными Сибирскими морозами от -30°C до -50°C , выращивание в открытом грунте не легкая задача [5]. Лето довольно короткое, и световой день тоже. Имеется одно решение, строительство автоматических теплиц, позволяющие выращивать круглогодично овощи и фрукты. В Сибири 90% теплиц применяют по сезонно, укроп практически не выращивают из-за короткого светового дня. Нами разработана теплица, которую может использовать каждый житель у себя дома, получая урожай круглогодично.

Annotation. With cold Siberian frosts from -30°C to -50°C , growing outdoors is not an easy task [5]. Summer is quite short, and daylight too. There is one solution, the construction of automatic greenhouses, allowing to grow vegetables and fruits year-round. In Siberia, 90% of greenhouses are used seasonally, dill is almost not grown because of the short daylight hours. We have developed a greenhouse that can be used by every resident at home, getting a crop year-round.

Успех тепличного хозяйства зависит от множества факторов, оказывающих влияние на урожайность. Главными из которых является температура, влажность, свет, полив, вентиляция. Современное сельское хозяйство предполагает использование систем автоматизации. Одно из направлений использования таких систем, является создание «умной» теплицы. С помощью автоматизации возрастает урожайность, затраты на электричество снижаются на 20-30%, снижается количество обслуживаемого персонала.

Для управления автоматизированной теплицы используют микропроцессоры, они являются главным элементом системы, куда приходит информация от аналоговых и контрольных датчиков, тем самым подбираются оптимальные параметры на различные подсистемы (освещенности, температуры и тд).

В полном комплекте блока управления состоящей из микропроцессоров и подключенных и запрограммированных датчиков, стоит очень дорого (30-40 тысяч рублей), потому что, цена складывается из-за сборки, монтажа, программирования. На отечественном рынке всего имеется два вида микропроцессора применяемым в теплицах закрытого грунта. Это микропроцессоры серии Мастер Кит NM и Arduino. Данные микропроцессоры обладают идентичными характеристиками (диапазон напряжения питания, потребляемый ток) нами был выбран микропроцессор на платформе Arduino, его стоимость на порядок в 7-8 раз ниже конкурента. Чтобы снизить стоимость готовых блоков управления необходимо моделировать и разрабатывать собственные проекты, тестировать и внедрять в область автоматизации применяемом в сельском хозяйстве.

Выделим основные параметры для управления теплицей. Первым элементом необходимым для поддержания температуры в заданном режиме, состоящей из подсистемы вентиляции и отопления является контролер температуры. Следующим элементом является автоматический полив, состоящей из двух подсистем: контроля влажности воздуха и почвы. Третьим элементом является свет, правильный подбор спектра освещения главная

составляющая роста растений. Нами был выбран светильник ЛПО Wolta, стоимость его не велика и излучение света составляет 4000К. Четвертым элементом является система мониторинга за растениями, куда входят сбор и анализ информации.

Для контролирования температуры в теплице возможно в двух режимах: когда включается только система вентиляции в теплое время и совместное использование вентиляции и подогрева в холодное время. За мониторингом температуры воздуха мы используем датчик ТО-92 IC, он хорошо себя зарекомендовал в последние 5 – 10 лет [1]. Обмен с данными микроконтроллера происходит по однопроводной линии связи, протокол интерфейса 1 – Wire.

Датчик изготавливают в различных модификациях, все они выполняют одинаковую функцию, отличие только состоит в серийном номере и внешнем виде. Измерение температуры происходит в пределах от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$, погрешность составляет $0,5^{\circ}\text{C}$. Преимущество состоит в том, что можно совместно подключать сразу несколько датчиков, к одной шине. На рисунке 1 показан, чаще всего применяемый в теплице датчик.



Рисунок 1 – Датчик температуры ТО-92 IC

Вентиляция включается, когда температура превышает заданного параметра. Без вентиляции не обходится ни одна теплица, ведь она необходима для создания оптимального микроклимата. Происходит поддержание тепличной среды, контролируется температура воздуха и уровень влажности. Нами был выбран вентилятор марки DEXP 70 рисунок 2, количество оборот составляет 3800 об/ мин. Исходя из расчета ширины, длины, высоты каждой полки, будет использоваться два вентилятора на каждой полке. Продув воздуха составляет 1-1,2 м, что нам соответственно подходит.



Рисунок 2 – Вентилятор марки DEXP 70

В холодное время года, необходимо обеспечить теплицу обогревом. Существует 3 вида обогрева солнечный, биологический, технический [2]. В нашем варианте, теплица находится в закрытом помещении и попадание солнечных лучей практически невозможно. Биологический обогрев не осуществим т.к. он подразумевает разложение органических материалов, зависит от температуры и влажности, довольно долгий процесс и занимает от 1 до 2 лет. Технический обогрев имеет 4 варианта исполнения: водяной, газовый, электрический, печной. Преимущества у электрического, ведь он компактный, менее затратный, и долговечный. Толщина инфракрасной пленки 3мм, размеры моно задавать любые, из всех марок мы остановились на TF рисунок 3. Проста в монтаже, крепится к задней крышке тепличного шкафа (в данном случае высота достигает 180 см), гарантия 15 лет, потребление электроэнергии находится в пределах 180-200 Вт.



Рисунок 3 – Инфракрасная обогревательная пленка

Для контроля уровня влажности в минеральной вате и в воздухе установлен датчики марки YL-39 и контактного щупа YL-70 [3]. Реле времени было выбрано марки 1СН. Увлажнитель воздуха принят марки PROFi (емкость наполнения 3 л). Если влажность будет превышена датчик отключает

автоматический полив. Был выбран капельный полив марки Rain Bird, ведь считается самым экономичным, не нужен сильный напор воды, прост в монтаже и обслуживании. Капельный полив состоит из нескольких элементов [4]. 1) В нашем случае имеется 3 узла забора воды (каждая емкость на 4л) рисунок 4. 3 узла забора было предусмотрено для того, чтоб на каждой полке можно было выращивать различную зелень.

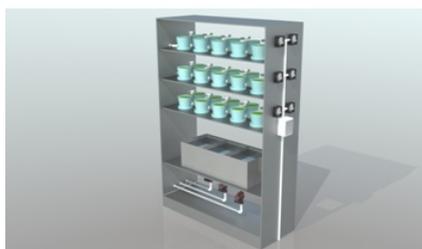


Рисунок 4 – Автоматическая теплица

В первой емкости можно приготовить питательный раствор для укропа. Во второй питательный раствор для щавеля. И в третьей питательный раствор для редиса. В узле забора воды вмонтирован узел фильтрации применяемый для очищения воды от мусора (камушек, веточек, песка). За управлением и контролированием процессами отвечает блок управления, сборка которого осуществлялась по схеме представленной на рисунке 4. На рисунке 5 показаны магистральный, разводящий трубопровод и капельные линии.



Рисунок 5 – Вид с боку автоматической теплице

Нами разработан блок управления представленный на рисунке 6, для управления теплицей автоматически.

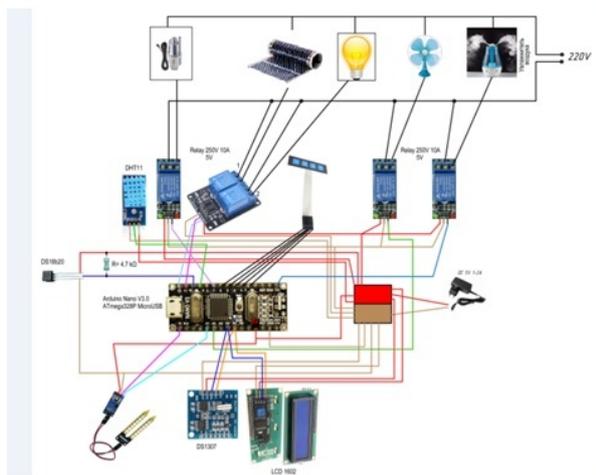


Рисунок 6 – Сборка блока управления

Преимущество перед аналогичными устройствами состоит в том, что настройки сохраняются и при перезагрузки не сбиваются. Все данные выводятся на дисплей. Каждый канал можно настроить индивидуально по датчику или таймеру. Драйвера не издают постороннего звука.

Таким образом, нами разработана «Умная» теплица позволяющая получать урожай круглогодично. Данную теплицу может устанавливать каждый житель, ведь её размеры 1,8x1,2x1, она идеально поместится на балконе, стоимость составляет от 45 тысяч рублей. Можно выращивать любую зелень от укропа до редис, щавеля, салата. Появилась возможность, выращивать экологически чистый продукт, без применения пестицидов.

Использованные источники

1. Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maximintegrated.com/en/products/analog/sensors-and-sensor-interface/DS18B20.html> (Дата обращения: 03.09.2019).
2. Шуваев Ю.Н. Теплицы, парники, укрытия для садовых и приусадебных участков. – Ростов н/Д.: Издательство «Феникс», – 1997. – 312 с.

3. Датчик влажности почвы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://makerplus.ru/wiki/datchik-vlazhnosti-pochvy-arduino> (Дата обращения: 02.09.2019)
4. Балашов К. В. Автоматизированные системы полива для чудо-урожая. М.: Издательство «Эксмо», – 2014. – 170 с
5. Парник и теплица своими руками: интернет портал «Ваша Теплица». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vasha-teplitsa.ru/> (Дата обращения: 03.09.2019).

УДК: 621.316.722.076.12

РАЗРАБОТКА КОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Научный руководитель – Нехорошев Д.Д., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»
г. Волгоград, Россия. Таймасханов М.Г., Фролов В.Ю., Шуваев С.В., магистры

DEVELOPMENT OF A COMPENSATING DEVICE TO ENSURE THE QUALITY OF ELECTRICAL ENERGY

Перед современной энергетикой стоит ряд немаловажных проблем, требующих внимания. Одной из таких проблемных тем является соблюдения баланса реактивных мощностей, а также их компенсация.

В отличие от активной мощности, источниками которой являются не только генераторы, реактивная мощность может генерироваться воздушными и кабельными линиями электропередачи[1]. В общем виде баланс реактивных источников представляется следующим уравнением:

$$Q_{\Gamma} + Q_{\text{Л}} + Q_{\text{КУ}} = Q_{\text{потр}} + \Delta Q_{\text{пер}} + Q_{\text{с.н.}}, \quad (1)$$

где Q_{Γ} – суммарная генерируемая реактивная мощность;

$Q_{\text{Л}}$ – суммарная реактивная мощность, генерируемая кабельными и воздушными линиями;

$Q_{\text{КУ}}$ - суммарная реактивная мощность, генерируемая компенсирующими устройствами

$Q_{\text{потр}}$ – суммарная реактивная нагрузка потребителей;

$\Delta Q_{\text{пер}}$ – суммарные потери реактивной мощности в элементах передачи электроэнергии;

$Q_{\text{с.н.}}$ – суммарная реактивная нагрузка собственных нужд во всех электростанциях системы.

Как видно из формулы (1), генерируемая линиями электропередачи реактивная энергия может нарушить баланс мощностей. И что самое важное, точно определить уровень генерируемой мощности невозможно, из-за чего мощность компенсирующих приходится выбирать с большим запасом, что приводит к большим экономическим затратам.

С другой стороны, нельзя полагаться на усреднённые или приближенные значения в вопросе компенсации, так как нарушение баланса реактивных мощностей может привести к следующему:

- 1) большая нагрузка генераторов по реактивной мощности вызывает их перегрузку по току;
- 2) недостаток реактивной мощности в энергосистеме приводит к падению напряжения у потребителей;
- 3) передача больших объёмов реактивной мощности приводит к увеличению потерь активной мощности.

Таким образом значение мероприятий по компенсации реактивной мощности нельзя недооценивать.

Одной из современных разработок в этой области являются так называемые СТАТКОМы (статический синхронный компенсатор), задачей которых является улучшение качества электроэнергии и повышение эффективности систем ее передачи и распределения за счет компенсации реактивной мощности, регулирования напряжения и повышения устойчивости работы энергосистем. По сравнению с СТК и другими устройствами компенсации реактивной мощности СТАТКОМ имеет ряд преимуществ:

- 1) лучшие динамические характеристики;
- 2) возможность поддержания номинального емкостного выходного тока, при низком напряжении системы, что, в результате, обеспечивает более высокую динамическую устойчивость передачи по сравнению с СТК;
- 3) благодаря высокой частоте переключения приборов, СТАТКОМ может осуществлять активную фильтрацию гармонических токов нагрузки;
- 4) требуется меньше места для установки (приблизительно в два раза по сравнению с СТК);
- 5) меньший уровень активных потерь.

СТАТКОМ представляет собой управляемый источник напряжения с внутренним сопротивлением, практически равным нулю. Его подключение к сети производится через линейный реактор (рисунок 1),

который обеспечивает преобразование разности напряжений сети и УИН в выходной ток СТАТКОМа, т.е. превращения источника напряжения в источник тока

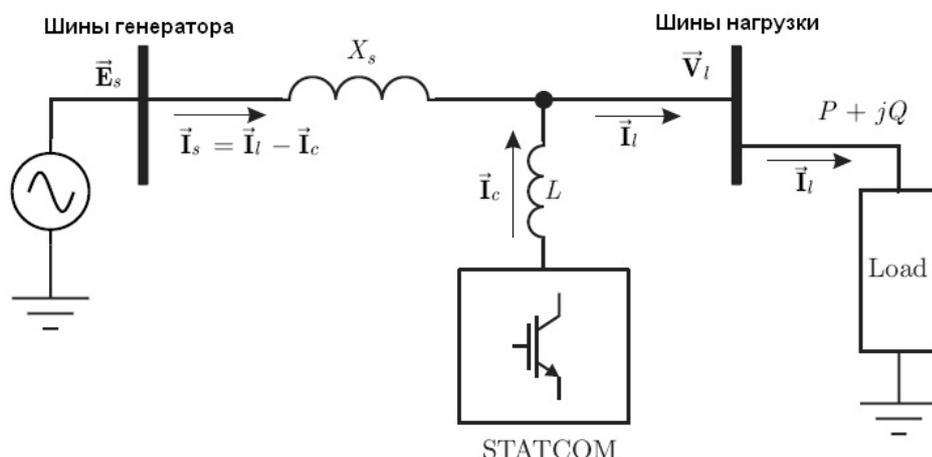


Рисунок 1. Однолинейная схема подключения СТАТКОМа к сети.

Векторная диаграмма напряжений, иллюстрирующая режимы работы СТАТКОМа, показана на рисунке 2. В режиме потребления реактивной мощности выходное напряжение преобразователя меньше напряжения линии и находится с ним в фазе. В режиме генерации – выходное напряжение преобразователя больше напряжения на линии и так же в фазе с ним.

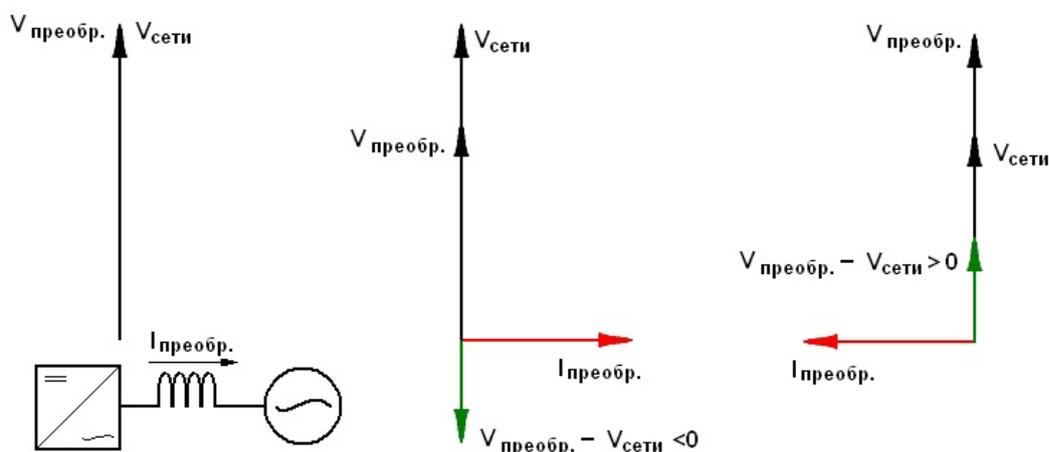


Рисунок 2. Векторная диаграмма напряжений в различных режимах работы СТАТКОМа.

Таким образом, выполняя роль транзисторного преобразователя напряжения СТАТКОМы способны в автоматическом режиме регулировать уровень реактивной мощности в сети, тем самым поддерживая баланс мощностей. Данная разработка основана на принципах силовой электроники, что в будущем может послужить основой для интеллектуальных энергетических систем.

Использованные источники:

1. Колюхова Е.А. Электроснабжение объектов // учебное пособие – Издательский центр «Академия» – 2004 – 320 с.
2. Ершов С.В., Савицкий И.В. Разработка систем компенсации реактивной мощности в условиях городских электрических сетей // статья – научный журнал «Известия тульского государственного университета. Технические науки» – 2012.
3. Меликов А.В. Преимущества применения имитационного подхода к моделированию выходных сигналов средств измерений / А.В. Меликов // В сборнике: Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации Материалы Международной научно-технической конференции. 2016. С. 43-44.
4. Меликов А.В. Многомерная организация данных в информационных системах анкетирования / А.В. Меликов // Кибернетика и программирование. 2014. № 1. С. 1-16
5. Коновалов, П.В. Возможность применения и работы пневмогидравлического запуска на сельскохозяйственных тракторах [Текст] / П.В. Коновалов, А.Ю. Попов, Ю.Е. Кравцова // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг., Волгоград, 03-05 февраля 2015 г. Том 2. - Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ. – 2015 г. – С. 60...63.
6. Коновалов, П.В. Определение параметров пневмогидравлического запуска / П.В. Коновалов, С.А. Козырев // // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 31 января-03 февраля 2017 г. - Волгоград: Волгоградский ГАУ. – 2017 г. – С. 106...109.

УДК 631.223.6:628.8

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Н. Н. Новиков, к.т.н.

ИМЖ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ г. Москва, Россия

e-mail: vniimzh@mail.ru

Повышение технологических и технико-экономических показателей систем микроклимата животноводческих помещений предложено обеспечить путем использования теплоты, безвозвратно рассеиваемой в холодное время ограждениями.

Ключевые слова: микроклимат, энергоэффективность.

THE WAYS OF LIVESTOCK PREMISES MICROCLIMATE SYSTEMS' ENERGY EFFICIENCY IMPROVING

N. N. Novikov, candidate of technical sciences.

IMJ – filial of FGBNY FNAC VIM Moscow-city, Russia

e-mail: vniimzh@mail.ru

Livestock premises microclimate systems' technological and technical-and-economical indicators increasing is proposed through the using of heat, irretrievably dissipated by fences in the cold seasons to provide.

Key words: microclimate, energy efficiency.

Затраты энергии на обеспечение микроклимата животноводческих ферм в РФ остаются значительными и составляют в настоящее время около 2,2 млн т.у.т в год или 32% энергозатрат на все процессы. На вентиляцию помещений на фермах в течение года расходуется около 2 млрд кВт·ч электроэнергии, на обогрев в холодное время года значительно больше - 1,8 млрд кВт·ч электроэнергии, 0,6 млн м³ природного газа, 1,3 млн т жидкого и 1,7 млн т твердого топлива.

В работе рассматриваются пути повышения технологических и технико-экономических показателей систем микроклимата путем использования теплоты, рассеиваемой в холодное время года ограждениями для предварительного подогрева вентиляционного воздуха.

Схематически в качестве иллюстрации такая система, реализованная в типовом свиноматочнике-откормочнике на 1300 голов (размеры в плане 120x18м), представлена на рисунке 1.

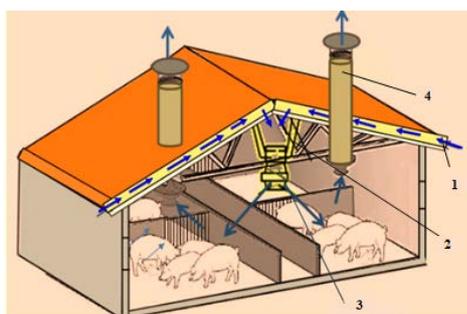


Рисунок 1. Схема энергоэффективной системы микроклимата с утилизацией теплоты, рассеиваемой ограждениями.
1-щелевой воздухозаборный канал,
2-вентиляционный тоннель,
3-вентиляторно-калориферные блоки,
4-вентиляционные шахты.

Она включает щелевой воздухозаборный канал 1, расположенный под всей поверхностью кровли и образованный плитой перекрытия помещения и его кровлей, вентиляционный тоннель 2 по всей длине свинарника, примыкающий к коньку кровли. Тоннель сам является герметичным, он также герметично примыкает к щелевому каналу в зоне конька кровли. В тоннеле имеются расположенные с определенным шагом по всей его длине проемы, в которых монтируются вентиляторно-калориферные блоки 3, работающие на приток воздуха в помещение. Они создают разрежение в тоннеле, обеспечивая поступление вентиляционного воздуха по щелевому воздухозаборному каналу [1,2], а также повышенное давление воздуха в помещении для работы вытяжных шахт 4. Вентиляционный воздух, проходя по щелевому каналу, ассимилирует теплоту, рассеиваемую ограждениями, и предварительно подогревается. При необходимости дополнительный нагрев поступающего воздуха происходит в калориферах, включенных в систему отопления фермы.

Моделирование рассматриваемого процесса прогрева ламинарного потока воздуха в узком канале между плоскими параллельными поверхностями разной степени нагрева выполнено с использованием уравнения нестационарной теплопроводности [3] в двумерной области

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a^2 \left(\frac{\partial^2 t}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \right), \text{ где}$$

$t(x, z, \tau)$ – поле температур в потоке, x, z – соответственно линейные координаты по направлению и перпендикулярно направлению потока, $0 \leq x \leq l$, $0 \leq z \leq \delta$, τ – время, l, δ – заданные числа, a^2 – коэффициент температуропроводности,

Скорость потока воздуха $v(x, z, \tau) = v_0$ задавалась неизменной по всему полю пространственных координат и времени, зависимости вязкости воздуха и плотности от его температуры не учитывались.

Решение уравнения нестационарной теплопроводности с указанными краевыми условиями выполнялось методом конечных разностей по явной схеме с использованием ПЭВМ [4].

Результат расчета мгновенных полей температур воздуха по координате, перпендикулярной направлению его движения в щелевом канале по координате z в сечении $x=v \cdot \tau$, представлены на графике рисунка 2. На графике видно, что повышение температуры в потоке поступающего в канал воздуха (при $x=0$) начинается у поверхности с большей температурой (при $z=0$). По мере перемещения воздуха в канале волна повышения температуры воздуха распространяется к поверхности с меньшей температурой. Пока волна повышения температуры не достигла менее нагретой поверхности, ассимиляция теплоты, поступающей от более нагретой поверхности, проходящим воздухом максимальна и близка к 100%.

График мгновенной мощности, ассимилируемой потоком воздуха от нагретой поверхности, представлен на рисунке 3. В начальный момент времени перепад температур между нагретой поверхностью и воздухом наибольший, затем уменьшается в связи с повышением температуры воздуха в зоне, примыкающей к более нагретой поверхности (рисунок 2).

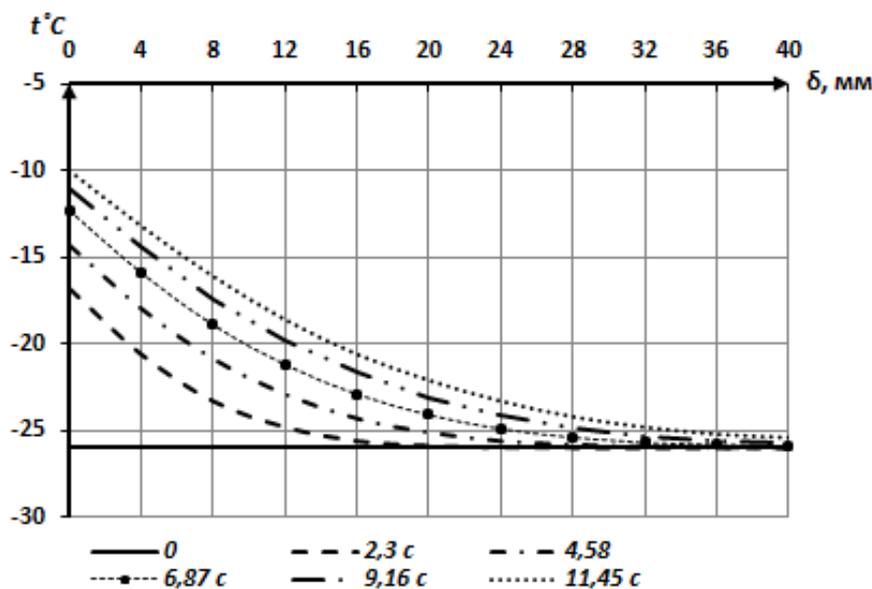


Рисунок 2. Мгновенные поля температур $t, ^\circ\text{C}$ воздуха, движущегося между параллельными плоскими поверхностями (ограждением и экраном), разной степени нагрева

Расчетным путем определяется средняя мощность теплового потока с каждого м^2 теплой поверхности, которая передается воздуху при его движении внутри канала, когда коэффициент ассимиляции теплоты приближается к 100%.

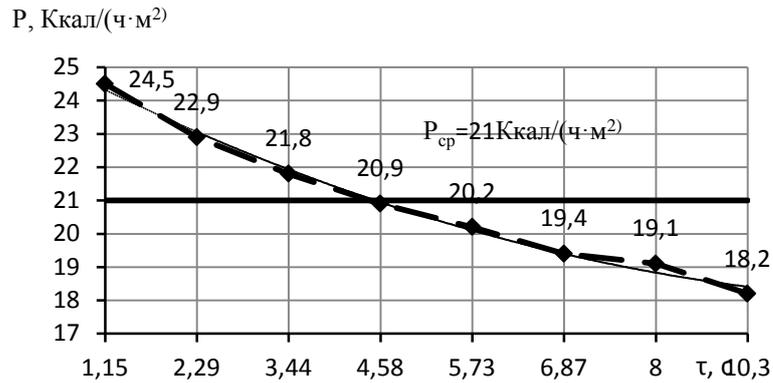


Рисунок 3. График зависимости теплоотдачи нагретой поверхности движущемуся потоку холодного воздуха от времени перемещения его между поверхностями разной степени нагрева в точке, примыкающей к нагретой поверхности при $t_{в}=+18^{\circ}$, $t_{н}=-26^{\circ}\text{C}$, $\delta=40$ мм

Полученное значение средней мощности теплового потока может быть использовано в расчетах для вычисления эффекта от утилизации теплоты, рассеиваемой ограждениями [5]. В частности, в свиарнике-откормочнике на 1300 голов при воздухообмене около 40 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ скорости воздуха в щелевом канале 1,15 м/с, длительности контакта его с нагретой поверхностью 8 с мощность предварительного подогрева воздуха составит 50 кВт. Это позволит экономить до 20% энергозатрат на обогрев помещения в холодное время года.

Для проверки адекватности разработанной методики расчета был изготовлен в масштабе 1/4500 макет системы микроклимата животноводческих помещений с утилизацией теплоты, рассеиваемой ограждениями. Физически макет представлял собой два вложенных друг в друга прямоугольных параллелепипеда с малым зазором между его поверхностями, где и проходил воздух. Коэффициент ассимиляции теплоты, исходящей от более нагретой поверхности параллелепипеда проходящим воздухом, достигал 85...91%. Расхождение расчетных и измеренных в опытах значений величин находилось в пределах 14%.

Результаты проведенных исследований подтверждают эффективность предлагаемого решения для рассматриваемых систем микроклимата и обосновывают метод его инженерного расчета.

Предлагаемое решение позволяет исключить конденсацию и запыление рабочего канала, достигнуть почти 100% ассимиляции уходящей теплоты, уменьшить эксплуатационные затраты, повысить энергоэффективность систем микроклимата.

Использованные источники:

1.Новиков Н. Н. Новые решения для утилизации теплоты, рассеиваемые ограждениями животноводческих помещений //Вестник ВНИИМЖ.-2014.- №4(16).-С.174-177.

2. Пат.2537868 РФ. Система вентиляции животноводческого помещения / Новиков Н. Н.; Заявл.05.04.2013; Оpubл.10.01.2015, Бюл.№1.-5с.

3.Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский // М., Наука, 2002. 576 с.

4.Самарский А. А. Теория разностных схем // М., Наука, 2007. 654 с.

5.Новиков Н. Н. Использование теплоты, рассеиваемой ограждениями, в системах микроклимата свиноводческих ферм //Вестник ВНИИМЖ.-2015.- №4(20).-С.173-178.

УДК 621.31

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ОТ ОТКАЗОВ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

П.Н. Подобедов, ОАО РЖД, Москва, Россия e-mail: podobiedov13@mail.ru
А.И. Некрасов, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Москва, Россия, e-mail: nalios@mail.ru
А.А. Некрасов, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Москва, Россия, e-mail: nalios@mail.ru
П.А. Масленников, ПАО МОЭСК, Москва, Россия,
e-mail: maslennikovpa1@gmail.com

DETERMINATION OF DAMAGE FROM HIGH VOLTAGE CIRCUIT BREAKERS IN RURAL ELECTRIC NETWORKS

Аннотация

Определена степень влияния различных высоковольтных выключателей на надежность электроснабжения и безотказность работы распределительных подстанций. Для линии 10 кВ проведена оценка экономических ущербов

потребителя и последствий на линии от перерывов электроснабжения. Определена зависимость влияния отказов высоковольтных выключателей на величину ущерба от недоотпуска электроэнергии, времени перерыва в электроснабжении и недовыпуска продукции у потребителей. Для повышения надежности электроснабжения потребителей целесообразным является совершенствование конструкции и применение инновационных методов технического обслуживания масляных выключателей.

Annotation

The degree of influence of various high-voltage switches on the reliability of power supply and the reliability of distribution substations is determined. For the 10 kV line, an assessment of the consumer's economic losses and the consequences on the line from power outages was carried out. The dependence of the influence of failures of high-voltage circuit breakers on the amount of damage from undersupply of electricity, the time of a break in power supply and under-production at production facilities is determined. It is advisable to modernize the design and apply innovative methods of maintenance of oil circuit breakers.

В настоящее время процесс старения и износа систем передачи и распределения электроэнергии составляет не менее 60%. При существующих проблемах в эксплуатации масляных выключателей необходимо повышение их эксплуатационных характеристик, увеличивающих надежность, срок службы и ремонтпригодность в случае возникновения аварийных ситуаций. Целью работы является повышение надежности электроснабжения сельских потребителей на основе выявления и анализа причин отказов электрооборудования и обоснование мер по повышению эксплуатационных характеристик масляного выключателя ВМП-10.

Для реализации поставленной цели необходимо исследовать причины и состав отказов различных видов высоковольтных выключателей 10 кВ, а также определить степень влияния их отказов на время перерыва в электроснабжении потребителей и величину возникающих ущербов. Для получения полной информации, наряду со сбором и обработкой статистических данных и проведения расчетов, использованы экспертные оценки, обработанные соответствующим образом [1, 2].

На основании исследования и количественного соотношения отказов электрооборудования распределительных подстанций с учетом коэффициентов компетенции экспертов установлено, что масляные выключатели 10 кВ являются основной причиной перерывов в электроснабжении потребителей в связи с частыми отказами и низкой надежностью. Показатели по отказам высоковольтных выключателей 10 кВ представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели по отказам высоковольтных выключателей 10 кВ

| Вид выключателя | Масляный | Элегазовый | Вакуумный |
|-------------------------------------|----------|------------|-----------|
| Состав оборудования, % | 52 | 32 | 16 |
| Состав отказов, % | 68 | 20 | 12 |
| Отказы на единицу выключателей, о.е | 1,35 | 0,65 | 0,75 |

На основании проведенных исследований установлено, что на единицу выключателей менее надежными являются масляные выключатели. Являясь наиболее распространёнными выключателями, используемыми на подстанциях, они в тоже время менее надежны в работе, что свидетельствует о необходимости совершенствования как самой конструкции, так и применения инновационных методов технического обслуживания масляных выключателей. Около 70 % случаев повреждений выключателей связано с непогашением дуги, перекрытиями внутри баковой изоляции, повреждением вводов. Остальные повреждения связаны с нарушением контактной системы, поломками изоляционных частей и деталей механизма управления выключателем. В практике эксплуатации высоковольтных выключателей выделяют три основных направления развития аварии выключателей ВМП-10: образование дуги 30%, повреждение и отгорание вводов и контактных соединений 12%, повреждение механизмов и аппаратуры выключения 42%, другие причины 18%.

Для оценки влияния отказов ВМП-10 на уровень надежности электроснабжения, в качестве примера, выбрана ВЛ 10 кВ, отходящая от подстанции «Красная Заря» Орловских РЭС, представленная на рис.1.

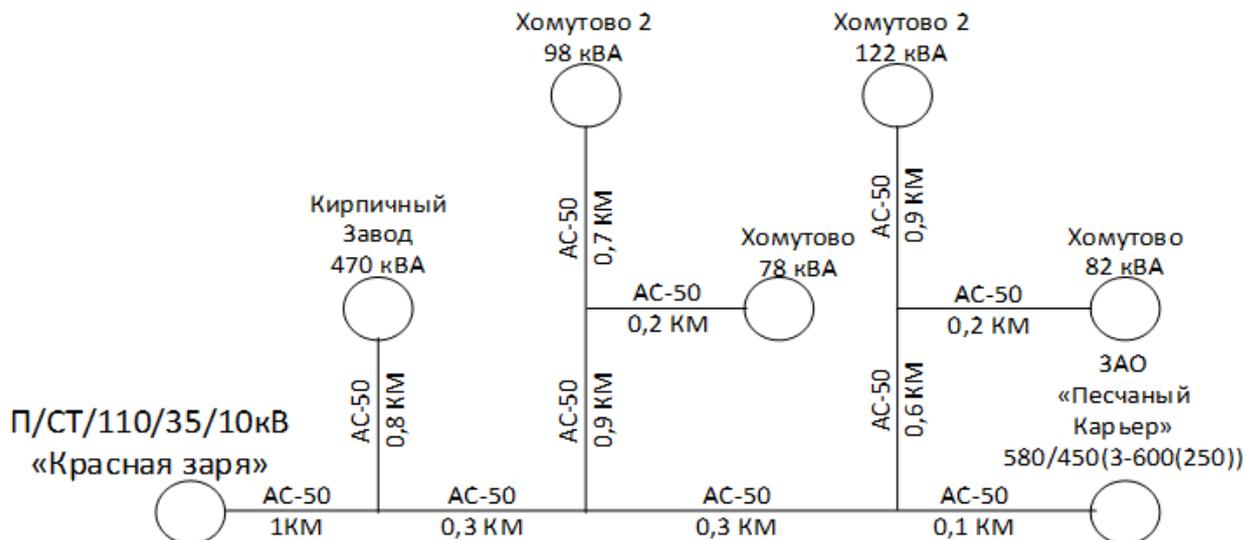


Рис.1 - ВЛ 10 кВ подстанции «Красная Заря» Орловских РЭС

В качестве критерия оценки надежности электроснабжения выбран показатель недоотпуска электроэнергии. Изменчивость показателя потока отказов отдельных элементов связано со старением и большим износом оборудования [3,4,5]. Для определения недоотпуска электроэнергии принят вариант расчета, позволяющий учесть время перерыва электроснабжения. Недоотпуск электроэнергии за год, из-за отказов элементов сельской электрической сети, характеризует уровень надежности системы электроснабжения.

Для более объективной оценки необходимо определить экономический ущерб от перерывов в электроснабжении, характеризующий интегральные свойства надежности системы, включая продолжительность перерывов электроснабжения и их количество за год. Ущерб рассчитан с учетом средней цены единицы выпускаемой продукции за единицу времени по следующей формуле:

$$Y_{\text{пр}} = T_{\text{п}} \times K_{\text{пт}} \times C_{\text{ет}},$$

где $Y_{\text{пр}}$ - экономический ущерб производству (руб.);

$T_{\text{п}}$ - время перерыва в электроснабжении (час);

$K_{\text{пт}}$ - количество производимой продукции за час (штук);

$C_{\text{ет}}$ - стоимость одной единицы произведенной продукции (руб.).

Расчет показателей электроснабжения проведен для Кирпичного завода и Песчаного карьера, получающих питание по соответствующим линиям электропередачи, согласно рис.1. Результаты расчета времени перерыва электроснабжения, недоотпуска электроэнергии и продукции на Кирпичном заводе и Песчаном карьере представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты расчета времени перерыва электроснабжения, недоотпуска электроэнергии и продукции

| Электропотребитель | Время перерыва, час | Недоотпуск электроэнергии, кВт.ч | Продукция шт, м ³ |
|--------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Кирпичный завод | 14,1 | 6161 | 2312 шт. |
| Песчаный карьер | 14,05 | 5872 | 3596 м ³ |

При расчетах надежности электроснабжения на электрооборудование подстанции приходится 2 часа перерыва в электроснабжении в год. Исходя из имеющихся данных по отказам электрооборудования распределительных подстанций, определено время перерыва, приходящееся на выключатели 10 кВ, составляющее 0,84 часа, а при возникновении электрической дуги в масляном выключателе 0,25 часа. На практике эти показатели перерыва в электроснабжении могут составлять 6-8 часов, а в случае выгорания ячейки превышать это время.

В случае возникновения электрической дуги тяжесть аварии остается одинаковой для всех видов выключателей, за исключением масляного, так как здесь происходит возгорание большого объема масла, то среднее время на восстановление электроснабжения может составлять в отдельных случаях 14-18 часов. Время перерыва в электроснабжении в случае тяжелых аварий, связанных с высоковольтными выключателями 10 кВ составляет 8 часов - масляный, 6 часов - элегазовый, 5 часов - вакуумный. Так как процент аварий по причине высоковольтных выключателей составляет 42%, то усредненное время перерыва в электроснабжении от их отказов составляет, в часах: 3,36 – масляный, 2,52 – элегазовый, 2,1 – вакуумный. Результаты расчетов по определению недоотпущенной продукции и электроэнергии при межфазном замыкании выключателя 10 кВ представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Количество недоотпущенной продукции и электроэнергии при межфазном замыкании выключателя 10 кВ

| Тип выключателя | Кирпичный завод, недоотпуск | | Песчаный карьер, недоотпуск | |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | Продукции, шт | Электроэнергии, кВт.час | Продукции, м ³ | Электроэнергии, кВт. час |
| Масленный | 550 | 1468 | 1344 | 1404 |
| Элегазовый | 413 | 1101 | 667 | 1053 |
| Вакуумный | 344 | 917 | 556 | 877 |

Как видно из полученных расчетов возникновение дуги с последующим межфазным замыканием влечет за собой большой недоотпуск электроэнергии и продукции на предприятиях. Одним из способов предотвращения возникновения электрической дуги и тяжелой аварийной ситуации является совершенствование конструкции масляных выключателей 10 кВ и его дугогасящей камеры, а также применение инновационных методов технического обслуживания на основе диагностирования определяющих параметров масляных выключателей.

Выводы

Определена степень влияния высоковольтных выключателей на надежность электроснабжения и безотказность работы распределительных подстанций с учетом состава применяемых высоковольтных выключателей и количества их отказов по видам выключателей. Для линии 10 кВ проведена оценка экономических ущербов потребителя и последствий на линии от перерывов электроснабжения при аварии на подстанции. Определена зависимость влияния отказов высоковольтных выключателей на величину ущерба от недоотпуска электроэнергии, времени перерыва в электроснабжении и недоставки продукции на производствах. Для повышения надежности электроснабжения целесообразным является совершенствование конструкции и применение инновационных методов технического обслуживания масляных выключателей с учетом экономического критерия по затратам на эксплуатацию и материальным потерям от отказов.

Использованные источники:

1. Будзко И.А., Левин М.С., Терешко О.А., Переверзев П.С. Комплексная оценка технического состояния сельскохозяйственных сетей 10 и 0,38 кВ. // Электрические станции. - 1987. - №12. – С. 56-60.

2. Левин М.С., Лещинская Т.Б. Методы теории решений в задачах оптимизации систем электроснабжения. //– М.: 1989 г. 130 с.

3. Подобедов П.Н., Масленников П.А. Применение диэлектрических материалов для изготовления межполюсных перегородок в выключателях 10 кВ. // Вестник ВИЭСХ. - 2017. - № 1 (26). - С. 13-17.

4. Подобедов П.Н., Масленников П.А., Некрасов А.И. Экспертная оценка эксплуатационной надежности электрооборудования распределительных подстанций. // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. - 2017. - № 11. - С. 67-74.

5. Некрасов А.И., Подобедов П.Н. Многокритериальная оценка применения элементов воздушных линий электропередач 10 кВ. // Вестник МГАУ им. В.П. Горячкина. - 2018.- № 1 (83). - С. 63-68.

УДК 621.313: 631.172

СПОСОБ МОДИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

М.Ю. Пустоветов

Ростовский-на-Дону колледж радиоэлектроники, информационных и
промышленных технологий, г. Ростов-на-Дону, Россия

e-mail: mgsn2006@yandex.ru

С.А. Войнаш

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
Рубцовский индустриальный институт, г. Рубцовск, Россия

e-mail: sergey_voi@mail.ru

THE METHOD FOR MODIFYING A DYNAMIC MODEL OF AN ELECTRIC MACHINE TO OBTAIN DATA TO BUILD STATIC CURVES

Аннотация. Предложена модификация динамической модели электрической машины, обеспечивающая получение данных для построения

статических механических и рабочих характеристик для заданных значений частоты вращения ротора.

Abstract. Authors propose the modification of electric machine's dynamic model, which provides data to build static mechanical and performance curves at the given values of rotor angular speed.

Неотъемлемой частью современного сельскохозяйственного производства является электрический привод разнообразных механизмов с преимущественным использованием асинхронных двигателей (АД). Проблеме использования электроприводов с АД в сфере агропромышленного комплекса посвящены, например, работы [1, 2].

В области электрического привода, электромеханики программные средства математического моделирования процессов на ЭВМ [3, 4] давно уже выполняют роль надежных инструментов, обеспечивающих получение информации о поведении устройств и систем в динамических и статических процессах при большом разнообразии управляющих и возмущающих воздействий. В основе математических моделей (ММ), способных описывать динамические процессы, лежат системы дифференциальных и алгебраических уравнений [5, 6]. Для описания установившихся процессов подходят ММ на основе систем алгебраических уравнений. Безо всяких сомнений ММ, позволяющие описывать динамические режимы, подходят для моделирования статических. Только нужно дождаться, когда в процессе моделирования завершатся переходные процессы.

Если говорить о моделировании электрических машин, для них установившимся режимом работы принято считать ситуацию, когда частота вращения ротора ω_r остается неизменной. Как правило, при моделировании исследователь может задавать закон изменения момента нагрузки M_C на валу электрической машины. В ряде случаев режим работы будет квазистатическим: колебания ω_r происходят в ограниченном коридоре значений. Часто колебания ω_r вынуждаются колебаниями электромагнитного момента $M_{ЭМ}$. Для АД периодические колебания $M_{ЭМ}$ с определенной частотой характерны при

несинусоидальности [6] или несимметрии [7] системы питающих напряжений. При колебательном характере $M_{ЭМ}$ и постоянстве ω_r (хотя бы постоянстве среднего значения последней) говорят, что момент нагрузки на валу M_C уравнивается средним значением электромагнитного момента $M_{ЭМср}$.

Авторы предлагают способ получения данных о статических и квазистатических режимах работы, используя динамические модели электрических машин. Рассматривая уравнение движения ротора электрической машины как уравнение динамики одномассовой системы с одной степенью свободы (1), нетрудно увидеть, что при постоянном моменте инерции J условием неизменности ω_r является равенство во всякий момент времени мгновенных значений M_C и $M_{ЭМ}$. В таком случае, задав в уравнении движения начальное значение частоты вращения ω_{r0} , возможно поддерживать его неизменным (2).

Уравнение движения для ротора АД при одномассовой механической части:

$$\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{1}{J}(M_{ЭМ} - M_C), \quad (1)$$

$$\omega_r = \omega_{r0} + \int_0^t \frac{M_{ЭМ} - M_C}{J} dt. \quad (2)$$

Часть структурной схемы динамической ММ электрической машины (на основе ММ АД, опубликованной в [8]), позволяющая реализовать равенство мгновенных абсолютных значений и противоположную направленность действия M_C и $M_{ЭМ}$, показана на рисунке 1, где p - число пар полюсов.

В результате функционирования схемы на рисунке 1 при моделировании частота вращения ω_r остается неизменной от начала до конца процесса, обеспечивается $\omega_r = \omega_{r0} = \text{const}$. Чтобы использовать результаты моделирования для описания установившегося режима, требуется дождаться завершения переходных процессов токов и $M_{ЭМ}$.

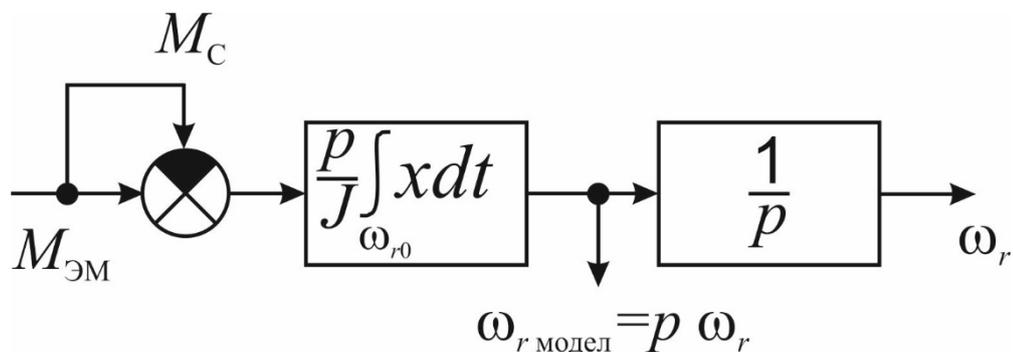


Рисунок 1. Часть структурной схемы динамической ММ АД, обеспечивающая равенство мгновенных абсолютных значений и противоположную направленность действия M_C и $M_{ЭМ}$

Из одних и тех же вычислительных экспериментов с предложенной ММ могут быть взяты данные для построения механической и рабочих характеристик электрической машины.

Вывод.

Предложен простой способ модификации динамической модели электрической машины с целью получения данных для построения статических механических и рабочих характеристик для заданных значений ω_r .

Использованные источники:

1. Коробков И.Ф., Шилова Т.В. Особенности эксплуатации электродвигателей в сельском хозяйстве // Вестник НГИЭИ. – 2011. – Т.2. – № 3 (4). – С. 122 – 132.
2. Пустоветов М.Ю., Войнаш С.А. Об индуктивности сетевого дросселя. Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIV Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 2. – С. 63 – 65.
3. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 288 с.
4. Разевиг В.Д. Система проектирования OrCAD9.2. – М. : Солон-Р, 2001. – 528 с.

5. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин : учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1994. – 318 с.
6. Фираго Б.И., Павлячик Л.Б. Регулируемые электроприводы переменного тока. – Мн.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.
7. Пустоветов М.Ю. Математическое моделирование влияния несимметрии и несинусоидальности напряжения питания на пульсации момента и перегрев обмоток вспомогательного асинхронного двигателя // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2017. - № 3 (12). – С. 12 – 16.
8. Пустоветов М.Ю. Подход к реализации на ЭВМ математической модели асинхронного двигателя, предназначенной для использования в качестве составной части моделей электротехнических комплексов и систем. Моделирование. Теория, методы и средства: материалы 16-ой Междунар. науч.-практ. конф., посв. 110-летию Южно-Рос. гос. политехнич. ун-та (НПИ) им. М.И. Платова, г. Новочеркасск, 6-7 дек. 2016 г. / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: Лик, 2016. – С. 332 – 344.

УДК 621.385.6

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ СЫРЬЯ В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ

Тихонов А.А., Жданкин Г.В., Новикова Г.В.

ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Нижний Новгород, Россия

METHOD OF DESIGNING MICROWAVE UNITS FOR HEAT TREATMENT OF RAW MATERIALS IN CONTINUOUS MODE

- Аннотация. Разработаны, изготовлены микроволновые технологии и многогенераторные СВЧ установки с маломощными магнетронами и резонаторами, обеспечивающими электромагнитную безопасность при непрерывном режиме термообработки сырья и снижение эксплуатационных затрат. Разработана методика проектирования резонаторов с

обоснованными электродинамическими параметрами системы. В установках предусмотрены соблюдение скважности технологического процесса, равномерности нагрева сырья и обеспечение высокой напряженности электрического поля.

***Annotation.** Microwave technologies and multigenerator microwave installations with low-power magnetrons and resonators providing electromagnetic safety at a continuous mode of heat treatment of raw materials and decrease in operational costs are developed, made. The method of designing resonators with reasonable electrodynamic parameters of the system is developed. In installations observance of a duty cycle of technological process, uniformity of heating of raw materials and ensuring high intensity of an electric field is provided.*

Для агропредприятий малой и средней мощности технологии термообработки вторичного сырья при сниженных эксплуатационных затратах является **актуальной проблемой**.

Поэтому *целью исследования* является разработка микроволновой технологии и сверхвысокочастотных установок, обеспечивающих термообработку и обеззараживание жиросодержащего мясного сырья при непрерывном режиме работы.

Задачи исследования: 1. Составить модель процесса функционирования многогенераторных СВЧ установок, реализующих основные технологические критерии с рациональными конструкционно-технологическими параметрами для непрерывного технологического процесса термообработки и обеззараживания жиросодержащего мясного сырья.

2. Разработать радиогерметичные СВЧ установки с нетрадиционными резонаторами для термообработки сырья в непрерывном режиме и оценить технико-экономическую эффективность их внедрения в фермерские хозяйства; разработать научно-обоснованные практические рекомендации по созданию установок с маломощными магнетронами с воздушным охлаждением для агропредприятий средней мощности, обеспечивающих снижение эксплуатационных затрат и повышение ценности продукта.

Практическую значимость представляют:

1. Разработанная конструкторская документация и техническое задание на многогенераторную СВЧ установку обеспечивающую измельчение, термообработку и обеззараживание жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме.
2. Разработанные и созданные многогенераторные радиогерметичные СВЧ установки с маломощными магнетронами и нетрадиционными резонаторами, обладающими высокой собственной добротностью, и обеспечивающими высокую напряженность электрического поля, позволяющую обеззараживать в процессе термообработки измельченного жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме.
3. Материалы экспериментальных исследований, позволяющие выработать рекомендации по методике проектирования СВЧ установок для термообработки сырья в непрерывном режиме.
4. Методика согласования конструкционно-технологических параметров с режимами работы СВЧ установок с нетрадиционными резонаторами.

Материалы и методы исследований. Обоснование конфигурации нетрадиционных резонаторов проводили по программе трехмерного компьютерного моделирования электрического поля CSTStudioSuite 2017 [1].

Основные результаты исследования. Методика проектирования СВЧ установок для термообработки сырья в непрерывном режиме включает способы реализации основных критериев. В установках *непрерывность технологического процесса* обеспечивается путем перфорации и передвижения резонаторов, использования усеченных биконических резонаторов и т.п. Соблюдение *скважности технологического процесса* достигается за счет многогенераторных резонаторов и деления на зоны нагрева и паузы. *Равномерность нагрева сырья* обеспечивается за счет вращающихся и вибрирующих механизмов и согласования размеров сырья с длиной волны. *Высокая напряженность электрического поля*, достаточная для обеззараживания сырья достигается в биконическом резонаторе, квазистационарном и тороидальном резонаторах. *Электромагнитная*

безопасность соблюдается за счет запердельных волноводов, согласования прорезей с четвертью длиной волны, использования неферромагнитных мелкоячеистых сеток. Снижение энергетических затрат на технологический процесс достигается за счет уменьшения мощности вентилятора. Повышение КПД установки происходит за счет реализации резонаторов с высокой собственной добротностью и обеспечения радиогерметичности.

На рис. 1 приведена методика разработки основных узлов многогенераторных радиогерметичных СВЧ установок, состоящих из маломощных магнетронов с воздушным охлаждением.

| МНОГОГЕНЕРАТОРНЫЕ РАДИОГЕРМЕТИЧНЫЕ СВЧ УСТАНОВКИ, состоящие из ИСТОЧНИКОВ ЭМИ – МАГНЕТРОНОВ с воздушным охлаждением, излучатели направлены в один РЕЗОНАТОР или каждый РЕЗОНАТОР с индивидуальным излучателем | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----------------------------------|---|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|---------|--|--|
| По конструкционному исполнению резонаторы выполнены | | | | | | | | | | |
| сферические | тороидальные | цилиндрические | конические | комбинированные | | биконические | | | | |
| эллипсоидные | коаксиальные | призматические | шнековые | | | в виде астрониды | | | | |
| должны содержать | | | | | | | без запердельных волноводов | | | |
| РЕЗОНАТОРЫ могут быть выполнены из: неферромагнитного или диэлектрического материалов | | | | | | | | | | |
| стационарные | | | передвижные | | | вращающиеся | | | | |
| с перфорацией | без перфорации | щелевые | с перфорацией | без перфорации | щелевые | с перфорацией | без перфорации | щелевые | | |
| | | | с диэлектрической двояковыпуклой линзой (для фокусировки излучения) | | | | | | | |
| Механизмы транспортирующие сырье через резонатор - это | | | | | | | | | | |
| терочные диски | шнеки | роторы | вибраторы | ячеистые барабаны | ленточные транспортеры | насос | самотеком | | | |
| КОМБИНИРОВАННЫЙ РЕЗОНАТОР | | | | БИКОНИЧЕСКИЙ | | |  | | | |
| КОНУС | | соединить с | | | без запердельного волновода | | | | | |
| ТЕТРОКОНУС | | С ПОЛУСФЕРОЙ или СО СФЕРОЙ | | | | | | | | |
| СЫРЬЕ | | | | | | | | | | |
| измельченное высокой влажности | | | измельченное обезвоженное | | | жиродержащее | | | | |
| продукт – вязкая масса | | | продукт – рассыпчатая масса | | | продукт - вытопленный жир и шквара | | | | |

Рисунок 1 – Методика разработки основных узлов СВЧ установки

Непрерывный режим работы СВЧ установки можно обеспечить за счет транспортирования сырья через резонатор, за счет передвижных или вращающихся частей резонатора, но с использованием запердельных волноводов для ограничения электромагнитных излучений. Транспортирующим механизмом может быть в зависимости от консистенции сырья: диск, шнек, ротор, барабан, вибратор, насос и т.п. В случае использования свободно подвешенной полусферы как часть резонатора, на выпуклую поверхность которой влажное измельченное сырье падает, перемещение его через ЭМП происходит без транспортирующих механизмов, следовательно, термообработка происходит при сниженных эксплуатационных затратах. Биконический резонатор обеспечивает радиогерметичность установки без *экранирующего корпуса и запердельных волноводов* из-за имеющегося критического сечения на вершинах конусов, от которого волны отражаются в обратную сторону. В случае согласования размеров прорезей с критическим сечением для сантиметровых волн, при подаче сырья и выгрузки продукта через вершины биконуса, радиогерметичность обеспечивается.

Выводы. Анализ разработанных СВЧ установок показывает, что для каждого конкретного сырья, необходимой производительности установки для фермерских хозяйств, с учетом возможности снижения энергетических затрат, можно сконструировать необходимую рабочую камеру [2]. Разработанные и запатентованные СВЧ установки классифицированы с учетом новых конструктивных исполнений резонаторов: сферические, тороидальные, в том числе квазистационарные тороидальные, цилиндрические, эллипсоидные, коаксиальные, шнековые, призматические, конические, биконические, комбинированные и др.

Использованные источники:

1. Исследование электродинамических параметров СВЧ-установок для термообработки влажного сырья / Г.В. Жданкин, М.В. Белова, Г.В. Новикова, В.Ф. Сторчевой // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019, №2 (35). – С. 103-109.
2. Зиганшин, Б.Г. Электродинамический анализ резонаторов, используемых в сверхвысокочастотных установках / Б.Г. Зиганшин, М.В.

УДК 631.234

ОПТИМИЗАЦИЯ РОСТА ТЕПЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ

Шерьязов С.К., Попова С.А., Яшкина П.С.

Южно-Уральский государственный аграрный университет, г.Челябинск,Россия
sakenu@yandex.ru

В статье исследована возможность оптимизации роста растений на основе математической модели фотосинтеза. Общеизвестно, что к самым затратным параметрам фотосинтеза относят температуру воздуха и уровень освещенности. Освещенность в теплице теперь могут увеличивать современными облучателями, но регулировать их светимость в зависимости от уровня солнечной облученности пока могут лишь включенным или выключенным состоянием. Также неизвестно, насколько и каким уровнем облученности следует досвечивать тепличные растения. Предложено управлять важными параметрами по математической модели, которая может быть получена для любого современного тепличного растения в процессе многофакторного эксперимента.

Ключевые слова: интенсивность фотосинтеза, моделирование, управление, температурный режим, освещенность, одномерные и многомерные параметры, коэффициенты многомерной оптимизации.

В настоящее время моделированию подлежат процессы протекающие в геологии, биологии, химии, экономике и т.д. Отсюда возникает предположение: если модель процесса имеет оптимум, то возможно определить координаты этой точки по всем параметрам, которые включены в математическую модель.

В биологии многие процессы жизнедеятельности организмов имеют экстремальный характер. Математические модели фотосинтеза, полученные различными исследователями типичное тому подтверждение [1,2,3,4]. Отсюда следует, что подобное природное свойство растений просто необходимо использовать на практике.

Рост тепличного растения зависит от микроклимата. Для оптимизации роста растений необходимо управлять факторами, определяющие микроклимат теплицы. При этом требуется модель роста растений. В нашем случае речь идет о регрессионной модели второго порядка, которая была получена в свое время, в результате проведения активного эксперимента [5]. Регрессионная модель косвенного показателя продуктивности интенсивности дневного фотосинтеза рассматривает, минуя внутренние механизмы, связь процесса фотосинтеза с различными факторами среды обитания: температурой и освещенностью, длительностью фотопериода, влажностью и возрастом растений [6].

В результате многофакторного эксперимента была получена такая регрессионная модель второго порядка для интенсивности фотосинтеза следующего вида

$$\begin{aligned} \Phi = & a_0 + a_1 E_1 + a_2 t_1 + a_3 T_2 + a_4 \tau_1 + a_5 \tau_2 + a_6 \varphi_1 + a_{11} E_1^2 + a_{12} E_1 t_1 + \\ & + a_{13} E_1 T_2 + a_{14} E_1 \tau_1 + a_{15} E_1 \tau_2 + a_{16} E_1 \varphi_1 + a_{22} t_1^2 + a_{23} t_1 T_2 + a_{24} t_1 \tau_1 + \\ & + a_{25} t_1 \tau_2 + a_{26} t_1 \varphi_1 + a_{33} T_2^2 + a_{34} T_2 \tau_1 + a_{35} T_2 \tau_2 + a_{36} T_2 \varphi_1 + a_{44} \tau_1^2 + \\ & + a_{45} \tau_1 \tau_2 + a_{46} \tau_1 \varphi_1 + a_{55} \tau_2^2 + a_{56} \tau_2 \varphi_1 + a_{66} \varphi_1^2, \end{aligned} \quad (1)$$

где Φ – интенсивность дневного фотосинтеза, (мг CO_2)/(дм² ч); E_1 – текущее значение освещенности, клк; t_1 – текущее значение дневной температуры в культивационном помещении, °С; T_2 – среднее значение температуры предыдущей ночи, °С; τ_1 – длительность фотопериода, час; τ_2 – возраст растения, сутки; φ_1 – текущее значение влажности воздуха в теплице, %; a_0, a_1, a_2 и т.д. – коэффициенты регрессии математической модели.

Исследования математической модели на оптимум по таким параметрам как температура, освещенность, длительность фотопериода и влажность, показали, что результаты многофакторного эксперимента не позволяют добиться оптимума по двум параметрам: влажности воздуха и длительности фотопериода. Экспериментальные данные [5] выявили постепенное снижение интенсивности фотосинтеза с течением времени, поэтому имеет место еще один параметр – скорость изменения интенсивности фотосинтеза при постоянных значениях всех остальных задействованных факторов.

Подобная динамика изменения интенсивности фотосинтеза в течение светового периода характеризует два процесса протекающих в растениях днем: при достаточном уровне света отдохнувший за ночь фотосинтетический аппарат листа резко набирает интенсивность своей деятельности, которая становится максимальной в первый же получас светового периода; в дальнейшем следует плавный спад [5].

При 12-часовом периоде досвечивания падение интенсивности фотосинтеза продолжается, не смотря на то, что уровень облученности растений не изменился. И самый настоящий минимум интенсивности фотосинтеза наблюдается в конце 18-часового досвечивания, когда растению уже давно требуется ночной отдых. Отсюда следует логический вывод: динамическая модель роста растений нужна и она важна для целей оптимизации длительности работы досвечивающей аппаратуры, который в модели (1) называется длительность фотопериода τ_1 .

Параметр освещенности E_1 обладающий, как и температура воздуха, безусловной оптимальной точкой на графической интерпретации (см.рис.1), очень важен в управлении микроклиматом теплицы, особенно в зимние месяцы.

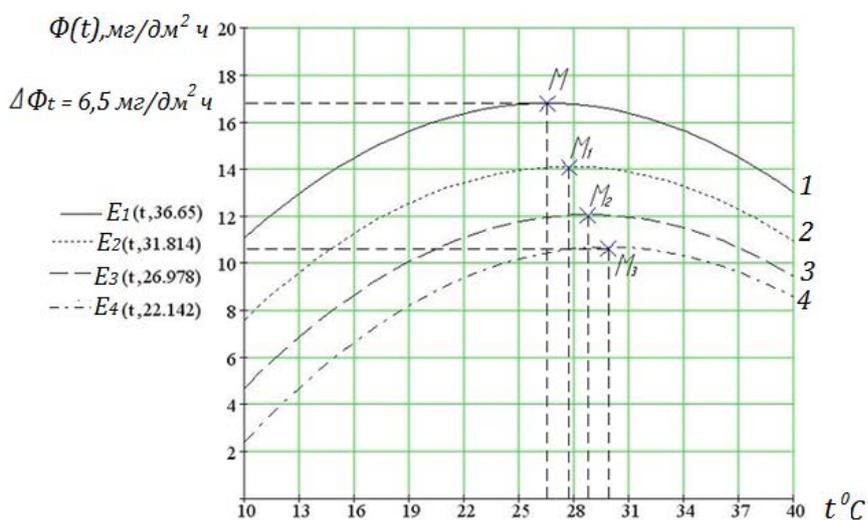


Рисунок 1 – Движение оптимума температуры в зависимости от освещенности

При более высокой освещенности согласно математической модели (1) требуется более высокая температура среды обитания, а в пасмурную погоду, когда температура снижена, требуется другая освещенность. В случае, когда

существует возможность управлять освещением теплицы, по модели можно вычислит оптимальную освещенность по специальному алгоритму. В этом случае алгоритм должен содержать возможность определения оптимальных значений температуры и освещенности, которые могут быть получены в результате решения системы уравнений, составленных из одномерных уравнений оптимизации (2 и 3) полученных из (1) путем дифференцирования по интересующему параметру, в данном случае по t_1 и E_1 [6-11]. В результате имеем частные производные, из которых выражаем одномерные оптимальные параметры:

$$t_{210} = - \frac{1}{2a_{22}} a_{22} (a_2 + a_{12}E_1) + a_{23}T_2 + a_{24} + a_{25} + a_{26}\varphi_1 \quad (2)$$

$$E_{210} = - \frac{1}{2a_{11}} a_{11} (a_1 + a_{12}t_1) + a_{13}T_2 + a_{14} + a_{15} + a_{16}\varphi_1 \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) преобразуем в систему следующего вида

$$\left. \begin{aligned} 2a_{22}t_1 + a_{12}E_1 &= \tau - (a_2 + a_{23}T_2 + a_{24} + a_{25} + a_{26}\varphi_1) \\ a_{12}t_1 + 2a_{11}E_1 &= \tau - (a_1 + a_{13}T_2 + a_{14} + a_{15} + a_{16}\varphi_1) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Оптимальные значения температуры и освещенности в сооружении закрытого грунта, при которых имеет максимум интенсивности фотосинтеза, косвенного показателя продуктивности, получают путем решения системы (4) матричным способом. В результате математических преобразований оптимальную дневную температуру воздуха в теплице t_{21M} вычисляют по формуле

$$t_{21M} = \tau A_1 A_2 + A_2 A_3 + A_4 \varphi_1 + A_5 \quad (5)$$

где $A_1 \dots A_5$ - многомерные приведенные коэффициенты интенсивности фотосинтеза.

Многомерную оптимальную освещенность в теплице E_{21M} вычисляют по формуле

$$E_{21M} = \tau B_1 B_2 + B_2 B_3 + B_4 \varphi_1 + B_5 \quad (6)$$

где $B_1 \dots B_5$ - многомерные приведенные коэффициенты интенсивности фотосинтеза.

Как следует из (5) и (6) значения оптимальных параметров $t_{21м}$ и $E_{21м}$ не зависят друг от друга, хотя их взаимное влияние на фотосинтетическую активность растений огромно, что позволяет управлять параметрами температуры и освещенности автономно.

Использованные источники:

1. Попов Э.Г. и др. Влияние температуры на суточную динамику CO_2 – газообмена // Физиология растений. – 2003, том 50, №2, с. 200-203.
2. Кособрюхов А.А. Влияние периодического повышения концентрации углекислоты в атмосфере на CO_2 – газообмен и содержание углеводов в листьях огурцов // Вестник Башкирского университета. – 2001, № 2, с. 47 –49.
3. Заваруев Е.Н. и др. Фотосинтетический аппарат огурца и гороха, выращенных на красном свете с различной линейчатостью спектра. // Физиология растений. – 1996, том 43, №2, с. 220-229.
4. Белоногов А.Н. Математическое моделирование продукционного процесса огурца в теплицах // Труды УралНИИСХ. – 1982, т.33.
5. Попова С.А. Энергосберегающая система автоматического управления температурным режимом в теплице. Дис. канд. техн. наук. Челябинск, 1995.
6. Шерьязов С.К., Попова С.А., Высоких А.В. Многомерная система оптимизации микроклимата теплицы. Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-техническое обеспечение АПК Сибири» СибИМЭ СФНЦА РАН – Т.2. - Новосибирск, 2017. - С. 148-153.
7. Попова С. А. Математическое моделирование продуктивности растений как средство повышения эффективности энергосбережения // Вестник Крас.ГАУ. 2010. №7. С. 141-145.
8. Попова С.А., Изаков Ф.Я., Супрун М.А., Антонов И.Н. Способ автоматического управления температурно-световым режимом в теплице // Патент №2403705 РФ. Оpubл. 20.11.2010г., Бюл. № 32.
9. Попова С.А., Рычкова Н.М., Супрун М.А. Способ автоматического управления свето-температурным режимом в теплице // Патент №2586923. РФ. Оpubл. 10.06.2016. Бюл. №16.
10. Попова С.А., Применение импульсного досвечивания тепличных растений СД-облучателями //: матер. междунар. науч.-практ. конференции . Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2017. С.147-156.
11. Шерьязов С.К., Попова С.А., Есимханов С.Б. Определение параметров оптимизации микроклимата теплицы. Материалы Международной

научно-практической конференции «Байтурсыновские чтения». – Костанай, РК, КГУ им А. Байтурсынова, 2018 – С. 225 -230.

Содержание

СЕКЦИЯ 1.

Машинно-технологическое обеспечение сельхозтоваропроизводителей Сибири

Руководитель секции – Нестяк В.С., д.т.н.

- 1 Абидуев А.А., Абидуев А.А. Обоснование фракционной технологии очистки зерна в условиях Республики Бурятия 3-8
- 2 Бахарев Г.Ф., Дролова Л.И., Цегельник А.П., Обоснование схемы биоактиватора фуражного зерна с вертикальным переворачивающимся барабаном 8-12
- 3 Бережнов Н.Н. Энергетическая оценка посевного комплекса на основе данных полевых испытаний 12-17
- 4 Бумбар И.В., Толмачев М.К. Проблемы совершенствования уборки сои в условиях Амурской области 18-23
- 5 Бурлаков Ю.В., Показатели работы стационарной лабораторной установки вальцового типа для обмолота льна-долгунца 24-28
- 6 Гончаренко Ю.В., Нестяк Г.В. Лабораторно-полевой эксперимент применения крупногабаритных экранов в овощеводстве 28-31
- 7 Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А., Аппаратно-программный комплекс для экспресс- оценки всхожести семян сельскохозяйственных культур 32-38
- 8 Добролюбов И.П., Савченко О.Ф. Погрешность определения экстремумов рабочих процессов ДВС с помощью измерительной экспертной системы 39-43
- 9 Добролюбов И.П., Утенков Г.Л. Применение статистических показателей при управлении комбинированным почвообрабатывающим агрегатом...42-47 44-48
- 10 Докин Б.Д., Елкин О.В., Алетдинова А.А., Никифорова А.А., Новое при оптимизации сроков проведения полевых работ в условиях Сибири 48-53
- 11 Докин Б.Д., Елкин О.В., Алетдинова А.А., Новоселов М.В., Эффективность ресурсосберегающих технологий производства зерновых культур в ООО «Сибирская Нива» Маслянинского района 53-57
- 12 Дролова Л.И., Бахарев Г.Ф., Многовариантность технологий биоактивации зерна 57-61
- 13 Дрюк В.А., Сайков В.П. Обоснование посевного комплекса для увеличения кормовой базы агропромышленного комплекса республики Алтай 61-64
- 14 Зазнобин А.М., Чесноченко М.Д. Разработка и изготовление имитатора скорости и направления ветра для школьной метеостанции (И СНВ) 65-68
- 15 Зазнобин А.М., Умрихин М.В. Разработка и изготовление виброплатформы счетчика 1000 зерен для агробиологической лаборатории (ВП С1000) 69-72
- 16 Иванов Н.М., Корниенко И.О. Методика выбора машинных технологий и технических средств при модернизации молочного животноводства 73-77
- 17 Иванов Н.М., Корниенко И.О. Система трансфера технологий и машин для ускоренной машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области 78-81
- 18 Иванов Н.М., Корниенко И.О. Итоги реализации концепции программы машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области 82-89
- 19 Иванова Т.Е., Иванов О.А., Утенков Г.Л. Машинные агротехнологии орошаемого земледелия в аридных условиях 89-93
- 20 Матюшев В.В., Семенов А.В., Чаплыгина И.А., Бочкарев А.Н. Совершенствование технологии производства экструдированных кормов с 94-98

| | | |
|----|---|---------|
| | повышенной энергетической ценностью | |
| 21 | Назаров Н.Н., Яковлев Н.С., Рассомахин Г.К., Маркин В.В. Обоснование способа распределения семян в подлапном пространстве стрелчатых рабочих органов | 98-101 |
| 22 | Нестяк В.С. От техногенных воздействий до управления производственным процессом–творческий путь лаборатории механизации овощеводства | 102-106 |
| 23 | Нестяк Г.В., Нестяк С.В. Производственный процесс культур томатной группы в условиях применения защитных экранов | 106-110 |
| 24 | Раднаев Д.Н., Калашников С.С., Калашников С.Ф. Описание процесса движения семян в междисковом пространстве сошника зерновой сеялки | 111-114 |
| 25 | Рыбаков Р.В. Программно-аппаратный комплекс для автоматизации выращивания растений методом гидропоники | 115-118 |
| 26 | Сабашкин В.А., Торопов В.Р., Сухопаров А.А., Сеницын В.А., Работа цилиндрического колосового решета при различных его кинематических режимах | 119-122 |
| 27 | Салеев Ф.И., Яковлев В.Т. Об упрощении конструкции привода штангового культиватора | 122-128 |
| 28 | Смирнов П.А., Алексеев Е.П., Смирнов М.П., Методика и результаты исследования непроизводительного тягового сопротивления плужного агрегата на базе колесного трактора | 128-138 |
| 29 | Торопов В.Р., Сабашкин В.А. Определение технических средств зерноочистительно-сушильных комплексов | 138-143 |
| 30 | Тропин В.В. Модернизация устаревших зерноочистительных агрегатов ЗАВ-20, 40, 50 | 143-147 |
| 31 | Усольцев С.Ф., Нестяк В.С., Ивакин О.В., Рыбаков Р.В. Алгоритм управления вентиляцией крупногабаритного укрытия для выращивания теплолюбивых овощных культур | 147-151 |
| 32 | Утенков Г.Л. К вопросу о синтезе адаптивных машинно-тракторных агрегатов для возделывания зерновых культур | 151-156 |
| 33 | Цегельник А.П., Бахарев Г.Ф., Дролова Л.И., Пульт управления биоактиватором зерна | 156-160 |
| 34 | Чекусов М.С., Кем А.А., Юшкевич Л.В. Сравнительная агротехнологическая оценка машинных технологий при возделывании яровой пшеницы в Западной Сибири | 160-165 |
| 35 | Чемоданов С.И. К обновлению парка зерноуборочной техники | 165-170 |
| 36 | Чуклин Н.М., Угаров В.А., Сороченко С.Ф., Конструкция зерноочистительной машины | 170-173 |
| 37 | Шавша Н.А. Техническая модернизация сельского хозяйства Сибири | 173-177 |
| 38 | Яковлев Н.С., Назаров Н.Н., Рассомахин Г.К., Маркин В.В., Черных В.И., Высевающий аппарат зерновых сеялок для точного земледелия | 178-182 |

СЕКЦИЯ 2. Технический сервис машинно-тракторного парка (МТП)

Руководитель секции – Немцев А.Е., д.т.н.

- 1 Аравин И.Л., Усложнение конструкции объектов вооружения, военной и специальной техники и грани особенностей процесса подготовки специалистов 183-187
- 2 Батищев В.Я., Достендовая проверка и ремонт электромагнитных клапанов топливных систем дизельных ДВС 188-194
- 3 Бодякина Т.В., Бураев М.К., Болоев П.А., Теоретическое определение износа прецизионных деталей топливной аппаратуры высокого давления тракторных дизелей 195-201
- 4 Вахрушев В.В., Криков А.М., Немцев А.Е. Некоторые аспекты управления старением парка машин при их эксплуатации 202-206
- 5 Даманский Р.В. Исследование процесса топливоподачи форсункой ФД-22 при работе дизельного двигателя на дизельном топливе с присадкой на основе растительных масел 206-211
- 6 Керученко Л.С., Захаров С.В., Влияние силы тяги на крюке на часовой расход топлива 211-216
- 7 Косенко Д.Ю., Пятин С.П., Моносзон А.А., Кошевой В.Г. Параметры пульсаций давления масла как диагностический признак состояния подшипников кривошипно-шатунного механизма автотракторного двигателя 217-221
- 8 Криков А.М., Бердникова Р.Г., Федоров А.Г., Системы информационной поддержки технического обслуживания тракторов и грузовых автомобилей 221-226
- 9 Криков А.М., Немцев А.Е., Деменов И.В., Разработка базы знаний по ремонтно-эксплуатационной базе сельскохозяйственных товаропроизводителей 226-232
- 10 Немцев А.Е., Деменов И.В., Коптева И.В. Допустимое время простоев техники в модельном сельскохозяйственном предприятии 232-237
- 11 Разяпов М.М., Самиков Р.Ф. Современная концепция тепловой подготовки автотракторной техники в условиях низких температур 238-241
- 12 Сидоренко М.Н., Криков А.М., Федоров А.Г. Программно-алгоритмические и информационные средства прогнозирования автомобилей КамАЗ и ГАЗ 245-250
- 13 Соколова В.А., Войнаш С.А., Теппоев А.В., Марков В.А., Кретинин В.И. Исследование прочности сцепления композиционных покрытий полученных методом ЭКН 247-254
- 14 Чубарева Н.В., Хабардин В.Н., Чубарева М.В. Методика выбора методов ТО тракторов с учетом условий труда оператора в поле 254-262

СЕКЦИЯ 3. Энергетика, энерго-и ресурсосбережение в АПК Сибири

Руководитель секции – Делягин В.Н. д.т.н.

- 1 Бадмаев Ю.Ц. Производственная проверка биогазовой установки 263-267

| | | |
|----|--|---------|
| | второго поколения БГУ-2 в условиях Республики Бурятия | |
| 2 | Бастрон А.В., Соболев А.М. Модульная биогазовая установка для переработки отходов семейной фермы КРС | 267-271 |
| 3 | Бастрон А.В., Чебодаев А.В., Эйдемиллер С.Н., Дебрин А.С. К вопросу замещения ДЭС на ВЭС в системе электроснабжения с.Туруханск Красноярского края | 272-276 |
| 4 | Будников Д.А. Установка для оценки энергоемкости сушки зерна с применением электрофизических воздействий | 276-281 |
| 5 | Довлатов И.М. Испытания облучателей в птицеводческих помещениях | 281-285 |
| 6 | Кузнецов А.Ю. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод при управлении по минимуму основных электромагнитных потерь | 285-290 |
| 7 | Мусенко А.А., Васильев А.Н., Белов А.А. Разработка «умной» теплицы | 290-296 |
| 8 | Нехорошев Д.Д., Шуваев С.В., Таймасханов М.Г., Фролов В.Ю. Разработка компенсирующего устройства для обеспечения качества электрической энергии | 296-299 |
| 9 | Новиков Н.Н. Пути повышения энергоэффективности систем микроклимата животноводческих помещений | 299-304 |
| 10 | Подобедов П.Н., Некрасов А.И., Некрасов А.А., Масленников П.А. Определение ущерба от отказов высоковольтных выключателей в сельских электрических сетях | 304-310 |
| 11 | Пустоветов М.Ю., Войнаш С.А. Способ модификации динамической модели электрической машины с целью получения данных для построения статических характеристик | 310-314 |
| 12 | Тихонов А.А., Жданкин Г.В., Новикова Г.В. Методика проектирования СВЧ установок для термообработки сырья в непрерывном режиме | 314-319 |
| 13 | Шерьязов С.К., Попова С.А., Яшкина П.С. Оптимизация роста тепличных растений | 319-324 |

Подписано в печать 15.11.2019 г. Формат 60 x 84^{1/16}
Объем 21 печ. л. Тираж 500 экз. Заказ № 113.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробiotехнологий
Российской академии наук 630501, р.п. Краснообск, Новосибирский район, Новосибирская
область, здание СФНЦА РАН, а/я 463