

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
И НАДЕЖНОСТЬ МАШИН
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

**Брянская область
2019**

УДК 631.145.372.621.3

ББК 40.72

К 64

**КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ
МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ: сборник науч-
ных работ. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 511 с.**

ISBN 978-5-88517-169-4

Сборник содержит результаты научно-прикладных исследований ученых Брянского ГАУ, ВУЗов и НИИ РФ, а также республики Беларусь. Опубликованные статьи представляют материалы 31 межвузовской с международным участием научно-технической конференции инженерно-технологического института Брянского ГАУ. В представленных работах рассматриваются вопросы: создания и рационального использования с.-х. техники; разработки технологий восстановления деталей, повышающих её долговечность; использования компьютерных технологий и теоретических изысканий при проектировании технических систем сельскохозяйственной и сопутствующих отраслей.

Главный редактор - Михальченков А.М. д.т.н., профессор, Брянский ГАУ;

Научный редактор – Феськов С.А., к.т.н., Брянский ГАУ

Редакционная коллегия:

Ерохин М.Н.- д.т.н., профессор, академик РАН;

Лялякин В.П. - д.т.н., профессор, ФНАЦ ВИМ;

Петровец В.Р. - д.т.н., профессор, Белоруская ГСХА;

Купреенко А.И.- д.т.н., Брянский ГАУ;

Ториков В.Е.-д.с.-х.н., профессор, Брянский ГАУ;

Христофоров Е.Н. - д.т.н., профессор, Брянский ГАУ;

Козарез И.В. - к.т.н., Брянский ГАУ;

Никитин В.В. - к.т.н., Брянский ГАУ;

Юлдашев Д. С. – к.т.н., Самаркандский ИВМ.

ISBN 978-5-88517-169-4

© Коллектив авторов, 2019

© Брянский ГАУ, 2019

**THE MINISTRY OF AGRICULTURE
THE RUSSIAN FEDERATION**

**FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION BUDGET
"BRYANSK STATE
AGRARIAN UNIVERSITY"**

**DESIGNING,
USE AND RELIABILITY
AGRICULTURAL MACHINES
DESTINATION**

COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS

Bryansk 2019

UDK 631.145.372.621.3

BBK 71.53

K 64

DESIGN, USE AND AGRICULTURAL MACHINERY SAFETY. COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS. - BRYANSK: BRYANSK STATE UNIVERSITY OF AGRICULTURE PUBLISHER, 2019. - 511 P.

ISBN 978-5-88517-169-4

The collection contains the results of scientific and applied research of scientists of the Bryansk State University, universities and research institutes of the Russian Federation, as well as the Republics of Belarus. Published articles are the result of the 31 Inter-University Scientific Conference with international participation. In this study, the questions: establishment and management of cx. technology; develop recovery technology components that enhance its durability; safety of technical systems; use of computer technologies and theoretical research in the design of technical systems of agricultural and related industries.

Editorial Council:

Chief editor - Mikhalchenkov A.M., Doctor of Technical Sciences, professor, Bryansk State Agrarian University;

Scientific editor - Feskov SA, Ph.D., Bryansk State Agrarian University

members:

Erokhin M.N.- Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences;

Lyalyakin V.P. - Doctor of Technical Sciences, Professor, FNATS VIM;

Petrovets V.R. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Belarusian State Agricultural Academy

Kupreenko A.I. - Doctor of Technical Sciences, Bryansk State Agrarian University;

Torikov V.E. - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Bryansk State Agrarian University;

Khristoforov E.N. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Agrarian University;

Kozarez I.V. - Ph.D., Bryansk State Agrarian University;

Nikitin V.V. - Ph.D., Bryansk State Agrarian University;

Yuldashev D.S. - Ph.D., Samarkand IoVM;

ISBN 978-5-88517-169-4

© Team of authors, 2019

© Bryansk State Agricultural University, 2019

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

УДК 628.473

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОМПСТИРОВАНИЯ

*к.т.н. Панова Т.В., к.т.н. Панов М.В.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

COMPOSTING PROCESS MECHANIZATION

*Ph.D. Panova T.V., Ph.D. Panov M.V.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрены варианты компстирования, микро- и макроорганизмы, участвующие в микробиологическом процессе, а также последствия их воздействия на здоровье человека. Предложены малогабаритный универсальный измельчитель и малогабаритный компстариий с битерным ворошителем для приготовления компоста из растительных материалов.

Annotation. Considered options for composting, micro-and macro-organisms involved in the microbiological process, as well as the consequences of their impact on human health. A compact universal grinder and a small-sized compostary with a beater agitator for preparing compost from plant materials are proposed.

Ключевые слова: древесно-растительные отходы, компстирование, компост, копостарий, ворошитель, измельчитель

Key words: woody-plant waste, compost, compost, kopostary, turner, grinder.

Введение. Цель работы

Компстирование представляет собой процесс разложения, протекающий благодаря активности сообщества живых организмов различных групп. Чтобы идентифицировать риски здоровью человека, которые могут проявляться при компстировании различных органических отходов, необходимо чётко представлять себе динамику самого процесса [1].

В компстировании принимают участие различные виды бактерий и грибов. Они подразделяются на группы в зависимости от благоприятной для жизнедеятельности температуры: психрофилы (положительная температура ниже 20°C); мезофилы (от 20 до 40°C); термофилы (выше 40°C) [2].

Грибы играют важную роль в компстировании и, чтобы оптимизировать их активность, необходимо учитывать температуру.

В компостировании выделяют, как правило, четыре фазы: лаг-фаза, мезофильная фаза, термофильная фаза, фаза созревания. Первая фаза начинается сразу после внесения органики в компостную кучу. На протяжении второй фазы усиливается процесс распада субстратов, численность микробной популяции возрастает преимущественно за счёт мезофильных организмов. В третьей фазе в результате микробного роста и метаболизма происходит повышение температуры до 55-75°C, мезофильные микроорганизмы замещаются термофилами. В четвертой фазе вследствие падения температуры до мезофильного диапазона (40°C) в компостной куче начинают доминировать мезофильные микроорганизмы. Температура является наилучшим индикатором наступления стадии созревания [3,5]. Первые три стадии компостирования протекают относительно быстро (за дни или недели) в зависимости от типа используемой системы компостирования. Заключительная стадия компостирования – созревание, в течение которой потери массы и тепловыделения малы, – длится несколько месяцев [1, 2]. После достижения максимума температуры компост, остывая, становится доступным для широкого ряда почвенных животных.

Многие авторы считают, что приготовление компоста — экологически чистый процесс, позволяющий, с одной стороны, утилизировать отходы, а с другой — получить органическое удобрение. Однако доказано, что у работников, контактирующих с компостами, могут иметь место производственно обусловленные и профессиональные заболевания. В списке профессиональных вредностей компостирования растительных материалов с навозом приоритетными являются патогенные, аллергенные микроорганизмы и микробные токсины, источниками которых служат обычные патогены фекального происхождения (бактерии, вирусы, цисты и яйца кишечных паразитов). Вторая опасность связана с развитием мезо- и термофильных, термотолерантных грибов и актиномицетов, которые играют важную роль в деградации биологических отходов. Среди этих микроорганизмов обнаруживаются возбудители инфекционных, аллергических заболеваний [2].

В результате эпидемиологических исследований установлено, что в ходе приготовления компостов из органических отходов могут развиваться потенциально патогенные плесени, что приводит к весьма неблагоприятным последствиям для людей, занятых в их производстве. Была установлена четкая связь развития атипического аллергического ринита, конъюнктивита и бронхиальной астмы при контакте со спорами грибов [2].

В связи с удорожанием минеральных удобрений все больше граждан занимается компостированием отходов в небольших масштабах, однако точные дозы аллергенных, патогенных микроорганизмов и токсинов, оказывающие вредные эффекты на здоровье, нормативными документами не установлены.

Цель работы

Изготовление компоста не является экологически чистым процессом и может приводить к заболеваниям людей. Поэтому возникает необходимость минимизировать время контакта человека с компостируемой массой.

Решение цели

Анализ устройств для компостирования показал, что простейшие садовые компостеры не имеют приспособлений для принудительной аэрации и ворошения, что не позволяет получать высококачественный компост в кратчайшие сроки и не исключает ручные операции по закладке, перебивке, выгрузке компоста, сохраняя определенные риски развития аллергических реакций и микозов у контактеров. Промышленные установки для компостирования рассчитаны на большие, сложны в устройстве и дорогостоящи. Универсальные измельчители растительных отходов отечественной промышленностью не выпускаются.

Для минимизации времени контакта человека с органикой и механизации подготовительного этапа компостирования разработан малогабаритный универсальный измельчитель древесно-растительных отходов (рисунок 1), состоящий из корпуса 1 и приводного вала 2, на котором в одной секции закреплен измельчающий валок 3 с прижимной пластиной 4 для древесного растительного сырья (диаметр веток до 35 мм); а во второй секции размещен режущий аппарат для недревесного растительного сырья, состоящий из ножа метельника 5, рас-

положенного непосредственно на валу 2, и ножевого механизма с лезвиями 6 на регулировочных пластинах 7 и 8. Нижняя часть корпуса измельчителя выполнена в виде усеченной призмы 9 и снабжена заслонкой 10, закрывающей выгрузной патрубком [4].

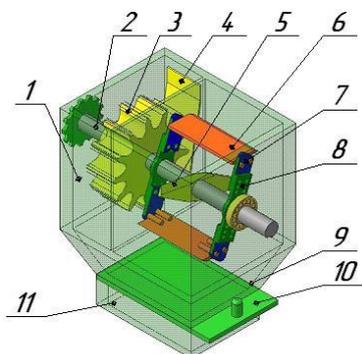


Рисунок 1 - Малогабаритный универсальный измельчитель

Измельченные древесно-растительные отходы через выгрузной канал поступают в механизированный компостарий объемом не менее одного кубометра (рисунок 2). Компостарий представляет собой контейнер из металлических перфорированных листов 1 с ворошителем битерного типа 3, системой аэрации, состоящей из вертикальных перфорированных труб 4 и горизонтальной трубы 5, системой водоподведения, состоящей из горизонтальной трубы 6 с форсунками. Для выгрузки компоста предусмотрено подпружиненное двустворчатое днище 2 с замками-защелками. Привод вала измельчителя и вала ворошителя осуществляется от электродвигателя.

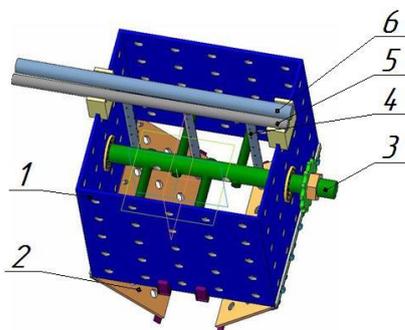


Рисунок 2 - Малогабаритный компостарий с битерным ворошителем

Механизированный компостарий за счет перемешивания, аэрации и увлажнения растительного материала позволит активизировать процессы, происходящие при ферментативном разложении.

Выводы

Предлагаемые малогабаритные установки для крестьянских, фермерских хозяйств и частных подворий позволят исключить контакт работников с компостом, а, соответственно, с микро- и макроорганизмами, которые могут вызывать заболевания людей и различные аллергические проявления.

Литература

1. Архипченко И.А., Орлова О.В. Оптимизация процесса компостирования и влияние биокомпостов на урожай // *Агрехимический вестник*. – 2001. – № 5. – С. 22-24.
2. Завражнов А.И., Миронов В.В. Совершенствование технологий и технических средств для компостирования органического сырья // *Научно-технический прогресс в животноводстве – машинно-технологические модернизации отраслей: сборник научные труды ГНУ ВНИИМЖ*. – Подольск, 2007. – Том 17. Ч. 3. – С. 159–170.
3. Лумисте Е.Г., Панова Т.В., Рыченкова Ю.А. Контейнер с аэратором-увлажнителем для приготовления компоста // Патент России № 119205. 2012 Бюл. № 23.
4. Шаланда А.В. Оценка риска здоровью при компостировании органических отходов // *Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие* № 04-2009 - 01-2010 г.
5. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Ефименко С.В. К обоснованию выбора мобильного кормоцефа для молочных ферм // *Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии*. - 2010. - Т. 21. № 2. - С. 198-117.

УДК 631.53.027

АНАЛИЗ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

инженер Астапенко И.М.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

ANALYSIS OF INSTALLATIONS FOR PRE-SILLED TREATMENT OF SEEDS OF AGRICULTURAL CULTURES

engineer, Astapenko I.M.,

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Предпосевная обработка семян установками, использующими различные физические факторы, в частности, электромагнитным полем, оказывает существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и, соответственно, на увеличение объемов производства продовольствия

Annotation. *The pre-sowing treatment of seeds with plants using various physical factors, in particular with an electromagnetic field, has a significant impact on crop yields and, accordingly, on an increase in food production.*

Ключевые слова: Предпосевная обработка семян, установки, физические факторы, электромагнитное поле, эффективность, урожайность.

Key words: *Presowing seed treatment, installation, physical factors, electromagnetic field, efficiency, yield.*

Введение

Предпосевная обработка семян оказывает существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и, соответственно, на объёмы производства продовольствия.

Болезни, переносимые семенами и появляющиеся на ранних стадиях роста растений, а также насекомые могут оказать огромное, опустошающее воздействие на урожай. По данным международной Продовольственной и сельскохозяйственной организации наряду с ростом валового объёма производства в мире увеличиваются также потери урожая [6].

Без высококачественных семян сельскохозяйственную продукцию нельзя вырастить, даже при соблюдении агротехнических приёмов.

Для достижения этой цели с успехом используются физические факторы и, в первую очередь, электрические и магнитные поля [1].

Методология и экспериментальные исследования

Залогом высокого урожая и товарного качества сельскохозяйственной продукции является научно-обоснованная предпосевная подготовка семян, которая включает подготовку семенного материала, компонентов семян и их эффективное взаимодействие в процессе обработки.

В современных условиях хозяйствования апробирован определенный набор физических, химических и биологических факторов, позволяющих оказывать активное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Наибольший интерес для получения экологически чистой продукции представляют физические факторы воздействия электромагнитного поля, такие как гамма-излучение, рентгеновские, ультрафиолетовые, видимые оптические, инфракрасные, СВЧ излучение, радиочастотные, магнитные и электрическое поле. Использование гамма и рентгеновского облучения опасно для жизни человека, а потому малопригодно для эксплуатации в сельском хозяйстве. Применение

ультрафиолетового, сверхвысокочастотного и радиочастотного облучения вызывает проблемы при эксплуатации [2]. Актуальным является исследование воздействия электромагнитных полей при выращивании зерновых, пасленовых, масличных, бобовых, бахчевых культур и корнеплодов. Действие магнитных полей связано с их влиянием на клеточные мембраны. Воздействие диполя стимулирует эти изменения в мембранах, усиливает деятельность ферментов. В результате такой обработки в семенах происходит ряд процессов, приводящих к повышению проницаемости семенных оболочек, ускоряется поступление воды и кислорода в семена. В результате усиливается ферментативная активность, прежде всего, гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов [1]. Это обеспечивает более быстрое и полное поступление питательных веществ к зародышу, ускорение темпа клеточного деления и активизацию ростовых процессов в целом. У растений, выросших из обработанных семян, более интенсивно развивается корневая система и ускоряется переход к фотосинтезу, т.е. создается прочный фундамент для дальнейшего роста и развития растений. Все это способствует вегетативному процессу.

Требования к оборудованию, применяемому для предпосевной обработки семян: хорошо вписываться в последовательность технологической операции предпосевной обработки зерна; иметь производительность, позволяющую обеспечить в заданные сроки необходимое количество посевного материала; иметь возможность выбора вида фактора регулирования интенсивности и продолжительности действия.

В настоящее время разработано множество установок, использующих различные физические факторы для предпосевной обработки. Несмотря на многообразие физических факторов, многие установки, отличаясь воздействием факторов, имеют схожую конструкцию. Установки, в которых семена движутся непрерывно, обладают высокой производительностью. Это связано с тем, что обрабатываемые семена движутся с большой скоростью через зону обработки. Время их пребывания в рабочей зоне в этих установках составляет от десятых долей секунды до нескольких секунд. Время обработки определяется

скоростью перемещения семян и габаритными размерами рабочей зоны. Таким образом, дозу воздействия можно регулировать, изменяя габаритные размеры зоны обработки, скорость движения в рабочей зоне и интенсивностью воздействия. В большинстве установок нет возможности изменить габаритные параметры зоны обработки и скорость движения через неё. В этих установках доза воздействия регулируется только за счёт изменения интенсивности воздействия. В установках с непрерывным движением семян циклические режимы можно создать, используя несколько зон обработки, расположенных последовательно. Среди установок с непрерывным движением семян наибольшее распространение получили установки транспортерного типа. Это связано с тем, что основой подобных установок являются серийно выпускаемые транспортёры. Они позволяют совмещать предпосевную обработку семян с их погрузкой для транспортировки в поле. Эти установки имеют высокие показатели производительности, т.к. материал обрабатывается на транспортёре в несколько слоёв (толщина слоя обычно составляет несколько сантиметров). Однако это обстоятельство является недостатком, так как различные слои зерна получают неодинаковую дозу воздействия. Установки, в которых подача зерна осуществляется из накопительного бункера самотёком, в некоторых случаях также позволяют совмещать технологические операции предпосевной обработки и погрузки семян. Установки этого типа обладают более высокой производительностью, чем транспортерные установки [3, 4, 5]. Это связано с высокой скоростью движения зерна в зоне обработки под действием силы тяжести. Однако нет возможности регулировать скорость движения семян. Для семян различной массы скорость движения будет отличаться. Так как время воздействия мало, то интенсивность воздействия должна быть более высокой, поэтому режимы обработки в таких установках наиболее благоприятные. Таким образом, результаты проведенного анализа и выполненного опыта убедительно свидетельствуют о том, что установки для предпосевной обработки семян электромагнитным полем целесообразно использовать, так как применяемые технологические режимы, обеспечивая эффективность предпосевной обработки семян, не дают при обработке ле-

тальных для посевного материала доз, являются весьма технологичными и легко автоматизируемыми процессами. В настоящее время их воздействие точно дозируется и легко согласуется в использовании с агроприемами, способствующими повышению урожайности.

Выводы

1. Применение установок, использующих различные физические факторы для предпосевной обработки семян, в частности, электромагнитным полем, повысит эффективность технологического процесса предпосевной обработки семян в среднем на 10–40 %.

Литература

1. Федорищенко М.Г. Совершенствование процесса предпосевной обработки семян зернового сорго переменным электромагнитным полем промышленной частоты : дис. ... канд. техн. наук. – 2000. – 150 с.
2. Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. – М.: Колос, 1976. – 183с.
3. Васильев А.Н., Кононенко А.Ф. Электротехнология и управление в реализации адаптивных режимов предпосевной обработки зерна активным вентилированием : монография. – Ростов-н/Д.: Terra Принт, 2008. – 192 с.
4. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М. Конструкция зернохранилища со встроенной гелиосушильной системой // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2010. - № 1 (9). - С. 5-9.
5. Тихий В.А., Купреенко А.И., Байдаков Е.М., Исаев Х.М.О. Гелиосушилка // Патент России №71744. 2007. Бюл. №4.
6. Дьяченко О.В., Дронов А.В., Слёзко Е.И. Возделывание многолетних травосмесей как способ эффективного обеспечения кормопроизводства брянской области // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 6 (58). - С. 29-33.

УДК 631.171

АДАПТИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВЫРАЩИВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В КАЛУЖСКОМ РЕГИОНЕ С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЁ В КОРМЛЕНИИ КРС

к.э.н. Кузнецова Л.В.,

*Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
Россия*

ADAPTED TECHNOLOGICAL MAP OF CULTIVATION OF CORN FOR GRAIN IN THE KALUGA REGION WITH THE USE OF IT IN FEED- ING CATTLE

*Ph.D. in Economics Kuznetsova L.V.,
Kaluga agricultural research institute, Russia*

Аннотация. Произведен расчет типовой технологической карты возделывания кукурузы на зерно в Калужском регионе с учетом современных технологий использования её в

кормлении КРС. Для оценки технологии с точки зрения рисков получения меньшей или большей урожайности по сравнению с прогнозируемой, рассчитаны нормативы затрат на 1 га и на 1 ц продукции при урожайности кукурузы на зерно 50, 70, 90 ц/га.

Annotation. The calculation of the standard technological map of maize cultivation for grain in the Kaluga region, taking into account modern technologies of its use in feeding cattle. To assess the technology from the point of view of the risks of obtaining lower or higher yields compared to the projected, the cost standards for 1 ha and 1 C of production with a corn yield of 50, 70, 90 c/ha are calculated.

Ключевые слова: современная технология, возделывание кукурузы на зерно, технологическая карта.

Key words: modern technology, cultivation of corn on grain, the flow chart.

Введение

Кукуруза - одна из важнейших сельскохозяйственных культур, занимающая третье место в мире по посевной площади после пшеницы и риса. Уникальность кукурузы заключается в разносторонних направлениях использования зерна и листостебельной массы. Культура широко возделывается в России по двум основным направлениям: на зерно выращивают в основном в Северо-Кавказском, Нижневолжском, Центрально-Черноземном регионах; на силос и зеленый корм выращивают практически повсеместно, за исключением Северного региона. В Калужском регионе кукуруза выращивается в основном на силос и зеленый корм, занимая площадь посевов - 25048 га, что составляет 7,2% от общей площади посевов по всем категориям хозяйств. Однако в последнее время увеличивается площадь посевов кукурузы на зерно, она составляет 1332 га, или 5,3%. От общей площади посевов кукурузы. Накопившийся хозяйственный опыт в этом направлении позволил осуществить расчет типовой технологической карты возделывания кукурузы на зерно в Калужском регионе с учетом современных технологий использования её в кормлении КРС.

Исследования были проведены на основе методик [1,2,3,4], а также работ отечественных и зарубежных ученых - агроэкономистов, рекомендаций ведущих технологических и экономических научно-исследовательских учреждений.

Результаты исследований и их обсуждение

В настоящее время сельхозорганизации региона часто испытывают дефицит денежных средств, что подтверждается низким уровнем рентабельности

отрасли растениеводства на протяжении длительного периода. На наш взгляд одним из рычагов оптимизации сельскохозяйственного производства может стать внедрение адаптивных для данного региона технологий возделывания сельскохозяйственных культур, опирающихся на экономически обоснованные технологические карты, которые являются первичным документом научного планирования в сельскохозяйственном предприятии и служат основой для разработки производственно-финансовых и перспективных планов предприятия. Разработка адаптированных и экономически обоснованных технологических карт становится наиболее актуальной в связи с тем, что технологии производства сельскохозяйственных культур постоянно совершенствуются, появляются высокоэффективные агрегаты, а также приемы и методы выполнения отдельных операций, развиваются новые направления науки и практики. В соответствии с этим возрастают и требования, предъявляемые к специалистам сельского хозяйства, которые должны уметь объективно оценивать процессы, происходящие в отраслях растениеводства, проводить экономический анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятий и определять степень влияния предлагаемых мероприятий на конечные результаты производства путем оценки их эффективности. Такой анализ возможен при наличии технологической карты данной культуры, адаптированной к Калужскому региону с учетом современных технологий её возделывания, рассчитанной на основе накопившегося опыта в этом направлении.

Среди хозяйств области, применяющих технологию выращивания кукурузы на зерно, можно отметить следующие: колхоз «им. Ленина» Жуковского района; ООО «Ремпутьмаш-Агро», Сельскохозяйственная артель «Колхоз «Маяк», ООО «Калужская Нива» Перемышльского района; ООО «СП им. Димитрова» Мещевского района; ООО «Живой источник», ООО «Калужская Аграрная Компания» Мосальского района. В 2016 году этими хозяйствами был достигнут уровень урожайности кукурузы на зерно 72,6 ц/га.

В настоящее время Правительством Калужской области успешно реализуются ряд Программ по поддержке сельскохозяйственного производителя [5],

среди которых - субсидирование развития отраслей растениеводства и в частности – выращивание кукурузы (таблица 1, 2)

Таблица 1 - Субсидии на развитие отраслей растениеводства

Субсидии на элитное семеноводство, (руб. за тонну)	
гибриды кукурузы F1	15000
кукуруза родительских форм	130000

Таблица 2 - Субсидии на оказание несвязанной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям в области растениеводства, руб. за 1 га посевной площади

Направления субсидий, сумма				
Кормовые	Зерновые и зернобобовые	Картофель	Овощи	масличные
428	802	850	926	634
Условие: - наличие посевных площадей с/х культур на территории Калужской области; - наличие посевных площадей с/х культур в текущем году по отношению к предыдущему,				

На основе полученного опыта работы в сельскохозяйственных организациях региона, наших исследований, рекомендаций по технологии возделывания кукурузы на зерно в условиях Калужской области, разработана типовая технологическая карта по возделыванию этой культуры с учетом современных технологий использования её в кормлении КРС (таблица 3).

Таблица 3 - Типовая технологическая карта по возделыванию кукурузы на зерно с последующим консервированным плющением

Площадь – 100га

Урожайность: основной продукции – 70 ц/га

Предшественник – многолетние травы (бобовые)

№ п/п	Наименование работы	Объем работ		Состав агрегата: марка трактора, с/х машины*	Норма выработки*	нормо-мен, тракт./раб.	ГСМ на ед. работы, л*	ГСМ всего, л
		ед. изм	в физ. выр.					
1	Дискование	га	100	New Holland T8040, Catros- 7,2	35	2,9	7,5	750
2	Подвоз воды для обработки	т	20	T-150 К, Бочка 10 м ³	54	1,5	0,5	27
3	Обработка пласта много-летних трав гербицидом	га	100	МТЗ-82, Примус-35	67	1,5	0,5	50
4	Вспашка пласта мн. трав	га	100	New Holland T8040, Плуг RN-100	12	8,4	23	2300

5	Культивация (2 раза)	га	200	К-701, КБМ – 14,4	50	4,0	3,9	780
6	Прикатывание перед посевом	га	100	МТЗ-1523, Катки КЗ-12,4	45	2,3	2,1	210
7	Погрузка минеральных удобрений и семян на складе	т	1,67+ 25	Телескопический погрузчик JCB	220	0,1	0,3	8,0
8	Подвоз минеральных удобрений на посев	км	60км	КАМАЗ 55102 (7 т)	-	2,0	32 л/ 100км.	20
9	Подвоз семян на посев	км	15км	КАМАЗ 55102 (7 т)	-	2,0	32 л/ 100 км	5
10	Погрузка минеральных удобрений и семян в селюку	т	1,67+ 25	Телескопический погрузчик JCB	220	0,1	0,3	8
11	Посев с внесением удобрений (азофоска)	га	100	Challenger MT 585D John Deere 1740	50	2,0/4,0	4,0	400
12	Прикатывание	га	100	МТЗ-1523, Катки КЗ-12,4	45	2,3	2,1	210
13	Междурядная обработка при необходимости)	га	100	МТЗ-1523, КРВН-5,6	15	6,7	3,6	360
14	Подкормка (аммиачная селитра) дважды	га	200	МТЗ-1523, КРВН-5,6	15	13,3	3,6	720
15	Подвоз воды для приготовления раствора	т	20	Т-150К, Бочка 10 м3	54	1,5	0,5	50
16	Опрыскивание посевов фунгицидом	га	100	МТЗ-82, ПРИМУС – 35	67	1,5	0,5	50
17	Подвоз воды для приготовления раствора	т	20	Т-150К, Бочка 10 м3	54	1,5	0,5	50
18	Опрыскивание посевов инсектицидом	га	100	МТЗ-82, ПРИМУС – 35	67	1,5	0,5	50
19	Уборка кукурузы на зерно	га	100	Acros-580	40	2,5/2,5	8,6	860
20	Перевозка зерна с поля на ток	км	1500 км	КАМАЗ 55102 (7 т)	65	10,8	32 л/100к м.	480
21	Погрузка зерна в плющилку Murska –1000 HD	т	700	Телескопический погрузчик JCB	-	12,8	0,3	210
22	Консервирование	час	102,4	МТЗ-82, бочка с консервантом	-	12,8	0,3	31
23	Плющение зерна в полимерный рукав	т	700	Murska –1000 HD	55	12,8/ 12,8	1,2	840
ИТОГО:		х	х	х	х	106,8/ 19,3	-	8469

На основе проведенных расчетов (таблица 3), можно утверждать, что при возделывании плющеного консервированного зерна кукурузы потребуется около 126 нормосмен, из них - 106,8 нормосмен трактористов-машинистов.

Для определения себестоимости продукции, в таблице 4 приведен расчет по статьям затрат на производство консервированной плющеной кукурузы.

Таблица 4 - Свод затрат по культуре

Наименование затрат	Потребность на ед. (площади, объема)	Всего потребность	Цена единицы, руб.	Стоимость всего, т.р.
Семена	16,7 кг/га	1670 кг	70	116,9
Гербицид «Раундап»	Норма внесения раствора – 200 л/га, Раундап – 4 л/га х 100 га = 400 л	400 л	550	220,0
Фунгицид «Оптима» - от болезней	0,5л/га	50 л	3000	150,0
Инсектицид «Би 58 Новый» - от вредителей	0,5 л/га	50 л	750	37,5
Консервант «Промуг»	3,5 л/т	2450 л	70	171,5
Полимерный рукав (на 80 т)	80 т	9 шт.	20000	180,0
Азофоска	150 кг/га	15 т	18600	279,0
Аммиачная селитра (2-х разовое внесение по 50 кг/га)	100 кг/га	10 т	13160	131,6
Вода (опрыскивание, консервация)	3 раза х 200 л/га = 600 л/га На 1 л консерванта – 9 л воды	60 т 22 т	26 26	1,6 0,6
ГСМ	х	8,47 т	41800	354,0
Оплата труда	Количество нормосмен: трактористы/рабочие	106,8/ 19,3	2400/1440	256,3/27,8
Оплата труда с отчислениями	% отчислений – 30,2	260,9+27,8=288,7	-	369,9
Амортизация	согласно расчетам	-	-	1767,8
Текущий ремонт	99% от амортизации (по нормативу)	-	-	1750,1
ИТОГО ЗАТРАТ:		-	-	5655,2
Общехозяйств. и общепроизв. расходы	в % к затратам	5	-	283,1
ВСЕГО ЗАТРАТ:		-	-	5813,3

На основе полученных данных (таблица 4), можно утверждать, что на производство 700 т плющеной консервированной кукурузы предложенной технологии, при урожайности культуры 70 ц/га, потребуется 5813,3 т.р.

Для оценки технологии с точки зрения рисков получения меньшей или большей урожайности по сравнению с прогнозируемой, произведен расчет нормативов затрат на 1 га и на 1 ц продукции при урожайности кукурузы на зерно 50, 70, 90 ц/га (таблица 5).

Таблица 5 - Нормативы затрат в расчете на единицу продукции, площади по культуре – кукуруза на зерно с последующим консервированным плющением

Показатели	Нормативы затрат при урожайности 70 ц/га, руб.		Прирост затрат на 1 га при увеличении урожая на 1 ц, руб.	Нормативы затрат при урожайности 50 ц/га, руб.		Нормативы затрат при урожайности 90 ц/га, руб.	
	на 1 га	на 1 ц продукции		на 1 га	на 1 ц продукции	на 1 га	на 1 ц продукции
Семена	1169	16,7	-	1169	23,4	1169	13,0
Удобрения	4106	58,6	15,0	4106-300=3806	76,1	4106+300=4406	49,0
Средства защиты растений	4075	58,2	-	4075	81,5	4075	45,2
Консервант	1715	24,5	24,5	1715-490=1225	24,5	1715+490=2205	24,5
Стоимость полимерного рукава	1800	25,7	-	1285	25,7	2313	25,7
ГСМ	3540	50,6	20,5	3540-410=3130	62,6	3540+410=3950	43,9
Вода	22	0,3	0,1	20	0,3	24	0,3
Оплата труда	3699	52,8	7,9	3699-158=3541	70,8	3699+158=3857	42,9
Амортизация основных средств	17678	252,5	3,8	17678-76=17602	352,0	17678+76=17754	197,3
Тек. рем. основных сред.	17501	250,0	3,7	17501-74=17427	348,7	17501+74=17575	195,3
Общехз. и общепроизв. расходы	2831	39,4	4,39	2831-88=2743	54,9	2831+88=2919	32,4
ИТОГО:	58136	830,5	79,9	56023	1120,5	60247	669,4

На основе полученных данных (таблица 5), можно утверждать, что с ростом урожайности кукурузы от 50 до 90 ц/га, себестоимость 1 ц продукции уменьшается с 1120,5 руб. до 669,4 руб.

Выводы

1. Анализ представленных показателей указывает на возможность возделывания кукурузы на зерно в природно-климатических условиях Калужской

области. В 2016 году по анализируемым хозяйствам был достигнут уровень урожайности – 72,6 ц/га, что характеризует данную культуру, как адаптированную в калужском регионе.

2. Полученные данные позволяют утверждать, что с ростом урожайности кукурузы от 50 до 90 ц/га, себестоимость 1 ц продукции уменьшается с 1120,5 руб. до 669,4 руб.

Литература

1 «Методы экономических исследований в агропромышленном производстве» / под редакцией В.Р. Боева. - М.: РАСХН, 1999. - 260 с.

2. Методические рекомендации по бухгалтерскому учету затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в сельскохозяйственных организациях / Е.В. Фастова, О.А.Коваленко, Н.Г. Белов, А.И. Павлычев, В.И. Хоруджий, К.А. Джикия, Н.Н. Хорохордин, Р.А. Алборов, Н.А. Кокорев. МСХ РФ. М., 2003 - С. 5-66.

3. Эффективность сельскохозяйственного производства: метод. рекомендации / авторский коллектив, руков. И.Г. Ушачев; ГНУ НИИЭСХ, МСХ РФ, М: ФГОУ РосАКО АПК, 2005.

4. Составление технологических карт по выращиванию основных сельскохозяйственных культур: метод. пособие / сост. М.А. Бункова, В.М. Головач; РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева МСХ РФ, Департамент кадровой политики и образования МСХ РФ. Калуга, 2008, С. 5-16.

5. Кузнецова Л.В., Мазуров В.Н. Меры государственной поддержки сельскохозяйственных организаций калужской области // Вестник аграрной науки. - Орел, 2018. - № 2 (71). - С. 87-94.

УДК 631.347

МОДЕРНИЗАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ОРОШАЕМЫХ УЧАСТКОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*д.т.н., Рыжко Н. Ф., ст. н. с. Рыжко Н. В., мл. н. с., Рыжко С.Н.,
Волжский НИИ гидротехники и мелиорации, Россия
к.т.н. Карпова О.В.,
Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова, Россия*

MODERNIZATION AND RECONSTRUCTION OF IRRIGATED AREAS OF THE SARATOV OBLAST

*Doctor of Technical Sciences, Ryzhko N. F., Senior Researcher, Ryzhko N. V.,
Junior Researcher, Ryzhko S.N.
Volzhsky Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land
Reclamation, Russia
Candidate of Technical Sciences, Karpova O.V.,
Saratov State Vavilov Agrarian University, Russia*

Аннотация. Показана динамика изменения структуры техники полива в зависимости от размеров орошаемых участков и специализации хозяйств. Модернизация орошаемых

участков направлена на повышение стабильности и надёжности поливов, снижения энергетических затрат и повышение качества полива. Для снижения потребления энергозатрат на полив необходимо внедрять низконапорные электрифицированные дождевальные машины и системы капельного орошения, а также модернизировать ДМ «Фрегат» на низконапорный режим работы. Уменьшение потребления электроэнергии на насосной станции обеспечивает внедрение низконапорной техники полива и эксплуатация серийных насосов в оптимальном режиме или замена их на энергосберегающие насосы, использование разменных агрегатов, частотного регулирования оборотов электродвигателей и др. При групповой эксплуатации многоопорных дождевальных машин энергосбережение можно улучшить путём регулирования расхода воды машины при замене насадок и изменение давления на входе машины. Важно определять оптимальную последовательность включения машин на полив и внедрять организационно-технические мероприятия.

***Annotation.** The change dynamics in the structure of irrigation technique depending on the size of irrigated areas and the specialization of farms is shown. Modernization of irrigated areas is aimed at improving the stability and reliability of irrigation, reducing of energy consumption and improving the quality of irrigation. To reduce energy consumption of irrigation, it is necessary to introduce low-pressure electrified sprinklers and drip-irrigation systems, as well as upgrade the Fregat DM to low-pressure operating mode. Reducing energy consumption at the pumping station ensures by introduction of low-pressure irrigation technique and the use of serial pumps in the optimal mode or replacing them by energy-saving pumps, using variable machines, frequency control of motor speed, etc. With group operation of multi-support sprinklers, energy saving can be improved by controlling the water flow of the machine by replacing nozzles and changing the pressure at the inlet of the machine. It is important to determine the optimal sequence of switching on the machines for irrigation and introduce organizational and technical measures.*

Ключевые слова: техническое состояние, площади полива, техника полива, модернизация, насосная станция, снижение энергетических затрат.

Key words: technical condition, irrigation areas, irrigation equipment, modernization, pumping station, reduction of energy consumption.

Введение

Сельское хозяйство Саратовской области ведётся в сложных природно-климатических условиях. Наиболее характерной особенностью климата является недостаточное и резко меняющееся в отдельные годы увлажнение в период вегетации сельскохозяйственных культур. Поэтому, проблема повышения водообеспеченности земель в данном регионе является актуальной. Саратовская область имеет большой клин орошаемых земель. После 1966 г. в Саратовской области проведены крупные работы по мелиоративному строительству. Наибольшая интенсивность последнего наблюдалась в период с 1970 по 1975 гг., когда ежегодно в эксплуатацию вводилось в среднем 50 тыс. га орошаемых площадей. С 1970 по 1987 гг. орошаемый клин увеличился с 58 до 481,4 тыс. га [1].

Динамика орошаемых площадей и дождевальных поливных машин за период с 1966 по 2018 гг. приведена в таблице 1.

Орошаемые земли, занимаемые 6...8 % площади пашни области, обеспечивали получение 22 % валовой продукции растениеводства, до 45 % – зеленых и сочных кормов, 100 % – овощей, 45 % – картофеля. Орошаемый гектар работал за 2,5...3,0 га богарных [2].

Таблица 1 - Динамика площади полива и численного состава технических средств полива в Саратовской области

Показатели	Годы						
	1966	1976	1987	1990	1995	2007	2018
Площадь орошаемых земель, га	32	309	481,4	453,5	363,7	257,3	257,3
Наличие дождевальных машин, шт.	385	5421	7907	6085	5316	2747	1700
в том числе:							
«Фрегат»	-	1843	2714	2996	2927	2162	1396
«Волжанка»	-	2710	3893	2445	1775	458	68
«Днепр»	-	215	309	456	338	58	10
«Кубань»	-	-	-	3	33	-	-
ДДА-100М	124	542	835	-	-	56	16
ДДН-45, ДДН-70	248	-	-	-	-	13	-
Иностранная техника	-	-	-	-	-	-	200
Прочие	13	111	156	185	243	-	

За период с 1991 по 1996 гг. в области наблюдается процесс сокращения орошаемых площадей, который в настоящее время стабилизировался, на площади 257,3 тыс. га. Для повышения эффективности орошаемых земель в области постоянно проводятся работы по строительству новых орошаемых участков, а также по реконструкции и техническому перевооружению существующих орошаемых участков.

Задача исследований

Определить эффективные технические средства и технологии полива, которые рекомендуются внедрять при реконструкции орошаемых участков и строительстве новых.

Методика проведения исследований

Включает сбор и анализ статистических данных по техническому состоянию оросительных систем и орошаемых участков, исследование эффективности использования современных дождевальных машин и систем орошения, низко-

напорных ДМ «Фрегат», насосно-силового оборудования и трубопроводов закрытой оросительной сети.

Результаты исследования

Анализ реконструкции орошаемых участков в Саратовской области показывает, что их особенности определяются: площадью пашни и орошения, объемом валовой продукции, специализацией орошаемого хозяйства и др. В Саратовской области крупные товаропроизводители занимаются в основном производством зерна (ЗАО «АФ «Волга», ООО «Наше дело», МТС «Ершовская» и др.), а также производством зерна и кормовых культур для крупного рогатого скота (ЗАО «ПЗ «Трудовое», ЗАО «ПЗ «Мелиоратор», ООО «Берёзовское» и др.). Средние товаропроизводители сочетают овощное и зерновое производство (КФХ «Крючков М.П.», ООО «ВИТ», ООО «Росагро-Заволжье» и др.). Мелкие товаропроизводители на орошение занимаются в основном выращиванием овощной продукции.

Крупные товаропроизводители при реконструкции орошаемых участков проводят замену устаревшей дождевальнoй техники полива на современные дождевальнoе машины иностранного (Zimmatik, Valley, T-L) и российского производства («Каскад», «Орсис», «Казанка» и др.). Если доля ДМ «Фрегат» в хозяйстве велика (ООО «Наше дело» и др.), то проводится её модернизация для перевода на низконапорный режим работы, совершенствование противоаварийной защиты и улучшение качества полива с использованием дефлекторных дождевальных насадок или устройств приповерхностного полива. При реконструкции закрытой оросительной сети, вместо отслуживших срок эксплуатации стальных труб, монтируются новые полиэтиленовые или стеклопластиковые трубы. Если протяженность орошаемого участка велика, то применяется наружная прокладка центрального стального толстостенного трубопровода большого диаметра, из труб ранее использованных в нефте-газовом секторе.

При реконструкции насосных станций, которые обслуживают крупных товаропроизводителей, проводится замена высоконапорных насосных агрегатов (с насосами типа Д1250-125, CVE, QVD) на низконапорные (типа 1Д1250-63,

Grundfos и др.), В ООО «Солнечные продукты» при строительстве новых насосных станции (БНС) и реконструкции старых (НС № 29), используются низконапорные насосы Grundfos с частотным регулированием оборотов электродвигателя.

Средние товаропроизводители, как правило, для полива используют небольшое количество электрифицированных многоопорных дождевальных машин, а также полосовые дождеватели и системы капельного орошения. Замена трубопровода закрытой оросительной сети проводится в меньших объёмах. Мелкие товаропроизводители для полива используют в основном системы капельного орошения, полосовые дождеватели или устаревшую технику полива («Фрегат», «Днепр», ДДА-100 МА и др.).

Одним из важнейших направлений при модернизации орошаемых участков является проведение работ по снижению затрат электроэнергии на полив. Это достигается путем внедрения современных электрифицированных дождевальных машин (Zimmatik, Valley, «Каскад» и др.), которые работают при низком давлении на входе в машину 0,3-0,45 МПа (в зависимости от расхода воды и площади полива) или модернизацией существующих высоконапорных ДМ «Фрегат» на низконапорный режим работы. В ВолжНИИГиМ разработаны и широко внедряются энергосберегающие ДМ «Фрегат» с дополнительным полиэтиленовым трубопроводом (патент № 159184), которые в зависимости от модификации работают при давлении на входе 0,36-0,45 МПа [3]. Основное преимущество низконапорной ДМ «Фрегат» в том, что машина обеспечивает минимальную поливную норму и минимальное время оборота, близкое к значениям высоконапорной серийной машине. Применение дискового затвора позволяет регулировать расход воды машины в широком диапазоне (250-900 м³/га и более) и передвигаться машине по полю без полива при отключении основного трубопровода [4, 5].

Полевые исследования показали, что экономия электроэнергии на насосной станции достигается при эксплуатации насосов в оптимальном режиме с максимальным КПД или с максимальным расходом воды, за счёт подключения

большого числа одновременно работающих машин в низконапорном или пониженном режиме. Например, в ООО «Наше дело» при переводе насосного агрегата Д1250-125 с электродвигателем 630 кВт·ч в низконапорный режим работы, число одновременно работающих машин «Фрегат» увеличивается с 3-4 до 5-6 единиц. При этом расход воды насоса повышается с 300-350 л/с до 400 л/с. Давление на выходе насосной станции снижается с 1-1,2 МПа до 0,7-0,8 МПа. Удельные затраты электроэнергии на подачу 1000 м³ воды снижаются с 600-400 кВт·ч до 348 кВт·ч.

В ООО «Березовское» для экономии электроэнергии на насосной станции проведена настройка ДМ «Фрегат» на требуемый расход воды и низконапорный режим работы. До модернизации насос 200Д90 обеспечивал поочередный полив одной и двух машин с расходом воды соответственно 90 и 180 л/с. После настройки трёх машин на расход воды 83 л/с насос обеспечил одновременную работу всех машин. Расход воды насоса увеличился до оптимальной величины 250 л/с. При оптимальном режиме работы насосного агрегата потребление электроэнергии на подачу 1000 м³ воды снижается с 389 или 324 кВт·ч до 266 кВт·ч, соответственно на 31,3 % и 17,6 %. Время полива орошаемого участка сокращается с 184,8 до 100 часов или в 1,8 раза. Одновременная работа трех машин обеспечивает годовую экономию электроэнергии за 5 поливов на насосной станции более 268 тыс. рублей.

В ОПХ «Красный боец» в качестве разменных использованы два насоса 150-CVE-350, которые обеспечивали подачу воды на одну или две 12-опорные ДМ «Фрегат», работающие при пониженном давлении, а основной насос 250-QVD-570 включался при одновременном поливе от 3 до 5 машин. Это позволило снизить затраты электроэнергии до 352 кВт·ч или в 1,15-2 раза.

В ОПХ ВолжНИИГиМ, где на орошаемом участке эксплуатируются 4, 6, 9, 12 и 16-опорные ДМ «Фрегат», для экономии электроэнергии на поливе на насосной станции смонтированы разнотипные насосы (СПС-70/80 – 2 шт., СПС-100/100 – 1 шт. и СПС-200/50 – 1 шт.), которые имеют различные расходы воды. В зависимости от необходимости полива и числа одновременно работа-

ющих машин можно включать различные насосные агрегаты. Снижение энергозатрат на поливе до 270-300 кВт·ч обеспечивалось эксплуатацией различных насосов в оптимальном режиме.

Внедрение трех малоэнергоёмких насосов Д1250-65 и низконапорных ДМ «Фрегат» (6 шт.) и Valley (8 шт.) на орошаемом участке площадью 868 га от ПНС-4 Комсомольской ОС позволило проводить полив одновременно всех 14 машин на орошаемом участке. Замена высокоэнергоёмких насосов 250CVE-460-38/2 на малоэнергоёмкие насосы Д1250-65 снизило удельные затраты электроэнергии на подачу 1000 м³ воды с 340 до 241 кВт·ч или в 1,5 раза.

Внедрение низконапорных ДМ «Zimmatic» и насосных агрегатов Д1250-65 с частотным регулированием оборотов электродвигателя на Приволжской ОС в ЗАО «АФ «Волга» (БКНС), позволило снизить удельные затраты электроэнергии на подачу 1000 м³ воды до 198 кВт·ч или более, чем в 3 раза.

Исследования в ООО «Росагро-Заволжье», ОПХ «ВолжНИИГиМ» и других хозяйствах показали, что регулирование расхода воды ДМ «Фрегат» позволяет экономить затраты на полив за счёт сокращения времени полива орошаемого участка. Это особенно актуально при групповом поливе машин, имеющих различную длину, расход воды и площадь полива, а также в случаях отказа и простоя отдельной машины несколько часов.

При групповой эксплуатации дождевальных машин имеющих различные модификации и расход воды важно рассчитывать оптимальную последовательность включения и расход воды каждой машины для уменьшения времени полива орошаемого участка.

Затраты электроэнергии на насосной станции определяются количеством потребленной электроэнергии и используемой мощностью насосных агрегатов. Для экономии электроэнергии необходимо, где это возможно, снижать потребление электроэнергии на насосной станции за счёт эксплуатации одного насосного агрегата. При этом уменьшается используемая мощность и снижаются затраты на электроэнергию. В этом случае насосный агрегат, чтобы выдержать

оптимальный режим орошения сельскохозяйственных культур должен работать круглосуточно с максимальным числом одновременно работающих машин. Такая эксплуатация практикуется в ЗАО «ПЗ «Мелиоратор» на НС-43а, 43б, 4, 5 и 11 Приволжской ОС, на НС №10 Энгельсской ОС (с. Терновка).

Выводы

1. Модернизация орошаемых участков должна включать замену устаревшей дождевально-поливной техники на современные электрифицированные дождевальные машины и системы капельного орошения, переоборудование существующих высоконапорных ДМ «Фрегат» на низконапорный режим работы.

2. При реконструкции закрытой оросительной сети, вместо отслуживших срок эксплуатации стальных труб, необходимо более широко использовать новые полиэтиленовые или стеклопластиковые трубы.

3. Модернизация насосных станций должна быть направлена на экономию затрат на полив путём внедрения оптимального режима работы серийных насосов при использовании низконапорных ДМ «Фрегат» и электрифицированных машин, применения низконапорных и разменных насосных агрегатов.

4. Исследования подтверждают эффективность применения частотного регулирования оборотов электродвигателя для низконапорных агрегатов, а также возможность регулирования расхода воды низконапорных ДМ «Фрегат» с полиэтиленовым трубопроводом при групповой эксплуатации.

Литература

1. Рыжко Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. - 176 с.

2. Рыжко Н.Ф. Обоснование ресурсосберегающего дождевания и совершенствование дождевальных машин «Фрегат» в условиях Саратовского Заволжья : дис. ... докт. техн. наук. - Саратов, 2012. - 356 с.

3. Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Ботов С.В., Хорин С.А. Экономия электроэнергии на подкачивающих насосных станциях оросительных систем Саратовской области // Аграрный научный журнал Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова». - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2015. - № 11. - С. 45-48.

4. Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Емельянов А.А., Хорин С.А., Органов М.С. Совершенствование ДМ «Фрегат» с целью снижения энергопотребления и результаты внедрения / Использование мелиоративных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: сб. науч. тр.: [по мат. межд. науч.-прак. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2015 г.] – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. - С. 212-216.

5. Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Хорин С.А., Ботов С.В., Рыжко Н.В. Особенности низконапорных ДМ «Фрегат» в зависимости от условий эксплуатации и результаты внедрения // Научное обозрение, 2018. - № 11. - С. 6-15

УДК 631.34

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В ФЕРМЕРСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*д.с.-х.н., профессор Ожерельев В.Н., аспирант Сомин В.В.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

FORMATION OF MACHINERY SYSTEM FOR CROPPING STRAWBERRY GARDEN IN A FARM

*Doctor of agricultural Sciences, Professor Ozherelev V.N.,
graduate student Somin V.V.,
Bryansk State Agricultural University, Russia*

Аннотация. Представлены результаты изучения технологии производства ягод в условиях небольшого фермерского хозяйства. Отмечено, что из 27 операций 21 выполняется вручную. В качестве приоритетов для разработки выбраны тележка для сбора ягод и мульчирующая машина. Предложена конструкция измельчающего аппарата, обеспечивающего поперечное резание стеблей соломы.

Annotation. The results of studying the technology of production of berries in a small farm are presented. It is noted that out of 27 operations, 21 are performed manually. As the priorities for the development of the selected truck for picking berries and mulch machine. The design of the grinding apparatus, which provides transverse cutting of straw stalks, is proposed.

Ключевые слова: земляника садовая, мульчирование, измельчение соломы, трудоемкость.

Key words: strawberries, mulching, chopping straw, labor intensity.

Введение

Земляника садовая является наиболее распространенной ягодной культурой [1, 2]. На нее приходится до 72% мирового валового сбора ягод (9,7 млн. т в 2017 году) [3]. При этом доля России не превышает 2% от мирового объема производства.

Ввиду недостатка ягод отечественного производства на рынке доминируют импортные, вследствие чего поддерживается стабильно высокая цена, делающая витаминную продукцию недоступной для многих жителей страны. Негативным последствием дефицита витаминов и неполноценности рациона питания жителей России является наше существенное отставание от наиболее

развитых государств в продолжительности жизни. Этот показатель однозначно коррелирует с объемом душевого потребления плодов и ягод в стране.

Отечественное производство ягод земляники садовой сосредоточено, в основном, в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) населения и на дачных участках, что не способствует совершенствованию технологии возделывания. Немногочисленные фермерские хозяйства, по сути, используют технологии, применяемые в ЛПХ, в связи с чем их продукция имеет высокую себестоимость и не может конкурировать с импортной [4, 5]. В связи с этим, актуальной научной и практической задачей является совершенствование технологии возделывания и обеспечивающих ее средств механизации, предназначенных для возделывания земляники садовой в товарных масштабах объема небольшого фермерского хозяйства.

Выбор объекта исследования

Объектом исследования является технология возделывания земляники садовой в крестьянском (фермерском) хозяйстве Стекачёва П.Ю., расположенном в Почепском районе Брянской области. Хозяйство находится севернее города Почеп на расстоянии 4,79 км от его центра на полевом участке площадью 4 га. Почвенный покров представлен подзолистыми средне-суглинистыми почвами. Хозяйство выращивает малину, ежевику, ежемалину, смородину и землянику садовую ранних, средних и поздних сортов. Под ней занято около 1 гектара земли. Сортовой состав, в основном, представлен сортами селекции Кокинского опорного пункта ВСТИСП: Берегиня, Витязь, Соловушка, Русич, Царица, Елизавета II (ремонтантный), Гирлянда (ремонтантный), Кокинская заря. Выращивание сортов с разными сроками созревания увеличивает длительность уборки, что позволяет сократить численность привлекаемых со стороны работников и даёт возможность дольше снабжать население свежими ягодами.

Применяемая технология предполагает использование на основных и вспомогательных операциях по возделыванию земляники садовой как механизированного, так и ручного труда, причем последний на плантации преобладает. Детальное изучение применяемой технологии позволило установить, что в

КФХ Стекачёва П.Ю. из 27 операций, выполняемых при возделывании земляники садовой, ручной физический труд применяется в 21 случае. Более глубокий анализ ситуации свидетельствует о том, что, в принципе, 17 технологических операций могут быть механизированы полностью или частично, то есть - рационализированы.

Наиболее проблемной и трудоемкой является уборка ягод, которая поддается только частичной рационализации посредством применения тележки индивидуального использования, способной существенно увеличить производительность труда сборщиков [6]. Работоспособный образец оборудования изготовлен и будет испытан в полевых условиях в 2019 году.

Что касается других технологических операций, то даже поиск в рамках сайта <https://www.youtube.com> позволяет сформировать необходимый для выполнения важнейших операций при производстве земляники садовой комплекс машин. В частности, на указанном сайте обнаружен грядообразователь-плёнкоукладчик Cosmeco STP-3, плёнкоукладчик Sfoggia, рассадопосадочная машина Sfoggia, обрезчик усов Heuling, измельчитель соломы для животноводства Teagle Tomahawk (может быть использован в качестве мульчировщика плантации соломой). Кроме того, предлагается многофункциональная машина ORTIFLOR-TSA100, гребнеобразователь В - 10 с плёнкоукладчиком, перфоратор полиэтиленовой пленки УПП-1А, гребнеобразователь В - 9 с плёнкоукладчиком и другие. При этом стоимость машин, даже бывших в употреблении, чрезвычайно высокая, что, в связи нынешним курсом национальной валюты, делает их приобретение нереальным для начинающих российских фермеров, занимающихся возделыванием земляники садовой.

В связи с этим актуальной задачей является разработка отечественных аналогов, способных качественно выполнять технологический процесс, но при этом быть более дешевыми и доступными для производства. В частности, это касается операции мульчирования междурядий соломой, механизация которой является в настоящее время приоритетной задачей нашего исследования.

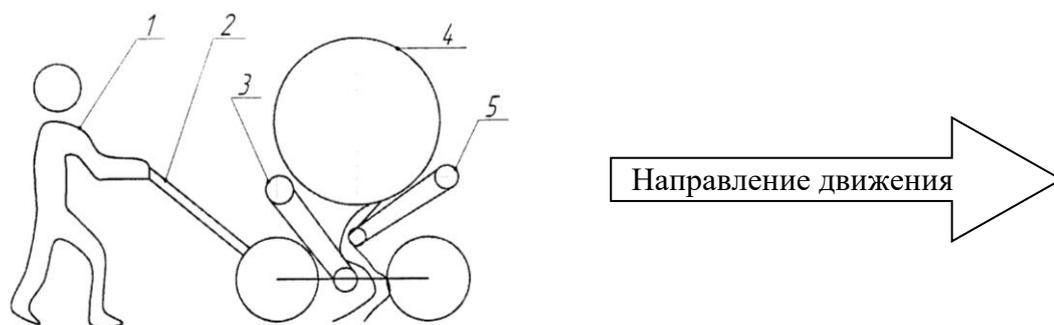
Синтез конструкции

Мульчирование - это технологическая операция, выполняемая при возделывании плодово-ягодных культур, которая приводит к целому ряду положительных последствий. В частности, мульча препятствует пересыханию почвы и прорастанию сорняков, сокращается количество поливов, почва остаётся рыхлой, не образуется почвенная корка. При этом корни растений не перегреваются от воздействия солнечной энергии, а ягода остается чистыми в процессе созревания, а также при поливе и дожде, в связи с чем они меньше поражаются гнилью. В итоге мульчирование снижает трудоёмкость ухода за земляникой садовой на 60%.

Существует несколько вариантов принципиальной концепции машины и ее конструкции. В первую очередь это касается дилеммы – укладывать солому с предварительным измельчением или без него. В первом случае проще управлять потоком измельченной массы и формировать из нее ленты мульчматериала нужной ширины и толщины. С другой стороны, измельчение является энергоемким процессом, требующим достаточно сложного оборудования.

Что касается размотки рулона без измельчения (рисунок 1), то в этом случае энергоемкость процесса минимальная, однако трудно дозировать толщину слоя и разделять поток по междурядьям. Это обусловлено, в частности, тем, что нет гарантии того, что исходный валок соломы, подбираемый пресс-подборщиком, имел одинаковые параметры по всей своей длине.

Имея ввиду то, что оборудование предстоит использовать в небольшом фермерском хозяйстве, предполагаются два варианта компоновки и энерго-снабжения процесса. В одном варианте (изображен на рисунке 1) оборудование базируется на ручной тележке, снабженной двигателем внутреннего сгорания. Рулон 4 должен посредством транспортеров 3 и 5 вращаться вокруг горизонтальной оси и, таким образом, разматываться послойно. Во втором варианте машина должна быть прицепной, в связи с чем рабочие органы должны приводиться в движение от ВОМ трактора.



1 - оператор; 2 - органы управления; 3, 5 - транспортёры приводные; 4 - разматываемый рулон соломы

Рисунок 1 - Схема проектируемого размотчика-укладчика рулонов соломы в междурядья земляники садовой без измельчения

Что касается мульчирования с предварительным измельчением соломы, то оно широко практикуется во многих странах. При этом, как правило, рулон разматывается, находясь в горизонтальном положении. В этом случае остаются нерешенными все проблемы, отмеченные выше, касающиеся отсутствия гарантий равномерности размотки по толщине слоя.

Проблема, отчасти, решена за счет того, что рулон измельчают без предварительной размотки. При этом он вращается вокруг вертикальной оси (рисунок 2), а режущий аппарат размещают с его нижнего торца.

Главная системная проблема заключается в том, что измельчающий аппарат выполняют в виде барабана, ножи которого вращаются вокруг горизонтальной оси, сориентированной по радиусу рулона или под небольшим углом к нему. В этом случае невозможно гарантировать равномерность измельчения материала, поскольку траектория движения ножей практически параллельна направлению стеблей соломы. В результате, получается слишком широкий спектр размеров продуктов измельчения, что может существенно затруднить формирование качественного мульчпокрытия.

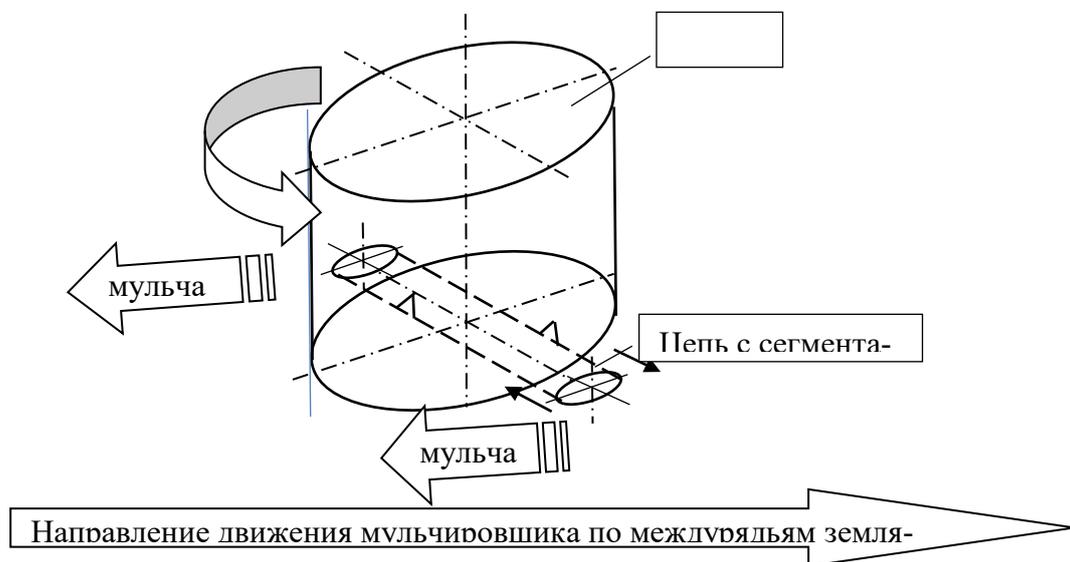


Рисунок 2 - Схема работы режущего аппарата при измельчении соломы

Указанная проблема может быть решена за счет использования в качестве режущего аппарата бесконечный цепной тяговый контур, снабженный режущими сегментами, ориентированными вертикально (рисунок 2). При этом гарантировано поперечное перерезание соломы, что способствует равномерности измельчения и уменьшению энергоемкости процесса. Кроме того, цепь с сегментами имеет малое поперечное сечение, поэтому не будет создавать воздушный поток высокой интенсивности, что предотвратит образование зоны завихрения воздуха около растений и несанкционированное распределение мульчматериала по ширине и толщине слоя.

Предлагаемая конструкция имеет большие перспективы для развития. В частности, при установке тяговых цепей под углом к радиусу рулона усилие, действующее на рулон со стороны сегментов, может быть использовано для его вращения, что исключает необходимость специального привода и существенно удешевляет машину.

Заключение

Завершение работы по формированию системы машин для производства ягод земляники садовой в небольших фермерских хозяйствах позволит на 25 ... 30% уменьшить сезонную трудоемкость работ и обеспечить конкурентоспособность отечественным ягодам на рынке.

Литература

1. Айтжанова С.Д. Садовая Земляника : учебное пособие / С.Д. Айтжанова, И.И. Чухляев. - : изд. Брянская ГСХА, 2005. - 94 с.
2. Вилле Матала. Выращивание земляники. / Вилле Матала. С.-Петербург, 2003. – 210 с.
3. 72% мирового производства ягод в 2017 году пришлось на садовую землянику // Пропозиция - Главный журнал по вопросам агробизнеса. <https://propozitsiya.com/72-mirovogo-proizvodstva-yagod-v-2017-godu-pryshlos-na-sadovuyu-zemlyanyku>.
4. Ожерельева М.В. Экономические основы эффективного ягодоводства. -Брянск: изд. Брянской ГСХА, 2007. - 217с.
5. Ожерельева М.В. Теоретические, методические и прикладные аспекты размещения предприятий плодово-ягодного подкомплекса АПК в Центральном федеральном округе РФ : дис. ... докт. экон. наук. - Курск, 2008. - 328с.
6. Ожерельев В.Н., Иващенко А.В. Трансформация представлений о механизации и рационализации сбора ягод земляники садовой // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2018. - № 2 (66). - С. 46–51.
7. Ожерельев В.Н., Сомин В.В. Тележка для сбора ягод земляники садовой индивидуального использования // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. междунар. научно-практ. конф., г. Воронеж, 26–27 ноября 2018 г. / ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Воронеж, 2018. - Ч. I. - С. 390–394.
8. Uhl W. Neues Mechanisierungsverfahren zur Strohdungung // Dtsch Weinbau. 1988. 43. No 14.

УДК 621.822.6.004.67:668.3:631.3.02

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГАЗОСТРУЙНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

*д.т.н. Старовойтов С.И., к.т.н. Ахалая Б.Х.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Россия
к.э.н. Гринь А.М,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

DESIGN FEATURES OF THE GAS-JET RADIATOR

*Doctor of Engineering Starovoytov S.I.,
Candidate of Technical Sciences Akhalaya B.H.,
Federal scientific agroengineering center WIM, Russia
Ph.D. in Economics Grin A.M.
Bryansk state agricultural university, Russia*

Аннотация. Форма рабочей камеры газоструйного излучателя может быть цилиндрическая или овальная. Овальная форма позволяет сфокусировать акустическую энергию струи воздушного потока. Сопло может иметь форму Лаваля или суживающуюся с калиброванным отверстием. Резонатор представлен цилиндром или кожухом. Цилиндрический резонатор имеет на внешнем диаметре фаску. Отверстие резонатора может быть цилиндрическое с изменяемой глубиной или коническое. Кожух-резонатор может быть одно ступенчатым или многоступенчатым. Многоступенчатый резонатор в виде кожуха имеет внутренние сужающиеся переходы. Расстояние между соплом и резонатором изменяют вращением штока, на котором он крепится, или вращением кожуха, выполняющего роль резонатора. Воздушный поток выходит из сопла со сверхзвуковой скоростью. Перемещением резонатора, перекрыв при этом отверстие сопла, можно запустить или остановить процесс образования акустической звуковой волны.

***Summary.** The form of the working chamber of the gas-jet radiator can be cylindrical or oval. The oval form allows to focus acoustic energy of a stream of an air flow. The nozzle can have Laval's form or narrowed with the calibrated opening. The resonator is presented by a cylinder or a casing. The cylindrical resonator has a facet on outer diameter. The opening of the resonator can be cylindrical with a changeable depth or conic. The casing resonator can be one step or multistage. The multistage resonator in the form of a casing has the internal lent transitions. The distance between a nozzle and the resonator is changed rotation of a rod on which it fastens, or rotation of the casing which is carrying out a resonator role. The air flow leaves a nozzle with supersonic speed. Movement of the resonator, having blocked at the same time a nozzle opening, it is possible to start or stop process of formation of an acoustic sound wave.*

Ключевые слова. Рабочая камера, сопло, резонатор, акустическая звуковая волна.
Key word. Working chamber, nozzle, resonator, acoustic sound wave.

Состояние вопроса

Газоструйный излучатель-генератор Гартмана служит для мелкодисперсного распыления жидкости [1, 2] в технологических процессах, требующих высокого качества распыления [3], ручной или автоматизированной резки материала, воспламенения топлива, обработки твердых материалов с использованием ударных волн [4], очистки от твердых отложений стенок труб и отверстий технических систем нефтедобывающей промышленности [8].

Генератор Гартмана состоит из сопла и резонатора. Принцип действия ГГ (генератора Гартмана) основан на возникновении автоколебаний в сверхзвуковой струе вследствие ее торможения резонатором. Струя воздушного потока подразделяется на основную и вытекающую. Взаимодействие между основной и вытекающей из резонатора струей приводит к тому, что участок струи между скачком уплотнения и дном резонатора становится источником мощных акустических колебаний за счет сверхкритического перепада между рабочим давлением и давлением окружающей атмосферы.

На процесс генерации акустических колебаний оказывает влияние форма сопла и резонатора, форма рабочей камеры, где размещены сопло и резонатор, расстояние между соплом и резонатором.

Генератор Гартмана способен создавать колебания в диапазоне частот 20000 ... 40000 Гц, приводящие к кавитационному разрушению почвы, что поз-

волит наряду со снижением энергоемкости процесса проводить рыхление блокированной зоны резания при щелевании [16].

Цель исследования

Анализ конструктивных особенностей газоструйного излучателя Гартмана, генерирующего акустическую звуковую волну.

Материалы и методы исследований

Материалы и методы исследований предполагают проведение обзора патентной информации с целью анализа формы сопла, резонатора, рабочей камеры, способов изменения расстояния между соплом и резонатором, направленности вывода потока звуковой струи.

Результаты исследований и их обсуждение

Форма рабочей (соединительная) камеры может быть цилиндрическая или овальная. Овальная форма рабочей камеры позволяет сфокусировать большую часть акустической энергии [3].

Сопло имеет форму цилиндра с калиброванным отверстием или может быть представлено дефлектором [11] и корпусом резонатора. Сопло может иметь суживающуюся форму [5] или же иметь форму Лаваля. Сопло Лаваля – газовый канал особого профиля, разгоняющий проходящий по нему газовый поток до сверхзвуковых скоростей. Сопло представляет собой канал, суженный в середине [12]. Выход сжатого воздуха может быть в виде кольца или элементарного цилиндрического фрагмента. Также сопло может быть двухканальным [6] или одноканальным.

Резонатор реализован в виде цилиндра или кожуха (колокола) [6]. Цилиндрический резонатор может также иметь на внешнем диаметре срезанную под углом кромку. Резонатор в виде кожуха (колокола) может быть одноступенчатым или многоступенчатым. Многоступенчатый резонатор имеет внутренние сужающиеся переходы, размещенные коаксиально форкамере сопла [7]. Цилиндрический резонатор может иметь отверстие цилиндрической или конической формы [11]. Глубина отверстия цилиндрической формы может быть изменяемой [10].

Резонатор крепится к корпусу генератора Гартмана с помощью резьбового соединения. Вращением резонатора – кожуха изменяют расстояние между соплом и резонатором. Или же расстояние между соплом и резонатором изменяют вращением штока, на котором размещен резонатор [14, 15].

Резонатор Гартмана может выполнять комбинированную функцию. Параллельно воздушному потоку в рабочую камеру может входить и рабочая жидкость [9].

В большинстве случаев образованная акустическая волна выходит из рабочей камеры коаксиально осевой линии сопла и резонатора. В тоже время в газопламенном воспламенителе звуковая волна выходит из рабочей камеры под углом 90° . Выходное отверстие соединительной камеры расположено напротив поперечного зазора между выходом сопла излучателя и входом полости резонатора [10].

Воздушный поток выходит из сопла со сверхзвуковой скоростью [9, 10]. Перемещением резонатора, перекрыв при этом отверстие сопла, можно запустить или остановить процесс образования акустической звуковой волны [12].

Выводы

1. Форма рабочей камеры может быть цилиндрическая или овальная. Овальная форма рабочей камеры позволяет сфокусировать акустическую энергию струи воздушного потока.

2. Сопло имеет форму Лаваля или суживающуюся с калиброванным отверстием.

3. Резонатор может быть представлен цилиндром или кожухом. Цилиндрический резонатор имеет на внешнем диаметре фаску. Отверстие резонатора может быть цилиндрическое с изменяемой глубиной или коническое.

4. Кожух-резонатор может быть одно ступенчатым или многоступенчатым. Многоступенчатый резонатор в виде кожуха имеет внутренние сужающиеся переходы.

5. Расстояние между соплом и резонатором изменяют вращением штока, на котором он крепится, или вращением кожуха, выполняющего роль резонатора.

6. Воздушный поток выходит из сопла со сверхзвуковой скоростью. Перемещением резонатора, перекрыв при этом отверстие сопла, можно запустить или остановить процесс образования акустической звуковой волны.

Литература

1. Арсланов В.В., Мифтахов А.А. Способ создания мелкодисперсного облака распыла жидкости и устройство для его осуществления // Патент России № 2534764. 2014. Бюл. № 16.
2. Гладилин А.В., Борисов Ю.Я. Ультразвуковой распылитель жидкости // Патент России № 2371257. 2009. Бюл. № 30.
3. Конищев В.В., Лебедев И.Н. Устройство для газоструйной резки материалов // Патент России № 2292999. 2005. Бюл. № 10.
4. Ланселл П., Китинг У., Лоу Д. Системы и способы для обработки твердых материалов с использованием ударных волн, создаваемых в сверхзвуковом газовом вихре // Патент России № 2016151696. 2018. Бюл. № 19.
5. Абдрашитов А.А., Кравцов Я.И., Марфин Е.А. Способ и устройство струйного сотового параметрического излучателя для генерирования и модуляции волн давления в стволе нагнетательной скважины // Патент России № 2637008. 2017. Бюл. № 34.
6. Хаберфельнер Х. Форсунка камеры сгорания и горелочное устройство с такой форсункой // Патент России № 2534922. 2014. Бюл. № 34.
7. Ковалев О.Б., Зайцев А.В., Ермолаев Г.В. Способ ультразвуковой газолазерной резки листового материала и устройство ультразвуковой газолазерной резки материала // Патент России № 2670629. 2017. Бюл. № 34.
8. Аникин В.С., Аникин В.В. Способ акустической обработки многофазного продукта и устройство для его осуществления // Патент России № 2457896. 2012. Бюл. № 22.
9. Кочетов О.С. Форсунка акустическая // Патент России № 2668897. 2018. Бюл. № 28.
10. Александров В.Ю., Ильченко М.А., Климовский К.К., Захаров В.С., Арефьев К.Ю. Газодинамический воспламенитель // Патент России № 2485402. 2013. Бюл. № 17.
11. Дубровский А.Н. Пневмоакустический распылитель жидкостей // Патент России № 134454. 2013. Бюл. № 32.
12. Пахомов Г.Б., Зинин А.В., Макаров С.Д. Устройство для распыления жидкости в газовой среде с образованием газочапельной струи с высокой кинетической энергией // Патент России № 2317837/ 2008. Бюл. № 6.
13. Кочетов О.С. Форсунка акустическая // Патент России № 2667284. 2018. Бюл. № 26.
14. Кочетов О.С. Форсунка акустическая // Патент России № 2645781. 2018. Бюл. № 7.
15. Кочетов О.С. Форсунка акустическая // Патент России № 2645781. 2018. Бюл. № 7.
16. Старовойтов С.И., Ахалая Б.Х., Старовойтова Н.П. О рыхлении почвы сжатым воздухом // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., 6-9 декабря 2018 г. - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. - С. 335-338.

УДК 632.9

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕГРИРОВАННОГО СПОСОБА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ

*к.т.н. Суринский Д.О., к.т.н., Савчук И.В., аспирант Басуматорова Е.А.,
Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Россия*

THE BENEFITS OF AN INTEGRATED WAY OF PROTECTING PLANTS FROM INSECT PESTS

*Candidate of Technical Sciences Surinskiy D.O., Candidate of Technical Sciences
Savchuk I.V., postgraduate E.A. Basumatary
State agrarian University of Northern TRANS-Urals, Russia*

Аннотация: В статье рассматриваются преимущества и недостатки различных методов защиты растений от насекомых-вредителей. Рассмотрены тенденции развития интегрированного метода защиты растений, способствующего к улучшению экологической обстановки. Важное место отведено защите растений от вредителей, болезней и сорняков как одного из факторов увеличения производства и повышения качества сельскохозяйственной продукции.

Annotation: *The article discusses the advantages and disadvantages of various methods of plant protection from pests. Tendencies of development of the integrated method of protection of plants promoting to improvement of an ecological stop are considered. An important place is given to the protection of plants from pests, diseases and weeds as a factor in increasing production.*

Ключевые слова: защита растений, методы защиты растений, интегрированный метод защиты растений, фотоэлектрический преобразователь.

Keyword: *plant protection, plant protection methods, integrated plant protection metho.,*

Введение

Продовольственная программа предусматривает интенсификацию всех отраслей сельского хозяйства. Поставлена задача - довести урожайность зерновых культур в количестве, полностью удовлетворяющем потребности населения и перерабатывающей промышленности [1].

Одним из резервов повышения урожайности, качества зерновых культур и их семян является борьба с насекомыми вредителями. Предположительно существует 2-3 миллиона видов насекомых или почти 70% от общего числа животных нашей планеты.

За последние годы научно-исследовательскими учреждениями разработаны и внедряются в производство комплексные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков, которые предусматривают рациональное использование и сочетание организационно-хозяйственных, экономических, агротехнических и других мероприятий [1].

Среди мероприятий, направленных на получение высоких и устойчивых урожаев важное место занимает своевременная защита растений от насекомых вредителей и болезней.

Основная задача защиты растений от насекомых вредителей и болезней - полная ликвидация или уменьшение потерь урожая до хозяйственно неощутимых размеров на основе использования интегрированных систем защиты растений, безопасных для человека и окружающей его среды. Ученые провели большую работу по установлению видового состава вредителей, выявлению болезней, определению вредоносности, разработке мер борьбы с наиболее опасными вредителями и болезнями растений.

Объективная экономическая оценка потенциальных потерь урожая, вызываемых вредными организмами, возможных затрат материально-технических, трудовых ресурсов и экологическая оценка мероприятий позволяют определить наиболее научно обоснованные, рациональные в конкретных условиях технологические и организационные формы методы защиты растений.[2].

Анализ способов защиты растений

В числе мероприятий, обеспечивающих сохранение и повышение урожая сельскохозяйственных культур, важное место занимает борьба с вредителями и болезнями.

Успех этой работы зависит от своевременного проведения защитных мероприятий в сочетании с профилактическими и агротехническими приемами ухода за растениями.

Биологический метод защиты растений основан на использовании против вредителей, болезней и сорняков их естественных врагов, а так же различных бактериальных и грибных препаратов, вызывающих массовую гибель вредных насекомых. Этот метод защиты растений весьма перспективен, так как практически безопасен для человека и животных и в целом для окружающей среды.

В естественных условиях численность вредителей ограничивается многими хищными и паразитическими насекомыми, различными микроорганизмами (вирусами, бактериями, грибами), насекомоядными и хищными птицами и млекопитающими [2].

Химический метод. Многолетняя сельскохозяйственная практика показала, что для успешного проведения мероприятий по защите растений необходимо использовать все методы борьбы, особенно агротехнический.

При химическом методе для борьбы с вредителями и болезнями растений используют ядовитые вещества пестициды. В зависимости от организмов, против которых применяют ядохимикаты, их подразделяют на группы: инсектициды – для борьбы с вредными насекомыми, акарициды – с растительными клещами, родентициды, моллюскициды, нематициды, фунгициды, гербициды.

Таким образом, указанные недостатки химических средств не являются принципиальными и связаны с нарушением соответствующих инструкций по их применению.

Агротехнический метод. Развитие вредителей и микроорганизмов, вызывающих болезни растений, зависит от условий окружающей среды.

Агротехнические мероприятия проводят, чтоб создать условия, благоприятные для развития и роста растений и одновременно препятствующие распространению вредителей и паразитных микроорганизмов, вызывающих болезни растений [2].

Уничтожение сорняков, являющихся кормовой базой для многих вредителей, и опавших листьев, на которых перезимовывают микроорганизмы – возбудители болезней растений, в значительной мере предупреждают массовое накопление вредителей и вредных микроорганизмов.

Однако не следует забывать, что эффективность перечисленных агроприемов в сильной степени зависит от сроков их проведения и от особенности развития каждого вредителя или болезни растений.

Механический метод защиты растений самый старый, трудоемкий по эффективности уступает химическому, применяется ограниченно на небольших

площадях или отдельных деревьях. К нему прибегают там, где невозможно применение химических обработок, например, если в междурядьях сада выращивают овощные культуры и др. [2].

Этот метод очень трудоемкий, однако, в ряде случаев является необходимым. Если зимой или рано весной не собрать зимующие гнезда боярышницы или златогуски, висящие на деревьях, то весной вышедшие из гнезд гусеницы могут уничтожить значительную часть листьев. То же можно сказать о соскабливании на подстилку с последующим уничтожением яйцекладок непарного шелкопряда и о срезе молодых побегов с колечками яиц кольчатого шелкопряда.

Интегрированный метод. Опыт работы с вредителями и болезнями показывает, что надежная защита культурных растений возможна лишь при комплексном использовании всех методов. Этому требованию в настоящее время отвечает интегрированная защита растений, являющаяся высшим этапом развития систем мероприятий, теоритические основы которых были разработаны советскими учеными еще в 30-е годы. Основу интегрированной системы составляют следующие элементы: возделывание районированных, устойчивых к болезням и вредителям сортов; применение комплекса агротехнических приемов, повышающих устойчивость растений; использование биологических средств борьбы; рациональное применение химических препаратов с учетом численности вредителей, угрожающих снижением урожая или ухудшением качества продукции [2].

Такая система получила название интегрированной. Развитие этого направления началось в пятидесятых годах двадцатого века и в настоящее время является общепризнанным, находится на новом витке развития, основывается на природоохранных технологиях. Другими словами, она представляет собой систему управления вредными организмами, в частности, фитопатогенами, позволяющую удерживать популяцию вредителей на уровне ниже экономических порогов их вредоносности. Это достигается с помощью единых в технологическом плане примеров и методов.

Интегрированная система мероприятий включает в себя следующие этапы: 1- это получение информации, 2-принятие решения, 3-управление мерами борьбы.

Обширная фитосанитарная информация – основная предпосылка принятия оптимальных решений по управлению численностью патогенов. Для ее получения используют новые современные методы с применением компьютерной техники. Перспективой является разработка компьютерных диагностических и геоинформационных систем. Имеется методология сбора и обработки фитосанитарных геоинформационных данных, но пока не выполняется главное условие – они должны быть доступными для широкого круга пользователей – от специалиста по защите растений до фермера [3].

Управление мерами борьбы или контроль за изменением состояния и численности биообъектов базируется на методах учета и развития вредителей и болезней позволяет решать следующие задачи: выявление доминантных видов патогенов, уровень их численности, тенденции измерения видового состава, установление ареалов популяции, степень поражения растений-хозяев [3, 6].

Для контроля за изменением состояния численности патогенов используются математические, вербальные, логические и другие модели поведения биообъектов, электронные хранилища информации, и др.

Эффективность интегрированной защиты во многом определяется качеством мониторинга насекомых- вредителей, проведение которого весьма перспективно с использованием источников света с длиной волны 350-370 нм.

В последние годы активно разрабатываются электрофизические методы, основанные на использовании различных видов электромагнитной энергии.

В настоящее время существуют ловушки не предназначены для проведения мониторинга численности и фазы развития насекомых с целью исследования, а так же определения сроков и методов их уничтожения.[4].

К их недостаткам, с точки зрения возможности использования для мониторинга, можно отнести: потерю информации о видах и формах развития насекомых в процессе их уничтожения; ориентирование на сетевое питание,

ограничивающее возможности применения в условиях обширных сельскохозяйственных площадей; высокую потребляемую мощность источников света, исключаящее автономное использование; зависимость от влияния атмосферных явлений, приводящую к необходимости круглосуточного контроля; ограниченный срок службы, обусловленный возможностями применяемых источников света (как правило, люминесцентных ламп).

В настоящее время создались предпосылки создания автономных устройств для мониторинга в связи с появлением на отечественном рынке новых источников света – светодиодов, основными преимуществами которых являются: низкая потребляемая мощность, высокая световая отдача, большой срок службы, высокая механическая прочность, надежность и безопасность.

Небольшая мощность светодиодов открывает перспективы использования маломощных источников питания, в качестве которых могут применяться фотоэлектрические преобразователи (ФЭП). Автономное питание светолушечек обеспечивает их мобильность.

Возможность создания энергосберегающих электрооптических преобразователей на основе светодиодов позволяет повысить эффективность интегрированной селективной защиты растений за счет реализации качественного мониторинга насекомых – вредителей и диагностики состояния популяций насекомых [5].

Выводы

1. Из-за ряда недостатков, присущих каждому из рассмотренных методов, целесообразно использование их определенных сочетаний. Для этого применяется интегрированная защита, представляющая собой совокупность рациональных приемов и средств, учитывающих природные регулирующие факторы среды и удовлетворяющие экономическим и экологическим ограничениям.

2. Интегрированная защита позволяет регулировать численность вредителей с учетом порога вредности и предполагает специальную тактику применения истребительных средств. При наличии такой информации могут быть приняты обоснованные решения о необходимости защитных мероприятий и спла-

нированы сроки их проведения. При этом выбираются селективные методы, действующие только на насекомых, находящихся на вредоносной фазе.

3. Эффективность защиты растений в сельскохозяйственном производстве повышается за счет мониторинга насекомых-вредителей на основе энергосберегающих электрооптических преобразователей, позволяющего своевременно применять целенаправленные защитные мероприятия.

Литература

1. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. – М.: «Колос», 2006. – 167 с.
2. Мамаев К.А., Ленский Г.К., Собалева В.П., Исаичев В.В. Борьба с вредителями и болезнями плодовых, ягодных и овощных. – М.: «Колос», 1981. - 213 с.
3. Поляков И.Я. Защита сельскохозяйственных растений при интенсивной технологии возделывания / И.Я. Поляков, В.Ф. Самерсов, Л.И. Трепашко и др. – Минск: «Уражай», 1989. – С. 32.
4. Суринский Д.О. Параметры и режимы энергосберегающего электрооптического преобразователя для мониторинга насекомых – вредителей. Барнаул: «АлтГТУ», 2013. – С. 7.
5. Савчук И.В. Параметры и режимы энергосберегающей видеосветоловушки для мониторинга численности и вида насекомых-вредителей с передачей сигнала по беспроводному каналу связи : дис. ... канд. техн. наук. - Тюмень: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2018. – 198 с.
6. Перепечина Ю.И. Научное обоснование организации хозяйства в лесах на основе их состояния в Южном Зауралье : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Брянск: Брянская государственная инженерно-технологическая академия, 2011.
7. Суриинский Д.О. Параметры и режимы энергосберегающего светодиодного электрооптического преобразователя для мониторинга численности и вида насекомых – вредителей : дис.... канд. техн. наук. Тюмень, 2013. - 126 с.

УДК 631. 348. 45

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

инженер Молчанов В.П.,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

WAYS TO IMPROVE THE ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS OF SPRAYERS

engineer Molchanov V.P.,

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Обоснована актуальность исследований. Приведены принципиальные схемы опрыскивателей, позволяющих снизить потери пестицидов в междурядья ягодных кустарников и пропашных полевых культур. Исследованы статико-динамические характеристики опрыскивателя ОПШ-15. Описан способ моделирования нестационарных характеристик опрыскивателя при изменении массы рабочей жидкости.

Annotation. *The actuality of research. Describes the concepts of the sprayers to reduce losses of pesticides in the aisle of berry bushes and cultivated field crops. Static and dynamic char-*

acteristics of investigated sprayer OPSh-15. Describes how to simulate unsteady characteristics of the sprayer when changing the mass of the working fluid.

Ключевые слова: опрыскиватели, экологичность, конструкция, оптимизация параметров, моделирование.

Keywords: *sprinklers, environmental friendliness, design, optimization, simulation.*

Введение

Опрыскиватели являются одними из самых опасных в экологическом отношении сельскохозяйственных агрегатов. Загрязнение окружающей среды и культурных растений пестицидами наносят непоправимый вред здоровью человека. При использовании существующей техники только от 1 до 40% действующего вещества препаратов попадает на целевой объект, а остальное количество рассеивается в окружающей среде, загрязняя её [1].

Многочисленными полевыми испытаниями всевозможных типов и конструкций гидравлических опрыскивающих агрегатов установлено, что в зоне обработки в цель попадает лишь от 20 до 70% расходуемых препаратов, причем от 10 до 40% осажденного их количества расходуется крайне нерационально из-за неравномерного распределения по обрабатываемой площади.

Одним из направлений совершенствования полевых опрыскивателей является повышение равномерности осаждения пестицидов по поверхности обрабатываемых объектов. По требованиям Европейских норм EN 12761-2 допускается коэффициент вариации равномерности вылива жидкости по ширине захвата не более 9%. Такой показатель в условиях ярко выраженного микро и мезорельефа полей при существующих конструкциях отечественных опрыскивателей трудно достижим. В связи с этим ГОСТ 27858-88 допускает коэффициент вариации до 20%. В названных условиях актуальным является совершенствование конструкций опрыскивателей с целью повышения экологичности их работы.

Цель исследований

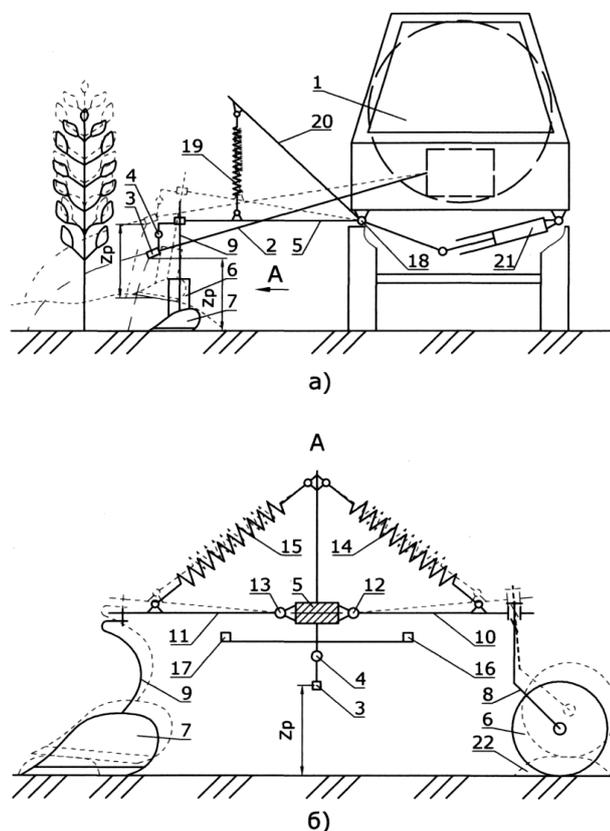
Целью исследований явилось повышение экологичности опрыскивателей за счёт разработки рациональных конструктивных схем и оптимизации конструктивных и режимных параметров методом компьютерного моделирования.

Результаты исследований и их обсуждение

Опрыскивающие агрегаты при своей работе имеют многочисленные связи с окружающей средой, в связи с чем, их совершенствование осуществляется по многим направлениям.

Нами разработано направление повышения экологичности опрыскивателей за счёт совершенствования их принципиальных схем, а также оптимизации конструктивных и режимных параметров.

С целью снижения амплитуды колебаний распыливающих рабочих органов садовых и полевых опрыскивателей нами разработаны новые принципиальные схемы опрыскивателей [2, 3, 4] (рисунки 1, 2)

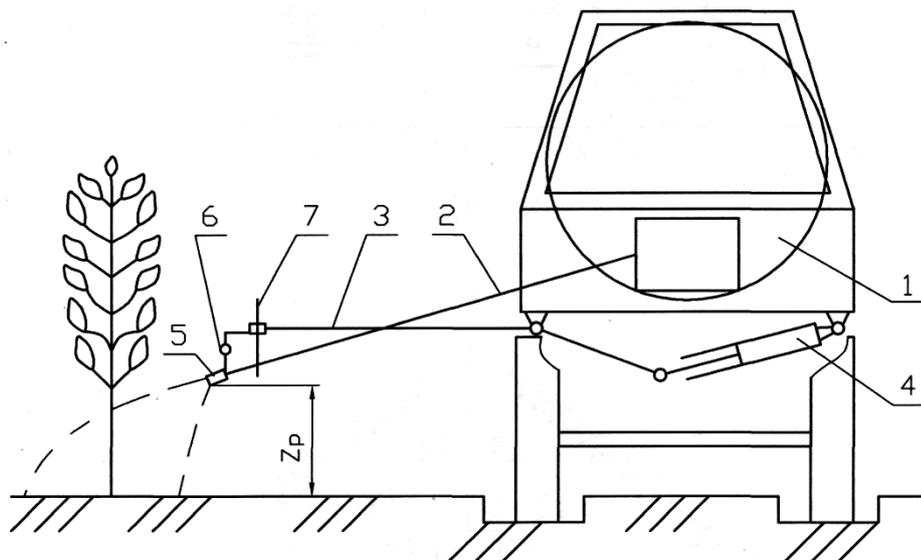


а) – вид спереди; б) – вид сбоку; 1 – ёмкость; 2 - подающие трубопроводы; 3 - рабочий орган для опрыскивания; 4 механизм поддержания постоянного угла наклона; 5 – штанга; 6 - копирующее колесо; 7 - лапа-отвальчик; 8 - самоустанавливающаяся стойка; 9 - S-образная стойка; 10, 11 – рычаги; 12, 13, 18 - шарнирные связи; 14, 15 - упругие связи; 16, 17 - ограничители угла поворота; 19 - упругий элемент; 20 - двулучий рычаг; 21 – гидроцилиндр; 22 - препятствие.

Рисунок 1 – Схема разработанной машины с опорной штангой (патент №69706)

Опрыскиватели таких конструкций позволят значительно снизить потери пестицидов в междурядья ягодных кустарников и пропашных полевых культур.

Выполнена работа по подбору рационального типа распылителей для равномерного внесения гербицидов в ряды ягодных кустарников [5], обеспечивающих минимальное повреждение культурных растений и снижающих потери гербицидов в междурядья.



1 - ёмкость; 2 - подающие трубопроводы, 3 - безопорная штанга; 4 - управляющий гидроцилиндр; 5 - рабочий орган; 6 - регулировочный механизм; 7 - упругий щуп с фиксатором

Рисунок 2 – Схема машины для борьбы с сорняками в защитной зоне с безопорной штангой (патент №74763)

Оптимизацию конструктивных и режимных параметров опрыскивающего агрегата предлагаем на стадии проектирования осуществлять методом постановки многофакторных компьютерных экспериментов. Для этого подходит программа Matlab с прикладным пакетом Simulink.

Для определения значений коэффициентов Simulink-модели опрыскивающего агрегата, адекватной натурному образцу необходимо исследовать статико-динамические характеристики последнего. Нами разработана методика и в

лабораторных условиях исследованы статико-динамические характеристики опрыскивателя ОПШ-15 [6].

Определялись следующие параметры опрыскивателя: масса опрыскивателя не заправленного жидкостью M_1 , кг; масса штанги M_2 , кг; момент инерции полностью заправленного жидкостью опрыскивателя без штанги относительно продольной оси I_{x1} , кгм⁴; момент инерции опрыскивателя без штанги относительно продольной опрыскивателя I_{x2} , кгм⁴; момент инерции штанги в поперечной плоскости относительно точки подвеса $I_{ш1}$, кгм⁴, координаты центра масс X , м и Z , м полностью заправленного жидкостью опрыскивателя, м. Результаты исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты определения периода колебаний модернизированного опрыскивателя ОПШ – 15 относительно продольной и поперечной осей.

Варианты	Время семи периодов колебаний опрыскивателя ОПШ – 15, с							Среднее значение t_{cp} , с	Максимальная разность, f_{cp} , с	Относительная погрешность, $\alpha_{ст}$, %	Средний период, T , с
	1	2	3	4	5	6	7				
Продольная ось	5,69	5,68	5,75	5,69	5,66	5,62	5,69	5,68	0,07	1,2	0,81
Поперечная ось	9,65	9,68	9,72	9,81	9,53	9,65	9,59	9,66	0,15	1,6	1,38

Таблица 2 – Результаты эксперимента

Определяемые параметры	M_1 , кг	M_2 , кг	I_{x1} , кгм ⁴	I_{x2} , кгм ⁴	$I_{ш1}$, кгм ⁴	X , м	Z , м
Значения	800	32	151	87	23	0,847	0,12

В процессе работы опрыскивателя уменьшается масса рабочей жидкости, что изменяет положение центра масс и моментов инерции относительно главных осей. При этом изменяется частота и амплитуда колебаний штанги и возрастает неравномерность внесения пестицидов. Для учёта таких процессов при Simulink моделировании оптимальных параметров опрыскивателя аналитически определили и использовали зависимости положения центра масс и момента инерции опрыскивающего агрегата при изменении уровня жидкости в ёмкости [7].

Закон изменения массы опрыскивателя при его работе в функции времени выявлен аналитически в виде выражения

$$M = M_0 - \frac{WBV}{10^4}t, \quad (1)$$

где M_0 – масса опрыскивателя с полностью заправленной ёмкостью, кг;

V – скорость движения агрегата, м/с;

W – заданная норма расхода рабочей жидкости, л/га;

B – рабочая ширина захвата опрыскивателя, м;

t – время рабочего движения агрегата (время моделирования), с.

Подбор рационального типа распылителей осуществляли на специально разработанном стенде [8].

Выводы

С учётом вышеприведенных исследований изготовлены и испытаны в полевых условиях садовый и полевой опрыскивающие агрегаты, которые показали высокую равномерность вылива пестицидов по ширине захвата. Коэффициент вариации не превышал 9%.

Таким образом, совершенствование принципиальных схем опрыскивателей, а также оптимизация их конструктивных и режимных параметров методом компьютерного моделирования позволили повысить экологичность процесса обработки растений пестицидами.

Литература

1. ООО «Урожай» представляет: современные машины для высокоэффективной защиты растений // Техника и оборудование для села. - 2002. - № 5. - С. 36-37.
2. Кузнецов Е.В., Ермичев В.А., Кузнецов А.В., Кузнецов В.В. Машина для борьбы с сорняками. Патент на полезную модель RUS 69706 24.07.2007.
3. Кузнецов А.В., Кузнецов В.В., Ожерельев В.Н., Кузнецов Е.В. Гаситель угловых колебаний. Патент на полезную модель RUS 70951 17.07.2007.
4. Кузнецов А.В., Кузнецов В.В., Случевский А.М. Обоснование расчётной схемы движения штангового опрыскивателя в поперечно-вертикальной плоскости и схемы эквивалентной ему динамической системы // Достижения науки в производство и воспитательный процесс: материалы XIII межвузовской научно-практической конференции. - 2000. - С. 8-12.
5. Кузнецов В.В., Кузнецов Е.В., Кузнецов А.В. Обоснование рационального типа распылителя для внесения гербицидов в ряды малины. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011. - № 6. – С. 68–74.
6. Кузнецов А.В., Кузнецов В.В., Случевский А.М., Паршикова Л.А., Кузнецов Е.В. Результаты экспериментального определения статико-динамических характеристик опрыскивателя ОПШ-15. // Конструирование, использование и надёжность машин сельскохозяйственного назначения. - 2005. - С. 29.
7. Кузнецов А.В., Кузнецов В.В., Комогорцев В.Ф., Кузнецов Е.В. Определение положения центра масс и момента инерции опрыскивающего агрегата при изменении уровня жидкости в ёмкости // Конструирование, использование и надёжность машин сельскохозяйственного назначения. - 2010. - № 1 (9). - С. 48-56.

УДК 31.316.22

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРУДИЙ ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ

*д.т.н., проф. Михальченков А.М., к.т.н. Фесков С.А., магистранты:
Жуков А.Б., Осадчий Р.В.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

ANALYSIS OF FUNCTIONAL PECULIARITIES OF TOOLS FOR DEEP DRYING

*Doctor of Technical Sciences Mikhalchenkov A.M., Candidate of Technical Sciences
Feskov S.A., undergraduates Zhukov AB, Osadchy R.V.,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. В материалах статьи приводится аналитический обзор современных, наиболее распространенных и применяемых глубокорыхлителей в соответствии с их функциональным назначением, в том числе отечественного и зарубежного производства.

Annotation. *The article contains an analytical review of modern, the most common and used deep-rippers in accordance with their functional purpose, including domestic and foreign production.*

Ключевые слова: аналитический обзор, глубокое рыхление, почвообрабатывающие орудия, щелевания, чизелевание.

Key words: *analytical review, deep loosening, tillage tools, gaps, chiselevanie.*

Введение. Постановка задачи

Для снижения негативных последствий, связанных с переуплотнением почвенной среды, при современных системах земледелия возникает необходи-

мость механического рыхления уплотненного горизонта, что, как правило, достигается проведением глубокого рыхления.

Глубокое рыхление – это способ обработки почвы, заключающийся в ее рыхлении, крошении и частичном перемешивании, без оборачивания на глубину 35-40 см, а по некоторым данным [1, 2] и до 60 см.

Для проведения глубокого рыхления в различных его разновидностях необходимы соответствующие орудия. Его проводят плугами общего назначения, плугами-рыхлителями, щелевателями и чизельными плугами. Однако существующий анализ таких почвообрабатывающих орудий в современных условиях нельзя считать полностью объективным и окончательным, так как непрерывно совершенствуется сельскохозяйственная техника. Поэтому задачей приводимых ниже сведений является анализ функциональных особенностей орудий для глубокого рыхления последнего поколения.

Результаты анализа

Плуги общего назначения применяются для проведения сплошного глубокого рыхления на участках с уклоном поверхности земли до 0,003 % [3, 4]. Для этого они снабжаются безотвальными корпусами и рыхлительными стойками. Наряду со сплошной обработкой этими орудиями выполняют полосное глубокое рыхление с расстоянием между проходами 1,2 – 1,5 м [5].

Наибольшее распространение [6] получили навесные плуги – рыхлители серии ПРПВ, предназначенные для безотвальной обработки почвы на глубину до 40 см с одновременным рыхлением пахотного и подпахотное горизонтов. Они выпускаются с различным числом корпусов и соответственно шириной захвата, например ПРПВ – 5 – 50 и ПРПВ – 8 – 50. Ширина захвата соответственно 2,5 и 4 м.

Эти плуги, как правило, снабжены рыхлительными корпусами 1 и дисковыми ножами 2 с рифленой режущей кромкой, установленными парами на раме 3 (рисунок 1). Стойка корпуса изогнута, ее нижняя (рабочая) часть наклонена в продольно- и поперечно-вертикальной плоскостях к горизонтали под острым углом.

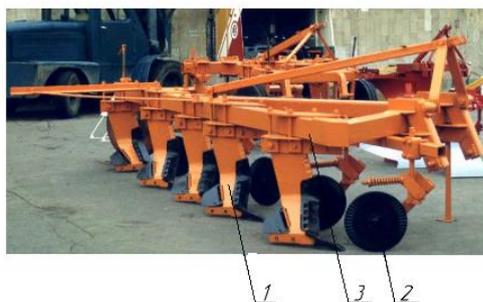


Рисунок 1 – Плуг – рыхлитель ПРПВ – 5 – 50

При обработке почвы на глубину до 35 см применяют плуги-рыхлители ПБ-5 и ПБ-9 (рисунок 2). Его основными рабочими органами являются рыхляще-подрезающие и рыхлительные лапы.

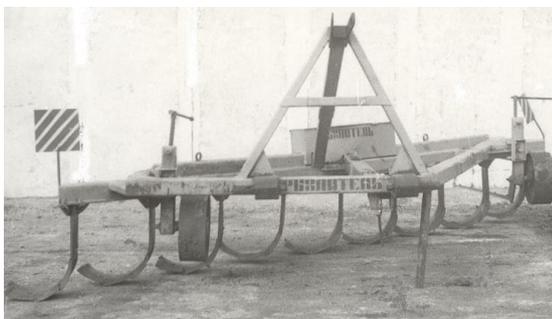


Рисунок 2– Прицепной плуг-рыхлитель ПБ-5

Щелевание почвы осуществляют специальными орудиями-щелевателями (например, ЩН-4 «Киндрат» (рисунок 3)) на зяби, посевах озимых культур и многолетних трав. Щелеватель навесной ЩН-4 "Киндрат" предназначен для нарезания щелей на полях с целью улучшения водопроницаемого свойства почвы и защиты от водной эрозии. Он может использоваться на ровных участках и склонах до 10° , где имеет место ветровая и водная эрозия. Данное орудие обеспечивает необходимые качества работы при влажности до 25% и твердости почвы до 4,5 МПа. Возделывание должно проводиться поперек склонов. На поверхности поля допускается наличие измельченных равномерно распределенных растительных остатков. Не допускается работа щелевателя на участках, загрязненных камнями или кучами растительных остатков (соломы).

Для проведения чизелевания наибольшее распространение получили чизельные плуги ПЧ-2,5, ПЧ-4,5 (рисунок 4). Нужно отметить, что обработку чизелем применяют как основную под озимые культуры, промежуточную обработку, после пропашных культур, рыхление почвы ранней весной, когда вода стоит на верхних слоях.



Рисунок 3 – Щелеватель ЩН- 4 «Киндрат»

Чизельный плуг, оборудованный стрельчатыми лапами, рыхлит тяжелые почвы на глубину до 30 см и одновременно подрезает корневища сорной растительности. Ширина захвата плуга 4,5 м, рабочая скорость до 6 км/ч, производительность 3,2 га/ч.



Рисунок 4 – Чизельный плуг ПЧ-4,5

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предполагают комплексную обработку почвы, сочетающую в себе дискование, глубокое рыхление и прикатывание. В некоторых случаях при несущественных конструкторских изменениях комплекс операций дополняется внесением удоб-

рений. Для проведения подобных работ широкое применение нашел комплекс «Top Down 600» компании «Vaderstad» (рисунок 5) [7].



Рисунок 5 – Глубокорыхлитель Vaderstad Top Down 600

Принципиальная конструкция орудий для глубокого рыхления не зависит от функциональной принадлежности и состоит из рамы, сцепного (навесного) устройства, рабочих органов и исполнительных элементов.

Глубокорыхлители агрегируют с тракторами, имеющими тяговый класс не менее 4. (Отечественные трактора серии «Кировец»).

Выводы

Проведен критический обзор существующих современных, наиболее распространенных и применяемых глубокорыхлителей в соответствии с их функциональным назначением.

Литература

1. Михайлин А.А. Применение глубокого рыхления глубокорыхлителем ГНЧ-0,6 в зоне орошения // Научный журнал КубГАУ. – 2006. -№ 24 (8). - С. 1–6.
2. Тюрева А.А., Козарез И.В., Дьяченко А.В. Твердость лемехов компании Vogel & Noot // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 3 (55). - С. 60-65.
3. Сулейманов С.А., Халилов М.Б. Анализ технологий и машин для щелевания почвы в сборнике // Актуальные вопросы АПК в современных условиях развития страны сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2016. - С. 246-249
4. Старовойтов С.И., Гринь А.М., Чемисов Н.Н., Лямзин А.А., Храмовских К.А. Плужный корпус // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2016. - № 1 (15). - С. 109-116.
5. Иофинов С. А., Лышко Г. П. Эксплуатация машинно-тракторного парка.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 351 с.

6. Черепанов С. С. Использование земледельческих агрегатов / Черепанов С. С. - М: Росинформагротех, Ч. 1. - 2000. - 360 с.

7. Голубев И.Г., Гольяпин В.Я., Жуков В.Н., Колчина Л.М., Колчинский Ю.Л., Лапшин А.Я., Лотоцкий А.Е., Мишуров Н.П., Соловьева Н.Ф., Фролов В.А. // Сельскохозяйственная техника и оборудование для фермерских хозяйств. – Москва. - 1994. - Том 1. - 215 с.

УДК 631.333

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ
РАВНОМЕРНОСТИ ОБЪЕМНОГО ДОЗИРОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

*д.т.н., профессор Стенук Л.Я., д.т.н., профессор Петровец В.Р.,
к.т.н., профессор Дудко Н.И.,*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

**THEORETICAL RESEARCH ON IMPROVING
EVALUATION OF BULK DOSING
MINERAL FERTILIZERS**

*Doctor of Technical Sciences, Professor Stepuk L.Ya., Doctor of Technical Sciences,
Professor Petrovets V.R., Ph.D., Professor Dudko N.I.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. В сельскохозяйственном производстве практически невозможно найти отрасль, где бы отсутствовали процессы дозирования и дозирующие устройства. Они присутствуют в растениеводстве, в сфере применения средств химизации земледелия, в кормопроизводстве и животноводстве. Процессы приготовления компостов, получения смешанных минеральных удобрений и их внесения, посева зерновых и высадки картофеля, раздачи кормов на животноводческих фермах, измельчения зерна и других сельскохозяйственных материалов, в сущности, являются процессами дозирования. В статье анализируются проблемы дозирования при внесении в почву минеральных удобрений и других сельскохозяйственных материалов. Обоснованы задачи, которые нужно решить для создания высокоточных дозаторов к машинам для внесения минеральных удобрений. Осуществлены теоретические предпосылки для повышения равномерности объемного дозирования при внесении минеральных удобрений.

Annotation. In agricultural production it is almost impossible to find an industry where there would be no dosing processes and dosing devices. They are present in crop production, in the field of application of chemical means of agriculture, in forage production and animal husbandry. The processes of composting, obtaining mixed fertilizers and their application, sowing grain and planting potatoes, distribution of feed on livestock farms, grinding grain and other agricultural materials, in fact, are dosing processes. The article analyzes the problems of dosing when applying mineral fertilizers and other agricultural materials to the soil. The problems that need to be solved to create high-precision dispensers to machines for applying mineral fertilizers are substantiated. Theoretical prerequisites for increasing the uniformity of volumetric dosing when applying mineral fertilizers are implemented.

Ключевые слова: минеральные удобрения, внесение, высокоточный дозатор, машины для внесения минеральных удобрений, равномерное распределение.

Keywords: mineral fertilizers, application, high-precision dispenser, machines for applying mineral fertilizers, uniform distribution.

Введение

Современное сельское хозяйство немислимо без широкого применения химических веществ. Мирова́я практика свидетельствует о том, что 70 % урожая создается за счет средств химизации, половина этой величины приходится на минеральные удобрения [1-3]. Внесение всех видов минеральных удобрений и химических средств защиты растений состоит из двух процессов: дозирования и распределения. Причем у большинства машин дозирование является главным процессом, определяющим качество распределения удобрений. Существует два метода дозирования сельскохозяйственных материалов: объемный и весовой. Объемный метод дозирования основан на использовании устройств объемного принципа, а весовой — на использовании весовых устройств. Единственным преимуществом весового дозирования является более высокая точность, но только при сохранении постоянной объемной массы. Влажность сельскохозяйственных материалов в процессе их хранения непостоянна, меняется в зависимости от влажности окружающей среды. Изменение влажности приводит к изменению плотности. Объемные дозаторы подвержены меньшему влиянию изменения влажности материала в сравнении с весовыми, так как изменение влажности влияет на его объем в меньшей мере, чем на вес.

Объемные дозаторы одного и того же класса (сопоставимой производительности), в 5-10 раз, дешевле весовых, имеют более простое устройство, более высокую надежность в работе, меньшую трудоемкость обслуживания, более производительны по сравнению с весовыми дозаторами. Объемные дозаторы работоспособны на труднотекучих материалах и могут использоваться на мобильных машинах, испытывающих резкие динамические нагрузки, чего нельзя сказать о весовых дозаторах.

Процесс объемного дозирования следует рассматривать состоящим из трех фаз: фазы питания, или заполнения дозатора материалом; фазы формирования материала в равномерный поток и фазы выдачи материала из дозатора.

Фаза питания дозатора оказывает решающее влияние на устойчивость процесса дозирования вообще и зависит от устойчивости и равномерности процесса истечения материала из оперативных емкостей. Оперативная емкость, оснащенная побудителем истечения материала, является неотъемлемой частью дозирующей установки.

Фаза формирования материала в равномерный поток влияет на равномерность дозирования. Она находится в прямой зависимости от конструкции дозирующего рабочего органа. С целью получения высокой точности дозирования рабочий орган должен, взаимодействуя с материалом, формировать поток не только строго определенной формы и размеров, но и приводить его частицы к упаковке постоянной структуры, а значит, и плотности.

Фаза выдачи материала из дозатора практически не оказывает влияния на равномерность дозирования. В то же время, она в значительной степени влияет на качество конечного продукта.

Однако исследований процессов дозирования сельскохозяйственных материалов с таким комплексным подходом в научной литературе обнаружить не удалось.

Наиболее часто в машинах для внесения минеральных удобрений применяются: шибберные, кулачковые, штифтовые и ячеистые дозирующие устройства. Однако существующие дозаторы не обеспечивают точного дозирования материала, так как конструкции их далеко несовершенны. Очевидно, что без применения научных основ теории дозирования обеспечить требуемую точность не представляется возможным. Для равномерного дозирования надо формировать поток на выдачу не только строго определенной формы и размеров, но и определенной постоянной плотности. На это влияют многочисленные факторы, такие как высота столба над высевным отверстием, форма размеры этого отверстия, способ побуждения материала и др. Процесс дозирования в мобильных машинах для внесения удобрений нельзя рассматривать в отрыве от их технологической схемы. Поэтому разработка высокоточных дозаторов к машинам для внесения всех удобрений видов удобрений имеет большое научное и практическое значение.

Постановка задачи и ее решение

Непрерывным условием взаимодействия частиц в сыпучем теле является наличие между ними точек контакта. Различают рабочие контакты, в которых возникают реактивные силы, определяющие устойчивость частиц в пространстве, и контакты касания, которые не участвуют в передаче усилий в сыпучей массе. Каждая пара частиц может иметь только один рабочий контакт. Связь эта может быть представлена сжимающей нормальной силой и касательной к поверхности контакта силой трения [4, 5, 6]. В этой связи представляют интерес исследования по изучению взаимного расположения частиц как круглой, так и некруглой формы.

При взаимном расположении *частиц круглой формы* (гранулированные удобрения) в процессе дозирования частицы участвуют в передаче усилий в сыпучей массе.

Каждая пара частиц может иметь только один рабочий контакт. Связь эта может быть представлена сжимающей нормальной силой и касательной к поверхности контакта силой трения.

В процессе дозирования материал вначале движется в бункере, затем - в зоне дозирования, где взаимодействует с рабочими органами, и, наконец, выдается сформированным потоком из дозатора. При этом частицы могут образовывать любую из возможных структур (с шестью, пятью, четырьмя, тремя и двумя контактами у каждой частицы). В этой связи большое практическое значение с целью обоснования принципа действия рабочего органа дозатора имеет вопрос определения вероятности каждой из этих структур с точки зрения статической их устойчивости. И.И. Кандауровым [7] показано, что структура из частиц с двумя рабочими контактами практически неустойчива. Частица, имеющая два контакта, может перемещаться по направлению равнодействующей двух реактивных сил или вращаться, если реактивные силы на контактах не равны по величине и направлены в противоположные стороны, и лишь в случае, когда силы на контактах равны по величине и направлены навстречу друг другу, частицы находятся в статическом равновесии.

Для равновесия частиц с тремя рабочими контактами необходимо, чтобы сумма моментов сжимающих сил относительно какой-либо точки, а также сумма проекций всех сил на оси координат равнялись нулю. Статическое равновесие частиц возможно лишь при условии, когда линия действия заданной нагрузки проходит через центр круга и находится в пределах угла, образованного линиями действия опорных реакций. Следовательно, статическая устойчивость частицы зависит от взаимного положения рабочих контактов. Из рисунка 1, а видно, что при $0 \leq \alpha_n \leq \frac{\pi}{3}$ частица будет устойчива лишь при таком положении точки приложения активной силы, когда линия действия ее находится в пределах угла $\frac{\pi}{3} + \alpha_n$ заштрихованного на рисунке.

Взяв отношение угла, определяющего положение линии действия активной нагрузки при устойчивом состоянии частицы, к углу, определяющему все возможные положения линии действия активной нагрузки, найдем вероятность устойчивого состояния частицы $P_1(\alpha_n)$.

Для $0 < \alpha_n < \frac{\pi}{3}$ эта вероятность составляет:

$$P_1(\alpha_n) = \frac{\frac{\pi}{3} + \alpha_n}{\pi - \alpha_n}, \quad (1)$$

где α_n - угол, определяющий положение второго контакта.

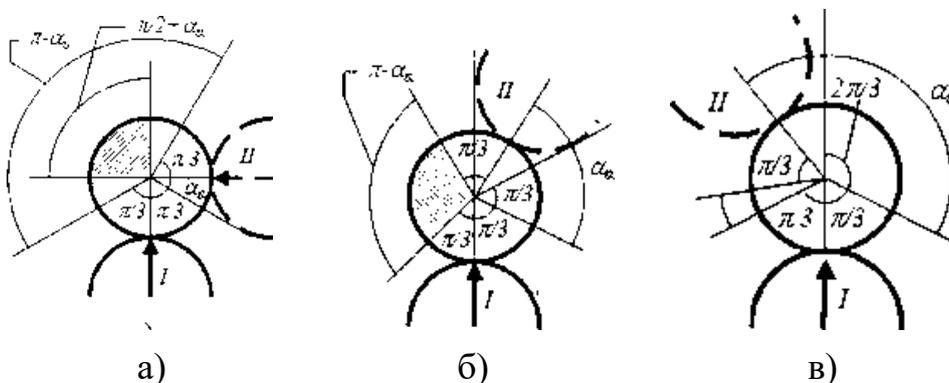


Рисунок 1 - Схема к расчету вероятности статической устойчивости частицы при трех рабочих контактах

Вероятность устойчивого положения при этом определяется как среднее значение, то есть

$$P_1 = \frac{3}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{3}} P_1(\alpha_n) d\alpha_n. \quad (2)$$

Подставив полученное выражение в формулу (2), получаем:

$$P_1 = \frac{3}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{\frac{\pi}{3} + \alpha_n}{\pi - \alpha_n} d\alpha_n = \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{d\alpha_n}{\pi - \alpha_n} + \frac{3}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{\alpha_n d\alpha_n}{\pi - \alpha_n} = 4 \cdot \ln 3/2 - 1 = 0,64.$$

При расположении второго контакта в пределах $\frac{\pi}{3} \leq \alpha_n \leq \pi$ устойчивое положение частицы обеспечено при любом возможном приложении точки активной силы (рисунок 1, б).

Для этого случая вероятность устойчивости частицы равна

$$P_2 = \frac{\pi - \alpha_n}{\pi - \alpha_n} = 1. \quad (3)$$

При положении второго контакта в пределах $2\frac{\pi}{3} \leq \alpha_n \leq \pi$ для третьего контакта нет ни у одной точки приложения активной силы, соответствующей устойчивому положению частицы (рисунок 1, в). Вероятность устойчивого положения для этого случая:

$$P_3 = \frac{0}{\pi - \alpha_n} = 0. \quad (4)$$

Таким образом, при различном положении второго контакта у частицы будет различная вероятность статической устойчивости. В действительности второй контакт с одинаковой вероятностью может быть расположен в каждом из рассмотренных пределов. Следовательно, вероятность устойчивости частицы можно определить как среднее арифметическое значений вероятности устойчивости частицы при частных случаях расположения второго контакта, то есть имеем:

$$P_{\text{уч3}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3} = \frac{0,64 + 1 + 0}{3} = 0,55.$$

Покажем вероятность статической устойчивости частиц с четырьмя рабочими контактами (рисунок 2, а).

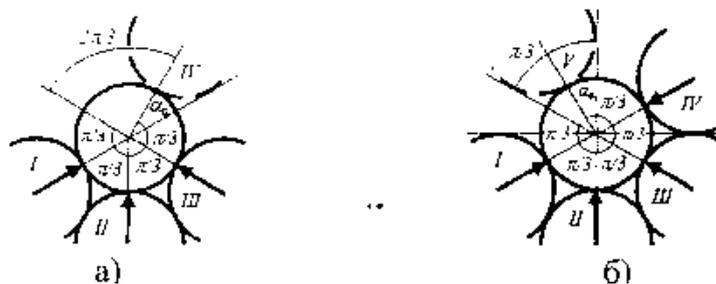


Рисунок 2 - Схема к расчету вероятности статической устойчивости частиц
а - при четырех рабочих контактах; б - при пяти рабочих контактах

Положение четвертого контакта определяется углом, который может изменяться от 0 до $\frac{2\pi}{3}$. В этих пределах изменения угла α_n четвертый контакт с одинаковой вероятностью может быть расположен в любой точке на поверхности частицы. Следовательно, вероятность статической устойчивости частицы при наличии у нее четырех рабочих контактов равна

$$P_{\text{уч4}} = \frac{2\pi/3}{2\pi/3} = 1.$$

Для частицы с пятью рабочими контактами положение пятого контакта определяется относительно закрепленных контактов углом α (рисунок 2, б), который может изменяться в пределах от 0 до $\frac{\pi}{3}$. При любом положении пятого контакта частица будет находиться в состоянии статического равновесия. Тогда вероятность статической устойчивости частицы при наличии у нее пяти рабочих контактов составляет

$$P_{\text{уч5}} = \frac{\pi/3}{\pi/3} = 1.$$

Для частицы с шестью рабочими контактами вероятность статической устойчивости также равна единице.

Если за наиболее вероятное число контактов у частицы принять среднее

арифметическое из числа всех возможных структурных образований, то получим, что наибольшей вероятностью обладает структура, у которой частицы имеют по четыре рабочих контакта, то есть

$$N_k = \frac{6+5+4+3+2}{5} = 4.$$

где N_k - среднее наиболее вероятное число рабочих контактов у частицы.

Обязательным условием для получения данной структуры упаковки частиц круглой формы является высота слоя дозируемого материала, превышающая в сумме три максимальных диаметра частиц.

Для плоской задачи расположение частиц некруглой формы (крупнокристаллические удобрения) можно представить в виде прямоугольников. Тогда задача ориентировки этих частиц в массиве сведется к определению вероятности того, какая из сторон прямоугольника займет горизонтальное положение. На положение частиц будут оказывать влияние их геометрические размеры, взаимодействие частиц друг с другом, инерционные силы при их движении, скорость движения и т.д.

Среди перечисленных факторов определяющими являются геометрические размеры частиц и положение центра тяжести каждой из них [5, 6, 7].

Рассмотрим изменение углов α_1 и α_2 (рисунок 3 а), определяющих положение частицы в момент касания ею горизонтальной поверхности. При повороте частицы видно, что $0 \leq \alpha_1 \leq \frac{\pi}{2}$. В этих же пределах лежит и угол α_2 при этом они дополняют друг друга до $\frac{\pi}{2}$. Следовательно, мы можем рассматривать лишь один из них, например прилегающий к большей стороне частицы α_2 .

Из положения неустойчивого равновесия находят значение угла α_2 . Поскольку направление действия силы тяжести в данном случае совпадает с диагональю прямоугольника, то величину угла, определяющего это характерное состояние частицы, можно определить как отношение сторон

$$\alpha_2 = \arctg \frac{a_q}{b_q} \quad (5)$$

α_2 -угол, определяющий положение неустойчивого равновесия частицы.

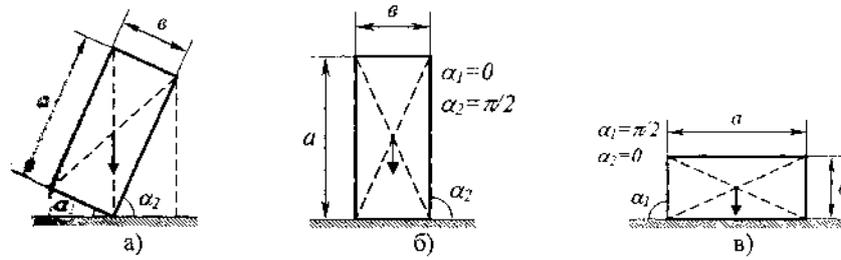


Рисунок 3 - Схема к определению вероятности положения частиц в массиве

При изменении этого угла от 0 до полученного значения частит при дальнейшем падении будет ложиться на горизонтальную поверхность, своей большей стороной (рисунок 3, в). Следовательно, вероятность того, что частица будет опираться на горизонтальную поверхность большей стороны, определится выражением:

$$P_B = \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{a_{\text{ч}}}{b_{\text{ч}}} \quad (6)$$

Вероятность же того, что частица будет опираться на горизонтальную плоскость меньшей стороной, равна (рисунок 3, б)

$$P_M = 1 - P_B = 1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{a_{\text{ч}}}{b_{\text{ч}}} \quad (7)$$

Из полученного выражения видно, что по мере относительного увеличения геометрических размеров частиц вероятность их укладки большей стороной возрастает. Так, при $\frac{a_{\text{ч}}}{b_{\text{ч}}} \rightarrow \infty$ или $b_{\text{ч}} \rightarrow 0$ вероятность $P_B \rightarrow 1$. Из этого следует, что частицы прямоугольной формы будут стремиться занять горизонтальное положение.

Таким образом, для обеспечения постоянной упаковки сыпучего тела с частицами некруглой формы (в нашем случае – крупнокристаллические удобрения) необходимо приведение его в разрыхленное состояние.

При дозировании сыпучий материал должен быть приведен к критической порозности. Это достигается приложением к структуре вертикального давления «метод компрессии»; сообщение частицам структуры вибрационных движений;

приложением сдвигающей силы. В процессе сдвига несвязанного материала устанавливается некоторое постоянное значение пористости «порозности» называемое критической порозностью.

Выводы

1. Обязательным условием для получения структурной упаковки частиц круглой формы является высота слоя дозируемого материала, превышающая в сумме три максимальных диаметра частиц.

2. Для обеспечения постоянной упаковки сыпучего тела с частицами некруглой формы (крупнокристаллические удобрения) необходимо приведение его в разрыхленное состояние.

3. При дозировании материалы, имеющие пористость меньше критической, при сдвиге должны быть разрыхлены, а более рыхлые - уплотнены.

4. Фаза формирования материала в равномерный поток влияет на равномерность дозирования, при этом она зависит от конструкции дозирующего рабочего органа.

5. Для получения высокой точности дозирования рабочий орган, взаимодействуя с материалом, должен создавать поток не только строго определенной формы и размеров, но и приводить его частицы к формированию определенной постоянной структуры, а значит – плотности.

Литература

1. Степук Л.Я., Дудко Н.И., Петровец В.Р. Технологии и машины для внесения минеральных удобрений : монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. - 260 с.

2. Дудко Н.И., Петровец В.Р. Ресурсосберегающие технологии и машины для внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур. – Горки: БГСХА, 2011. – 296 с.

3. Герсеванов Н. М., Польшин Д.Е. Теоретические основы механики грунтов и их практического применения. – М.: Стройиздат, 1948.

4. Денисов В.А., Кожухова Н.Ю., Киселева Л.С., Лушкина С.А. К вопросу методологии проведения испытаний поверхностно упрочненных деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2016. - № 1 (15). - С. 195-204.

5. Степук Л.Я. Повышение качества приготовления и эффективности применения полидисперсных сельскохозяйственных материалов путем совершенствования процессов дозирования и разработки новых дозирующих устройств : дис. ... докт. техн. наук. - Минск, 1991. - 401 с.

6. Кандауров И.И. Механика зернистых сред и ее применение в строительстве.- М.: Стройиздат, 1966. - 225 с.
7. Адамчук В.В. Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений. – К.: Аграрная наука, 2010.- 178 с.

УДК 631.3

УЛУЧШЕНИЕ ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПО СТЕРНЕВЫМ ФОНАМ

*к.т.н. Щукин С.Г., инженер Белозеров В.Ю., инженер Головатюк В.А.,
магистрант Леонидов Д.В.,
Новосибирский государственный аграрный университет, Россия*

IMPROVEMENT AUTUMN TILLAGE ON STUBBLE BACK- GROUNDS

*Ph.D., Shchukin S.G., engineer Belozеров V.Yu.,
engineer Golovatyuk V.A., master's student Leonidov D.V.,
Novosibirsk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрена возможность зяблевой обработки почвы глубокорыхлителем в условиях технологии глубокого рыхления почвы после промерзания её верхнего слоя. Выявлено, что использование тяжелых высокопроизводительных тракторов на замерзшей поверхности поля устраняет образование колеи и не приводит к переуплотнению почвенной структуры. Применение энергии вибрации, позволяет снизить на 20% тяговое сопротивление глубокорыхлителя и уменьшить, на 40 %, вынос массы почвенных фрагментов. Практическое использование затруднено низкими температурами и коротким световым днем. Защиту от водной эрозии, при накоплении внутри почвы больше талой влаги, добиваются выполняя обработку в направлении поперек стока талых вод.

Annotation. *The possibility of the ground treatment of soil by a deep-ripper under the conditions of the technology of deep loosening of the soil after the freezing of its upper layer is considered. It was revealed that the use of heavy high-performance tractors on the frozen field surface eliminates the formation of a gauge and does not lead to over-compaction of the soil structure. The use of vibration energy, reduces the traction resistance of the deep ripper by 20% and reduces, by 40%, the removal of the mass of soil fragments. Practical use is difficult due to low temperatures and a short light day. Protection against water erosion, with the accumulation of more melted moisture inside the soil, is achieved by performing treatment in the direction across the flow of melt water.*

Ключевые слова: глубокое рыхление почвы после промерзания её верхнего слоя; зяблевая обработка почвы глубокорыхлителем; рыхление почвы энергией вибрации; рыхление почвы для накопления талых вод.

Key words: *deep loosening of the soil after its upper layer freezes; ground tillage with deep ripper; soil loosening by vibration energy; loosening the soil for accumulation of melt waters.*

Введение

Зябь – основная обработка почвы, выполняемая в летне-осенний период под посев или посадку сельскохозяйственных культур в следующем году [1]. Назначение зяби, формирование внутри почвы проходов для влаги от летних и осенних осадков, приводящих к увеличению объема почвы и грунта в процессе

увеличения влажности. Под действием отрицательных температур, набухшая почва, увеличивается в объеме на $\approx 9\%$ за счет образования в её недрах льда, возникают растягивающие напряжения, и разрушается уплотненная структура почвы и грунта. Однако, зимние осадки, по промерзшей поверхности почвы сходят талыми водами и не используются для питания растений, в засушливых регионах Сибири, это расточительная практика.

Безотвальная глубокая обработка почвы способна накопить летнюю, осеннюю и весеннюю влагу, за счет большого объема образуемых пустот внутри почвы, решив описанную проблему на стерневых фонах, где применяют прямой посев, однако рекомендуют обязательно выполнять её один раз в три – пять лет, поскольку ежегодно выполнять экономически нецелесообразно. Применение энергии вибрации при безотвальной глубокой обработке почвы снижает тяговое сопротивление и повышает изменение структуры почвенного пласта в сторону большего объема образуемых пустот внутри почвы, но остаётся нерешенная проблема переуплотнение почвы ходовыми системами трактора. Известными способами, сдвоенные или строенные шины, гусеничный или полугусеничный движитель, колесно-гусеничный движитель, решить проблему не представляется возможным.

Научная проблема недостаточно научно обоснованы приёмы снижения уплотняющего действия ходовых систем тяжелых высокопроизводительных тракторов на структуру обрабатываемой почвы.

Цель работы – снизить уплотняющее действие ходовых систем трактора в процессе механической безотвальной глубокой обработки почвы используя энергию вибрации для внутрипочвенного изменения структуры.

Объект исследования – технологический процесс действия ходовых систем трактора на уплотнение структуры почвы при механическом изменении внутрипочвенной структуры использованием энергии вибрации.

Предмет исследования – закономерности изменения действия ходовых систем трактора на уплотнение структуры почвы при механическом изменении внутрипочвенной структуры использованием энергии вибрации.

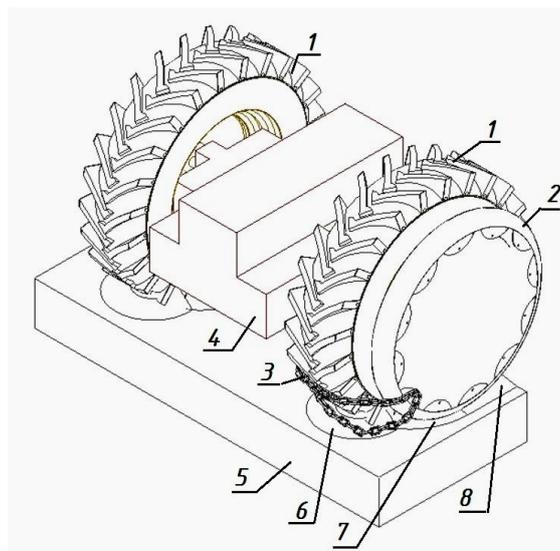
Задачи исследований:

1. Проанализировать воздействие ходовых систем трактора на уплотнение почвы при различных способах выполнения её механической обработки, с целью изменения её внутрипочвенной структуры используя энергию вибрации.

2. Предложить способы снижения воздействия ходовых систем трактора на уплотнение почвы при различных способах выполнения её механической обработки, с целью изменения её внутрипочвенной структуры используя энергию вибрации.

Обзор предыдущих исследований

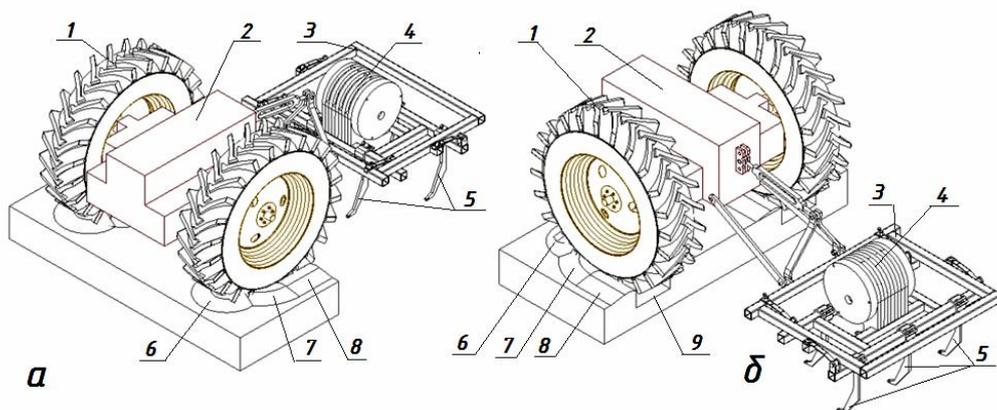
Имитационный эксперимент [1] по изучению процесса взаимодействия ходовых систем колесных тракторов, для повышения тяговых усилий колес, использованием цепей противоскольжения и переменной массы балласта колес, показал (рисунок 1), что уплотнение структуры почвы не уменьшилось.



1 – имитационная модель; 2 – съёмный металлический диск; 3 – цепь противоскольжения (показан фрагмент) треугольного вида контактирующей поверхности; 4 – условно показан отсек трактора содержащий элементы трансмиссии; 5 – почвенный горизонт деформируемый ходовой системой; 6 – изолиниями представлен выпираемый под воздействием ходовой системы трактора слой почвы в области воздействия протектора; 7 – изолиниями представлен выпираемый под воздействием ходовой системы трактора слой почвы в области съёмного металлического диска; 8 – изолиниями представлен деформированный под воздействием ходовой системы трактора слой почвы в области съёмного металлического диска

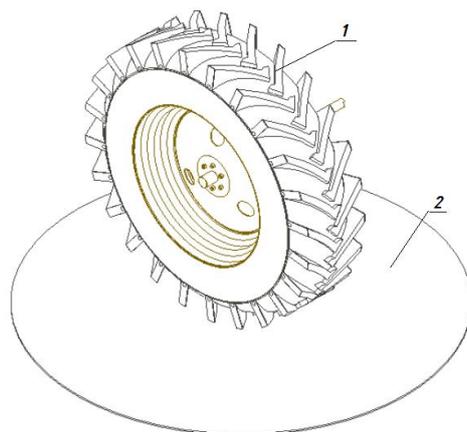
Рисунок 1 – Графическое представление имитационного эксперимента по изучению процесса взаимодействия ходовых систем колесных тракторов, использующих цепи противоскольжения и переменную массу балласта колес, с почвой

Усложняя имитационный эксперимент, [2] соединив трактор с вибрационным глубокорыхлителем (рисунок 2) получили увеличение глубины дна колеи. Снижения нагрузки ходовых систем на почву удалось достичь, если почву рассматриваем, как замерзшую (рисунок 3), прогибающуюся под массой трактора, но при этом, неразрушающуюся, принявшую вогнутую форму поверхности.



1 – имитационная модель т; 2 – условно показан отсек трактора, содержащий элементы трансмиссии; 3 – рама глубокорыхлителя; 4 – механический возбудитель вибрации; 5 – рабочие органы глубокорыхлителя; 6 – изолиниями представлен выпираемый под воздействием ходовой системы трактора слой почвы в области воздействия протектора; 7 – изолиниями представлен выпираемый под воздействием ходовой системы трактора слой почвы в области съёмного металлического диска; 8 – изолиниями представлен деформированный (уплотненный) под воздействием ходовой системы трактора слой почвы в области съёмного металлического диска; 9 – дно колеи от прохода шины

Рисунок 2 – Графическое представление имитационного эксперимента по изучению процесса воздействия ходовых систем колесных тракторов на почву, соединенного с вибрационным глубокорыхлителем



1 – имитационная модель тороидальной деформируемой модели шины с глубоким направленным протектором закрепленной на металлическом диске ведущего колеса трактора; 2 – вогнутая поверхность замерзшей почвы

Рисунок 3 – Графическое представление имитационного эксперимента по изучению процесса взаимодействия ходовых систем колесных тракторов на замерзшую почву

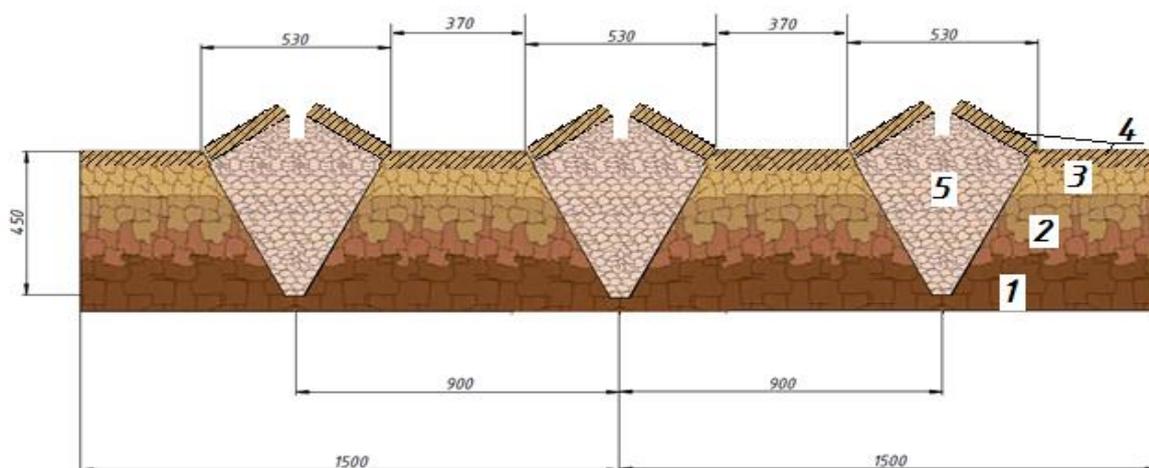
Методика исследования на почвах с промерзшим верхним слоем

Экспериментальная проверка, (рисунок 4) на стерневом фоне многолетней пшеницы, замерзшем на глубину 0,15 м, трактором К-700, массой 12,5 т., привод вибровозбудителя от штатного насоса трактора.

Оценивали схему изменения внутрипочвенной структуры (рисунок 5) после прохода плоской активной поверхности лапы глубокорыхлителя на глубину 0,45 м, по фону промерзшего на 0,15 м верхнего слоя [3]. Неоднородный почвенный горизонт на глубину обработки вибрационного глубокорыхлителя (рисунок 5) представим послойно: 1 – материнская порода; 2 – почвенный пласт; 3 – пласт пронизанный корневой системой; 4 – слой промерзшей почвы; 5 – рыхлый слой после прохода лапы. Только (рисунок 5) 4 – слой промерзшей почвы, состоящий из льда, связывающего в единую структуру почвенные элементы, корни и стерневые остатки. Другие горизонты представляют пластическую структуру, не подвергнутую воздействию отрицательных температур.



Рисунок 4 – Применение вибрационного глубокорыхлителя на тракторе К-700 для сплошной обработки, замерзшей на глубину 0,15 м почвы.



1 – материнская порода; 2 – почвенный пласт; 3 – пласт, пронизанный корневой системой; 4 – слой промерзшей почвы; 5 – рыхлый слой после прохода лапы.

Рисунок 5 – Схема рыхления структуры почвы после прохода плоской лапы вибрационного глубокорыхлителя на фоне промерзания её верхнего слоя

Результаты исследований и обсуждение

Оценку величины изменения внутрипочвенной структуры проводили визуально (рисунок 5) производя прокопы перпендикулярно проходу лап. Изменение внутрипочвенной структуры между проходами, с использованием энергии вибрации и без использования энергии вибрации, без включения механического возбудителя вибрации, в процессе рыхления на глубину 0,45 м, отличается. Прежде всего, масса выносимых стойками глубокорыхлителя, на дневную поверхность, почвенных фрагментов по фонам, с использованием энергии вибрации на 40 % меньше, чем на фонах без использования энергии вибрации.

Изменение внутрипочвенной структуры, после прохода плоской активной поверхности лапы глубокорыхлителя, на фоне промерзания её верхнего слоя показывает (рисунок 5), что формируемая структура и рельеф на поверхности почвы, лучше защищает от водной эрозии и позволяет накопить внутри почвы больше талой влаги, если обработка выполнена в направлении поперек стока талых вод.

Конечно, изменение внутрипочвенной структуры проводили за сроками уборки урожая, т.е. за пиковым периодом всех видов уборочных работ, однако

все работы выполнялись при отрицательных или даже низких температурах, при становлении снежного покрова. Преимущество перечисленных видов изменения внутрипочвенной структуры заключено в том, что незамерзшая внутри, даже на переувлажненных, имеющих на дневной поверхности поля лужи, покрытые льдом участках, разрыхленная после глубокорыхлителя рыхлая почвенная структура забирала всю влагу, ушедшую внутрь почвы, оставляя открытые щели после прохода лап.

Практическое использование затруднено продолжительностью светового дня зимой, когда образуется слоя промерзшей почвы, не превышает шесть часов. Возможно, если использовать навигационное оборудование, и прокладывать маршрут по траекториям отслеживая со спутника, то можно организовать работу в любое время суток.

Выполненные проходы по замерзшей поверхности, дают возможность проводить снегозадержание, и увеличить накопление весенней влаги.

Выводы

1. Воздействие ходовых систем трактора, на уплотнение почвы, снижается кратно если поверхность поля, после становления низких температур, замерзла на глубину 0,15 м, поскольку несущая способность промерзшей почвы не позволяет продавливать колею.

2. Снижение воздействия ходовых систем трактора на уплотнение почвы, когда верхний слой замерз на глубину 0,15 м, кратно меньше чем при всех известных других способах, однако, буксование на замерзшей поверхности требует использования цепей или других устройств.

Литература

1. Щукин С.Г., Лафетова Т.В., Белозеров В.Ю. Применение цепей противоскольжения для повышения тяговых усилий переменным балластированием колес // В сборнике: Научно-техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию. - ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. - С. 84-94.

2. Щукин С.Г., Альт В.В., Нагайка М.А., Головатюк В.А. Оценка показателей разуплотнения почвы чизельным глубокорыхлителем оснащенным лапами с разной активной

поверхностью // В сборнике: Научно-техническое обеспечение АПК Сибири Материалы Международной научно-технической конференции. - 2017. С. 52-66.

3. Буянкин Н.И. доктор с.-х. наук. ГНУ «Калининградский НИИСХ Россельхоз академии» Журнал «Аграрный сектор». Влага и урожай. [Электронный ресурс]. URL: http://yariks.info/ib/ib_01_2016.pdf (дата обращения: 01.02.2019).

УДК 631.316.22.53

УЛУЧШЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ ПОЛОС ОТВОДА ВДОЛЬ ДОРОГ

*к.т.н. Щукин С.Г., инженер Головатюк В.А.,
магистрант Леонидов А.А.,*

Новосибирский государственный аграрный университет, Россия

IMPROVING SOIL CONDITIONS OF THE EASEMENT ALONG THE ROAD

*Ph.D., Shchukin S.G., engineer Golovatyuk V.A.,
master's student Leonidov A.A.*

Novosibirsk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Раскрываются особенности изменения структуры почвогрунта чизелем с лапами различной формой активной поверхности. Исследованы лапы с выпуклой, плоско-выпуклой и многослойной активной поверхностью, для обработки почвогрунта на полосах отвода вдоль дорог с противоэрозионным и снегозадерживающим эффектом. Результаты имеют значительные различия, между вариантами различных по форме активной поверхности лап, доказанные методами математической статистики.

Annotation. *The features of changing the structure of the soil with a chisel with paws of various forms of the active surface are revealed. Paws with a convex, plano-convex and multi-layered active surface, for treating soils in right of way along roads with anti-erosion and snow-holding effect, were investigated. The results have significant differences between the variants of various forms of the active surface of the paws, proved by the methods of mathematical statistics.*

Ключевые слова: структура почвогрунта, полоса отвода вдоль дорог; лапа чизеля; многослойная активная поверхность лап.

Key words: *soil structure, right of way along roads; paw chisel; multilayer active surface paws.*

Введение

Вдоль автомобильных и железных дорог есть полосы отвода, выполняющие противоэрозионные и снегозадерживающие функции, их ширина от 25 до 150 метров, общая площадь составляет сотни гектаров преимущественно целинных земель. Правительство РФ (Постановление № 1717) утвердило новые изменения в Правила противопожарного режима, запретив посеvy колосовых культур в границах полос (пункт 213). Размещение, хранение скирд (стогов), навесов и штабелей грубых кормов (пункте 222), разрешено за пределами полос

отвода и охранных зон железных дорог, придорожных полос автомобильных дорог и охранных зон воздушных линий электропередачи.

Неконтролируемый выброс, вредных веществ от транспорта, приводит к их накоплению растениями на полосах отвода, ограничивая использование продукции из таких растений для питания человека либо животных. Однако, получение семян трав группы злаков, из травостоя, который держится 5-15 лет, таких как, ежа сборная, овсяница луговая, тимофеевка, райграсс пастбищный, лисохвост, полевица тонкая, мятлик луговой и других, пользующихся спросом для подсева или посева на лугах, пастбищах, газонах, спортивных и детских площадках, травосмесей оправдано и экономически целесообразно, при этом многолетние травы улучшают противоэрозионные и снегозащитные свойства полос отвода, сокращая расходы на содержание дорог.

Научная проблема. Возделывание многолетних злаковых трав, в полосе отвода, выполняющих при этом функцию противоэрозионную и снегозащитную, требует разработать процесс улучшения малогумусированных почвогрунтов, воздействием лап с различной формой активной поверхности рабочих органов чизеля для изменения структуры почвогрунта на глубину залегания мочковатого корневого слоя.

Сложившийся опыт. Классическая технология земледелия на основе вспашки целинных земель, с качественной разделкой горизонтальными или вертикальными фрезами дернового пласта, и посев в неё злаковых трав на полосах отвода, является источником развития водной и ветровой эрозии.

Научная гипотеза – изменить структуру почвогрунта чизелем, с лапами различной формой активной поверхности, по полосам отвода, для оптимального развития многолетних злаковых трав, можно, исполняя противоэрозионные и снегозащитные функции.

Цель работы – совершенствование процесса изменения структуры почвогрунта чизелем, лапами различной формы активной поверхности, для оптимального развития многолетних злаковых трав.

Объект исследования – процесс изменения структуры почвогрунта, воздействием чизеля, с лапами разной формы активной поверхности.

Предмет исследования – выявить закономерности изменения структуры почвогрунта, в зависимости от формы и исполнения активной поверхности лап чизеля.

Задачи исследований:

1. Экспериментально установить отличия между площадью рыхлого слоя, в нормальном сечении обрабатываемого грунта, и формой активной поверхности лап чизеля.

2. Экспериментально установить отличия при использовании выпуклой, плоско-выпуклой и многослойной активных поверхностей лап на изменения структуры почвы.

Анализ литературных источников

Изменение структуры почво-грунта лапами чизелей, с различными формами активной поверхности исследованы австралийским исследователем Алланом Джеймсом Йомансом [1] (Allan J. Yeomans), предложившим съемные лапы на стойки чизеля для разных условий засухи, где главным фактором является накопление влаги. Для условий, где влага является причиной водной эрозии, имеется длительный период снежный покров, летние кратковременные дожди носят характер ливневых, хотя и краткосрочных, предлагаемые А.Д. Йомансом решения практически неприменимы. Известны приёмы воздействия на грунты других зарубежных исследователей [2, 3] однако, разработаны они для условий обилия осадков на протяжении длительного безморозного периода, что не совпадает с климатическими условиями России. Нами предложена концепция развития почвообрабатывающих машин и способ снижения затрат на глубокую обработку почвы [4], в рамках которой нами, ведется разработка новых рабочих органов [5], применительно к имеющимся климатическим, технологическим, экономическим и другим условиям.

Методика исследований

Экспериментальные исследования проводили на спроектированной установке (рисунок 1) к брусу рамы которой шарнирно крепили три рабочих органа, через шарниры и упругие элементы чизеля, оснащенные плоско-выпуклой, выпуклой и многослойной лапами. Представлен увеличенный вид (рисунок 1) многослойной лапы (д) и разнесенный вид многослойной лапы (е).

Контроль процесса улучшения почвенных условий, в процессе её обработки проводили одновременно с тремя видами лап (рисунок 1а) разной формы, установленными на экспериментальную установку чизеля, каждая из которых работала в одинаковых условиях блокированного резания грунта. После каждого прохода исследовали, по следам прохода рабочих органов чизеля, на расстоянии 0,2 м по левую и правую стороны, проводя замеры плотномером ДорНИИ.

Методами математической статистики, решали задачи о существенности различий между тремя выборками, выполняя проверку нулевой гипотезы H_0 , т.е. об отсутствии основных различий между фактическими значениями выборок. Принять H_0 – признать, между практически полученными данными отсутствие существенных различий. Математическая запись: $H_0 = 0$. Опровергнуть H_0 – признать, меж практически полученными данными присутствие существенных различий: $H_0 \neq 0$. Математическая статистика располагает методами оценки существенности различий между полученными экспериментально данными: по доверительному интервалу и по величине наименьшей существенной разницы (НСР).

Вначале употребим метод определения существенности различий между выборками по доверительному интервалу, вслед за тем метод определения существенности различий между выборками по НСР.

Метод определения существенности различий между выборками по доверительному интервалу для активной выпуклой поверхности лап вариант рассчитывается по формуле: $X_1 \pm t Sx_1$, для активной многослойной поверхности лап – $X_2 \pm t Sx_2$, для активной плоско-выпуклой поверхности лап – $X_3 \pm t Sx_3$. Для

расчета средней по каждому варианту и ошибки выборки для каждого варианта составляют вспомогательную таблицу 1.

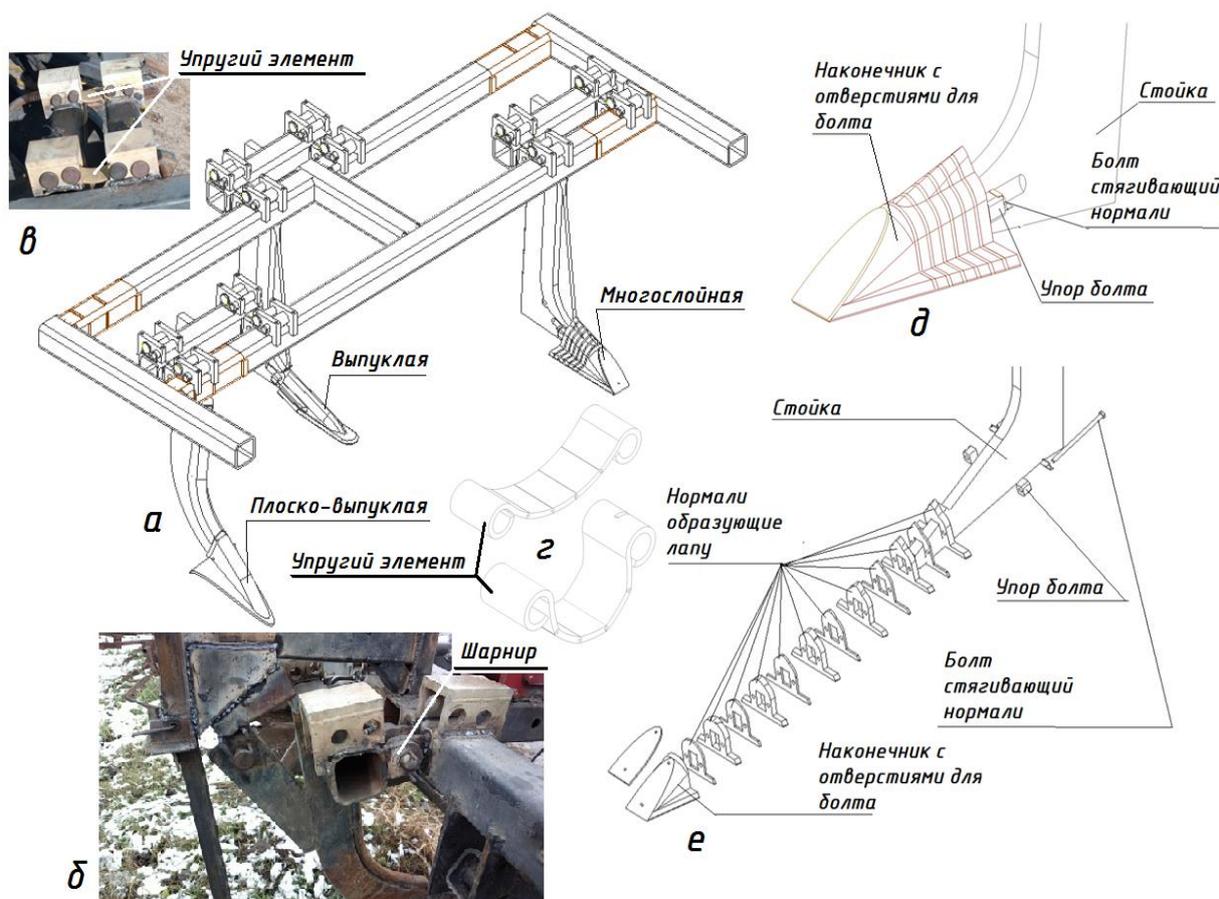


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки (а) с рабочими органами чизеля, оснащенными плоско-выпуклой, выпуклой и многослойной лапами: вынесены упругие элементы (в – фото установки, г – моделирование деформации упругих элементов) для предания рабочим органам низкочастотных колебаний, фотография шарнира (б) экспериментальной установки удерживающего стойку при низкочастотных колебаниях; представлен увеличенный вид изготовленной многослойной лапы (д) и разнесенный вид многослойной лапы (е) [5].

Таблица 1 - Влияние формы активной поверхности лапы выпуклой, многослойной и плоско-выпуклой на изменение плотности обработанной почвы

Форма активной поверхности лап	Слои почвы, см	Результаты замеров плотности почвы (в ударах плотномера ДорНИИ) при проходах						Среднее по слоям почвы
		I	II	III	IV	V	VI	
Выпуклая	0 – 25	11,2	11,3	10,0	12,1	11,4	12,3	11,4
Многослойная	0 – 25	6,3	6,5	6,1	6,2	6,4	6,2	6,3
Плоско-выпуклая	0 – 25	8,33	8,09	7,00	7,63	8,09	8,81	7,99

Таблица 2 – Статистическая обработка данных опыта по изучению влияния плотности почвы от исследуемой формы активной поверхности лап чизеля

Вариант 1 выпуклой			Вариант 2 многослойной			Вариант 3 плоско-выпуклой		
X	(X-X ₁)	(X-X ₁) ²	X	(X-X ₂)	(X-X ₂) ²	X	(X-X ₂)	(X-X ₂) ²
11,2	-0,18333	0,033611	6,3	0,016667	0,000278	8,33	0,341721	0,116773
11,3	-0,08333	0,006944	6,5	0,216667	0,046944	8,09	0,099297	0,00986
10,0	-1,38333	1,913611	6,1	-0,18333	0,033611	7,00	-0,99161	0,983295
12,1	0,716667	0,513611	6,2	-0,08333	0,006944	7,63	-0,36661	0,134405
11,4	0,016667	0,000278	6,4	0,116667	0,013611	8,09	0,099297	0,00986
12,3	0,916667	0,840278	6,2	-0,08333	0,006944	8,81	0,817911	0,668979
Σ68,3			Σ37,7			Σ47,9		
X ₁ =11,4		Σ=3,31	X ₂ =6,3		Σ=0,11	X ₃ =8,0		Σ=1,92

Выполнив расчёт суммы квадратов отклонений для каждого варианта, рассчитаем дисперсию и ошибку выборок.

Вариант 1 выпуклой	Вариант 2 многослойной	Вариант 3 плоско-выпуклой
$S_1^2 = \frac{3,31}{5} = 0,66$	$S_2^2 = \frac{0,11}{5} = 0,02$	$S_3^2 = \frac{1,92}{5} = 0,38$
$S_1 = \sqrt{0,66} = 0,81$	$S_2 = \sqrt{0,02} = 0,14$	$S_3 = \sqrt{0,38} = 0,62$
$S_{x_1} = \frac{S_1}{\sqrt{n}} = \frac{0,81}{\sqrt{6}} = 0,33$	$S_{x_2} = \frac{S_1}{\sqrt{n}} = \frac{0,14}{\sqrt{6}} = 0,06$	$S_{x_3} = \frac{S_1}{\sqrt{n}} = \frac{0,62}{\sqrt{6}} = 0,25$

Рассчитав среднее для каждого варианта и ошибки выборок определяем величину интервалов. При этом t-критерий находится для каждого варианта на 1%-ном уровне значимости Значения критерия t- критерия Стьюдента, для числа степеней свободы n-1=6-1=5. В данном случае t₀₁ для обоих вариантов равен:

$$X_1 \pm t * S_{x_1} = 11,4 \pm 4,03 * 0,33 = 11,4 \pm 1,33 (10,1 \div 12,7)$$

$$X_2 \pm t * S_{x_2} = 6,3 \pm 4,03 * 0,06 = 6,3 \pm 0,24 (6,0 \div 6,5)$$

$$X_3 \pm t * S_{x_3} = 8,0 \pm 4,03 * 0,25 = 8,0 \pm 1,01 (6,9 \div 9,0)$$

Откладываем в произвольных единицах доверительные интервалы два отрезка вариант 1 (10,1÷12,7), вариант 2 (6,0÷ 6,5) и вариант 3 (6,9÷ 9,0) на прямой (рисунок 2).



Рисунок 2 – Доверительные интервалы в виде прямых линий для варианта 1 (выпуклая поверхность), варианта 2 (многослойная поверхность) и 3 (плоско-выпуклая поверхность).

Поскольку доверительные интервалы не перекрываются и не имеют общей площади, делаем вывод, все рассматриваемые активные формы поверхностей оказывают существенное влияние на изменение структуры почвы в слое почвы 0 – 0,25 м.

Определения существенности различий между выборками по наименьшей существенной разности (НСР) – величина, указывающая границу предельным случайным отклонениям, больше которой разница считается существенной. Измеряется в тех же единицах, что и изучаемый признак.

Определяется по формуле:

$$\text{НСР} = t \times S_d,$$

где t - критерий Стьюдента, для числа степеней свободы $n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$.

S_d – ошибка разности, которая равна:

$$S_d = \sqrt{S_{x_1}^2 + S_{x_2}^2 + S_{x_3}^2}$$

Если фактическая разность между вариантами $d < \text{НСР}$, то $H_0 = 0$ и нулевая гипотеза принимается, т.е. разница между вариантами несущественная.

Если $d \geq \text{НСР}$, то $H_0 \neq 0$, нулевая гипотеза отвергается, т.е. разница между вариантами существенная.

Для нашего случая ошибка разности равна:

$$S_d = \sqrt{S_{\bar{X}_1}^2 + S_{\bar{X}_2}^2 + S_{\bar{X}_3}^2} = \sqrt{0,33^2 + 0,06^2 + 0,25^2} = \sqrt{0,175} = 0,42$$

$$t_{0,01} = 3,17$$

$$\text{НСР}_{0,01} = 3,17 * 0,42 = 1,33$$

Разница между вариантами $d_{12}=11,38-6,28=5,1$ ($5,1 > 1,33$) и $d_{13}=11,38-8,0=3,38$ ($3,38 > 1,33$) и $d_{32}=8,0-6,28=1,72$ ($1,72 > 1,33$)

Фактическая разница между вариантами больше НСР, значит различия между вариантами существенны. Результаты оценки существенности различий двумя методами проверки нулевой гипотезы совпали.

$$d_{12}=11,4-6,3=5,1;$$

$\text{НСР}_{0,01} t_{0,01} = 1,33$, то $d_{\text{фактич.}} = 5,1 > 1,33$ в слое 0-25 см;

$$d_{13}=11,38-8,0=3,38;$$

$\text{НСР}_{0,01} t_{0,01} = 1,33$, то $d_{\text{фактич.}} = 3,38 > 1,33$ в слое 0-25 см;

$$d_{32}=8,0-6,28=1,72;$$

$d_{32}=8,0-6,28=1,72$ то $d_{\text{фактич.}} = 1,72 > 1,33$ в слое 0-25 см.

По данным приведенным в таблице 1 очевидно, что изменение структуры почвы (в ударах плотномера ДорНИИ) всех вариантов значительно различалась.

Выводы

1. Экспериментально установлены, площади рыхлого слоя в нормальном сечении обрабатываемого грунта, для выпуклой 930 см², плоско-выпуклой 1542 см² и многослойной 1305 см².

2. Экспериментально установлено, что изменение структуры почвы (в ударах плотномера ДорНИИ) при использовании выпуклой, плоско-выпуклой и многослойной активных поверхностей лап значительно различалась.

Литература

1. Yeomans K. The Red Book. [Электронный ресурс] <http://yeomansplow.com.au/1-red-book/> (дата обращения: 10.09.2018)

2. Cultiplow Platinum [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agrotika.by/Cultiplow-Platinum.html#prettyPhoto> (дата обращения: 10.01.2019)

3. McConnel Slipper Point to suit Discaerators OEM: 1065921 Genuine Point [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agri-linc.com/mcconnel-slipper-point-to-suit-discaerators-oem-1065921-genuine-point.html> (дата обращения: 10.01.2017)

4. Альт В.В., Щукин С.Г., Вальков В.А., Нагайка М.А. Концепция развития почвообрабатывающих машин и способ снижения затрат на глубокую обработку почвы // Достижения науки и техники АПК. - 2015. - №9. С. 68-71

5. Щукин С.Г., Коноводов В.В., Нагайка М.А., Головатюк В.А., Альт В.В., Вальков В.А. Рыхлящее многослойное долото // Патент России № 2627576. 2017. Бюл. № 22.

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

УДК 623.437.42

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СОВМЕСТИМЫХ С ПОЧВОЙ

к.т.н. Валюженич Г.А.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

ANALYSIS OF TRENDS OF DEVELOPMENT OF MACHINES AND TECHNOLOGIES ECOLOGICALLY COMPATIBLE TO THE SOIL

PhD in Engineering sciences, Valiuzhenich GA

Belarusian state agricultural academy, Belarus

Аннотация. В статье представлен краткий обзор одной из тенденций развития машин и технологий, позволяющих в значительной степени решить проблему "машинной деградации почвы", а именно совершенствования ходовых систем в направлении их экологической совместимости с почвой с учетом передовых технологий земледелия.

Summary. *The short review of one of trends of development of the machines and technologies allowing to solve substantially a problem of "machine degradation of the soil" namely perfecting of running systems in the direction of their ecological compatibility with the soil taking into account advanced technologies of agriculture is presented in article.*

Ключевые слова: Почва, ходовая система, уплотнение, экологическая совместимость, экономическая эффективность.

Keywords: *Soil, running system, consolidation of the soil, ecological compatibility, cost efficiency.*

Введение

«Машинная деградация почвы» уже давно беспокоит все мировое сообщество. Так назван комплекс вредных последствий массивированного воздействия на почву ходовых систем машин и рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Сюда входят переуплотнение почвы, истребление почвенных микроорганизмов, истирание почвенных агрегатов, нарушение стабильности структуры почвы и, как следствие, водная и ветровая эрозия.

В то же время только хорошо окультуренная, структурная и плодородная почва оптимальной плотности в состоянии обеспечивать устойчивое развитие культурных растений и их высокие урожаи.

В этой связи значительной актуальностью обладает задача обеспечения оптимального экологического состояния почвенных систем, и как следствие

последнего, высокой урожайности культур при существующем и прогнозируемом уровне интенсивности техногенного воздействия.

Сельскохозяйственный машинно-тракторный агрегат (МТА) представляется системой, состоящей из энергосредства и конкретной сельскохозяйственной машины (машин). МТА в то же время является подсистемой механико-биологической системы «МТА (энергосредство + сельскохозяйственная машина) – почва – растение» и источником «машинной деградации почвы».

В статье представлены результаты анализа одной из тенденций развития машин и технологий, позволяющих в значительной степени решить проблему «машинной деградации почвы», а именно совершенствования ходовых систем в направлении их экологической совместимости с почвой с учетом передовых технологий земледелия.

Цель и задачи

Под «экологически совместимой с почвой» ходовой системой понимается такая, которая обеспечивает обоснованный минимум отрицательного воздействия на структуру и потенциал плодородия почвы. По данным многочисленных исследований, обобщенных в [1], такая ходовая система не должна оказывать на почву давления выше максимально допустимого, устанавливаемого по ГОСТ 26955-86 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву».

Основной способ уменьшения уплотняющего воздействия на почву – это снижение давления в контакте движителя с почвой за счет увеличения площади контакта. Увеличивающийся при этом условный тяговый КПД обеспечивает явно выраженный энергосберегающий и экономический эффект, что большинству потребителей более понятно, чем экологический эффект, проявление которого возможно лишь по прошествии нескольких лет. Учитывая сказанное, можно предположить, что экономический эффект совершенствования ходовых систем для конструктора и эксплуатационника является решающим в выборе способа уменьшения уплотняющего воздействия движителя на почву, а экологический эффект, позиционируется уже как следствие, т. е. вторичен. Попробу-

ем это логически объяснить в материалах данной статьи, качественно оценив массовость применения конструктивных решений в ходовых системах, делающих их частично, либо полностью экологически совместимыми с почвой.

Результаты и их обсуждение

Увеличение площади контакта движителя энергосредства с почвой обеспечивается за счет следующих способов: - сдваивания (страивания) колес пневматических движителей; - увеличения количества осей в колесных ходовых системах; - применения арочных шин; - использования баллонов сверхнизкого давления; - снижения давления в шинах до минимально конструктивно допустимого; - применения гусеничных движителей и комбинаций гусеничных движителей с колесными.

Применение сдвоенных колес позволяет снизить давление на почву в 1,5...1,8 раза, обеспечивая тем самым снижение уплотнения в следу трактора. В межколесном пространстве на одной оси почва сильно сдавливается, а чтобы этого не происходило требуется определенный промежуток между сдваиваемыми колесами [2], что увеличивает внешний габарит энергосредства и является минусом. При использовании серийных шин сдваивание колес практически не обеспечивает допустимого давления на почву, установленного ГОСТ 26955-86 [1]. Поэтому количество колес на одной оси увеличивают. Так, в мире хорошо известны «трайплы», т.е. мощные (до 1000 кВт) и тяжелые (до 30 т) полноприводные тракторы с тремя колесами на одной полуоси (получили практическое применение в Канаде и США). Большое количество колес на одной оси имеет единичные применения.

Преимущества такого способа в его достаточно простой реализации при минимуме капиталовложений. Затраты времени на переоборудование минимальны. Тяговые показатели энергосредства при увеличении количества колес одной оси улучшаются, энергозатраты снижаются, экономятся топливные ресурсы. Указанные преимущества обеспечили самое широкое применение именно этого способа, хотя максимальное давление на почву, особенно в весенний период, часто на 40% ... 60% превышают допустимое [1].

Уменьшить давление на почву можно и за счет увеличения пятна контакта единичного колесного движителя путем снижения давления в шинах при выполнении полевых работ на технологических режимах (до 0,06 МПа). В транспортных режимах давление поднимается до рекомендуемых значений 0,18...0,25 МПа. Такой подход предполагает наличие централизованной системы управления внутришинным давлением, нужны специальные эластичные шины [2] и дополнительное время на изменение давления (до 10...15 мин). Последнее решается за счет применения специальных инновационных шин с «опорным упругим телом». Управление ходовой системой усложняется, за счет роста капиталовложений возрастают эксплуатационные затраты. В этом причина того, что системы управления внутришинным давлением не получили столь широкого распространения, как предыдущий способ.

Увеличение количества осей в ходовых системах снижает нагрузку на единичное колесо, масса энергосредства более равномерно распределяется по осям. Недостаток в том, что многоосное энергосредство за счет динамического многократного нагружения одной и той же площади интенсифицирует процессы подпочвенного уплотнения и нарушает структуру почвы на микроуровне [1, 2]. Поэтому в «многоосниках» стали находить применение конструктивно сложные ходовые системы, где каждое колесо движется, создавая только один след. Высокие капиталовложения – основная причина того, что многоосный колесный ход не нашел широкого применения. Исключение составляют самоходные уборочные машины с технологическими емкостями значительной грузместимости.

Применение шин сверхнизкого давления полностью обеспечивает «экологическую совместимость» при максимальном давлении на почву 0,02...0,03 МПа. В МТП наших сельхозпредприятий имеются узкоспециализированные полевые носители «Роса», «Днепр», «Двина» с баллонной ходовой системой. При этом возможны компоновки ходовой системы 4К2 и 6К2. Баллонные ходовые системы не в состоянии обеспечить значительные тяговые возможно-

сти энергсредства, поэтому применение их ограничено в основном уходом за посевами.

Увеличение площади контакта обеспечивают арочные высокоэластичные шины. Снижение давления на почву здесь более эффективное, чем при сдвигании колес. Однако полная замена всех шин серийного трактора на арочные шины имеет ряд ограничений, связанных с габаритами этих шин (ширина шины может достигать 1,5 м) и более низким условным тяговым КПД за счет высокой тангенциальной податливости [2]. Подобные шины находят свое применение в специализированных энергосредствах - трициклах, основное преимущество которых в том, что шины, обеспечивающие при правильном подборе допустимое давление на почву, движутся каждая по своему следу. В сочетании с централизованной системой регулирования внутришинного давления подобный движитель обеспечивает давление на почву 0,06...0,08 МПа. Недостаток – высокая стоимость в сравнении с тракторами.

Полевые трехколесные модули, представляющие собой комплект дооборудования трактора, менее дороги. Трактор после установки на заднюю ось арочных шин (сдвоенных колес) монтируется на раму модуля, переднее управляемое колесо которого оборудуется также широкой арочной шиной (возможно применение сдвоенных колес). Увеличение колесной базы энергосредства, без потери маневренности за счет возможности поворота управляемого колеса на 180°, обеспечивает возможность монтажа различных технологических емкостей для совмещения операций, что является преимуществом.

Гусеничный движитель снижает давление на почву до допустимого предела и увеличивает тяговые возможности энергосредства в сравнении с колесным. В самом начале своей эволюции гусеница состояла из шарнирно соединенных металлических звеньев. Недостатки такой ходовой системы (разрушение покрытия дорог при транспортных переездах, неравномерное распределение давления по пятну контакта с почвой, причем пиковое давление всегда превышает статическое в несколько раз) привели к тому, что сегодня сельскохозяйственные энергосредства, оборудованные ею, не выпускаются.

Некоторых из указанных недостатков лишена пневматическая гусеница. Однако, как и в случае металлической гусеницы, эпюра давлений вдоль опорной поверхности имеет явно выраженные значительные пики, кроме того низка ремонтпригодность, конструкция сложна, срок службы в реальных производственных условиях крайне ограничен. Поэтому на энергосредствах сельскохозяйственного назначения пневмогусеница, кроме экспериментальных образцов, не нашла применения.

Резино-троссовые литые эластичные гусеницы с автоматическим натяжением сглаживают пики давления в зонах катков ходовой тележки (максимальное контактное давление находится в пределах 0,04...0,06 МПа), обеспечивают низкое буксование, хорошие тягово-сцепные свойства. Движение по дорогам с твердым покрытием сокращает срок службы такой гусеницы, поэтому часто энергосредство доставляется в поле трейлером. Есть также проблемы и с разворотами МТА, связанные со сгуживанием почвы по бокам гусеницы и необходимостью увеличения радиуса поворота. Последнее означает широкую поворотную полосу, рост непроизводительных затрат времени. Такая ходовая система широко применяется на энергонагруженных технологических операциях, хотя сами энергосредства с гусеничными движителями в среднем на 30...40% дороже своих колесных аналогов тех же тяговых классов и менее универсальны в использовании.

Последнее привело к разработке и появлению на рынке сельскохозяйственной техники комплектов дооборудования к колесным энергосредствам в виде гусеничных тележек с литыми резино-троссовыми гусеницами. Серийная колесная ходовая система может быть переоборудована в течение 3...4 часов без какой-либо доработки. Основной недостаток, пока ограничивающий массовое применение таких систем – их стоимость, которая на сегодняшний день может превышать стоимость самого трактора. Более дешевый вариант – комбинированные колесно-гусеничные системы – находят широкое применение, в том числе и на транспортных операциях. При этом давление на почву находится в допустимых пределах, а ходовая система практически лишается кинемати-

ческих недостатков гусеничного хода. Гусеничные тележки могут устанавливаться вместо пневмоколес прицепных машин, что позволяет решить проблему обеспечения допустимого давления на почву всего МТА.

Следующая тенденция, имеющая своей целью обеспечение экологической совместимости с почвой всего МТА, привела к созданию самодвижущихся почвообрабатывающих машин. Как движитель может использоваться фреза, плужный корпус, культиваторная лапа [3]. Здесь явное экологическое преимущество – тягач (энергосредство) в поле не нужен. Функция перемещения машины передается рабочим органам самой машины. Впрочем, имеется и ходовая система (гусеничного, либо колесного типа), назначение которой – обеспечение холостого хода на поворотах и переездах, при рабочем ходе она пассивна. В сельскохозяйственной практике такие машины не нашли применения, вследствие их узкой специализации, хотя и существовали экспериментальные образцы. Понятно, что узкая специализация – это значительные капиталовложения. Здесь экономические недостатки превысили экологические ожидания.

Другое аналогичное направление (тягач в поле не нужен) - вынесение энергосредства за пределы поля, имело место уже на заре механизации полевых работ, когда еще не было двигателя внутреннего сгорания. Тяжелую паровую лебедку располагали по краю поля, а на канатной тяге она перемещала сельскохозяйственные орудия, например плуг, бороны, сеялки. Дальнейшее развитие этой линии (не только тягач, но и ходовая система сельскохозяйственных машин вынесены за пределы поля) - агромосты, нашли очень ограниченное применение, требуя при этом колоссальных капиталовложений.

С целью количественного снижения площади уплотнения на обрабатываемом участке в некоторых странах пытаются применять мостовые тракторы, имеющие колею до 12 м. Широкого распространения мостовые трактора не получили, сказались узкая специализация, низкие тяговые показатели, ограниченная проходимость, необходимость практически абсолютно ровных полей.

С той же целью реальное практическое применение находит технология СТФ (Controlled traffic farming), когда движение агрегатов на поле выполняются

строго по определенному маршруту, а колея ходовых систем согласована, что минимизирует площадь следов. Так если при традиционной технологии возделывания зерновых на базе плуга площадь следов составляет около 80% площади поля, то при нулевой технологии и СТФ – 10...14%. При этом часто не придаётся особого значения экологически совместимым с почвой движителям, главное, как машины перемещаются по полю. Считается, что потери урожая в следах возмещаются прибавкой урожая вне следов таковых. С развитием точного земледелия, No-Till и Strip-Till технологий система СТФ получает все большее распространение (в Австралии СТФ применяют на более чем 1 млн. га обрабатываемых площадей в технологии No-Till).

Выводы

1. Наиболее широкое и экономически эффективное применение найдут колесно-гусеничные ходовые системы, имеющие возможность быстрой перекомбинации. Они полностью экологически совместимы с большинством почвенных агрофонов, обеспечивают допустимое давление на почву и высокие тяговые показатели, не требуют значительных капиталовложений при принятии решения об их применении в существующем парке техники.

2. Значительную экономичность и экологическую направленность имеют системы земледелия, требующие обоснованного минимума технологических операций (No-Till и Strip-Till) при широком внедрении системы точного земледелия и СТФ. А если на агрегатах применять экологически совместимые с почвой ходовые системы, то использовать СТФ можно и при традиционном земледелии, и в переходной период.

Литература

1. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. – М.: Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации сел. хоз-ва (ВИМ), 1998. – 367 с.

2. Ким Ю.А., Зеленый П.В., Франкевич И.В. Влияние конструктивных параметров колесных движителей на изменение физико-механических свойств почвогрунта и тяговые качества трактора // Вестн. Бел.-Росс. ун-та, 2008. – № 2. – С. 21–23.

3. Михальченков А.М., Тюрева А.А., Феськов С.А., Анищенко А.В. Стрельчатая лапа культиватора для высева семян // Патент России № 2652839 2017. Бюл. № 8

ВУЛКАНИЗАЦИЯ ШИН, КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ

*д.т.н., профессор Нестерова Н.В., студент Камышникова Е.М.,
Белгородский государственный аграрный университет, Россия*

RESTORATION AND REPAIR OF TIRE PROTECTOR

*Doctor of Technical Sciences, Professor Nesterova N.V., Kamyshnikova E.M.,
Belgorod State Agricultural University, Russia*

Аннотация: В данной статье выполнен анализ методов восстановления шин, тема является актуальной. Восстановление автомобильных шин действительно помогает продлить срок службы шин и снизить затраты. Нет необходимости приобретать новую резину, если она в хорошем состоянии, достаточно наложить новый протектор на шину.

Annotation: *In this article, an analysis of methods for restoring tires, the topic is relevant. Restoring car tires really helps to extend tire life and reduce costs. There is no need to buy new tires, if it is in good condition, it is enough to put a new tread on the tire.*

Ключевые слова: шины, протектор, восстановление, корд.

Keywords: *tires, tread, recovery, cord.*

Введение

Восстановление шин - это его капитальный ремонт, при котором протектор полностью восстанавливается, а боковая часть ремонтируется. Современные производители шин, делают свой продукт, учитывая возможность многократного восстановления. Шины, восстановленные современными методами, практически не отличаются по качеству от новых и имеют высокую износостойкость. Особое место при восстановлении данных деталей отводятся вопросам вентиляции [6].

Корд каркаса обернут вокруг твердого резинового корда и бокового кольца. Боковую стенку называют эластичным слоем резины, она имеет толщину от полутора до трех миллиметров и защищает раму, точнее ее боковые стенки, от проникновения воды и механических повреждений.

Протектор является внешней частью шины, где расположен рельефный рисунок. Он состоит из беговой дорожки, соприкасающейся с дорогой, а плечевая зона – толстым слоем резины, устойчивым к износу. Именно беговая дорожка обеспечивает сцепление шин с поверхностью дороги, а также защищает силовую раму от повреждений.

В радиальной шине все нити корда расположены параллельно, и это является одной из основных проблем такой шины, поскольку при наличии повреждения корда на боковой поверхности жесткость в этом месте не может быть полностью восстановлена. Поэтому даже качественный ремонт боковых порезов на шине не сможет вернуть шину к полной производительности. Чтобы понять, куда обратиться за восстановлением шин, сначала необходимо изучить особенности услуг, предоставляемых различными сервисными компаниями. Возможно, что этот тип восстановления не может быть применен к колесам, которые используются, если это связано с чрезмерным риском [1].

Цель

Выявить, преимущества и недостатки методов горячего и холодного восстановления.

Методика

Метод восстановления горячих шин требует: наличие вулканизатора, наличие прессформ. Данный метод является затратным. Восстановление старых шин по холодным технологиям обходится дешевле и прибыльнее. После холодного восстановления шина может быть восстановлена неоднократно. После одного горячего восстановления - шина должна быть утилизирована [2]. Основные этапы восстановления:

- Осмотр шин. Это самая важная часть процесса. На этом этапе определяются подходящие для реставрации рамки. Визуальная проверка внутреннего слоя, боков, коронок. Обнаруженное повреждение помечено, отдельная карточка шины заполнена. Несовместимы с высококачественными восстановительными шинами вторичная переработка.

- Черновая обработка (обрезка, удаление) остатков старого изношенного протектора. Черновой станок придает раме форму, размер и текстуру, необходимые для нанесения нового протектора. Мощная отшелушивающая корона удаляет остатки старого протектора.

- Ремонт шин. Выявленные дефекты и повреждения устраняются. Шина устанавливается в специальном станке, где рабочий производит внешний, а за-

тем внутренний ремонт шины. Внешние повреждения разрабатываются, очищаются, укрепляются специальными заплатами через проколы.

- Подготовка шины к вулканизации. Шины, снаружи загрунтованные специальным составом сырой резины, процесс высыхания составляет 10-25 минут. С помощью ручного экструдера внешние повреждения, возникающие при ремонте шины, заливаются смесью сырой резины. Затем на каркас наносится слой необработанной резиновой ленты, который будет служить надежным промежуточным материалом для каркаса и протектора.

- Наложение протектора. Подготовленная рама зажимается в машине, а новый протектор наносится особым образом.

- Упаковка в конверт и монтаж обода. Подготовленную раму помещают в машину, с помощью которой надевают специальный конверт, а внутри помещают камеру и ободок. Это необходимо для откачки воздуха и плотного прилегания каркаса к новому протектору. После этого рама, полностью готовая к вулканизации, помещается на конвейер-накопитель, по которому продукт направляется на дальнейшую стадию. Поэтому же конвейеру с другой стороны, вулканизированные шины выгружают, и происходит демонтаж камеры, обода и конверта.

Еще один способ восстановить шину - порезать ее. Этот метод продления срока службы автомобильных шин применяется исключительно к резине для грузовых автомобилей. В то же время не каждую шину для грузовика можно разрезать - чтобы убедиться, что ваши шины подходят для такого восстановления, стоит найти на ней надпись «Regroovable». Представители крупных автопарков предпочитают заказывать шины непосредственно у производителя или соответствующего импортера, чтобы не встретить подделку, которая может стать непригодной для использования при резке. Суть техники очень проста - шины «Regroovable» имеют довольно большой защитный слой резины, расположенный под протектором. Его химический состав полностью идентичен верхнему слою, поэтому новый протектор не отличается по характеристикам от того, который использовался ранее. Специалист использует термический нож,

нагретый до высокой температуры и подключенный к высокочастотному генератору. Когда он прорезает защитный слой шины, резина немедленно герметизируется, что предотвращает ее ускоренный износ. Чтобы восстановить одну грузовую шину путем обрезки, требуется около часа, после чего она должна снова остыть перед установкой на автомобиль [3, 4].

Следует понимать, что перечисленные методы восстановления были первоначально разработаны для грузовых автомобилей. Если говорить о нарезке протектора в дополнительном слое резины, то эта опция недоступна для легковых автомобилей, что связано с небольшими размерами колес и высокими требованиями к комфорту ходовой части. Следовательно, владельцы легковых автомобилей могут использовать только вулканизацию - горячую и холодную. Однако в этом случае существуют ограничения. Сразу необходимо исключить восстановление шин с низкой прочностью корда - то есть бюджетных моделей российских, китайских, турецких и корейских производителей. Кроме того, не следует восстанавливать шины скоростных моделей, поскольку поведение мощного автомобиля с такими шинами будет просто непредсказуемым.

Стоимость восстановления не превышает двадцати процентов стоимости новой шины. Продажа восстановленных шин на рынке осуществляется по цене, сниженной примерно на тридцать процентов по сравнению с новым продуктом.

Грузовые шины ремонтировать гораздо выгоднее, а холодный способ позволяет проводить ремонт без дополнительного оборудования. Кроме того, по сравнению с первоначальными затратами на создание производства, холодный метод является дешевым, простым и экологически чистым. Мастерская по восстановлению холода для его организации требует небольшого количества места, и оборудование для этого метода является универсальным. Вулканизатор и дорогие формы для каждого размера и рисунка протектора не потребуются. Здесь достаточно всего несколько протекторных полос [5].

Вывод

Восстановление автомобильных шин действительно помогает продлить срок службы шин и снизить затраты. Для легковых автомобилей выгода будет

минимальной, и не все модели могут быть подвергнуты восстановлению. Владельцы грузовых автомобилей будут довольны значительной экономией - тем более, что тягач с полуприцепом оснащен значительным количеством колес.

Литература

1. Шушурин В.В., Прохорова Е.В. Эксплуатация обслуживание и утилизация автомобильных шин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016). Сборник статей VIII Международной научно-технической конференции, 2016. – С. 455-459.
2. Нестерова Н.В., Кеменов С.А., Ветрова Ю.В. Методология анализа риска чрезвычайных ситуаций // Научные механизмы решения проблем инновационного развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. – С. 8-10.
3. Степанова М.Н., Нестерова Н.В., Павленко А.В. Системы управления природной, техногенной и социальной безопасностью населения // Символ науки. – 2016. - № 1.– С.49-51.
4. Харьбин А.В., Нестерова Н.В., Степанова М.Н. Математическое моделирование состояния безопасности объектов // Инновационные процессы в научной среде. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-14.
5. Нестерова Н.В., Дрога А.А., Дорохин А.Ю. Использование информационных технологий для оптимального распределения сил и средств, предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Проблемы информационного обеспечения деятельности правоохранительных органов. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-15.
6. Купреенко А.И., Байдаков Е.М., Исаев Х.М., Шкуратов Г.В. Вентиляционно-отопительная панель // Патент России № 139029. 2013. Бюл. №10

УДК 669.621. 14.023

ОЦЕНКА ПО КПД ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ ДВИГАТЕЛЕЙ И СЕЛЬХОЗМАШИН

*д.т.н., профессор Коршунов В.Я.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

BASED ON EFFICIENCY THE ENERGY EFFICIENCY OF THE PROCESSES OF ABRASIVE MACHINING IN THE MANUFACTURE AND REPAIR OF MOTORS AND FARM MACHINERY

*doctor of technical Sciences, Professor Korshunov V.I.,
Bryansk state agrarian University, Russia*

Аннотация. Для оценки энергетической эффективности процессов абразивной обработки деталей при изготовлении и ремонте двигателей и сельхозмашин использовался термодинамический критерий – КПД, который показывает, какая часть работы шлифования идёт на разрушение объёма металла снимаемого с поверхности заготовки. Рассмотрена методика расчёта термодинамических параметров: удельной работы и коэффициента полезного действия. Даны рекомендации по выбору оптимальных характеристик абразивных инструментов для повышения величины КПД при разных способах обработки.

Abstract. To assess the energy efficiency of abrasive machining processes in the manufacture and repair of engines and agricultural machines used thermodynamic criterion – efficiency, which shows how much of the grinding work goes to the destruction of the metal volume removed

from the surface of the workpiece. The method of calculation of thermodynamic parameters: specific work and efficiency is considered. Recommendations on the choice of optimal characteristics of abrasive tools to increase the efficiency of different processing methods are given.

Ключевые слова: мощность, производительность, эффективность, удельная работа, энергия, коэффициент полезного действия.

Key words: *power, productivity, efficiency, specific work, energy, efficiency.*

Введение. Постановка задачи

Для успешной работы в условиях рынка, производство должно выпускать продукцию высокого качества и с меньшими затратами энергии и материальных ресурсов, которые в значительной мере определяют её себестоимость. Повышение качества и эффективности обработки деталей при их изготовлении и ремонте является актуальной проблемой в настоящее время [1]. Поэтому в большем объёме при обработке ответственных деталей двигателей, тракторов и сельхозмашин используются чистовые операции: суперфиниширование и хонингование [2]. Суперфиниширование целесообразно применять для улучшения качества и эксплуатационных свойств деталей, работающих в условиях трения скольжения и качения, поскольку с помощью этого процесса можно получить поверхность шероховатостью до $Ra = 0,16$ мкм практически без волнистости, удалить дефектный поверхностный слой металла, образовавшийся при шлифовании и достигнуть упрочнения поверхностного слоя без каких-либо структурных изменений. Всё это позволяет рекомендовать суперфиниширование как наиболее эффективный вид отделочной обработки рабочих поверхностей для таких деталей, как кольца и ролики подшипников качения, коленчатые и распределительные валы, поршневые пальцы, клапаны двигателей тракторов и комбайнов, гладкие и ступенчатые оси, штоки, поршни, золотники механизмов и гидросистем различной сельскохозяйственной техники. Суперфиниширование деталей выполняют после шлифования или чистового и тонкого точения на специальных суперфинишных станках или на универсальных токарных и шлифовальных станках с установленными на них головками вибраторами, что характерно для ремонтного производства.

Процесс хонингования часто используется на чистовых операциях абразивной обработки гильз блока цилиндров, корпусов гидрораспределителей и других деталей машин после растачивания, шлифования и протягивания. Обработка производится с помощью абразивных или алмазных брусков, которым сообщают, как правило, три движения по отношению к детали: вращение V , возвратно-поступательное перемещение V_1 и радиальную подачу $S_{p.п.}$. С помощью хонингования могут быть обработаны самые различные материалы: незакалённая и закалённая сталь, серый, легированный и закалённый чугун, хром, никель, алюминий, бронза, различные виды твёрдых сплавов.

Следует отметить, что небольшое количество опубликованных в литературных источниках результатов исследований энергетической эффективности процессов суперфиниширования и хонингования термообработанных сталей и чугунов с использованием термодинамического критерия – КПД (η), затрудняет разработку энергосберегающих технологий данных процессов. На основе выше сказанного, была сформулирована задача данной работы: исследовать влияние брусков с различными характеристиками на энергетическую эффективность (КПД) процесса суперфиниширования ($\eta_{суп}$) закалённых сталей и хонингования ($\eta_{хн}$) термообработанных чугунов, сделать выводы и дать соответствующие рекомендации по их выбору.

Методика проведения исследований

Значение коэффициента полезного действия абразивной обработки η при суперфинишировании ($\eta_{суп}$) и хонинговании ($\eta_{хн}$) определялось по энергетическому соотношению [3,4]

$$\eta = \frac{\Delta U_{ei}}{\omega} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где ΔU_{ei} – упругая энергия дефектов, которая накапливается в срезаемом микрообъёме материала в процессе абразивной обработки и приводит к его разрушению, Дж/мм³; ω – удельная работа абразивной обработки, Дж/мм³.

Значение ΔU_{ei} рассчитывалось по известной методике [3]

$$\Delta U_{ei} = U_* - U_{co} - U_{To}. \quad (2)$$

Для закалённой стали 20X $\Delta U_{ei} = 2,0$ Дж/мм³, термообработанного серого чугуна СЧ 25 $\Delta U_{ei} = 1,9$ Дж/мм³.

Удельная работа ω определялась по формуле

$$\omega = \frac{N}{Q} \text{ Дж/мм}^3, \quad (3)$$

где N , Q – мощность (Вт) и производительность (мм³/с) абразивной обработки.

Значения сил резания P_z , P_y , мощности N и производительности Q , которые были получены в результате проведения экспериментальных исследований, принимались из литературных источников [5, 6].

При суперфинишировании стали 20X твёрдостью по Виккерсу HV7500 МПа (HRC 64) использовался станок полуавтомат модели ЗД370Б. Данный станок предназначен для обработки в центрах наружных и конических поверхностей деталей с продольной подачей или врезанием.

Диаметр экспериментальных образцов $\phi = 30$ мм, длина $L = 70$ мм. При проведении обработки использовались абразивные бруски из карбида кремния зелёного марки 63СМ14М15К и сверхтвёрдого материала Эльбора марки ЛОМ14СТ1К100%. Размеры зёрен М14 и керамическая связка К были одинаковые в обоих брусках, твёрдость была разной, у первого бруска М1, у второго СТ1. Концентрация Эльбора составляла 100%. Размеры брусков: из карбида кремния БКВ 15x15x64 мм, из Эльбора ЛБС 15x16x64x6 мм. Технологические условия процесса окончательного суперфиниширования были следующие: припуск на диаметр $h = 10$ мкм; в качестве СОЖ использовался керосин – 90%, с добавлением масла – 8% и олеиновой кислоты – 2%; скорость вращения образца $V_1 = 42$ м/мин; частота колебаний бруска $n_6 = 1200$ мин⁻¹; размах колебаний – 3 мм; скорость колебательного движения $V_2 = 12$ м/мин; удельная сила прижима инструмента к образцу P_H составляла 0,3 МПа (Н/мм²). В процессе эксперимента определялись: мощность суперфиниширования $N_{\text{суп}}$ (Вт), производительность $Q_{\text{суп}}$ (мм³/с) и силы резания P_y и P_z (Н). Значения $\eta_{\text{суп}}$, ΔU_{ei} , и $\omega_{\text{суп}}$ рассчитывались по формулам (1) - (3). Исходная шероховатость поверхности

образцов после чистового шлифования составляла величину R_a 0,63 мкм, после суперфиниширования R_a 0,16 мкм. Все экспериментальные и расчётные значения параметров процесса суперфиниширования закалённой стали 20X заносились в таблицу 1.

Таблица 1– Экспериментальные и расчётные значения параметров процесса окончательного суперфиниширования закалённой стали 20X

№	Марка стали образцов	Характеристика абразивных брусков	Силы резания, Н		Мощность $N_{суп}$, Вт	Производительность $Q_{суп}$, мм ³ /с	Удельная работа $\omega_{суп}$, Дж/мм ³	Величина ΔU_{ei} , Дж/мм ³	$\eta_{суп}$, %
			P_y	P_z					
1	20X	63СМ14М15К	288	23	16	0,16	100	2,0	2,0
2		ЛОМ14СТ1К100%	288	17	12	0,26	46	2,0	4,3

При исследовании процесса хонингования были использованы данные, представленные в литературных источниках [5, 6], полученные при абразивной обработке образцов из термообработанного серого чугуна марки СЧ25, твёрдостью по Виккерсу HV5200 МПа (HRC 42) на станке модели 3Г833. Данный станок предназначен для обработки отверстий диаметром D 30 ... 165 мм.

Размеры экспериментальных образцов: $D \times d \times L$, 96x80x140, мм. Размеры абразивных и алмазных брусков: ширина $B = 15$ мм, высота $H = 14$ мм, длина $l = 80$ мм, радиус $R = 79$ мм. При проведении окончательной обработки использовались абразивные бруски из карбида кремния зелёного марки 63СМ40С25К, при алмазном хонинговании алмазные бруски АСВ28/2050%М1. В хонинговальной головке устанавливались шесть брусков абразивных или алмазных. Технологические условия процесса окончательного хонингования были следующие: припуск на диаметр – 0,01 мм. В качестве СОЖ использовался керосин – 90%, с добавлением минерального масла – 10%. Режимы процессов хонингования, а также экспериментальные и расчётные значения параметров: скорость вращения хонинговальной головки V , скорость возвратно-поступательного движения V_1 , удельное давление брусков на обрабатываемую поверхность P ,

радиальная подача брусков $S_{p.п}$, мощность $N_{x.н}$, производительность $V_{x.н}$, удельная работа $\omega_{x.н}$, а также величина ΔU_{ei} представлены в таблице 2. Выбранные режимы процесса хонингования термообработанного серого чугуна СЧ25 [6] после окончательной обработки обеспечивают шероховатость поверхности $Ra = 0,32$ мкм.

Таблица 2– Результаты исследования процесса окончательного хонингования термообработанного серого чугуна СЧ25

№	Тип хонинговальных брусков	Характер процесса хонингования	V_1 м/мин	Р, МПа,	$S_{p.п} \cdot 10^{-3}$ мм/дв.ход	Мощность $N_{x.н}$, Вт	Производительность $V_{x.н}$, мм ³ /с	Удельная работа $\omega_{x.н}$, Дж/м ³	ΔU_{ei} , Дж/м ³
									$\eta_{x.н}$, %
1	Абразивные	Окончательный	40/10	0,7	1,0	1310	41,8	31,3	1,9
									6,1
2	Алмазные	Окончательный	45/12	0,7	0,8	1030	40,2	21,6	1,9
									8,7

Результаты экспериментов и их обсуждение

Анализ экспериментальных и расчётных данных, представленных в таблицах 1, 2 показал, сила резания P_z и мощность процесса суперфиниширования $N_{суп}$ при замене брусков эльборовых на абразивные увеличиваются в 1,3 ... 1,4 раза. Производительность процесса суперфиниширования $Q_{суп}$ при обработке легированной стали 20Х абразивными брусками составила 0,16 мм³/с, а при обработке эльборовыми 0,26 мм³/с, т.е. увеличилась в 1,6 раза. Анализ удельной работы $\omega_{суп}$ и термодинамического критерия эффективности КПД ($\eta_{суп}$) процесса суперфиниширования показал, что эти параметры значительно изменяются в зависимости от условий обработки. Так, при замене эльборовых брусков на абразивные при обработке легированной стали 20Х, удельная работа съёма 1мм³ металла образцов составила 46 и 100 Дж/мм³, т.е. увеличилась в 2,17 раза, что соответственно уменьшило на такую же величину КПД ($\eta_{суп}$) абразивной обработки с 4,3 до 2,0 %. Следует также отметить, что замена абразивных брусков на эльборовые при суперфинишировании закалённой легированной стали 20Х увеличивает за счёт

снижения сил резания, при этом точность обработки деталей примерно на 50%, а также стойкость инструмента повышается в 2,5 ... 3 раза [6].

Анализ результатов исследования, представленных в таблице 2 показал, что примерно с одинаковой производительностью $V_{x.n}$ процесса хонингования, мощность $N_{x.n}$ и удельная работа $\omega_{x.n}$ при замене алмазных брусков на абразивные увеличиваются в 1,3... 1,4 раза. Что соответственно определяет рост сил резания P_z и P_x и погрешностей обработки. КПД процесса хонингования $\eta_{x.n}$ наоборот уменьшается в 1,4 раза. Следует также отметить, что стойкость алмазных брусков в 8...10 раз выше стойкости абразивных [5, 6].

Выводы

1. Для эффективной обработки закалённых легированных сталей необходимо использовать вместо абразивных, бруски из сверхтвёрдого материала – Эльбора, которые позволяют в несколько раз снизить энергетические затраты, расход абразивного инструмента, а также увеличить точность суперфиниширования деталей двигателей, гидроаппаратуры и других узлов сельскохозяйственной техники при обеспечении заданных параметров шероховатости обработанной поверхности.

2. Для эффективной обработки термообработанного серого чугуна СЧ25 необходимо использовать вместо абразивных, алмазные бруски, которые позволяют обеспечить заданные параметры шероховатости обработанной поверхности, значительно снизить энергетические затраты, расход инструментов, а также увеличить точность обработки деталей типа втулка за счёт уменьшения сил резания.

Литература

1. Коршунов В.Я. Новиков Д.А. Оценка энергетической эффективности способов восстановления шеек коленчатых валов при ремонте двигателей // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015.- №1. – С. 25-27.
2. Тюрин А.Н. Формирование профиля шеек коленчатого вала при остроугольной суперфинишной обработке // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2008. - №5. – С. 48-50.
3. Коршунов В.Я. Обеспечение качества поверхностного слоя деталей на основе прогнозирования рациональных структурно-энергетических параметров материала и технологических условий механической обработки: дис. ... докт. техн. наук. - Саратов: СГТУ, 2006. - 348 с.
4. Коршунов В.Я. Оптимизация технологических условий абразивной обработки по КПД // СТИН. - 1990. - №5. – С. 17 - 20.

5. Зайцев С.А. Хонингование и суперфиниширование в автотракторостроении. – М.: Машиностроение, 1985. - 80 с.
6. Абразивная и алмазная обработка материалов. // Справочник. Под ред. Д-ра техн. наук проф. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. - 391 с.

УДК 621.822.6

ДЕФЕКТЫ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ПОДШИПНИКОВ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

*к.т.н., доцент Кузьменко И.В.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

DEFECTS OF SEATING BEARINGS AND THE CAUSES OF THEIR CREATION

*Ph.D., associate professor Kuzmenko I.V.,
Bryansk state agrarian University, Russia*

Аннотация. Представлены результаты исследований по изучению износов посадочных поверхностей подшипников качения. Проведена статистическая обработка результатов измерений корпусов подшипников с учетом геометрических макроотклонений формы. На основании литературного обзора и полученных данных определены виды изнашивания исследуемых поверхностей и причины их возникновения. С учетом вышеуказанного сформулированы методы защиты деталей от возникновения исследуемых дефектов.

Annotation. Presents the results of research on the study of the wear of the seating surfaces of rolling bearings. A statistical processing of measurements of the bearing housings was carried out taking into account the geometrical macro deviations of the shape. Based on the literature review and the obtained data, the types of wear of the studied surfaces and the reasons for their occurrence are determined. In view of the above, methods for protecting parts against the occurrence of defects under investigation are formulated.

Ключевые слова: подшипники качения, корпус подшипников, износ посадочных поверхностей, геометрические отклонений формы.

Key words: rolling bearings, bearing housing, wear of seating surfaces, geometric deviations of shape.

Введение

При эксплуатации машин случаются внезапные и постепенные отказы подшипниковых соединений. При этом узел утрачивает работоспособность. Устранение отказов - затратные мероприятия с выполнением большого объема разборочно-сборочных работ, заменой подшипников, а, зачастую, и других деталей, среди которых особое место занимают корпусные детали.

Актуальность вопроса

Долговечность работы подшипников качения в значительной степени определяется условиями эксплуатации: нагрузками на опоры и степенью дина-

мичности, стабильностью физико-химических свойств смазочных масел, наличием в них абразивных частиц.

По мнению многих исследователей, основная причина отказа неподвижных соединений - нарушение посадки. В процессе эксплуатации неподвижность посадки нарушается в результате износа сопряженных поверхностей. Максимальные величины износа посадочных поверхностей по различным данным изменяются в широких пределах, но средние величины близки между собой.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Микрометраж посадочных мест корпусов подшипников позволил установить распределение отклонений размеров посадочных мест от номинальных. При проведении микрометража учитывались геометрические макроотклонения формы: допуск крутости, допуск торцового биения, допуск профиля продольного сечения [1]. Корпуса, размеры посадочной поверхности которых выходят за рамки допусков, выбраковывались. Всего измерено корпусов - 72, из них выбраковано - 6 (8,3)%. Анализ измерения размеров посадочной поверхности проводился по результатам измерения 66 корпусов ремфонда. Статистическая обработка результатов измерений была проведена в соответствии с существующей методикой Артемьева Ю.Н. [2]. Результатом ее явились основные показатели:

- средневзвешенное значение износа $\bar{t} = 0,064$ мм;
 - среднеквадратическое отклонение – $\sigma = 0,051$ мм;
 - доверительные границы - $\bar{t}_{\alpha}^H = 0,054$ мм; $\bar{t}_{\alpha}^G = 0,074$ мм;
 - коэффициент вариации - $v = 0,8$;
- показатели надежности подчиняются закону распределения Вейбулла.

Износ посадочных поверхностей корпусов подшипников является причиной неравномерности крутящего момента, возрастания динамических нагрузок, увеличения вибраций, в результате чего снижается долговечность не только подшипников, валов, зубчатых колес, но и всей сборочной единицы [3].

Повышение долговечности неподвижных соединений невозможно без знания механизма изнашивания и влияния различных факторов на величину износа посадочных поверхностей подшипников. При этом пластически деформируются

микровыступы в зонах фактического контакта в течение первых циклов нагружения, изменяются размеры посадочных отверстий в результате релаксации внутренних напряжений в корпусных деталях в процессе эксплуатации.

Основной вид изнашивания таких поверхностей - фреттинг-коррозия, происходящая вследствие динамического нагружения сопрягаемых деталей. Причиной фреттинг-коррозии могут быть вибрации, динамическое приложение нагрузки, периодический изгиб или скручивание сопряженных деталей. Этот процесс представляет собой разрушение сопряженных поверхностей номинально-неподвижных деталей в результате их относительных возвратно-поступательных перемещений с очень малой амплитудой и высокой частотой. Продукты изнашивания, образующиеся при фреттинг-коррозии, отличаются от продуктов, образующихся при коррозии. Фреттинг-коррозия имеет место не только на воздухе, но и в среде инертных газов и в вакууме. Она обусловлена развитием на поверхности контакта сопряженных металлических поверхностей различных по своей природе физико-химических явлений: схватывания, абразивного разрушения, усталостных процессов, сопровождающихся окислением и коррозией. Одним словом, процесс разрушения контактирующих поверхностей при фреттинг-коррозии определяется действием механического и химического факторов, которые тесно взаимосвязаны. Причем в начале развития фреттинг-коррозии интенсивность разрушения поверхностей сопряженных деталей определяется в основном механическим фактором. В дальнейшем начинает более существенно проявляться химический фактор, вследствие активации коррозионных процессов в зоне трения. Изучая продукты разрушения, исследователи установили три основные стадии развития фреттинг-коррозии:

- на первой стадии происходит упрочнение поверхности контакта и циклическая текучесть поверхностных слоев сопряженных деталей. Большая часть выступов фактического контакта взаимодействует друг с другом пластически, а разрушившиеся вследствие усталости выступы и срезавшиеся узлы схватывания создают первичные продукты разрушения;
- на второй стадии в поверхностных слоях продолжают накапливаться

усталостные повреждения. Скорость изнашивания на этой стадии невелика, и она связана, в основном, с разрушением образующихся на поверхности оксидных пленок. Объем продуктов изнашивания больше объема разрушенного металла, и при ограниченной возможности их удаления из зоны трения, они способны создавать большие локальные давления;

- третья стадия связана с окончательным разрушением зон повреждения, предварительно разрыхленных усталостными и коррозионными процессами. Продукты фреттинг-коррозии мало отличаются по своему составу от продуктов второго периода. Они характеризуются большей дисперсностью. Интенсивность разрушения находится в прямой зависимости от величины шероховатости сопряженных поверхностей. Чем меньше шероховатость, тем медленнее развивается процесс фреттинг-коррозии [4].

Объем и твердость образовавшихся оксидов в 2 ... 4 раза больше, чем металлических поверхностей. В местах скопления оксидов возникают значительные давления. В результате, вся площадь контакта покрывается характерными зонами повреждений, а поверхностные объемы металла окисляются по глубине неравномерно. Повреждения при этом, по внешнему виду похожи на коррозию. Сложный механизм фреттинг-коррозии, влияние большого числа факторов на разрушение контактирующих поверхностей затрудняет разработку способов борьбы с ней.

Выводы

1. С учетом вышеуказанного можно сформулировать основные методы защиты деталей от данного вида изнашивания:

- предотвращение и уменьшение относительного перемещения сопряженных деталей в неподвижных соединениях;
- уменьшение доступа кислорода воздуха в зону контакта деталей;
- применение менее твердых материалов для одной из деталей;
- уменьшение шероховатости контактирующих поверхностей;
- уменьшение удельного давления в зоне контакта деталей;
- перенос относительного движения деталей в промежуточную среду.

2. пределены дефекты подшипниковых соединений и причины их возникновения. Анализ причин появления дефектов позволит разработать технологии восстановления деталей, а также рекомендации предприятиям-изготовителям по совершенствованию технологического процесса изготовления новых деталей.

Литература

1. ГОСТ 3325 – 85 Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 103 с.
2. Артемьев Ю.Н. Основы надёжности сельскохозяйственной техники – М.: МИИСП. – 1973. - 162 с.
3. Ермичев В.А., Михальченков А.М., Кузьменко И.В. О нанесении мягких металлов при восстановлении корпусов подшипников // Техника в сельском хозяйстве. – 1999. - № 3. – С. 36-37.
4. Михальченков А.М., Кузьменко И.В. Повышение надёжности чугунных деталей с различной шероховатостью поверхности натиранием медных плёнок // Надёжность и контроль качества. – 1999 - № 12.

УДК 631.173.4:338.363

ТРЕБОВАНИЯ К НАДЁЖНОСТИ МАШИН

*д.т.н. Немцев А.Е., к.т.н. Деменок И.В., м.н.с. Коптева И.В.,
Сибирский научно-исследовательский институт механизации
и элетрификации сельского хозяйства Сибирского федерального
научного центра агроботехнологий Российской академии наук, Россия.*

REQUIREMENTS TO RELIABILITY OF FARM VEHICLES

*Doctor of Technical Sciences Nemcev A.E.,
Candidate of Technical Sciences Demenok I.V., Junior Researcher Kopteva I.V.,
Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture
of the Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies
of the Russian Academy of Sciences, Russia.*

Аннотация. Статья посвящена обоснованию требований к надёжности сельскохозяйственной техники. Предлагается определять основное требование к надёжности машин, характеризующее временем простоя, исходя из оптимального плана их использования и оптимальной потребности в машинах. Приведен практический пример, иллюстрирующий определение требования к надёжности зерноуборочных комбайнов при уборке зерновых в районе. Выявлены резервы повышения эффективности использования техники при реализации технологических процессов в оптимальные агротехнические сроки.

Annotation. *The article is devoted to the justification of the requirements for the reliability of agricultural machinery. It is proposed to determine the basic requirement for the reliability of machines, characterized by downtime, based on the optimal plan for their use and the optimal need for machines. A practical example is given illustrating the definition of the requirement for the reliability of combine harvesters when harvesting grain in an area. Reserves have been identified to increase the efficiency of the use of technology in the implementation of technological processes in optimal agrotechnical terms.*

Ключевые слова: надёжность машин, отказ, коэффициент технического использования, технический сервис, агротехнические сроки.

Keywords: *machine reliability, failure, coefficient of technical use, technical service, agrotechnical terms.*

Постановка проблемы

В условиях рыночной экономики всё более проявляются признаки конкуренции. Это побуждает заняться анализом взаимосвязи между надёжностью и эффективностью выпускаемых машин. Важность проблемы подтверждает опыт зарубежных фирм, уделяющих большое внимание выявлению требований и возможностей потребителя, и в частности, его отношения к надёжности продаваемой техники.

В нашей же стране подобные работы только начинают проводиться, так как вместо рыночных отношений многие годы действовала распределительная система.

На стадии производства повышение надёжности всегда сопряжено с ростом себестоимости изделия. Это происходит из-за необходимости применения лучших материалов, более совершенных технологических процессов, ужесточения производственного контроля, более высоких требований к квалификации исполнителей. Всё это ведёт к повышению стоимости изделия (машины). Вместе с тем, с повышением надёжности возрастает эффективность изделия у потребителя из-за снижения эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и ремонт и сокращение unplanned простоев.

Разработка высокоэффективной и надёжной техники было и остаётся одной из основных задач в области механизации сельского хозяйства. Все работы в этой области, в конечном счёте, направлены на то, чтобы обеспечить полную надёжность её работы в период эксплуатации, когда машины выполняют предназначенные функции.

Особую актуальность решение этой задачи приобретает при широком внедрении в сельскохозяйственное производство коллективов, имеющих минимальную численность работников, машин и оборудования, и использование высокопроизводительных дорогостоящих комплексов, когда низкая надёжность

машин может привести, с одной стороны, к срыву агротехнических сроков производства работ, а с другой – к значительным потерям продукции по техническим причинам из-за их простоев.

От количества возникающих отказов зависит время простоев машин, от которого в свою очередь, зависит уровень их надёжности. В практической деятельности важно знать его величину, чтобы можно было спланировать выполнение технологических работ в заданные агротехнические сроки. С другой стороны, необходимо наладить рациональную работу инженерных служб технического сервиса, чтобы не допустить срыва выполнения технологических работ в агротехнические сроки.

В работе [2] автор предлагает при определении показателей надёжности машин исходить из оптимального плана их использования, которому соответствует оптимальная потребность в машинах. Исходя из этого, на наш взгляд, необходимо определять и требования к надёжности машин и технологических комплексов, характеризующиеся как указано выше, временем их простоя.

В предлагаемой статье излагается один из возможных вариантов реализации подхода, позволяющего увязать количество машин, выполняющих технологический процесс и их простои по техническим причинам, как основное требование, предъявляемое к их надёжности, то есть увязать надёжность машин с конечным результатом их работы.

Условия и методы исследования

При проведении исследований учитывался опыт использования машин в АПК в производственных условиях. При этом применялись методы логического и математического анализов.

С учётом агротехнических сроков выполнения любого технологического процесса, коэффициентов технического использования и использования календарного времени потребное количество машин (X) согласно [3] может быть определено по формуле (1):

$$X = \frac{F}{B \cdot t \cdot D \cdot K_K}, \quad (1)$$

где F – объём работ, необходимый для выполнения технологического процесса, га;

B – производительность за 1 ч сменного времени, га/ч;

t – продолжительность рабочего дня, ч;

D – продолжительность агротехнического срока проведения сельскохозяйственных работ, дней;

K_K – коэффициент использования календарного времени.

Однако в этой формуле не отражена в явном виде техническая сторона использования машины, поэтому запишем её следующим образом:

$$X = \frac{F}{B \times t \times D \times K_K \times K_{ТИ}}, \quad (2)$$

где $K_{ТИ}$ – коэффициент технического использования машины, комплекса;

Остальные обозначения аналогичны обозначениям формулы (1).

Согласно [4] коэффициент технического использования можно определить по формуле:

$$K_{ТИ} = \frac{t_p}{t_p + t_{ТО} + t_{рем} + t_B}, \quad (3)$$

t_p – время чистой работы машины, ч;

$t_{ТО}$ – время на плановое техническое обслуживание, ч;

$t_{рем}$ – время на плановый ремонт, ч;

t_B – время устранения последствий отказов, ч;

Для того, чтобы технологический процесс был выполнен в агротехнические сроки, необходимо, чтобы они были равны чистому времени работы машины (МТА), т. е. чтобы выполнялось условие

$$t_p = D \times t \quad (4)$$

где $t_p = D_{\phi}$ (применительно к уборке фактический срок уборки, дней).

Обозначим $T_{\text{пр}} = t_{\text{ТО}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{В}}$ и определим его значение, приравняв значения коэффициента технического использования, полученные из выражений (2) и (3) и проведя некоторые преобразования:

$$\frac{F}{X \times B \times t \times D \times K_k} = \frac{t_p}{t_p + T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

откуда
$$T_{\text{пр}} = \frac{D_{\phi} \cdot (X \times B \times t \times D \times K_k - F)}{F}, \text{ а} \quad (6)$$

$$X = \frac{F \cdot (D_{\phi} + T_{\text{пр}})}{D_{\phi} \times B \times t \times D \times K_k} \quad (7)$$

Обозначение остальных составляющих приведено выше.

Результаты исследований и их обсуждение

На рисунке приведена взаимосвязь количества техники (X), объемов выполняемых работ в хозяйстве (F) и агротехнических сроков их выполнения (D).

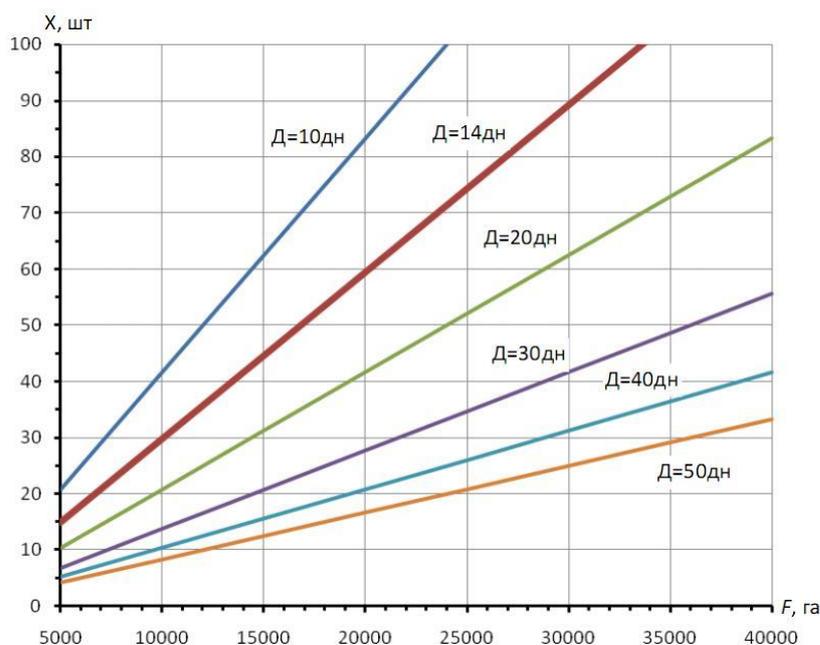


Рисунок 1- Взаимосвязь количества техники (X), объемов выполняемых работ в хозяйстве (F) и агротехнических сроков их выполнения (D).

Приведён пример уборки зерновых в хозяйстве со следующими данными: $F = 10000$ га; $B = 2,5$ га/ч; $t = 12$ ч; $K_K = 0,8$; $K_{ТИ} = 0,8$; $D = 14$ дней. Оптимальный срок уборки на рисунке выделен жирной линией.

По формуле (6) можно рассчитать допустимое время простоев машины по техническим причинам, а по формуле (7) – необходимое количество машин, участвующих в выполнении технологического процесса по производству продукции с учётом их надёжности [6,7].

Выводы

1. При обосновании количества мобильной сельскохозяйственной техники для выполнения технологических процессов в агротехнические сроки следует учитывать её надёжность, определяемую через простои по техническим причинам, которые являются к ней основным требованием.

2. Полученные результаты исследований позволяют определять потребность сельскохозяйственной техники для выполнения технологических процессов с учётом выполняемых объёмов работ, агротехнических сроков и её надёжности, которую можно будет учитывать при её проектировании, а в условиях эксплуатации создавать эффективную службу технического сервиса для обеспечения работоспособности машин.

Литература

1. Кугель Р.В. Эксплуатационная надёжность тракторов. Зарубежная информация. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 3 – 33.
2. Кормаков Л.Ф. Методы определения оптимального срока службы машин // Механизация и электрификация соц. сельского хозяйства. - 1975. – № 11. – С 3–5.
3. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1982. – 320 с.
4. Хазов В.Ф., Дидусев В.Я. Справочник по расчёту надёжности машин на стадии проектирования. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.
5. Иванов Н.М., Немцев А.Е., Коротких В.В. и др. Повышение эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в условиях Сибири: уч.-мет. пос. – Новосибирск, 2012. – 108 с.
6. Деменок И.В., Немцев А.Е. Пути улучшения ремонтно-эксплуатационной базы АПК // Вестник ИрГСХА, 2011. – Вып. 47. – с.
7. Жуков А.А., Киселева Л.С., Свист В.Н. Износостойкость восстановленных лемехов применением сварочного армирования и термообработки // Конструирование, использование и надёжность машин сельскохозяйственного назначения. - 2007. -№ 1 (6). - С. 36-39.

**КРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ЭЛЕКТРОДА
ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ**

*д.т.н. Пастухов А.Г., инженер Бережная И.Ш.,
Белгородский государственный аграрный университет, Россия*

*д.т.н., Кравченко И.Н.,
Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия*

**CRITERIAL APPROACH TO ELECTRODE SELECTION FOR ELECTRO-
SPIRAL PROCESSING**

*Doctor tech. of Sc., Pastukhov AG, engineer Berezhnaya I.Sh.,
Belgorod State Agricultural University, Russia*

*Doctor tech. of Sc. Kravchenko I.N.,
Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Russia*

Аннотация. Представлены результаты разработки методики и исследований критериальной оценки по выбору электрода для восстановления цилиндрических деталей из нержавеющей стали с малым износом при условии возможности применения в оборудовании для переработки молочных продуктов на основе химических, прочностных и технологических критериев.

Annotation. *The paper presents the results of development of a technique and researches of a criterion assessment by the choice of an electrode for restoration of cylindrical details made of stainless steel with low wear and tear, subject to possible application in equipment for the processing of dairy products based on chemical, strength and technological criteria.*

Ключевые слова: нержавеющая сталь, износ, электрод, критерии, оценка.

Key words: *stainless steel, deterioration, electrode, criteria, assessment.*

Введение

В перерабатывающих отраслях АПК важно обеспечить не только технологическое качество восстанавливаемых деталей при сравнительно низкой себестоимости их восстановления, но и строго соблюдать санитарно-гигиенические требования, исключающие загрязнение пищевых продуктов [1].

Такие способы как слесарно-механические, ручные и механизированные сварочно-наплавочные наиболее распространены, но их применение целесообразно для восстановления сильноизношенных деталей [2].

Достоинством гальванических способов является возможность применения для восстановления малоизношенных деталей, а недостатками - многооперационность, сложность и экологическая вредность технологии, что не допус-

кает применения данной технологии при восстановлении деталей машин, имеющих контакт с пищевыми продуктами [3].

Таким образом, из всего разнообразия способов восстановления деталей машин необходимо подобрать такой способ, чтобы он учитывал специфику износа и условия работы детали.

Постановка цели

Электроискровое наращивание и упрочнение легированием является простым и доступным для малооснащенных мастерских аграрных предприятий способом восстановления и упрочнения деталей соединений машин [4,12]. При электроискровом способе наращивания и упрочнении легированием используется явление электрической эрозии (разрушения) и переноса металла инструмента (анода) на деталь (катод) при прохождении электрических разрядов в газовой среде. Интенсивность формирования поверхностного слоя вплотную зависит от величины энергии разряда и среднего тока источника импульсов. Изменение данных параметров непосредственно влияет на толщину слоя, его микротвердость, пористость, шероховатость, толщину переходного слоя. К основным недостаткам электроискрового наращивания и упрочнения легированием необходимо отнести низкую производительность (до 4 см²/мин), ограниченную толщину (от 0,05 мм до 0,7 мм) наращивания и недостаточную изученность применения такого метода к восстановлению деталей применяемых в пищевой промышленности [5].

Для обоснованного выбора инструмента (анода) для электроискрового наращивания необходимо учитывать условия работы поверхности детали и цель обработки.

Методика проведения исследований

Рассмотрим подбор инструмента для электроискрового наращивания цилиндрической детали из нержавеющей стали на примере плунжера, изготовленного из стали 40Х13. Данная деталь работает в оборудовании по переработке молока и молочных продуктов и имеет контакт с пищевыми продук-

тами [6]. В процессе работы образуется износ малой величины [7] (не более 0,5 мм на диаметр), который проявляется в потере правильной геометрической формы, а именно овальности в рабочей зоне (разница между диаметрами вписанной и описанной окружности в среднем не более 65 мкм) и характеризуется продольными канавками различной глубины [8].

В качестве инструмента выбраны электроды по ГОСТ 10052-75 следующих марок (таблица 1).

Таблица 1 – Марки электродов и их аналогов

№ п/п	Электрод	Аналог	Материал	Покрытие электродов	Применение:
1	330М (ОЗЛ-6)	ОЗЛ-6, ОК 62.53	10Х25 Н13Г2	основное	Предназначен для сварки оборудования из литья и проката жаростойких сталей марок 20Х23Н13, 20Х23Н18 (ГОСТ 5632-72) и им подобных, работающего в окислительных средах при температуре до 1000°С.
2	20К 61.30	Е 308L-17	04Х20Н9	рутилово-кислый	Электрод общетехнического назначения для сварки изделий, эксплуатирующихся при температурах до 400°С из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н10Т (ГОСТ 5632-72), AISI 304L, 321, 347 (ASTM A 240) и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии.
3	AG E 308L-16	ОЗЛ-8, ОК 61.25	Э02Х20Н10Г2	рутилово-основное	Универсальный электрод используется для всех типов нержавеющей стали при температуре эксплуатации изделий от -120°С до +350°С. Обеспечивает высокую устойчивость к образованию горячих трещин и устойчивость к межкристаллитной коррозии. Покрытие электродов с очень низким впитыванием влаги.
4	ЦЛ-11	ОК 61.85, ОК 61.81	08Х20Н9 Г2Б	основное	Предназначается для сваривания конструкций из хромоникелевых и коррозионно-устойчивых сталей. Требования к металлу обосновываются на стойкости наплавленного шва к межкристаллитной коррозии.
5	ЭА-395/9	ОК 69.33, ОК 69.63	07Х16Н2 5М6АГ2	основное	Предназначен для сварки ответственных конструкций из легированных сталей повышенной и высокой прочности в термически упрочненном состоянии без последующей после сварки термической обработки.

Данные электроды предназначены для сваривания изделий из коррозионно-стойких сталей и отвечают требованиям безопасности для применения в оборудовании пищевого производства [9].

Результаты исследований

Для обоснованного выбора инструмента (электрода) был применен критериальный подход на основе химического, прочностного и технологического критериев.

Химический критерий характеризует химический состав электродов (таблица 2), из которого можно выделить четыре признака: 1) процентное соотношение хрома; 2) примеси, которые положительно влияют на коррозионную устойчивость материала; 3) примеси, наличие которых допускают единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к материалам и изделиям, изготовленным из металлов, синтетических и других материалов, разрешенных для контакта с пищевыми продуктами и средами; 4) наличие нежелательных примесей, которых не избежать при производстве, но необходимо свести их к минимуму.

Таблица 2 – Химический состав электродов, %

№ п/п	Электрод	Хром	Рекомендуемые примеси	Допускаемые примеси	Нежелательные примеси
		Cr	Si, Mn, Ni	C, Nb, Mo, N	S, P
1	330М (ОЗЛ-6)	25,5	4,83	0,030	0,0250
2	ОК 61.30	19,3	3,87	0,008	0,0225
3	AG E 308L-16	19,2	3,85	0,005	0,0230
4	ЦЛ-11	20	3,90	0,280	0,0245
5	ЭА-395/9	20,5	9,00	1,228	0,0215
Среднее		20,90	4,00	0,0233	0,310

Анализируя химический состав (таблица 2) можно принять в качестве критериальной оценки по первому и второму признаку процентное соотношение хрома и рекомендуемых примесей соответственно больше среднеарифметического по электродам, а по третьему и четвертому признаку количество допускаемых и нежелательных примесей меньше среднеарифметического по

электродам. Полученные данные сведем в таблицу 3, просуммировав общее количество критериальных оценок.

Таблица 3 – Критериальная оценка по химическим свойствам

№ п/п	Электрод	1 признак	2 признак	3 признак	4 признак	Критериальная оценка
1	330М (ОЗЛ-6)	+	+	+	-	3
2	ОК 61.30	-	-	+	+	2
3	AG E 308L-16	-	-	+	+	2
4	ЦЛ-11	-	-	+	-	1
5	ЭА-395/9	-	+	-	+	2

Прочностной критерий характеризует механические свойства наплавляемого материала (таблица 4), из которого можно выделить четыре признака: 1) предел текучести; 2) предел прочности; 3) относительное удлинение; 4) ударная вязкость.

Таблица 4 – Механические свойства наплавляемого материала электродов

№ п/п	Электрод	Предел текучести	Предел прочности	Относительное удлинение	Ударная вязкость
		МПа	МПа	%	Дж/см ²
1	330М (ОЗЛ-6)	340	570	33	150
2	ОК 61.30	430	560	43	88
3	AG E 308L-16	420	561	44	80
4	ЦЛ-11	310	540	40	90
5	ЭА-395/9	410	590	25	100
Среднее		382	564	37	102

В качестве критериальной оценки по всем признакам примем величину большую среднеарифметической величины каждого признака по электродам. Полученные данные сведем в таблицу 5, просуммировав общее количество критериальных оценок.

Технологический критерий характеризует применимость данных электродов [10], скорость и производительность наплавки (таблица 6), из которого можно выделить два признака: 1) коэффициент наплавки; 2) усредненное значение силы тока при сварке

Таблица 5 – Критериальная оценка по прочностным свойствам

№ п/п	Электрод	1 признак	2 признак	3 признак	4 признак	Критериальная оценка
1	330М (ОЗЛ-6)	-	+	-	+	1
2	ОК 61.30	+	-	+	-	2
3	AG E 308L-16	+	-	+	-	2
4	ЦЛ-11	-	-	+	-	1
5	ЭА-395/9	+	+	-	-	2

В качестве критериальной оценки по первому признаку выберем значение больше среднеарифметической величины коэффициента наплавки, а по второму признаку - меньше усредненного значения требуемой силы тока при сварке.

Таблица 6 – Технологические характеристики выбранных электродов

№ п/п	Электрод	Коэффициент наплавки	Расход электродов на один килограмм наплавляемого металла	Производительность наплавки	Сила тока при сварке
		г/Ач	кг	кг/ч	А
1	330М (ОЗЛ-6)	11,5	1,6	1,5	50-90
2	ОК 61.30	13	1,6	1,5	50-95
3	AG E 308L-16	14	1,6	1,6	30-85
4	ЦЛ-11	12	1,7	1,5	55-85
5	ЭА-395/9	11	1,6	1,5	60-90
Среднее		12	1,6	1,5	70

По каждому электроду просуммируем общее количество критериальных оценок и полученные данные сведем в таблицу 7.

Таблица 7 – Критериальная оценка по технологическим характеристикам

№ п/п	Электрод	1 признак	2 признак	Критериальная оценка
1	330М (ОЗЛ-6)	-	-	0
2	ОК 61.30	-	+	1
3	AG E 308L-16	+	+	2
4	ЦЛ-11	+	+	2
5	ЭА-395/9	-	-	0

Представим графическую интерпретацию результатов критериальной оценки по таблицам 3, 5, 7 (рисунок 1).

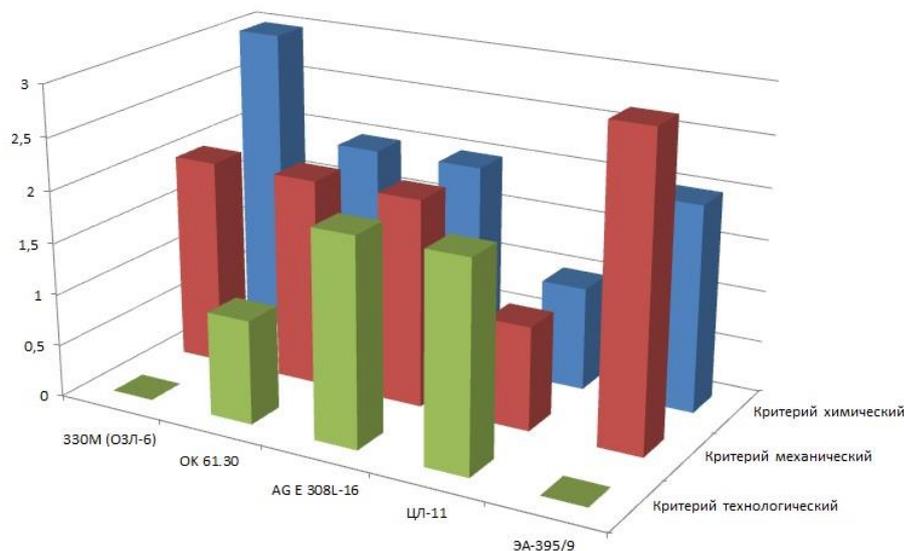


Рисунок 1 – Сводные данные критериальной оценки электродов

Выводы

1. Рациональным инструментом для электроискрового наращивания цилиндрических деталей из нержавеющей стали, применяемых в оборудовании пищевого производства, можно рекомендовать электрод марки AG E 308L-16, так как он в равной степени соответствует всем трем критериям. Также можно отметить, что электрод марки ЦЛ-11 по химическим и прочностным критериям набрал наименьшее значение и поэтому можно его признать как наименее подходящий.

2. Электроды марок 330M (O3L – 6), OK 61.30 и ЭА-395/9 набрали равное количество положительных признаков по всем критериям. Однако следует отметить, что электрод марки 330M (O3L – 6) набрал наибольшее количество положительных признаков химического критерия, при этом отсутствует положительные признаки технологического критерия. Аналогичная ситуация с электродом марки ЭА-395/9, который набрал наибольшее количество положительных признаков по прочностному критерию, но отсутствуют положительные признаки технологического критерия.

3. Для окончательного выбора электрода необходимо провести экспериментальную отработку.

Литература

1. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Организация и технология восстановления деталей машин: науч. издание. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. - 568 с.
2. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Шарая О.А. К вопросу повышения эксплуатационной надежности некоторых видов промышленного оборудования // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії 2017. - Т. 40.- № 1. - С. 48-53.
3. Ерохин М.Н., Казанцев С.П. Детали машин. М.:ТРАНСЛОГ, 2018. - 410 с.
4. Водолазская Н.В., Стребков С.В. Надежность и эксплуатация технических систем: Монография. - Белгород, 2017. - 151 с.
5. Бурумкулов Ф. Х., Величко С.А., Денисов В.А. и др. Современные электроискровые технологии восстановления деталей // Достижения науки и техники АПК. – 2009. - № 10. - С. 49-52.
6. Фархшатов М.Н. Восстановление плунжеров гомогенизаторов молока электроконтактной приваркой ленты из коррозионностойких сталей // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2018. - Т. 47. - № 3. - С. 103-107.
7. Пастухов А.Г., Бережная И.Ш. Экспериментальные исследования работоспособности соединения «плунжер-уплотнение» гомогенизатора молока // Инновации в АПК: проблемы и перспективы.- № 1. (17) - 2018. - С. 42-58.
8. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Бережная И.Ш. и др. Оценка износа рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 124. № - 1. – С. 130-137.
9. РТМ 27-72-15-82 Порядок применения металлов, синтетических и других материалов, контактирующих с пищевыми продуктами и средами
10. Сварочные электроды Интернет-справочник — источник: <https://weldelec.com/info/xarakteristiki-elektrodov/>
11. Жуков А.А., Киселева Л.С., Свист В.Н. Износостойкость восстановленных лемехов применением сварочного армирования и термообработки // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2007. - № 1 (6). - С. 36-39.
12. Тюрева А.А., Феськов С.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочное армирования // Труды инженерно-технологического факультета Брянского государственного аграрного университета. - 2017. - № 1 (1). - С. 101-119.

УДК 621.436

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОРЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ ПРИ ПУСКЕ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

к.т.н. Потанов С.В.,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

THE OPERATION OF THE CRANKSHAFT BEARING AT START-UP OF THE DIESEL ENGINE

*candidate of technical Sciences Potapov S.V.,
Bryansk state agrarian University, Russia*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности функционирования коренных подшипников коленчатого вала тракторного дизеля в процессе пуска двигателя при разных условиях. Комплекс датчиков и аппаратуры, установленный на двигателе, позволил фиксировать и оценивать основные параметры смазочной системы и коренных подшипников на разных эксплуатационных режимах. Показано положительное влияние на работоспособность

коренного подшипника предпусковой прокачки маслом двигателя с использованием гидроаккумулятора.

***Annotation.** The article discusses the features of the functioning of the main bearings of the crankshaft of the tractor diesel engine in the process of starting the engine under different conditions. The complex of sensors and equipment installed on the engine allowed to record and evaluate the main parameters of the lubrication system and main bearings at different operating conditions. A positive effect on the performance of the primary bearing of the pre-start oil flow of the engine using a hydraulic accumulator is shown.*

Ключевые слова: процесс пуска, тракторный дизель, подшипники скольжения, гидродинамическое давление, предпусковая прокачка.

Key words: start-up process, tractor diesel, sliding bearings, hydrodynamic pressure, pre-start pumping.

Введение

Сложившийся опыт создания и эксплуатации опорных устройств машин, содержащих подшипники скольжения, свидетельствует, что подшипники являются частью сложной трибосистемы, в которой состояние отдельного элемента находится в тесной связи с функционированием, как в целом системы, так и определенных ее частей. Показатели работы отдельного подшипника находятся в сложной зависимости от существующей схемы подачи масла к узлу, уровня изношенности вала и соседних опор, их соосности, параметров масла (давления, температуры, вязкости) и ряда других [4, 7]. Поэтому важно оценить степень влияния отдельных факторов на работоспособность подшипников коленвала на наиболее определяющих режимах двигателя. Одним из таких режимов является пуск двигателя, особенно пуск при низких температурах.

Давно отмечено, что долговечность двигателей машин зависит от особенностей осуществления их запуска. При пуске изменение параметров рабочего процесса зависит от множества факторов: конструкции двигателя, системы пуска, начальной температуры стенок камеры сгорания, величины подачи топлива, параметров смазки и др. Процессу пуска сопутствуют резкие и значительные изменения параметров рабочего процесса, в частности, в период первых вспышек действуют большие нагрузки на детали КШМ. Достаточно часто пуск двигателя происходит при отсутствии или, в лучшем случае, при недостатке смазки деталей.

По данным [3], 50...75% от общего износа двигателя за весь межремонтный срок его работы составляют пусковые износы. В работе [1] приводятся данные по анализу рекламаций КШМ двигателей за четыре года. Из всех рекламаций 54%, составляют рекламации по подшипникам коленчатого вала. Число рекламаций в зимнее время составляет 70% годового поступления. Холодный запуск двигателя является причиной 48% случаев выхода из строя подшипников коленчатого вала.

Во время запуска двигателя при низких температурах масла, оставшегося от предыдущей работы, недостаточно для выхода на жидкостный режим работы подшипников, а холодное загустевшее масло поступает медленно к поверхностям трения. Возникает период отсутствия давления масла в магистрали, который тем длиннее, чем ниже температура масла в картере. Так, по данным [1] при температуре $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ этот период достигает 40 секунд. Отсутствие смазки в парах трения приводит к граничному и сухому трению, а значит к повышенному их износу.

Методика и результаты экспериментальных исследований

Известно, что предпусковая прокачка масла через трибосопряжения позволяет снизить их износ в процессе пуска, особенно в холодное время года. Однако такими устройствами снабжена только незначительная часть автотракторных двигателей. Нами разработана система предпусковой прокачки двигателя Д-440 с использованием пружинного гидроаккумулятора [2, 5, 6]. Его рабочая полость сообщается с ГММ через кран, которым гидроаккумулятор можно подключать и отключать.

Мы провели исследования по изучению параметров коренных подшипников при функционировании в разных условиях, в том числе и при пуске двигателя Д-440 [2, 6]. В процессе экспериментов при пусках двигателя непрерывно и синхронно записывались следующие его параметры: частота вращения коленвала; траектория центра шейки коленвала в третьем коренном подшипнике; расход смазки через третий коренной подшипник; давление масла после насоса;

давление масла перед третьим подшипником; гидродинамическое давление в слое смазки; температура масла и подшипников, текущее время.

На рисунке 1 представлена осциллограмма процесса пуска двигателя.

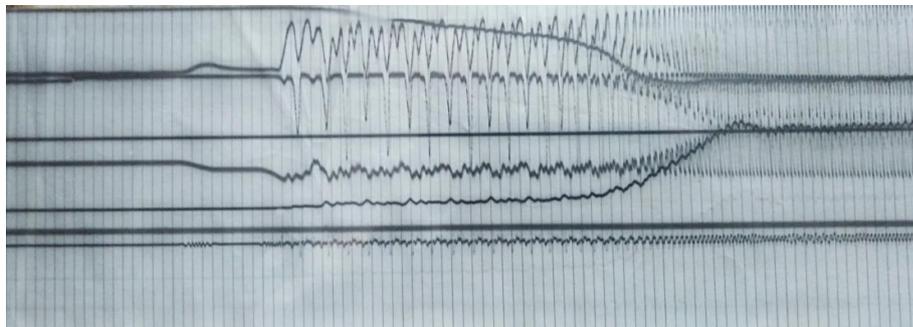


Рисунок 1 – Изменение показателей при пуске двигателя, зафиксированных на осциллограмме: показание датчиков давления подачи после насоса и перед третьим коренным подшипником, гидродинамических давлений масла в слое коренного подшипника, зазоров между шейкой вала и вкладышами, частоты вращения коленчатого вала.

На рисунке 2 показано изменение параметров при пуске двигателя без прокачки и с прокачкой при сопоставимых условиях. При пуске с гидроаккумулятором кран открывался перед включением муфты пускового редуктора, после чего гидроаккумулятор разряжался, подавая масло к подшипникам. Разрядка длится до 60 секунд.

При пуске двигателя без прокачки в начальный момент, до поступления масла от насоса, датчики фиксируют давление в зазоре коренного подшипника, что свидетельствует о наличии остатков масла в подшипниках от предыдущей работы. При частоте вращения коленвала пусковым двигателем около 250 мин^{-1} значения максимального гидродинамического давления $P_{\text{гд max}}$ в масляном слое превышают значения этого параметра, достигаемые после запуска (1800 мин^{-1}), что говорит о более высоком уровне нагрузок на подшипники в начальный период пуска. При росте частоты вращения давление $P_{\text{гд max}}$ падает до нуля и затем не фиксируется в продолжение 37 оборотов коленчатого вала. Это свидетельство вытеснения остатков масла из зазоров подшипников. Давление $P_{\text{гд max}}$ начинает повышаться после того, как поступит к подшипникам от насоса.

При увеличении частоты вращения зазор h_{min} уменьшается до незначительной величины ($0,5 \text{ мкм}$) и остается таким в продолжение 11 оборотов вала. Практически вращение вала происходит при сухом трении.

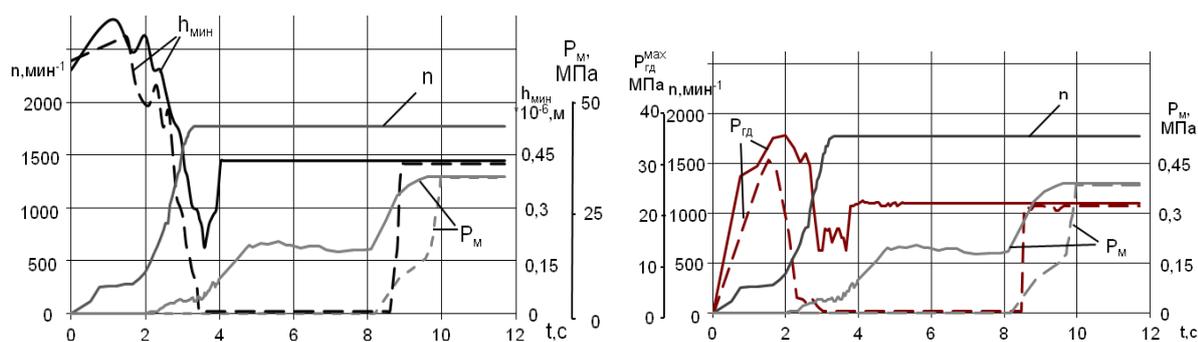


Рисунок 2 - Изменение параметров при пуске двигателя ($t_M=5^\circ\text{C}$; n – частота вращения коленчатого вала; h_{\min} – минимальный зазор у нижнего вкладыша; $P_{ГД}^{\max}$ – максимальные значения гидродинамического давления; P_M – давление подачи масла в третий коренной подшипник; t – время). Сплошная линия – испытания с включенным гидроаккумулятором, штриховая линия – с выключенным гидроаккумулятором.

Давление масла перед подшипником P_M возникает и начинает расти лишь через несколько секунд после начала запуска. К этому моменту частота вращения уже достигла максимума при данной подаче топлива. Очевидно, что работа при сухом трении и высокой частоте вращения способствует усиленному износу поверхностей подшипника и вала.

При пуске двигателя с прокачкой гидроаккумулятором давление $P_{ГД}^{\max}$ в определенный момент хотя и снижается, но значение его достаточно высоко. Зазор h_{\min} в этом случае при его снижении не опускается до критической величины, что обеспечивается за счет поступления масла к подшипникам при разрядке гидроаккумулятора. Давление масла перед подшипником P_M возникает уже через две секунды после начала пуска, когда остатки масла еще не вытеснены из зазоров. Это сможет обеспечить хорошую работоспособность подшипника и снизить его износы при пуске.

Пуск двигателя при более низких температурах окружающей среды дает похожие результаты. Отличия состоят лишь в том, что при пуске двигателя без прокачки увеличиваются время задержки поступления масла к подшипникам, продолжительность периода вращения вала при отсутствии давления $P_{ГД}^{\max}$, когда зазор h_{\min} практически нулевой. Пуск двигателя с прокачкой гидроаккумулятором во всех опытах показал, что зазор h_{\min} практически не опускается ниже критической величины.

На рисунке 3 показано изменение за цикл минимального зазора в период пуска для двух случаев: первый - без прокачки, когда двигатель уже запустился и выходит на максимальные обороты и подача от насоса еще отсутствует; второй - с прокачкой гидроаккумулятором, когда за весь период пуска достигаются самые низкие значения минимальных зазоров.

Как показывают расчеты, на указанном режиме 12% времени цикла шейка имеет зазор не выше 3 мкм, 59% - не выше 10 мкм, 90% - не выше 20 мкм. И, напротив, в случае поступления масла в зазор подшипника после разрядки гидроаккумулятора, шейка в течение всего цикла имеет минимальный зазор, величина которого составляет не менее 10 мкм.

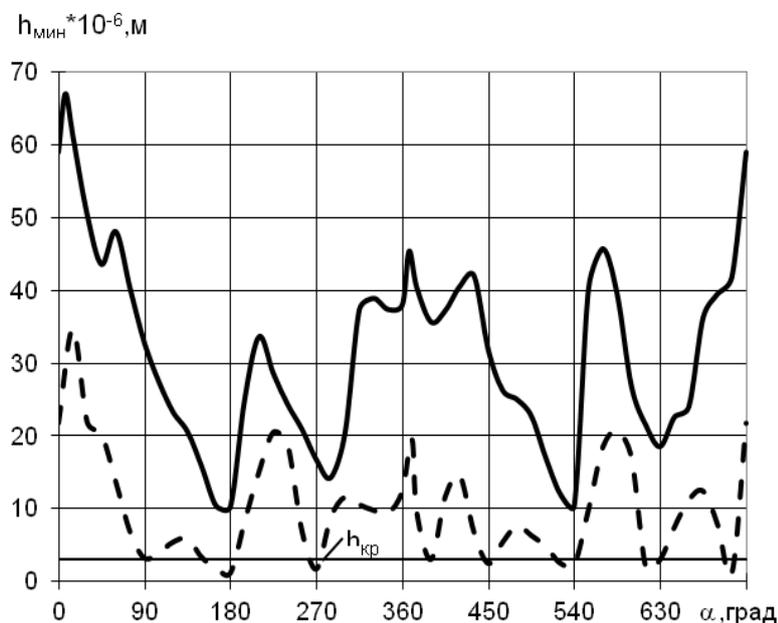


Рисунок 3 - Изменение за цикл минимального зазора в коренном подшипнике коленчатого вала. Сплошная линия – испытания с включенным гидроаккумулятором, штриховая линия – с выключенным гидроаккумулятором.

На рисунке 4 представлена траектория движения центра вала коренного подшипника при пуске, когда частота вращения коленвала уже достигла 1800 мин^{-1} , но масло в зазор между шейкой и вкладышами еще не поступило. При этом за один цикл шейка 8 раз входит в критическую зону и сближается с подшипником, что сочетается с действием инерционных и газовых сил в данном коренном подшипнике.

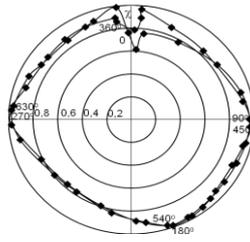


Рисунок 4 - Траектория движения центра вала в период пуска ($P_e = 0$, $n = 1860 \text{ мин}^{-1}$, $P_M = 0$, $t_M = 12^\circ\text{C}$).

Указанные сопоставления могут свидетельствовать, что при отсутствии смазки шейка вала практически соприкасается с вкладышами значительную долю времени цикла, что, несомненно, ведет к усиленному износу обеих поверхностей. И, наоборот, предпусковая прокачка позволяет разделить поверхности шейки и вкладышей слоем смазки настолько, что их минимальное сближение всегда превышает допустимую критическую величину.

Выводы

1 В начальный период пуска нагрузки на подшипники превышают нагрузки двигателя, работающего на установившемся режиме, свидетельством чему являются более высокие значения максимального гидродинамического давления в масляном слое.

2 Использование гидроаккумулятора для предпусковой прокачки показало, что при одновременном включении муфты пускового редуктора и начала разрядки гидроаккумулятора, запуск проходит при отсутствии сухого трения. В зазоре подшипника постоянно фиксируется давление, значение зазора h_{\min} всегда выше критического.

3 Пуск двигателя без предварительной прокачки даже при температурах окружающей среды не ниже 20°C проходит при наличии периодов полного отсутствия смазки в подшипниках, когда остатки масла от предыдущей работы уже вытеснены, а от насоса масло еще не поступило.

4 При снижении температуры окружающей среды параметры пуска двигателя без предпусковой прокачки ухудшаются. Так, продолжительность вращения коленчатого вала без смазки увеличилась с 70 оборотов при 20°C до 150 оборотов при 5°C .

5 При прокачке гидроаккумулятором снижение температуры окружающей среды с 20 до 5°С не вызвало ухудшения параметров пуска двигателя - и задержка в подаче масла и значение зазора h_{\min} остаются примерно на том же уровне, что и при 20°С.

Литература

1. Исследование работы коренных подшипников коленчатого вала двигателя Д- 160. Техн. отчет ЧТЗ ЧИМЭСХ, Челябинск, 1969.
2. Потапов С.В. Повышение долговечности капитально отремонтированных тракторных дизелей применением гидроаккумулятора в смазочной системе : дис. ... канд. техн. наук. - Челябинск, 1999.
3. Примаков И.М. О рациональном пусковом режиме дизельного двигателя тракторного типа // Эксплуатация тракторов в холодное время года: М.: БТИЗ ГОСНИТИ, 1964.
4. Суркин В.И. Повышение технического уровня тракторных дизелей оптимизацией пар трения: дисс. ... докт. техн. наук. - Л., 1988.
5. Суркин В.И., Потапов С.В. Снижение пусковых износов дизеля применением гидроаккумулятора для предпусковой прокачки маслом. // Вестник Челябинского агроинженерного университета. Челябинск, 1998. - Т. 25. - С. 36-39.
6. Рождественский Ю.В., Сиврикова С.Р., Потапов С.В. Моделирование и анализ смазочной системы дизеля Д-440. // Вестник ЧГАУ. Челябинск, 1998. -Т. 28. - С. 75-85.
7. Суркин В.И., Курчатова Б.В. Смазка пар трения дизелей: Монография. Челябинск, 1999.

УДК 621.794

УПРОЧНЕНИЕ ПОРШНЕВЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

к.т.н. Скрыбин М.Л.,

Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия

HARDENING OF ALUMINUM PISTON ALLOYS

Ph. D. Skryabin, M. L.,

Vyatka state agricultural Academy, Russia

Аннотация. Представлены результаты исследований поршневых алюминиевых сплавов после поверхностного упрочнения методом микродугового оксидирования. Подобраны оптимальные концентрации активных веществ в электролитах. Проведены микроструктурные исследования полученных образцов.

Annotation. The results of studies of piston aluminum alloys after surface hardening by microarc oxidation are presented. The optimal concentrations of active substances in electrolytes were selected. Microstructural studies of the samples were carried out.

Ключевые слова: поршень, алюминиевый сплав, поверхностное упрочнение, метод микродугового оксидирования.

Key words: piston, aluminum alloy, surface hardening, microarc oxidation method.

Введение

Большинство двигателей внутреннего сгорания при проведении сельскохозяйственных работ работают на нагрузках, близких к критическим, что нега-

тивно сказывается на стойкости поршневых групп. Это приобретает особое значение при использовании альтернативных топлив, когда значительно повышается «жесткость» рабочего процесса. В связи с этим было принято решение о проведении исследований, направленных на повышение теплостойкости поршневых групп дизелей.

Задачи исследования

Основная задача исследований – выявление возможности поверхностного упрочнения сплавов вентильной группы. Кроме того, для комплексного анализа поверхностных пленок необходимо провести микроструктурные исследования полученных покрытий.

Методика проведения исследований

Для поверхностного упрочнения алюминиевых сплавов методом микродугового оксидирования (МДО) была выбрана поршневая группа автомобильного дизеля Д-245.7 [1, 2]. Для определения соответствия сплава заявленной марке и точного подбора электролитического раствора был определен элементарный химический состав данного сплава. Для этого использовался спектрометр EDX-720P/800P . Результаты исследования представлены на рисунке 1.

Образец : Поршневой алюминиевый сплав
 Оператор: Скрябин М.Л.
 Комментарий : Metal, Vac, 2chan
 Группа : easy-Vac-Metal
 Дата : 2017-02-09 18:31:37

Количественный результат

Аналит	Результат	Ст. Откл.	Спос. Расч.	Линия Инт.	(имп.-в-сек/мкА)
Al	93.124 %	(0.134)	Кол-FP	AlKa	54.5834
Cu	2.130 %	(0.010)	Кол-FP	CuKa	16.7556
Mg	1.634 %	(0.024)	Кол-FP	MgKa	0.5187
Si	1.350 %	(0.005)	Кол-FP	FeLb1	28.7617
Ni	0.939 %	(0.004)	Кол-FP	NiKa	34.1022
Fe	0.953 %	(0.005)	Кол-FP	PbKa	11.1626
Pb	0.212 %	(0.002)	Кол-FP	SiKa	14.6344
Zn	0.193 %	(0.005)	Кол-FP	ZnKa	0.3082
Mn	0.187 %	(0.006)	Кол-FP	MnKa	0.2665
Cr	0.149 %	(0.011)	Кол-FP	CrLa	2.2282
Ti	0.080 %	(0.001)	Кол-FP	TiKa	3.8421
Ni	0.025 %	(0.001)	Кол-FP	NiKa	0.7671
W	0.024 %	(0.004)	Кол-FP	WLa	0.4939

Рисунок 1 - Количественный результат анализа поршневого алюминиевого сплава дизеля Д-245.7

Результаты экспериментов и их обсуждение

Полученный результат химического анализа позволил точно определить марку сплава, из которого изготовлены поршни данного дизеля - АК4-1 [3, с. 23]. Жаропрочные алюминиевые системы Al – Cu – Fe – Ni используются в современном машиностроении для деталей машин, работающих в условиях повышенных температур.

Микродуговое оксидирование поршневой группы проводилось на экспериментальной установке с использованием тиристорно-конденсаторного источника питания при обработке в электролитических растворах с концентрацией KOH – от 1,5 до 2,0 кг/м³ и NaAlO₂ – от 14 до 16 кг/м³ (данная концентрация является оптимальной для исследуемых поршневых алюминиевых сплавов). Необрабатываемые поверхности поршня тщательно изолировались жидким стеклом.

Ванна для гальванических покрытий, в которой проводилось МДО, имела измененный на тиристорно-конденсаторный источник питания, благодаря чему в прианодной области наблюдалось стабильное тлеющее горение множества микродуг. Такой источник питания позволял регулировать общую плотность тока и соотношение катодного тока к анодному в достаточно больших пределах [4, с. 194]. Мощность разрядов, появляющихся на поверхности поршня, обеспечивала стабильный поток ионов, обладающий высокой реакционной способностью, что обеспечивало образование на поверхности поршня оксида алюминия Al₂O₃ с включенными в него частицами электролита. Одновременно с этим около плазменных кратеров распадались и в дальнейшем оплавливались продукты промежуточных реакций. Вследствие мощных дуговых разрядов скорость образования Al₂O₃ возрастала и изменялись физические и химические свойства получаемых пленок – формировались кристаллические включения и высокотемпературные структуры [5].

При рассмотрении микроструктурного снимка следует отметить разнородность оксидного слоя и разветвленную морфологию поверхности, имеющую определенную шероховатость. Морфология сформированного оксидного слоя свидетельствует о достаточно высокой теплоизоляционной способности, что при работе в условиях повышенных температур приводит к безусловному сни-

жению теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы дизельных двигателей.

Полученные изображения микроструктуры продольного разреза поршня доказывают, что оксидные пленки формируются в частично растворяющих оксид алюминия водных электролитических растворах. Они состоят из двух независимых слоев, имеющих четко выраженную границу раздела барьерного и наружного слоя, обладающего высокой пористостью [6].

Для полного анализа полученной пористости применялся сканирующий микроскоп MIRA – 3. Из снимка видно, что линейные размеры пор варьируются в интервале от 0,2 до 9 мкм (рисунок 2).

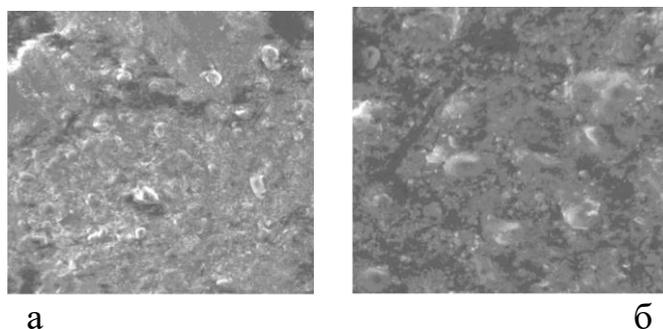


Рисунок 2 - Микроструктурные исследования поверхности поршня после МДО при увеличениях $\times 184$ (а) и $\times 556$ (б)

Поры разветвленные, присутствует большое количество ответвлений и замкнутых областей. Покрытия, не содержащие пор получить невозможно, так как образование пор определяется характером протекания микродуговых разрядов на поверхности поршня.

Покрытия, имеющие поверхностные поры и работающее в условиях недостатка смазки, частично впитывают смазывающую жидкость и обеспечивают присутствие постоянной масляной пленки в сопряжении движущихся частей. Для дизельных двигателей влияние пористости днища поршня минимально, так как при сгорании топлива частицы сажи оседают на поверхности и забивают туннели пор.

Химический состав упрочненной поверхности зависит от наличия растворенных в электролите элементарных частиц. После МДО покрытие будет состоять и из оксидов легирующих элементов, которые распределяются в пластичной алю-

миниевой матрице. Хорошая адгезия сформированного покрытия и отсутствие сквозных пор определяет высокую жаропрочность и приводит к снижению теплонапряженности поршневой группы. Исследование элементарного состава днища поршня после МДО показывает массоперенос как в матрицу, так и в оксидный слой частиц электролита и дальнейшую их диффузию вглубь металла [7, 8, 9].

Выводы

1. Рекомендуется использование тонких оксидных пленок, образующихся в процессе МДО для защиты поршней двигателей внутреннего сгорания и уменьшения теплонапряженности поршневых групп при эксплуатации машинно-тракторного парка.

2. Применение предложенной методики МДО дает возможность за непродолжительное время сформировать на поверхности поршневого алюминиевого сплава пористые пленки оксида алюминия поликристаллической мезоструктуры с размерами пор от 15 до 160 нм, толщиной от 8 до 90 мкм.

Литература

1. Лиханов В.А., Гребнев А.В., Скрябин М.Л., Смехова И.Н. Повышение жаропрочности поршневых алюминиевых сплавов дизельных двигателей // Строительные и дорожные машины. - 2018. - № 2. - С. 40-46.
2. Скрябин М.Л., Смехова И.Н. Условия формирования нанопористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2018. - № 3. - С. 124-127.
3. Скрябин М.Л. Получение стойких оксидных пленок на поверхности поршневых алюминиевых сплавов при микродуговом оксидировании // Научные технологии в машиностроении. - 2018. - № 5. - С. 19-26.
4. Скрябин М.Л., Смехова И.Н. Этапы формирования пористых структур при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов // Ползуновский вестник. - 2017. - № 4. - С. 192-196.
5. Basinyuk V.L., Kolomeichenko A.V., Mardosevich E.I., Titov N.V. Thermal state of friction contact of aluminum - alloy parts coated with Al_2O_3 // Journal of Friction and Wear. - 2005. - Т. 26. - № 3. - С. 62-70.
6. Коломейченко А.В. Восстановление сильно изношенных деталей из алюминиевых сплавов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2002. - № 1. - С. 29-32.
7. Коломейченко А.В., Титов Н.В. Влияние охлаждения электролита на свойства покрытий при восстановлении с упрочнением мдо деталей машин из алюминиевых сплавов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2003. - № 11. - С. 19-20.
8. Михальченков А.М., Тюрева А.А., Козарез И.В. Курсовое проектирование по технологии ремонта машин. – Издательство Брянского ГАУ. - Брянск, 2019. – 124 с.
9. Баурова Н.И., Коноплин А.Ю. Оптимизация параметров качества при ремонте дорожно-строительных машин по клеесварной технологии // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2016. - № 2. - С. 37-41.

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ ЛЕМЕХОВ КОМПАНИИ «КУН»
С УПРОЧНЕННОЙ ОБЛАСТЬЮ НАИБОЛЕЕ
ВЕРОЯТНОГО ИЗНОСА**

*магистр Михальченкова М.А., к.т.н. Кожухова Н.Ю.,
к.ф-м.н. Рыжик В.Н., к.т.н. Лавров В.И.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

***THE INTENSITY OF WEARING THE HUMPS OF THE COMPANY
"KUN" WITH A STRENGTHENED AREA OF THE MOST PROBABLE WEAR***

*Master Mikhailchenkova M.A., Candidate of Technical Sciences Kozhukhova
N.Y., Candidate of Physical and Mathematical Sciences Ryzhik V.N., Candidate of
Technical Sciences Lavrov V.I.,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Установлено, что снижения интенсивности изнашивания области наиболее вероятного износа и повышения ресурса лемеха можно достичь путем применения рационального технологического приема формирования двухслойных покрытий.

Annotation. *It has been established that a reduction in the wear rate of the area of the most probable wear and an increase in the service life of the plowshare can be achieved by applying a rational technological method for the formation of two-layer coatings.*

Ключевые слова: интенсивность изнашивания, составной лемех, износ, малоуглеродистые электроды, абразивостойкие покрытия, двухслойная наплавка.

Key words: *wear rate, composite ploughshare, wear, low-carbon electrodes, abrasion-resistant coatings, two-layer cladding.*

Введение. Цель исследования

В период эксплуатации составных лемехов компании «Кун» на суглинистых почвах опережающим является образование лучевидной формы износа в области крепления сменного долота. Появление такого дефекта серьезно ограничивает ресурс остова детали. [1, 2].

При устранении подобных износов, нередко используется двухслойная наплавка, когда нижний слой наплавляется электродным материалом с содержанием углерода менее 0,1%, а верхний электродом, обеспечивающим наплавленный металл с высокой абразивной износостойкостью [3,4].

При этом первый слой будет обеспечивать повышенную сопротивляемость силовым нагрузкам различного рода за счет сравнительно невысокой твердости сформированного материала [5]. Металл, сформированный на по-

верхности создаст условия для повышенной сопротивляемости абразивному изнашиванию [6]. В то же время влияние технологических приемов двухслойной наплавки на износостойкость полученного покрытия изучалась не в полной мере [7]. Поэтому целью исследования явилось выявление влияния технологических приемов двухслойной наплавки на абразивную износостойкость сформированного металла в динамике при испытаниях в полевых условиях.

Материалы. Технологии. Методика исследований

Исследовались следующие технологические варианты двухслойной наплавки и соответственно опытные образцы упрочненных лемехов:

- 1- за один проход электродом с малоуглеродистым стержнем МР-3;
- 2- за один проход электродами Т-590, обеспечивающими: твердость поверхности НРС60; наличие карбоборидных включений и высокую абразивную износостойкость;
- 3- двуслойная наплавка, когда первый слой наплавляется электродами МР-3, а второй слой формируется электродным материалом – Т-590, при условии остывания первого слоя в течении 30 минут и каждого валика второго слоя до 40...60 градусов.

Полевые испытания проводились при вспашке легких и тяжелых суглинистых почв после уборки зерновых культур. Каждому технологическому приему соответствовали и наблюдались пять опытных деталей.

Интенсивность изнашивания (i) оценивалась как отношение потере линейного размера (Δt) к наработке (T). Контроль износа осуществлялся измерениями в трех плоскостях, расположенных по длине сечения параллельного полевому обрезу остова. Первая плоскость располагалась в нижней (лезвийной области); вторая в среднем сечении; третья на удалении 10 мм от спинки лемеха.

Результаты экспериментальных исследований

В соответствии с полученными данными наиболее интенсивно изнашивание происходит в первый период эксплуатации при наработке 15 га для лемехов, восстановленных вариантом наплавки электродом МР-3 (рисунок 1а), что демонстрируется поведением кривых. При этом их форма для различных сечений

фактически одинакова. Аналогичное явление наблюдается и в отношении изделий, восстановленных с использованием электродов Т-590 (рисунок 1 а б, в).

Падение интенсивности изнашивания обусловлено приработкой испытываемых лемехов. Прежде всего происходит адаптация рабочей поверхности, а точнее ее шероховатости к свойствам истирающей среды. При этом будет иметь место удаление высокотвердых интерметаллидов, присутствующих в наплавленном металле.

Не следует исключать и положительного влияния интерметаллидных составляющих структур на износостойкость в плане ее повышения, которые, как правило, концентрируются в поверхностных слоях.

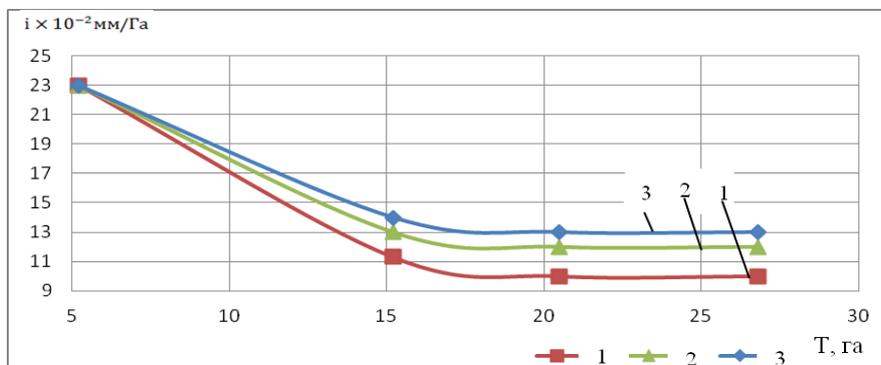
Стабилизация процесса износа для лемехов, реставрированных по различным технологическим вариантам, наступает через неодинаковую наработку. Выше отмечалось, что для технологического варианта с использованием электрода МР-3 она наступает при 15 га, тогда как для двухслойной наплавки количество вспаханной земли составляет около 22 га. В свою очередь при формировании покрытия электродом Т-590 без предварительно наносимой подложки наработка 27 га. Таким образом, время приработки определяется используемым технологическим приемом.

Наряду с вышеизложенным выявлено, что интенсивность изнашивания в установившемся режиме процесса износа зависит от технологического варианта формирования покрытия (рисунок 1 а, б, в) и связана с ресурсом лемеха (рисунок 2). Так, минимальное значение i присуще варианту 3 и составляет 9мм/га, максимальное – приему 1 и равно 23 мм/га.

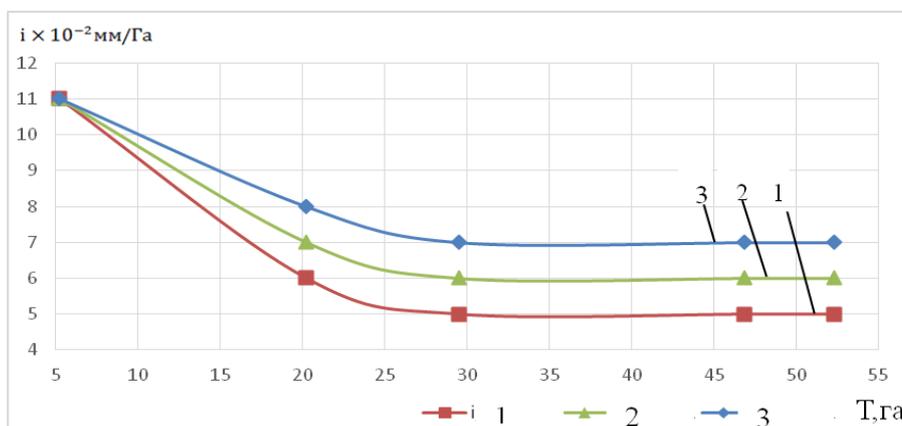
Таким образом механика изменения интенсивности изнашивания деталей, восстановленных по различным вариантам лежит в плоскости влияния термических режимов наплавки.

Чрезмерное значение i для лемехов, упрочненных по первому технологическому варианту связано с двумя факторами: первый – минимальное содержание углерода в наплавочном материале (не более 0,1%) не позволяет получить закалочные структуры; второй - максимально проявление отжигающего эффек-

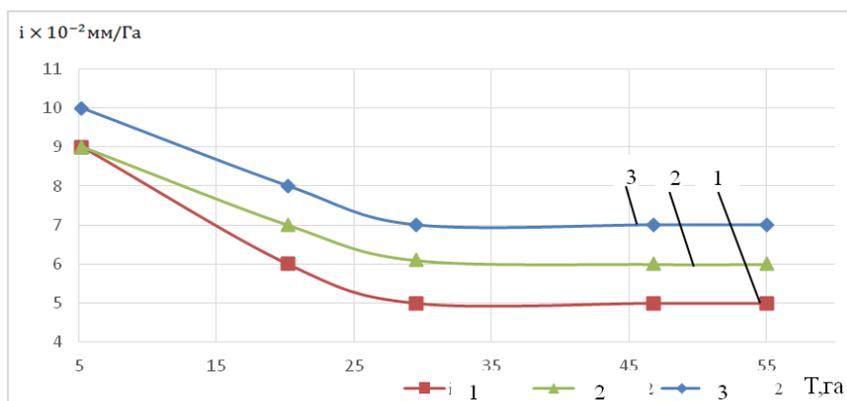
та и повышенная склонность к перемешиванию металла первого и второго слоёв, что приводит к падению твердости поверхности.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Интенсивность изнашивания в зависимости от наработки (1-сечение 1-1; 2-сечение 2-2; 3-сечение 3-3); (а - интенсивность изнашивания МР-3; б - интенсивность изнашивания двухслойной наплавки 1 слой МР-3; 2 слой – Т-590; в - интенсивность изнашивания при наплавке электродом Т-590)

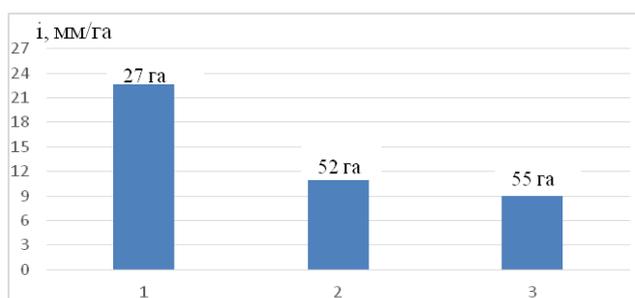


Рисунок 2 – Влияние технологических вариантов на интенсивность изнашивания опытных лемехов и их ресурс. (Цифры указывают номер технологического приема)

При упрочнении по второму варианту отжигающий эффект проявиться не будет, однако наплавка второго слоя без перерывов на остывание обеспечит замедление скорости его остывания, тем самым снижая вероятность образования закалочных и карбидных фаз. Перечисленные факторы безусловно снизят эффективность наплавки, однако преимуществом такой технологической схемы будет являться низкая вероятность образования трещин как в области восстановления так и в целом по остову.

Применение техники наплавки 3 создает определенные условия для более полного формирования (в сравнении с вариантом 2) твёрдых структур, однако и в этом случае существенное отрицательное влияние окажет наличие высокой температуры вследствие непрерывной наплавки. Кроме этого имеют место и другие недостатки: чрезмерно высокий расход дорогостоящих электродных материалов; высокая степень образования закалочных трещин в покрытии.

Выводы

Путем использования рационального приема формирования двухслойного покрытия применением различных электродных материалов можно снизить интенсивность изнашивания упрочненной области и повысить ресурс лемеха примерно, в 2 раза.

Литература

1. Феськов С.А., Михальченкова М.А., Бирюлина Я.Ю. Износы стрельчатых лап культиваторов для посева по стерне и выбор способа их восстановления // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 241-246.

2. Михальченков А.М., Козарез И.В., Тюрева А.А. Критерии предельного состояния лемеха // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства материалы Международной научно-практической конференции. - 2010. - С. 278-282.

3. Козарез И.В. Упрочняющее восстановление плужных лемехов двухслойной наплавкой: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2008. – 20 с.

4. Ерохин М.Н., Новиков В.С. Повышение прочности и износостойкости лемеха плуга // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2008. - № 3 (28). - С. 100-107.

5. Лялякин В.П., Соловьев С.А., Аулов В.Ф. Упрочнение и восстановление деталей почвообрабатывающих машин сварочно-наплавочными методами (обзор) // Сварочное производство. - 2014. - № 7. - С. 32-36.

6. Литовченко Н.Н., Титов Н.В., Коломейченко А.В., Логачев В.Н., Виноградов В.В. Упрочнение рабочих органов машин, работающих в абразиве // Труды ГОСНИТИ. - 2013. - Т. 111. № 2. - С. 86-88.

7. Михальченков А.М., Лялякин В.П., Кожухова Н.Ю., Горбачев Р.В. Возобновление ресурса лемехов // Сельский механизатор. - 2013. - № 2. - С. 34-35.

УДК 628.8:631.22.014

СИСТЕМА ПРОМЫВКИ СВЕТОВЕНТИЛЯЦИОННОГО КОНЬКА В КОРОВНИКЕ

инженер Питенов А.А., к.т.н. Пузевич К.Л.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

COMBINING OPERATIONS WHEN USING MACHINE-TRACTOR UNITS ON THE BASIS OF ENERGY-SORTED TRACTORS

Engineer Pitenov A.A., Candidate of Engineering Sciences Puzevich K.L.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Введение. Постановка задачи.

Световой и вентиляционный конек (рисунок 1) предназначены для создания естественной вытяжной вентиляции в животноводческих помещениях. Применяемый поликорбанат пропускает солнечный свет и способствует естественному освещению помещений [1-3]. Обособленно стоят вопросы вентилирования и отпоянения животноводческих помещений [4-6]. Боковые ветроотражатели создают условия для эффективной вытяжки воздуха из помещений при любой погоде и любом направлении ветра. Применяемый в качестве металла алюминий гарантирует долгую службу конька в крайне неблагоприятных условиях (высокая концентрация аммиака, высокая влажность, перепады температуры). Для регулирования объема воздухообмена конек оснащают клапанами с ручной или автоматической регулировкой.



Рисунок 1. – Световой конек

Но со временем поликорбанат, пропускающий солнечный свет, загрязняется. На поверхности покрытия образуются различные отложения в виде пыли, остатков растений, приносимых ветром и т.д. Все эти отложения на поверхности конька будут способствовать плохой светопропускаемости, тем самым нарушая условия микроклимата в коровнике, что в последующем приведет к снижению продуктивности коров, содержащихся в данном помещении.

Световой конек – это конструкция, которая устанавливается на крышу коровника. Полупрозрачный поликарбонат обеспечивает освещение помещения без использования электроприборов, а элементы конструкции сделаны так, что благодаря ним облегчается отток использованного грязного влажного воздуха. Для очистки поверхности поликорбаната необходимо оборудовать в световом коньке систему промывки (рисунок 2).

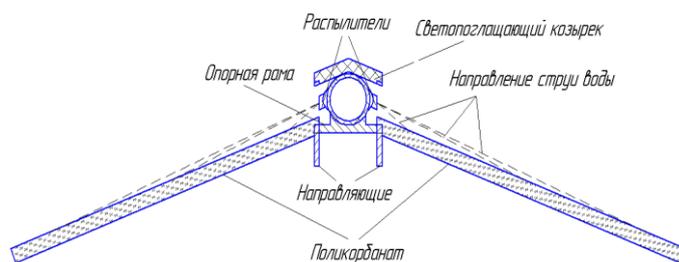


Рисунок 2. – Система промывки

При подачи воды насосом по трубопроводу в главный трубопровод омывателя, давление, создаваемое насосом, поднимает главный трубопровод по

направляющим и при полном поднятии срабатывают распылители, при помощи которых вода под давлением разбрызгивается по всей поверхности поликорбана, тем самым омывая его. При отключении насоса и понижении давления, главный трубопровод под собственным весом опускается по направляющим вниз, одновременно прекращая подачу воды из распылителей.

Выводы.

Система промывки вентиляционного конька позволяет поддерживать в животноводческом помещении необходимую освещенность.

Преимущества:

- простота и надежность в эксплуатации, ремонте и обслуживании;
- низкая стоимость установки и поддержания ее в работоспособном состоянии;
- унифицированные детали и узлы.

Недостатки:

- отсутствие автоматизированных систем.

Литература

1. Лемеза Н.А. Строительные материалы. Л. Стройиздат, 1989.
2. Юрков В.М. Влияние света на резистентность и продуктивность животных. М. Росагропромиздат, 1991.
3. Юрков В.М. Микроклимат животноводческих ферм и комплексов. М. Россельхозиздат, 1985.
4. Купреенко А.И., Комогорцев В.Ф., Исаев Х.М., Ченин А.Н., Шкуратов Г.В. Уравнение теплового баланса воздушного гелиоколлектора с аккумулятором теплоты // Тракторы и сельхозмашины. - 2016. - № 4. - С. 33-36.
5. Шкуратов Г.В., Купреенко А.И. Вентиляционно-отопительные панели как основа обеспечения микроклимата животноводческих помещений // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2013. - № 1 (12). - С. 10-16.
6. Купреенко А.И., Шкуратов Г.В. Вентиляционно-отопительная панель в системе естественной вентиляции животноводческих помещений // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2014. - № 4 (16). - С. 126-128.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКЦИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

УДК 658.9

ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РЕЦЕПТУР ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

*к.т.н., доцент Гращенков Д.В., студент Вернер А.В.,
Уральский государственный экономический университет, Россия*

OPTIMIZING MULTICOMPONENT FORMULATIONS FOR ORGANIZING BABY FOOD

*candidate of technical Sciences, associate Professor Grashchenkov D.V.,
student Werner A.V.,
Ural State Economic University of Economics, Russia*

Аннотация. В статье рассматривается вариант создания программы на базе Microsoft Excel для оптимизации многокомпонентных рецептов на примере детского питания. Проведен анализ и выявлены недостатки уже существующих программ и на основании этих недостатков создан программный модуль для оптимизации рецептов. Для работы были взяты рецепты из технологических карт для организованного питания в детских садах, поводом стала задача разработать близкие к идеалу рецепты каждого блюда, для упрощенной компоновки по рационам.

Annotation. *The article discusses the option of creating a program based on Microsoft Excel to optimize multi-component formulations on the example of baby food. The analysis and identified the shortcomings of existing programs and on the basis of these shortcomings created a software module to optimize the formulations. Work was taken of the formulation of the routings for an organized nutrition in kindergartens, the reason was the challenge to develop a close to ideal recipes for each dish for a simplified layout for rations.*

Ключевые слова: оптимизация, рецептура, программа, детское питание.

Key words: *optimization, formulation, program, baby food.*

Введение

Оптимизация рецептов с многокомпонентным составом позволяет решить самые разнообразные задачи от уменьшения себестоимости до увеличения биологической ценности с наименьшими возможными затратами. Решение такой задачи является трудоемким процессом, предполагает разработку математической модели с учетом технологических аспектов и является в настоящее время актуальной.

Здоровое питание детей дошкольного возраста является неотъемлемой частью роста и развития организма в целом, именно в этом возрасте, у организма детей происходят важные процессы связанные с усложнением строения тканей, органов и систем, организуются процессы поведения.

Для здорового питания детей дошкольного возраста необходимо следовать методическим рекомендациям 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [1] в которых описаны все эссенциальные нутриенты, которые должны поступать в организм ребенка каждый день, а также ежедневный набор продуктов обязательный для потребления. Для упрощения процесса разработки рационов питания многие авторы разрабатывают Сборники технических нормативов для организации питания детей [2].

Постановка цели

Целью настоящей работы является оптимизация существующих изделий (блюд) для организации детского питания на основе модульной структуры рациона с учетом пищевой ценности рациона в целом и отдельных приемов.

Для оптимизации рецептур была рассмотрена готовая модель в табличной среде Microsoft Excel, разработанная Гращенковым Д.В. У данной модели были выявлены недостатки, к которым можно отнести: модель решает математическую задачу методом Кронекера-Капелли. Указанный подход может иметь только одно или множество решений, в т.ч. отрицательные.

В разработанной модели Е.И. Муратовой [3] рассмотрен вариант решения задач проектирования (оптимизация схожа критериями с проектированием) с помощью программной среды MatLab а именно модуля Linprog (линейное программирование), но использование данной программы будет затруднительным процессом, т.к. для работы в этой среде необходимы знания программирования, немаловажным является и стоимость полученного решения.

Имеющиеся недостатки обусловили необходимость разработки авторской программы на базе среды Microsoft Excel, которая позволяет использовать табличную форму, а также имеет встроенный язык программирования Visual Basic for Application для возможного расширения функционирования программы в будущих версиях.

В результате модернизации была заменен блок решения математической матрицы, который выдавал необходимые значения. Для чего использован

встроенный модуль «поиск решения», который по функциям схож с модулем Linprog для целевой функции (например, наименьшая себестоимость или другие параметры) при заданных ограничениях. В качестве ограничений можно задавать содержание пищевой ценности в любом диапазоне. Такая модель ищет наиболее близкие значения по заданным критериям, были добавлены верхние и нижние пределы для каждого рецептурного компонента.

В математическом варианте итоговую модель можно представить через целевую функцию, которая стремится к минимуму или максимуму:

$$F(x) \rightarrow \min (\max) , \quad (1)$$

где $F(x)$ – вектор коэффициентов целевой функции.

$$F(x) = \frac{x_1 \cdot y_1}{1000} + \frac{x_2 \cdot y_2}{1000} + \dots + \frac{x_n \cdot y_n}{1000} \cdot \left(\frac{100 + P}{100} \right), \quad (2)$$

где x_1, x_2, x_n , – вес брутто оптимизированного продукта, г;

y_1, y_2, y_n – себестоимость данного продовольственного сырья и пищевых продуктов, руб. (или калорийность, ккал);

P – величина наценки для рецептуры, которая может составлять от 0 до 60%, согласно действующих требований .

Область ограничений можно представить в виде:

$$A = B , \quad (3)$$

где A – матрица нутриентного состава сырья;

B – матрица идеального нутриентного состава рецептуры.

$$\frac{a_{k1} \cdot x_1}{100} + \frac{a_{k2} \cdot x_2}{100} + \frac{a_{k3} \cdot x_3}{100} + \dots + \frac{a_{kn} \cdot x_n}{100} = b_k \quad (4)$$

где $a_{k1}, a_{k2}, a_{k3}, a_{kn}$ – значение k -ой строчки 1, 2, 3 и n -ого значения в матрице A ;

b_k – значение k -ой строчки матрицы B ;

k – строчка в матрице (1 – белки, 2 – жиры, 3 – углеводы и т.д.).

Нижние пределы значений продукции через матрицу D :

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n > d_1, d_2, d_3, \dots, d_n , \quad (5)$$

где $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ – значения матрицы D (нижние значения сырья).

Верхние пределы значений продукции через матрицу V:

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n < v_1, v_2, v_3, \dots, v_n \quad (6)$$

где $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ – значения матрицы V (верхние значения сырья).

Необходимая сумма брутто продукции Z:

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n = Z \quad (7)$$

Методика оптимизации рецептур с помощью данной модели включает в себя несколько стадий:

- 1 заполнения банка уже имеющихся знаний о сырье использованном в имеющийся рецептуре, нормах физиологических потребностей групп населения (в том числе детей), сохранностях пищевых нутриентов при различных видах кулинарной обработки;
- 2 определение целевой функции (по себестоимости, калорийности и др.);
- 3 определение верхних и нижних пределов по каждому компоненту рецептуры;
- 4 расчет искомым значений методом решения математической матрицы;
- 5 проверка на практике рассчитанной рецептуры (физико-химических показателей).

Наиболее трудоемкой задачей в области оптимизации рецептурного состава следует считать составление банка химического состава исходного сырья и пищевых продуктов на основе справочника «Химический состав российских пищевых продуктов» [4] под редакцией В.А. Тутельяна.

Критерии оптимизации выбираются в соответствии с поставленными задачами: уменьшение себестоимости готовой продукции; увеличение калорийности [5].

Определение верхних и нижних критериев в разработанной модели позволяет наиболее точно определить искомые значения.

Немаловажным остается необходимость технологической отработки составленной рецептуры с учетом органолептических показателей качества.

Методика проведения исследований

Для теоретических исследования была выбрана была выбрана определенная целевая группа – дети от 2-х до 3-х лет, прием пищи – обед, в таблице 1 приведены нормы физиологической потребностей, без учета 60 г пшеничного хлеба.

Таблица 1 – Нормы физиологической потребностей детей от 2-х до 3-х лет.

Прием пищи	Распределение, %	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна, г	Энергетическая ценность, ккал
В день:	100	42,0	47,00	203,00	8,0	1403,00
завтрак	20	8,4	9,40	40,60	1,6	280,60
полдник	20	8,4	9,40	40,60	1,6	280,60
обед	35	14,7	16,45	71,05	2,8	491,05
ужин	25	10,5	11,75	50,75	2,0	350,75
Обед:	100	14,7	16,45	71,05	2,8	491,05
Салат	15	1,5	2,40	6,2	1,2	210,45
Суп	25	2,54	3,99	10,38	0,31	86,32
Горячее блюдо	55	5,58	8,78	22,84	0,68	191,01
Напиток	5	0,51	0,80	2,08	0,06	17,36
Хлеб	-	4,56	0,48	29,52	1,56	143,76

В соответствии с этими данными была проведена оптимизация двух видов продукции – суп и горячее блюдо, для оптимизации мы внесли в базу данных необходимое нам сырье, нормы на изделия (на суп, горячее), потери при тепловой обработке, определили верхние и нижние пределы, запустили модуль оптимизации, который рассчитал наиболее оптимальную закладку сырья.

Результаты исследования

Данные по оптимизации приведены в таблице 2 и 4, сводные таблицы пищевой ценности представлены в таблицах 3 и 5 в них приведены нормы исходных рецептур, оптимизированных и процентные отклонения.

Таблица 2 – Суп-пюре из тыквы

Исходная рецептура		Оптимизированная рецептура	
сырье	нетто, г	сырье	нетто, г
Тыква	60	Тыква	74
Молоко пастеризованное 3,2%	114	Молоко пастеризованное 3,2%	80
Вода	20	Вода	50
Масло сливочное 72,5%	20	Масло сливочное 72,5%	10
Соль	2	Соль	2
Перец	1	Перец	1
Выход	150	Выход	150

Таблица 3 – Сравнение исходной и оптимизированной рецептуры «Суп-пюре из тыквы»

Показатель	Норма, г	Показатели в рецептурах			
		исх., г	Δ, %	опт., г	Δ, %
Белки	2,54	4,06	60,1	3,14	23,6
Жиры	3,99	18,20	356,3	9,80	147,7
Углеводы	10,38	8,26	-20,4	7,15	-31,2
Пищ. волокна	0,31	1,2	287,1	1,48	377,4

При оптимизации супа мы добились приближения к нормам по белку, жиру и незначительно отделились по углеводам и пищевым волокнам.

Таблица 4 – Тушёные тефтели из судака с рисом

Исходная рецептура		Оптимизированная рецептура	
сырье	нетто, г	сырье	нетто, г
Судак	39	Судак	30
Молоко пастеризованное 3,2%	12	Молоко пастеризованное 3,2%	15
Лук репчатый	8	Лук репчатый	10
Мука пшеничная	5	Мука пшеничная	6
Масло растительное	5	Масло растительное	6
Хлеб пшеничный	8	Хлеб пшеничный	9
Соль	1,3	Соль	1,3

Выход п/ф	77	Выход п/ф	77
Томатная паста	14	Томатная паста	19
Вода	30	Вода	25
Морковь	6	Морковь	7
Лук репчатый	6	Лук репчатый	5
Соль	0,5	Соль	0,5
Перец	0,3	Перец	0,3
Выход соуса	43	Выход соуса	43
Выход тушеных тефтелей	60/25	Выход тушеных тефтелей	60/25
Крупа рисовая	24	Крупа рисовая	20
Вода	80	Вода	66
Выход риса	75	Выход риса	65
Выход	60/75/25	Выход	60/65/25

Таблица 5 – Сравнение исходной и оптимизированной рецептуры
«Тушеные тефтели из судака с рисом»

Показатель	Норма, г	Показатели в рецептурах			
		исх., г	Δ, %	опт., г	Δ, %
Белки	5,58	11,2	101,0	9,2	65,3
Жиры	8,78	7,1	-18,8	9,3	6,6
Углеводы	22,84	29,3	28,3	30,7	34,4
Пищ. волокна	0,68	3,9	473,9	4,0	496,8

Итогами оптимизации горячего блюда, а именно тушеных тефтелей из судака с рисом стало приближение к нормам по белкам, жирам, углеводы и пищевые незначительно увеличились с учетом модульного подхода в составлении меню суточных рационов питания в организованных коллективах.

Вывод

При оптимизации исходных рецептов, можно добиться очень близкого приближения к нужным нормам, а в некоторых случаях и идеального. Для достижения наилучшего результата необходимо вводить в рецептуры новые компоненты, при условии сочетаемости и отсутствия изменения в худшую сторону, для балансирования определённых пищевых веществ.

Литература

1. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации / Методические рекомендации МР 2.3.1.2432 - 08. – 26 с.
2. Гращенко Д.В., Николаева Л.И. Сборник технических нормативов для питания детей в дошкольных организациях : методические рекомендации и технические документы. - 2-е изд., перераб. и доп. — Екатеринбург, 2011. - Часть 1, Часть 2.
3. Муратова Е.И., Толстых С.Г. Проектирование рецептур кондитерских изделий: метод. указ. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 32 с.
4. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. Х46 М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
5. Слезко Е.И., Исаев Х.М., Гапонова В.Е. Разработка рецептур приготовления блюд из рыбы для лечебно-профилактического питания // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2017. - № 1 (16). - С. 316-321.

УДК 621.184

СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОГРЕВА С ГЕЛИОУТИЛИЗАТОРОМ ТЕПЛОТЫ

аспирант Исаев С.Х.,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

DRYING INSTALLATION OF AERODYNAMIC HEATING WITH HELIUM HEAT EXCHANGER

Postgraduate Isaev S.Kh.,

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Описана конструкция и представлены результаты испытания сушильной установки с утилизатором теплоты отработанного сушильного агента. В результате исследований установлено, что использование утилизатора теплоты позволяет повысить температуру сушильного агента на 11...25 °С относительно температуры атмосферного воздуха и сократить время сушки в среднем на 15%.

Annotation. *The design and results of the test of the drying installation with the heat exchanger of the waste drying agent have been described. As a result of the researches it has been established that the use of the heat exchanger allows to raise the temperature of the drying agent by 11-25°C relative to the temperature of atmospheric air and to reduce drying time by an average of 15%.*

Ключевые слова: сушильная установка, аэродинамический подогрев, гелиоутилизатор теплоты.

Key words: *drying installation, aerodynamic heating, heat exchanger.*

Введение

Одной из наиболее доступных технологий переработки плодово-ягодного сырья является производство сухофруктов. Простота технологии способствует ее реализации на местах в условиях сельхозпроизводителей. Однако традици-

онные сушилки, работающие на жидком или газообразном топливе, энергоемки и сложны по конструкции [1, 2, 3, 4].

Постановка задачи исследования

Ранее была предложена модернизированная энергосберегающая установка, работающая по принципу печи аэродинамического подогрева и оснащенная кожухотрубным утилизатором теплоты отработанного сушильного агента [5, 6, 7].

Однако в утренние часы и в начале процесса сушки его эффективность невысока. Поэтому нами предложено оснастить сушилку гелиоутилизатором теплоты отработанного сушильного агента в виде пластинчатого теплообменного аппарата (рисунок 1).



Рисунок 1 - Сушильная установка аэродинамического подогрева

На рисунке 2 изображена схема сушильной установки и поперечный разрез пластинчатого теплообменника.

Сушильная установка состоит из теплоизолированной камеры 1 с дверью 2 и патрубками для подсоса 3 и выброса 4 сушильного агента, нагревательного ротора 5 центробежного вентилятора с приводным электродвигателем 6, трехкамерного пластинчатого теплообменного аппарата 7 с двумя теплообменными поверхностями 8, делящими его на три камеры, одна из которых представляет собой воздушный солнечный коллектор 9 со светопрозрачным покрытием 10 и патрубками для входа 11 и выхода 12 отработанного сушильного агента, средняя камера имеет входной 13 и выходной 14 патрубки и перегородки 15, образующие каналы 16 для прохода подогреваемого атмосферного воздуха, поступающего затем в

теплоизолированную камеру 1, а третья камера также имеет патрубки для входа 17 и выхода 18 отработанного сушильного агента, при этом каждый выходной патрубок 4 теплоизолированной камеры 1 имеет заслонку 19, регулирующую подачу отработанного сушильного агента либо в пластинчатый теплообменный аппарат 7, либо в атмосферу.

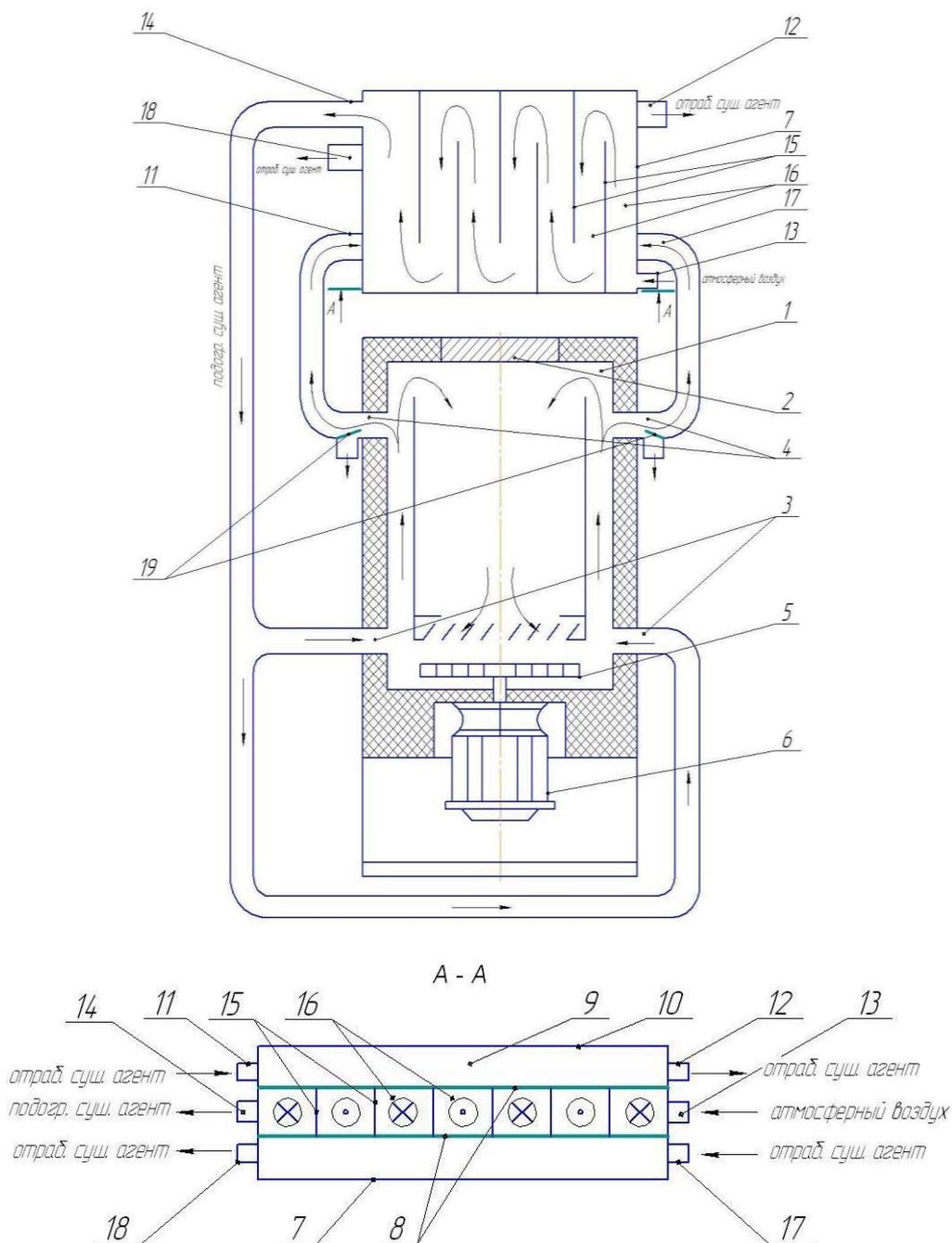


Рисунок 2 - Схема сушильной установки и поперечный разрез пластинчатого теплообменника

Сушильная установка работает следующим образом. Растительное сырье загружают в теплоизолированную камеру 1 через дверь 2. Заслонки 19 находятся в положении, перекрывающем подачу отработанного сушильного агента в камеры пластинчатого теплообменного аппарата 7. Атмосферный воздух через входной патрубок 13 поступает в среднюю камеру пластинчатого теплообменного аппарата 7, где, двигаясь по каналам 16, подогревается за счет теплообмена с теплообменной поверхностью солнечного коллектора 9 и через выходной патрубок 14 средней камеры и входной патрубок 3 теплоизолированной камеры 1 поступает к нагревательному ротору 5, который обеспечивает нагрев и циркуляцию сушильного агента по замкнутому контуру теплоизолированной камеры 1. Контактруя с высушиваемым сырьем, сушильный агент насыщается удаляемой влагой, а через выходные патрубки 4 частично сбрасывается в атмосферу. При этом подогрев атмосферного воздуха в пластинчатом теплообменном аппарате 7 осуществляется только за счет энергии солнечного излучения.

При достижении температуры отработанного сушильного агента температуры подогретого сушильного агента, поступающего из пластинчатого теплообменного аппарата 7, заслонки 19 ставят в положение, обеспечивающее подачу отработанного сушильного агента через входные патрубки 11 и 17 в пластинчатый теплообменный аппарат 7, где он дополнительно подогревает атмосферный воздух за счет передачи теплоты через теплообменные поверхности 8. Отработанный сушильный агент удаляется из пластинчатого теплообменного аппарата 7 через выходные патрубки 12 и 18. При этом обеспечивается повышение коэффициента утилизации теплоты и возможность использования энергии солнечного излучения для подогрева сушильного агента в начальный период работы сушилки до ее выхода на рабочую температуру в теплоизолированной камере.

Оптимальный температурный режим в рабочей камере устанавливается за счет регулирования подачи атмосферного воздуха приточной заслонкой и положением жалюзи ротора-нагревателя.

Методика проведения исследований

Для оценки эффективности применения гелиоутилизатора теплоты были проведены экспериментальные исследования по сушке яблок. Температурные параметры регистрировали восьмиканальным измерителем-регулятором температуры ТРМ-138 с датчиками термосопротивления типа ДТС. Результаты замеров каждый час снимались с датчиков и фиксировались на ноутбуке с помощью соответствующего программного обеспечения (рисунок 3).

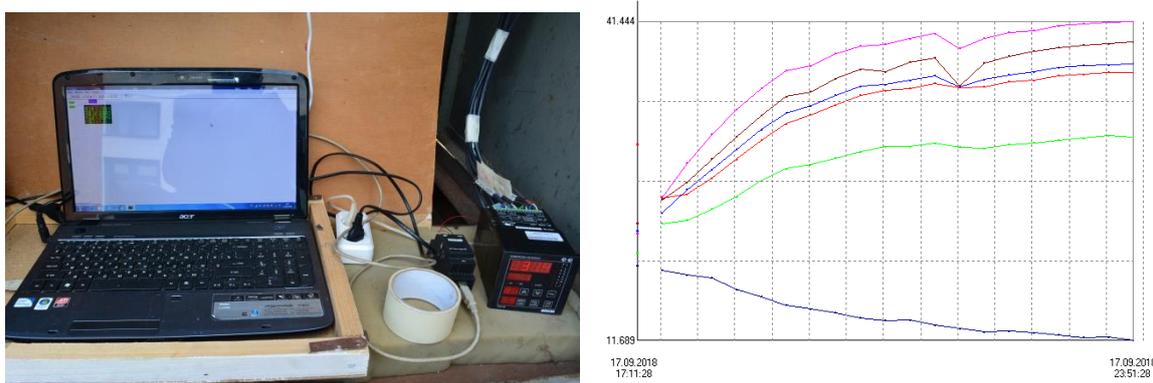


Рисунок 3 - Приборное оборудование и фиксация результатов измерений

Результаты экспериментов, выводы

В результате исследований установлено, что использование гелиоутилизатора теплоты позволяет повысить температуру сушильного агента на 11...25 °С относительно температуры атмосферного воздуха. Существенное повышение температуры сушильного агента приводит к сокращению времени сушки в среднем на 15% и, соответственно, снижению энергозатрат.

Литература

1. Тихий В.А., Купреенко А.И., Байдаков Е.М., Исаев Х.М.О. Гелиосушилка // Патент России № 71744. 2008. Бюл. № 8.
2. Купреенко А.И., Шкуратов Г.В. Вентиляционно-отопительная панель в системе естественной вентиляции животноводческих помещений // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2014. - № 4 (16). - С. 126-128.
3. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М., Ченин А.Н. Зерносушильный комплекс на основе альтернативного источника энергии // Труды ГОСНИТИ. - М.: ГОСНИТИ, 2015. - Т. 120. - С. 49-53.
4. Исаев Х.М., Купреенко А.И., Кулипатова И.И. Сушилка // Патент России № 161162. 2016. Бюл. №10.

5. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Кулипатова И.И. К определению поверхности теплообмена утилизатора теплоты сушилки // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2016. - С. 72-79.

6. Шкуратов Г.В., Купреенко А.И. Вентиляционно-отопительные панели как основа обеспечения микроклимата животноводческих помещений // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2013. - № 1 (12). - С. 10-16.

7. Купреенко А.И., Байдаков Е.М., Исаев Х.М., Шкуратов Г.В. Вентиляционно-отопительная панель // Патент России № 139029. 2013. Бюл. №8.

УДК 637.378.18

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СТУДЕНТАМИ ВУЗА

*к.с.-х.н. Гапонова В.Е., к.б.н. Слезко Е.И., инженер Киселева Л.С.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

SOME ASPECTS OF CONSUMPTION OF MILK AND MILK PRODUCTS BY UNIVERSITY STUDENTS

*Candidate of Agricultural Sciences Gaponov V.E. Candidate of Biological Sciences
Slezko E.I, engineer Kiseleva L.S,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Приведены результаты исследования по оценке потребления молока и молочных продуктов студентами вуза и указаны положительные и отрицательные стороны вопроса.

Annotation. *The results of a study to assess the consumption of milk and dairy products by university students are given, and positive and negative sides of the issue are indicated.*

Ключевые слова: студенты, молоко, молочные продукты, нормативы потребления, социальный опрос.

Keywords: *students, milk, dairy products, consumption standards, social survey.*

Введение

По мнению лауреата нобелевской премии, академика И.П. Павлова: «Молоко - это изумительная пища, приготовленная самой природой». Оно содержит все необходимые для человека питательные вещества: белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные и другие вещества [1]. Как известно, пищевая и биологическая ценность молока и его продуктов достаточно высока. Например, содержание белков в коровьем молоке находится в пределах от 2,7 до 3,8%. В нем насчитывают более 120 различных компонентов, в том числе 20 аминокислот, 64 жирные кислоты, 40 минеральных веществ, 15 витаминов, десятки ферментов [2]. Употребление 1 л молока обеспечивает суточную потребность человека в жире, кальции, фосфоре, на 53 % - в белке, на 35 % - в витаминах А, С и ти-

мине, на 26 % - в энергии [3]. Энергетическая ценность 1 л сырого молока составляет около 65 ккал [4].

Молочная продукция широко применяется в медицине, косметологии, пищевой промышленности. Оно полезно для профилактики таких заболеваний, как остеопороз, гипертония и инфаркт миокарда [5].

Институтом питания РАМН были разработаны рекомендуемые нормы потребления молочных продуктов на 1 человека в год - 392 кг (в пересчёте на молоко): цельное молоко - 116 кг; масло сливочное - 6,1 кг; сметана - 6,5 кг; творог - 8,8 кг; сыр - 6,1 кг; мороженое - 8 кг; молочные консервы - 3 кг; обезжиренное молоко - 12,3 кг. Суточные физиологические нормы потребления молока и молочных продуктов для взрослого человека составляют: молока цельного - 500 г; масла сливочного - 15 г; сыра - 18 г; творога - 20 г; сметаны - 18 г.

Однако установленные нормативы потребления молочных нередко нарушаются. Особенно это характерно для студенческого сообщества в силу специфичности его характера. Прежде всего к этому следует сравнительно «вольный» образ жизни, когда постоянное наблюдение со стороны преподавателей возможно только в период проведения занятий, а контроль родителей отсутствует вообще. Возможно влияние и других отрицательных факторов, например, проблемы с деньгами.

Хотя статистика потребления молока и молочных продуктов в целом для населения ведется, отдельные социальные его слои нередко выпадают из внимания либо изучаются недостаточно глубоко и к этому контингенту как показывает информационный обзор и опыт преподавания относится студенческое сообщество. Между тем статистика сложившихся рациона и режима питания студентов до настоящего времени остается до конца не изученной.

Цель работы

Целью исследований явилось изучение режима и рациона употребления продуктов употребления молока и студентами высшей школы, а также проведение анализа состояния сложившейся ситуации.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось путем опроса студентов Брянского государственного аграрного университета (Брянский ГАУ), расположенного за чертой города. Брянский ГАУ, представляет собой комплекс учебно-научный комплекс с необходимым количеством учебных, лабораторных корпусов, и контингентом студентов, общежитий в количестве 380 человек очного обучения и более 1000 заочного. На территории функционирует два магазина (сети «Магнит» и «Пятерочка»), работает Учебно-производственный комбинат общественного питания (столовая), обеспечивающий питание в широком диапазоне блюд в течение 12 часов, кроме того, в каждом корпусе функционируют буфеты с горячими блюдами. В общежитиях имеется возможность приготовления пищи.

Группа для опроса была сформирована методом случайной выборки и составляла 100 студентов 2 и 3 курса инженерно-технологического института - из них 36 юношей и 54 девушки. Средний возраст обследованных составил 20...21 год, средняя масса тела у юношей - 72,0 кг, у девушек – 57,7 кг. Для достижения поставленной в работе цели использовалось анкетирование респондентов в соответствии с таблицей 1, где каждый вид молочного продукта выделялся отдельной строкой. (Естественно, что охватить все виды молочной продукции не представляется возможным в данных условиях проведения исследований).

Таблица 1 – Опросный лист (анкета), итоговые результаты

Наименование продуктов	Частота потребления			
	1 раз в день	2-3 раза в неделю	1 раз в неделю	1-2 раза в месяц
Молочные:				
- молоко	11	44	26	19
- творог/сырок	4	20	24	52
- сыр	4	14	25	57
- йогурт, сметана	15	37	37	11

Статистическая обработка материала исследования была проведена на ПК с помощью программы Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Опрос показал, что ежедневно молоко потребляют 11% респондентов, 44% потребляют его 2-3 раза в неделю, примерно 26% раз в неделю и примерно 19% 1-2 раза в месяц (таблица 1). Учитывая, что норматив по молоку, в соответствии с рекомендациями РАН составляет около 500 мл в день, большинство студентов (88%) в своем рационе его не выполняют. К критичной группе относятся 44% опрошенных, т.е. фактически половина студентов не дополучает элементов, которые содержатся в молоке. С учетом невысокого качества, находящегося в продаже молока, можно констатировать, что даже эти показатели не будут выполняться.

Еще более неблагоприятная обстановка складывается в области потребления сыров и творога. Так 50% опрошенных потребляют сыр и творог 1-2 раза в месяц, и лишь только 4% - ежедневно из-за низкой покупательной способности (таблица 1). Большинство студентов, подвергшихся опросу, считают, что это связано с высокой ценой данных продуктов. Кроме того, сыр употребляется опрошенными, в большинстве своем, в виде пиццы.

Наиболее положительную динамику имеет употребление сметаны и йогуртов. (Только 11% обучающихся употребляют йогурт только два раза в месяц (таблица 1)). Следует полагать, что преобладающее положение в этом случае будут занимать йогурты. Причиной этому служит сравнительно (со сметаной) низкая цена и высокая доступность. Немаловажную роль при этом играют следующие факторы: широкий ассортимент; большой диапазон вкусовых качеств; различные виды упаковки.

Для более наглядного рассмотрения полученных результатов построены соответствующие диаграммы (рисунок 1) из которой следует, что наименее благополучная обстановка соответствует употреблению творога и сыров.

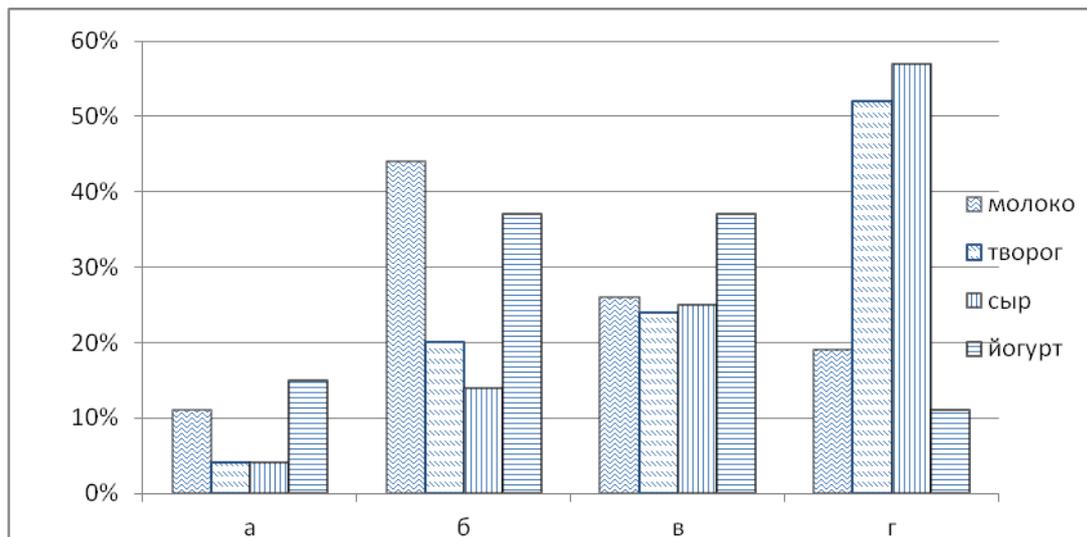


Рисунок 1. – Частота потребления молока и молочных продуктов

а – ежедневно; б – 2-3 раза в неделю; в – 1 раз в неделю; г – 1-2 раза в месяц

Таким образом, наиболее распространено среди студентов употребление сметаны и йогуртов. В связи с этим, следует полагать, что 89% в достаточной мере употребляют йогурты и сметану (рисунок 1).

Выводы

1. Установлено, что норматив по употреблению молока большинство студентов (88%) в своем рационе не выполняют. Половина студентов относятся к критичной группе, так как не дополучают элементов, которые содержатся в молоке.
2. Наиболее неблагоприятная обстановка складывается в области потребления сыров и творога. (50% опрошенных потребляют сыр и творог 1-2 раза в месяц, и лишь только 4% - ежедневно).
3. Сравнитель широкое распространение среди студентов получило употребление сметаны и йогуртов.

Литература

1. <http://www.grandars.ru/college/tovarovedenie/molochnye-produkty.html>.
2. Гапонова В.Е. Оценка разных вариантов подбора черно-пестрого скота с голштинскими быками-производителями в условиях локального производственно-

экономического комплекса : дис. ... канд. с.-х. наук - Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Брянск, 2001.

3. Давыдов Р.Б. Молоко и молочные продукты в питании человека. - М.: Медицина, 2010 - 236 с.

4. Трухачев В.И., Капустин И.В., Злыднев Н.З., Капустина Е.И. Молоко: состояние и проблемы производства: монография. – М.: Лань, 2018. – 300 с.

5. Гапонова В.Е. Возможности прогнозирования уровня молочной продуктивности коров // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 5. - С. 10-12.

УДК 664

РЕЗИСТЕНТНЫЙ КРАХМАЛ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ

*к.т.н., Кокорева Л.А., студент Листратова Н.А.,
Уральский государственный экономический университет, Россия*

RESISTANT STARCH IS A PERSPECTIVE FUNCTIONAL INGREDIENT

*Ph.D., Kokoreva LA, student Listratova N.A.,
Ural State Economic University, Russia*

Аннотация. В последнее десятилетие ведется много споров по поводу того, вредит ли крахмал здоровью человека или же напротив укрепляет его. Особенно этот вопрос волнует тех, кто следит за своей фигурой и является сторонником правильного питания. В данной статье представлены теоретические исследования о резистентном крахмале. Отмечены и подробно описаны его преимущества перед обычным крахмалом, которые были доказаны учеными. Рассмотрены основные источники полезного крахмала и возможные способы его получения их крахмалосодержащих продуктов.

Annotation. *In the last decade there has been much controversy over whether starch is harmful to human health or, on the contrary, strengthens it. Especially this question worries those who watch their figure and is a supporter of proper nutrition. This article presents theoretical studies on resistant starch. Its advantages over ordinary starch, which have been proven by scientists, are noted and described in detail. The main sources of beneficial starch and possible methods for its production of their starch-containing products are considered.*

Ключевые слова: резистентный крахмал, функциональный ингредиент, желудочно-кишечный тракт.

Key words: *resistant starch, functional ingredient, gastrointestinal tract.*

Введение

Крахмал представляет собой полисахарид, мономером которого является глюкоза. Крахмал окружает нас повсюду: и в быту, и в пище.

Современная крахмалопаточная промышленность – важная и перспективная отрасль народного хозяйства. В мире ежегодное потребление нативного крахмала оценивается в 35 млн тонн, сиропов — 50 млн тонн, модифицированных крахмалов — 10 млн тонн. Основными источниками извлечения крахмала

остаются четыре сельскохозяйственные культуры: кукуруза, пшеница, маниока и картофель [1].

Говоря о пользе природного крахмала, следует отметить его главную функцию в нашем организме – энергетическую. Проходя по желудочно-кишечному тракту, крахмал расщепляется до глюкозы, которая усваивается в нашем организме за 2-4 часа. Но так же частое употребление крахмала может привести к проблемам с лишним весом и к ожирению. Он приводит к повышению уровня инсулина во время пищеварения, а это, в свою очередь, приводит ко множеству сбоев в организме человека – от нарушения гормонального равновесия до патологий глазного яблока и атеросклероза. Но последнее следует отнести к последствиям употребления рафинированного и модифицированного крахмалов, которые продаются в магазинах и которые добавляют при производстве сложных продуктов, например, колбасных изделий, кетчупов, соусов. Следует отметить, что в России в последнее время производство модифицированных крахмалов стало популярно. В 2017 году их было произведено 20,5 тыс. тонн, а за 2018 год уже больше 27 тыс. тонн [1].

Зная негативные стороны крахмала, от него не стоит полностью отказываться, как это предлагают многие популярные низкоуглеводные или безкрахмальные диеты. Ведь крахмалы бывают разные по форме, строению и размерам зерен, а также физико-химическим свойствам. Выше говорилось о нативном, рафинированном и модифицированных крахмалах. Все они относятся к легкоусвояемым углеводам, которые в свою очередь в зависимости от скорости переваривания рассматриваются как быстро и медленно перевариваемые. Все они обладают высоким гликемическим индексом. Однако есть крахмал, обладающий сравнительно небольшим гликемическим индексом, который относят к трудноусвояемым углеводам. Такой крахмал называют резистентным (от латинского *resistere* – сопротивляться). Он обладает своими особенностями строения и имеет гораздо больше преимуществ по сравнению с обычным крахмалом. Конечно, о существовании такого крахмала известно давно, но о его функциях в организме ученые узнали сравнительно недавно.

Цель теоретического исследования – изучение и обобщение сведений о резистентных крахмалах, как перспективных функциональных ингредиентах в пищевой промышленности и общественном питании.

Задачи исследования: выявить типы резистентного крахмала и особенности его строения; функциональные свойства крахмала; основные продукты питания, в которых содержатся резистентные крахмалы.

Результаты исследования

Резистентный крахмал – это вид крахмала, который не полностью расщепляется и усваивается в организме, а превращается кишечными бактериями в короткоцепочечные жирные кислоты. Различают четыре типа резистентного крахмала:

- RS1 (PK1): крахмал находится под волокнистой оболочкой зерен и семян, поэтому он переваривается намного хуже и медленнее, чем обычный крахмал.

- RS2 (PK2): это часть крахмала, содержащаяся в растениях (картофель, зеленые бананы, некоторые бобовые, а также в сорта кукурузы с повышенной долей амилозы) в виде крахмальных зерен, поэтому в ЖКТ он тоже в определенной мере защищен от ферментов.

- RS3 (PK3): данный тип устойчивого крахмала получают в процессе приготовления с последующим охлаждением, то есть, если крахмалосодержащие продукты приготовить, а потом охладить, гелеобразный крахмал перейдет в кристаллическую форму — и это тоже будет препятствием для ферментов ЖКТ.

- RS4 (PK4): это крахмалы, модифицированные в лабораторных условиях, в природе таких не бывает. Их используют в медицине [2].

Как известно, все крахмалы состоят из двух типов полисахаридов: амилозы и амилопектина. Амилопектин имеет разветвленную структуру, хорошо подвергается пищеварению. Он быстро разрушается, что приводит к большому росту сахара в крови, а затем к большому росту инсулина. Амилоза представляет собой прямую цепь, которая плохо подвергается пищеварению. Именно амилоза и преобладает в резистентном крахмале.

Попадая в организм, резистентный крахмал не подвергается перевариванию в желудке и тонком кишечнике. Почти в неизменном виде он попадает в толстую кишку, где кишечные бактерии ферментируют его. Когда резистентный крахмал ферментируется в толстой кишке, образуются жирные кислоты с короткой цепью, такие как масляная, пропионовая, а также газы. Эти кислоты могут всасываться в организм через толстую кишку или оставаться на месте и использоваться бактериями толстой кишки для получения энергии. То есть они действуют как пребиотики. Поскольку резистентный крахмал перерабатывается и метаболизируется таким же образом, что и пищевые волокна, он также обладает аналогичным набором полезных свойств для здоровья [3].

Интерес к преимуществам крахмала и устойчивых крахмалов начался несколько десятилетий назад. Исследователи впервые изучили рак кишечника и увидели, что у племен и популяций в Восточной Африке низкие показатели рака кишечника. Рацион этих групп населения не был богат клетчаткой, что в то время считалось ключом к предотвращению рака кишечника. Восточноафриканская диета состояла из таких продуктов, как ямс, сладкий картофель, кукуруза и бананы. Все эти продукты с относительно низким содержанием клетчатки и очень высоким содержанием углеводов. Также у этих исследуемых групп был низкий уровень заболеваемости сердечно-сосудистой системы и диабета. Исследователи знали, что должно быть что-то, не связанное с клетчаткой, что способствует их хорошему здоровью и чрезвычайно низким показателям рака кишечника. Ответ – необычно высокое потребление крахмалистой пищи [4].

Сегодня рак кишечника является третьей по распространенности формой рака в мире и второй по смертности среди мужчин и женщин в США. Именно в этой стране основное внимание было уделено исследованию резистентного крахмала – воздействию резистентных крахмалов на улучшение здоровья кишечника, продвижение полезных бактерий и, в конечном итоге, предотвращение образования рака кишечника. В Университете Флиндерса

проведено исследование, показавшее, что ежедневное употребление 300 г постного красного мяса приводит к увеличению уровня онкогенных молекул в тканях прямой кишки. Но когда добровольцы перешли на диету, содержащую кроме красного мяса также 40 г резистентного крахмала, уровень онкогенных молекул снизился до обычного уровня. Результаты проведенной работы опубликованы в журнале *Cancer Prevention Research*. В связи с этим диетологи советуют мясоедам добавлять в свой рацион резистентный крахмал [5].

Еще одна особенность резистентного крахмала – то, как он улучшает поглощение минералов. Жизненно важные минералы, такие как кальций и железо, обычно в пище находятся в связанном состоянии, что затрудняет усвоение их организмом. Одно из исследований с участием резистентного крахмала показало, что значительно большее поглощение железа и кальция происходит из толстой кишки. Когда крахмал ферментируется кишечными бактериями, он создает среду, которая позволяет минералам лучше усваиваться.

Кишечные бактерии, для которых резистентный крахмал – пища, являются ключом к здоровому пищеварению. Факты свидетельствуют о том, что короткоцепочные жирные кислоты, образующиеся в толстом кишечнике бактериями, могут принести пользу организму. Они стимулируют приток крови к толстой кишке, увеличивают циркуляцию питательных веществ, подавляют рост патогенных бактерий, помогают предотвратить поглощение токсичных соединений.

Исследование, опубликованное в Британском журнале питания, показало, что употребление добавки, содержащей резистентный крахмал, приводит к значительному снижению потребления пищи по сравнению с плацебо у здоровых взрослых. В других исследованиях, в том числе в одном из исследований Департамента наук о питании Университета Торонто, опубликованных в Американском журнале клинического питания, были получены анало-

гичные результаты, в которых сообщалось, что резистентный крахмал может быть полезным для снижения аппетита и тем самым для снижения веса [4].

Несколько исследований доказали, что употребление резистентного крахмала может помочь поддерживать нормальный уровень сахара в крови после принятия пищи и улучшать гликемический контроль. Устойчивый крахмал улучшает чувствительность к инсулину. При употреблении продуктов с высоким содержанием сахара, количество инсулина в крови остается повышенным, что снижает способность организма эффективно использовать инсулин и приводит к состоянию, которое называется инсулинорезистентность. Однако было доказано, что потребление большого количества резистентного крахмала повышает чувствительность к инсулину и позволяет организму более эффективно контролировать уровень сахара в крови. Устойчивый крахмал содержится в различных источниках и может быть легко включен в сбалансированную диету.

Резистентный крахмал в большом количестве содержится в следующих продуктах [6]:

- бобовые (бобы, горох и чечевица) [7];
- овес;
- зеленые бананы;
- кукурузная мука Hi-Maize. До 50% этой муки составляет волокно, большая часть которого - устойчивый крахмал;
- вареный и охлажденный картофель. При варке и последующем охлаждении, картофель подвергается ретроградации, что приводит к более высокому содержанию устойчивого крахмала. То же самое происходит и с рисом, и с макаронами. Таким образом, количество резистентного крахмала, содержащегося в картофеле, рисе, а также макаронных изделиях очень сильно зависит от обработки и способов приготовления.

Данные показывают, что резистентный крахмал безопасен и хорошо переносится при употреблении его до 40-45 г в день. При употреблении большего количества, может привести к диарее и вздутию живота, так как большие коли-

чества крахмала могут подавлять ферментирующую способность кишечных бактерий.

Получить полезный крахмал можно не только из выше приведенных продуктов, но и из картофельной муки. В ней содержится 80 % крахмала, который почти на 98 % является резистентным. Некоторые диетологи рекомендуют употреблять картофельную муку, начиная с пары чайных ложек в день и постепенно увеличивая это количество до 3-4 столовых ложек. Ее можно разводить в воде, добавлять в йогурт или в холодные соусы, готовые холодные блюда. Дальнейшее увеличение количества крахмала нецелесообразно [8].

Кроме того, для получения максимального количества резистентного крахмала и пользы от него, необходимо употреблять его в цельном формате пищи, не переработанной. Так, большинство развитых стран (включая Европу, США, Новую Зеландию и Австралию), которые имеют высоко переработанный рацион, потребляют около 3-9 г полезного крахмала в день. В развивающихся странах диеты часто основаны на цельных растительных продуктах, и потребление устойчивого крахмала обычно составляет около 30-40 г в день.

Вывод

В последние годы ученые в области пищевых продуктов для повышения пищевой ценности и улучшения потребительских свойств обогащают продукты различными пищевыми волокнами. Проведенное исследование показало, что резистентный крахмал подобен пищевым волокнам, и может являться перспективным функциональным ингредиентом при производстве продуктов питания. Особенно эффективным является использование резистентных крахмалов в технологии продуктов лечебно-профилактического действия.

Литература

1. Обзор отрасли крахмалопродуктов в России и в мире [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agrovesti.net/> (дата обращения 2.03.2019).
2. Не все крахмалы одинаково полезны: резистентный (устойчивый) крахмал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.beloveshkin.com> (дата обращения 9.03.2019).
3. Resistant Starch Foods that Support Blood Sugar & Weight Maintenance//Rachael Link, MS, RD [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://draxe.com/> (дата обращения 3.03.2019).

4. Resistant Starch: Everything You Need to Know About This Healthy Carb //YURI ELKAIM [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yurielkaim.com/> (дата обращения 5.03.2019).
5. Журнал Cancer Prevention Research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cancerpreventionresearch.aacrjournals.org> (дата обращения 4.03.2019).
6. Габдукаева, Л.З. Резистентные крахмалы как функциональный ингредиент при производстве продуктов питания / Л.З. Габдукаева, Е.В. Никитина, О.А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения 5.03.2019).
7. Шелепина, Н.В. Выделение резистентных крахмалов из зерна гороха и их характеристика [Текст] / Н.В. Шелепина // Технология и продукты здорового питания: Материалы III Межд. Науч.-практ. конф. – Саратов: ООО Изд-во «КУБиК», 2009. – С. 175-177.
8. Крахмал – старое средство с новыми свойствами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medaboutme.ru/> (дата обращения 7.03.2019).

КОНСТРУИРОВАНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ

УДК 631.331

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГРУППОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ.

*д. т.н. Астахов В С., д. т.н. Петровец В. Р.,
Беларусская сельскохозяйственная академия, Беларусь*

TO THE QUESTION OF DEVELOPMENT OF WIDE-ENDING CROP UNITS USING PNEUMATIC GROUP DOSING SYSTEMS

*Doctor of Technical Sciences, Astakhov V.S.
Doctor of Technical Sciences, Petrovets V. R., Belarus*

Аннотация. Изложены основные агротехнические требования к посеву зерновых культур. Дан анализ разработкам широкозахватных посевных машин. Обоснован принцип блочно-модульного построения широкозахватных сеялок с использованием пневматических систем группового дозирования.

Annotation. The main agrotechnical requirements for planting crops. An analysis of the development of wide seeding machines is given. The principle of block-modular construction of wide-gripping planters using pneumatic systems of group dosing is substantiated.

Ключевые слова: посев, сеялки, пневматические высевальные системы, зерновые культуры.

Key words: sowing, seeders, pneumatic sowing systems, grain crops.

Введение.

Увеличение производства зерна при снижении всех видов затрат на его получение остается важнейшей задачей агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Несмотря на достигнутый высокий уровень механизации посева зерновых, зерно-бобовых, травяных и других культур, пока нет полного удовлетворения требований агротехники при выполнении этой операции, оказывающей существенное влияние на реализацию потенциала продуктивности хлебных злаков в производственных условиях. Основная задача при посеве – обеспечить равномерное распределение семян по площади и глубине во влажную почву при минимальном их травмировании, что приводит к повышению урожайности и уменьшению сорных растений.

Основная часть.

Существенное влияние на условия появления всходов и последующее развитие растений, на их засухоустойчивость, стойкость к полеганию, болезням и вредителям оказывают сроки сева. Они непосредственно связаны с влажностью и температурой верхнего слоя почвы. Именно эти два фактора оказывают решающее влияние на процесс прорастания семян и их дальнейшее развитие. Растягивание сроков посева зерновых культур ведет к увеличению времени появления полных всходов, к неравномерному развитию растений из-за быстрого испарения почвенной влаги в весенний период. Поэтому рекомендуется поле засеивать в течение 1-2 дней, а общая продолжительность посева должна быть в пределах 4-6 дней. Это обусловлено важным требованием заделки семян не просто во влажный слой, а чтобы благоприятная для их прорастания влажность в этом слое сохранилась в течение продолжительного времени, пока каждое семя не пройдет стадию водопоглощения, набухания, образования и закрепления корней, способных подтягивать влагу из других слоев. С этой точки зрения семена должны укладываться на плотное ложе, сохранившее капилляры, иметь объемный контакт с влажной почвой, укрываться мульчирующим слоем для свободного доступа воздуха и тепла для быстреего прогревания почвы.

Поэтому для обеспечения своевременного посева и снижения затрат на эту операцию одним из перспективных направлений в развитии посевных машин является разработка широкозахватных высокопроизводительных сеялок и почвообрабатывающе – посевных агрегатов с использованием пневматических высевающих систем [1].

Такие системы, по сравнению с механическими, обеспечивают существенное снижение материалоемкости и энергоемкости создаваемых машин, что было подтверждено результатами испытаний еще в Советском Союзе (далее СССР) [2, 3]. Так, удельная материалоемкость опытных образцов сеялок СШР-10, 8 и СЗШ-12, приспособленным к транспортным переездам, составляло соответственно 657 и 604 кг/м.

Согласно результатам испытаний на МИС, тяговое сопротивление сеялки СШР-10,8 на 34...38%, а СЗШ-12 – 41..55% было больше, чем при агрегатировании трёх сеялок СЗ-3,6 в сцепке. В результате уменьшилась рабочая скорость и производительность, увеличились затраты на гектар посева.

По этой причине в СССР и за рубежом при разработке широкозахватных сеялок 12...18 м стали использовать пневматические двухступенчатые высевальные системы с распределителями вертикального типа. Их преимущество заключалось в сокращении числа изнашивающихся деталей, возможности от одного дозатора обслуживать большое количество сошников при ширине междурядий 0,15 м (40...80 и более), сокращение времени на технологическое обслуживание, возможность установки бункера с высевальной системой на любую машину. Однако, проведенными испытаниями были выявлены существенные недостатки таких систем. К ним относилась неудовлетворительная равномерность семян по сошникам 12...20% в крайних секциях, особенно при работе на полях с уклоном и повышенное травмирование семян. Использование таких машин практически во всем мире было признано нецелесообразным. Поэтому все ведущие фирмы мира перешли на использование пневматических одноступенчатых высевальных систем с использованием вертикальных или горизонтальных распределителей семян.

Существенные результаты были достигнуты в СССР при разработке пневматической высевальной системы группового дозирования с распределителями семян горизонтального типа. Она исключила травмирование семян и обеспечила высокую равномерность посева, без регулировок, в том числе и различных гранулированных минеральных удобрений. С использованием такой системы были разработаны различные машины на Украине и в Белоруссии. Среди них особого внимания заслуживает сеялка С-6Т, которая могла быть принята в качестве модуля для составления широкозахватных посевных агрегатов. На наш взгляд, именно блочно-модульный метод построения широкозахватных агрегатов заслуживает наибольшего внимания с точки зрения быстрого удовлетворения спроса потребителей на машины различной ширины для конкретных реги-

онов СНГ. Мы считаем, что в Беларуси большим спросом будут пользоваться машины шириной захвата 6, 9 и 12 м. В России и на Украине – 6, 9, 12 и 18 метров. В Казахстане- 12, 18 и 24 метра. Поэтому шестиметровый модуль С-6Т, который не будет иметь проблем с транспортными переездами, наиболее пригоден для составления широкозахватных посевных агрегатов.

При этом технический уровень новых машин будет постоянно повышаться за счет улучшения отдельных блоков и модулей. Выпуск усовершенствованных модулей позволит ускорить внедрение новых ресурсосберегающих технологий и повысит продуктивность полей. Одновременно, существенно снизятся затраты в промышленности на подготовку производства различных машин для посева и значительно сократятся сроки внедрения этих машин.

Преимуществом блочно-модульного построения широкозахватных посевных агрегатов с использованием пневматических систем группового дозирования является независимость их показателей посева от ширины захвата 6...24 м. При незначительной доработке дозирующе-вводящего узла и воздухо-распределительной системы от вентилятора, мощность на его привод для шестиметрового модуля составит всего 2..2,5 кВт при негерметичном бункере, что существенно сократит затраты на его изготовление и упростит обслуживание в условиях рядовой эксплуатации. При этом значительно облегчается проблема привода вентилятора от гидромотора (2..2,5 кВт вместо 8...10 кВт) и отпадает необходимость в наличии специальных гидростанций с охлаждением масла.

Заключение.

Целесообразно проведение модернизации сеялки С-6Т, разработанной научно-практическим центром НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, с доработкой ранее указанных узлов и приспособлением её к работе не только как самостоятельной единицы, но и в составе прицепных 2-х, 3-х и 4-х сеялочных агрегатов.

Литература

1. Астахов В. С. Посевная техника: анализ и перспективы развития. Ж «Тракторы и с/х машины», М., 1999, №1.- С. 6...8.

2. Назаров С. И., Астахов В. С. Технично-экономическая оценка сеялок с пневматическими централизованными высевающими системами. Ж. "Весті Академіі аграрных навук Беларусі", 1995, № 3. - С. 116-119.

3. Астахов В. С. Неосвоенные резервы посевных машин. Ж. "Белорусское сельское хозяйство". 2013, №10. – С. 118-120.

УДК 636.085.55+631.363.636

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОКА СЫПУЧЕГО КОМПОНЕНТА В ВИБРАЦИОННОЙ РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ СМЕШИВАНИЯ УСТАНОВКИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА С ПЕРФОРИРОВАННОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

к.т.н., Курзенков С.В.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

DEFINITION OF PARAMETERS AND CONDITIONS OF FORMATION OF LOOSE FLOW COMPONENT IN VIBRATION WORKING CHAMBER INSTALLATION MIXING GRAIN PRESERVATION WITH A PERFORATED DISTRIBUTION SURFACE

Candidate of Engineering Sciences, Kurziankov S.V.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. В статье представлен анализ, позволяющий определить параметры и условия, влияющие на процесс формирования потока зернового материала в вибрационной камере смешивания установки консервирования зерна с перфорированной распределительной поверхностью сыпучего компонента. Предложены математические модели, определяющие динамику движения зернового материала по поверхности распределительного устройства, а также зависимости, позволяющие рассчитать подачу материала, конструктивные и геометрические параметры элементов рабочего органа.

Результаты работы будут использованы при планировании экспериментальных исследований изучаемого процесса и расчета установок предлагаемой конструкции.

Annotation. This article presents an analysis to determine the parameters and conditions affecting the formation process flow of grain material in the mixing chamber installation of preserving grain. Mathematical model of the determinants of the movement of grain material over the surface of the switchgear as well as according to facilitate the flow of material, structural and geometric parameters of elements working body.

The results of the work will be used in planning experimental studies investigated the process and dimensioning of the proposed design.

Ключевые слова: консервирование зерна, камера смешивания, поток сыпучего компонента, нанесение жидкого компонента.

Keywords: *canning beans, mixing chamber, the flow of loose component, application of liquid component.*

Введение

Одним из способов защиты фуражного зерна от патогенной микрофлоры является консервирование химическими и биологическими препаратами. [1 –

3]. В основе оборудования для этой операции лежит принцип направленных, перекрестно движущихся дисперсных потоков сыпучего и жидкого компонентов с взаимным проникновением одного в другой. Такая схема организации процесса обработки дает возможность каждому отдельному семени контактировать с потоком препарата в кратчайший промежуток времени и обеспечивает наилучшие условия для качественного консервирования при наименьших энергозатратах. Данные принципы использовались сотрудниками БГСХА и НПП «Белама плюс» (г. Орша) при разработке оборудования для нанесения консервантов в виде растворов, эмульсий или суспензий на поверхность фуражного зерна [4, 5]. Особенностью его конструкции является наличие универсального модуля дозирования-смешивания, позволяющего произвести подачу, равномерное распределение и смешивание потока зерна с жидким компонентом, который рассмотрен в следующих публикациях. Рабочий процесс внесения консервантов в поток зерна в этом устройстве приведен в работе [4]. В конструкции рабочего органа рассматриваемого оборудования совмещены: распределительное устройство зерна, центробежный тарельчатый распылитель жидкого компонента и дозирующие устройства сыпучего и жидкого компонентов. Распределительное устройство под действием вибрации позволяет равномерно перераспределить поток зернового материала по периметру камеры смешивания, а за счет режимов вибрации организовывать необходимую подачу материала и его сепарацию через перфорированную поверхность кольцевого решета с заданной концентрацией в камере смешивания. Центробежный тарельчатый распылитель, в свою очередь, отвечает за создание равномерной зоны капельного потока жидкого компонента и наложение его на зерновой материал.

Результаты и их обсуждение.

Процесс сепарации зернового материала через перфорированную поверхность распределительного устройства определяется режимами вибрации, которые побуждают движение материала в рабочем органе. Установлено [4], что

движение зернового материала по распределительному устройству предлагаемого рабочего органа может быть описано системой:

$$\begin{cases} x'' = -R\omega^2 \cos(\varepsilon) \cos(\omega t) - f(R\omega^2 \sin(\varepsilon) \cos(\omega t) + g) \frac{x'}{\sqrt{(x'')^2 + (y'')^2}}, \\ y'' = -R\omega^2 \cos(\varepsilon) \sin(\omega t) - f(R\omega^2 \sin(\varepsilon) \cos(\omega t) + g) \frac{y'}{\sqrt{(x'')^2 + (y'')^2}}. \end{cases} \quad (1)$$

где x'', y'', z'' – проекции вектора ускорения частицы зернового материала на подвижные оси координат $O'x, O'y, O'z$ соответственно, м;

x', y' – проекции вектора скорости частицы зернового материала на подвижные оси координат $O'x, O'y$ соответственно, м/с;

t – время движения, с;

ω – окружная скорость вращения вала системы, рад/с;

R – полная амплитуда колебаний точки распределительного устройства, м;

ε – угол направленности колебаний в вертикальной плоскости, рад;

f – коэффициент трения скольжения частицы по поверхности распределительного устройства;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Если вертикальная составляющая амплитуды колебаний $R\sin(\varepsilon)$ настолько увеличивается, что сила инерции по абсолютной величине становится равной силе тяжести частицы или превосходит ее происходит отрыв зерновки от плоскости. Данный момент времени определяется зависимостью

$$t_n = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{g}{R\omega^2 \sin(\varepsilon)}\right). \quad (2)$$

При этом нормальная реакция становится равной 0 и движение зерновки подчиняется следующему закону:

$$\begin{cases} x'' = R\omega^2 \cos \varepsilon \cos(\omega t), \\ y'' = R\omega^2 \cos \varepsilon \sin(\omega t), \\ z'' = -R\omega^2 \sin \varepsilon \cos(\omega t) - g. \end{cases} \quad (3)$$

Так как движение и сепарация зернового материала осуществляется под вибрацией, то можно утверждать, что функция распределения зернового мате-

риала в камере смешивания будет зависеть от следующих параметров: угловой скорости вращения вала системы – ω , массы колеблющейся части рабочего органа – M , массы дебаланса – m и расположение вращающейся точечной массы дебаланса относительно неподвижной системы координат $-x_d, z_d$.

Анализ формул (1) – (3) показывает, что при постоянных конструктивных и массовых параметрах оборудования, изменяя окружную скорость вращения вала рабочего органа или момент возмущающей силы, можно сужать или расширять как зону движения частицы без отрыва от плоскости, так и зону движения частицы с отрывом от нее. Значения угловой скорости и момента возмущающей силы обуславливаются режимами работы оборудования. Рассматриваемый процесс зависит от концентрации материала на перфорированной поверхности рабочего органа, а значит от подачи зернового материала Q_z в установку. В свою очередь, помимо рассмотренных выше параметров подачу определяют конструктивные параметры дозирующего устройства: радиус и высота поднятия обечайки дозатора $r_{об}, h_{об}$ соответственно; параметры распределительного устройства: радиус диска r_d , ширина перфорированной поверхности $H_{реш}$, а также форма и расположение отверстий на его перфорированной части.

Из анализа конструкции дозирующего устройства, замечено, что обеспечить одинаковую подачу в рабочем органе при фиксированных режимах вибрационного процесса можно как за счет изменения диаметра обечайки $D_{об}=2r_{об}$, так и за счет изменения высоты ее поднятия. На практике удобнее варьировать высотой поднятия обечайки дозирующего устройства. А значит диаметр $D_{об}$, с целью уменьшения габаритов рабочего органа, целесообразно зафиксировать на минимально возможном уровне с учетом стабильного протекания технологического процесса. При этом можно использовать уже готовые конструкторские решения. Вследствие этого в экспериментальных исследованиях вместо двух варьируемых факторов $r_{об}$ и $h_{об}$ целесообразно использовать один безразмерный параметр – отношение $h_{об}/D_{об}=h_{об}/2r_{об}$, который может выступать как параметр подобия при расчете и регулировке дозирующих устройств в установках предлагаемого типа.

Диск распределительного устройства в конструкции установки выполняет следующие функции. Первая – формирование равномерного движения потока зерна к перфорированной поверхности. Вторая – предотвращение саморазгрузки на перфорированную поверхность при максимально открытой обойме дозатора в момент останова вала вибратора. Третья – предотвращение попадания зерна на поверхность тарельчатого распылителя, что может нарушить образование необходимого капельного потока вводимого жидкого компонента. Из изложенного следует, что радиус диска должен быть больше радиуса тарельчатого дозатора (рисунок 1), т.е. $r_d > k r_T$, где $k \geq 1$ – коэффициент, учитывающий смещение траектории падения частицы при сепарации в сторону центра симметрии установки. Опытным путем было установлено, что в зависимости от вида обрабатываемого материала k варьирует в пределах от 1,05 до 1,2.

С другой стороны, величина диска жестко связана с параметрами питателя (рисунок 2), следовательно, должна быть больше величины основания, сформированного зернового конуса.

Пусть λ – угол естественного откоса обрабатываемого материала, $r_{об}$ – радиус обечайки дозатора, $h_{об}^{max}$ – высота максимального подъема обечайки. Тогда соотношение гарантирует удерживание материала на диске при полном открытии обечайки и неработающем электродвигателе. Это значит, что радиус диска распределительного устройства зависит от геометрических параметров дозирующего устройства сыпучего компонента, и его можно определить по зависимости (4).

Предположим, что при открытии обечайки рабочий орган обеспечивает некоторую подачу зернового материала Q_z из бункера накопителя к перфорированной поверхности распределительного устройства. Тогда эта величина может быть определена по формуле

$$r_d = r_{об} + \frac{h_{об}^{max}}{\operatorname{tg}(\lambda)}. \quad (4)$$

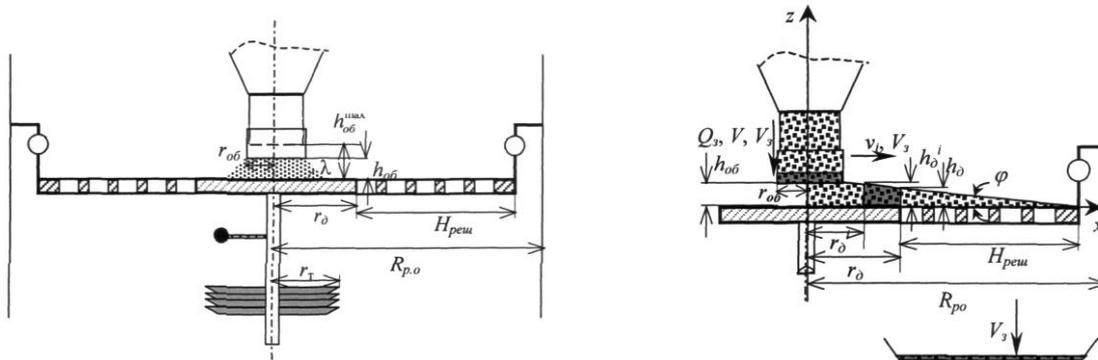


Рисунок 1 - Схема для обоснования параметров диска рабочего органа

$$Q_3 = \pi \cdot r_{об}^2 \cdot V \cdot \gamma_{з.м.},$$

где Q_3 – подача зернового материала, кг/с;

V – скорость движения потока материала в дозаторе сыпучего материала, м/с;

$\gamma_{з.м.}$ – объемная масса зерна, кг/м³.

С другой стороны, данная подача будет определяться режимами вибрационного процесса и интенсивностью сепарации материала через перфорированную поверхность распределительного устройства. Вследствие неразрывности потока можно утверждать, что по элементам рабочего органа будет перемещаться некоторый объем зерновой материала V_3 в единицу времени с одинаковой объемной массой $\gamma_{з.м.}$, связанный с подачей следующим соотношением

$$Q_3 = V_3 \cdot \gamma_{з.м.} \quad (5)$$

При этом в установившемся режиме работы оборудования зерновой материал образует на поверхности распределительного устройства усеченный конус с основаниями $2R_{р.о.}$ и $2r_{об}$. Уравнение прямолинейной образующей этого конуса будет иметь следующий вид:

$$\frac{x - r_{об}}{R_{р.о} - r_{об}} = \frac{z - h_{об}}{-h_{об}} \quad (6)$$

где x, z – текущие координаты точки, находящейся на прямолинейной образующей, м.

Выразив из уравнения (6) x , получим

$$x(z) = \frac{r_{об} - R_{p.o}}{h_{об}} (z - h_{об}) + r_{об}. \quad (7)$$

Тогда объемную подачу материала можно найти по формуле

$$V_3 = \frac{v_{cp}}{r_{\delta}} \cdot \left[\pi \cdot (r_{\delta} - r_{\delta}^i)^2 \cdot h_d + \pi \cdot \int_{h_b}^{h_b^i} (x(z))^2 dz \right], \quad (8)$$

где v_{cp} – средняя скорость потока зернового материала на диске рабочего органа, м/с;

r_{δ}^i – расстояние (м) от оси вращения вала рабочего органа до точки, начиная с которой объем материала, равный V_3 (m^3), смещается на перфорированную поверхность распределительного устройства в единицу времени;

$$h_{\delta}^i = \frac{(R_{p.o} - r_{\delta}^i)h_{об}}{R_{p.o} - r_{об}}, \quad h_{\delta} = \frac{(R_{p.o} - r_{\delta})h_{об}}{R_{p.o} - r_{об}} - \text{высота слоя зернового материала на рассто-}$$

янии r_{δ}^i и r_{δ} соответственно, м.

Средняя скорость зернового потока на диске v_{cp} определяется на основании зависимостей (1) – (3) с использованием физического смысла производной.

Рассмотрев взаимосвязи в формуле (5), можно сделать вывод, что Q_3 зависит от параметров ω , R , ε , $r_{об}$, $h_{об}$ и физико-механических свойств обрабатываемого материала.

Поверхность, по которой движется материал, представляет собой перфорированное кольцо шириной $H_{реш}$, расположенное в горизонтальной плоскости, отстоящее от центра масс системы на расстоянии r_{δ} и ограниченное цилиндрическим корпусом установки на расстоянии $R_{p.o}$. Форма отверстий этой поверхности предопределяется характером движения материала по ней [6]. Для работы решета с круглыми отверстиями необходимо постоянное встряхивание материала. Это позволяет частицам материала переориентироваться в пространстве и занять положение между кромками отверстий. Работа же решет с продолговатыми отверстиями встряхивания не требует, оно только мешает сепара-

ции, которая хорошо протекает при скользящем движении материала без отрыва его от поверхности.

Однако на основании технических характеристик использованного в установке тарельчатого распылителя жидкого консерванта и проведенных теоретических исследований было установлено, что необходимая полнота обработки зернового материала может быть достигнута при угловых скоростях вращения подвижного вала свыше 157 рад/с. В этих диапазонах изменения угловой скорости в основном частицы материала двигаются с отрывом от поверхности решета. Поэтому выбор формы отверстий был predetermined рабочим диапазоном угловых скоростей вращения подвижного вала. В экспериментальных исследованиях использовались поверхности с круглыми отверстиями.

Вероятность прохождения материала через рабочий орган пропорционально увеличению общего их количества на единице поверхности решета. На практике это достигается за счет расположения отверстий в шахматном порядке. Для прямоугольных решет с круглыми отверстиями показатель, характеризующий их пропускную способность, является фиксированной величиной, называемой коэффициентом перфорации решета $k_{\text{пер}}$ (отношение суммарной площади всех отверстий к площади решета).

Применительно к нашему случаю коэффициент перфорации определяется по формуле

$$k_{\text{пер}} = \frac{\sum_i S_{\text{отв}}}{S_{\text{реш}}} = \frac{n \cdot r_{\text{отв}}^2}{H_{\text{реш}}^2} = \frac{n \cdot \left(\frac{d_{\text{отв}}}{2}\right)^2}{H_{\text{реш}}^2}, \quad (9)$$

где $r_{\text{отв}}$ ($d_{\text{отв}}$) – радиус (диаметр) отверстия, м;

$H_{\text{реш}} = R_{\text{р.о}} - r_{\text{o}}$ – величина участка рабочей поверхности решета, м;

n – количество отверстий на рассматриваемой поверхности, шт.

Очевидно, что наибольшей пропускной способностью будут обладать те решета, у которых наибольший коэффициент перфорации $k_{\text{пер}}$. Можно заметить, что этот параметр заведомо меньше единицы, так как сохранить размер и фор-

му пробитого отверстия, а также жесткость и прочность всей конструкции, учитывая, что она находится под вибрацией, можно лишь в том случае, когда смежные друг с другом отверстия пробиваются на некотором, вполне определенном расстоянии. Обозначим это расстояние – $\Delta d_{\text{отв}}$ (промежуток между кромками отверстий), оно будет определяться свойствами материала, из которого изготавливаются решета. Применительно к листовому железу, руководствуясь [6], можно отметить, что промежуток между кромками отверстий подчиняется следующей эмпирической зависимости:

$$\Delta d_{\text{отв}} = 0,0009 \cdot \sqrt{1000d_{\text{отв}}} . \quad (10)$$

Равномерность сепарации материала при прохождении решета, находящегося под вибрацией, можно организовать, обеспечив однородность рассматриваемой системы по периметру решета относительно центра масс. С учетом этого возможны два варианта расположения отверстий в шахматном порядке по рабочей поверхности решета: первый вариант – три смежных отверстия располагаются на одинаковом расстоянии друг от друга, имея центры по вершинам правильного треугольника; второй – три смежных отверстия располагаются по вершинам равнобедренного прямоугольного треугольника.

В нашем случае, когда важна большая однородность системы, предпочтительнее выглядит первое расположение отверстий на решетке, так как именно оно обеспечивает однородность системы по трем направлениям от центра масс [7], в отличие от второго, обеспечивающего однородность только в двух направлениях.

Поэтому в рассматриваемой установке центры отверстий располагаются в шахматном порядке на пересечении прямых, отстоящих друг от друга на расстоянии

$$r_{\text{яч}} = \frac{d_{\text{отв}} + \Delta d_{\text{отв}}}{2} = \frac{d_{\text{отв}} + 0,0009 \cdot \sqrt{1000d_{\text{отв}}}}{2} = \frac{d_{\text{отв}} + 0,009 \cdot \sqrt{10d_{\text{отв}}}}{2} , \quad (11)$$

с центрами по вершинам правильного треугольника. Причем для однородности системы центр масс должен располагаться в одной из точек пересечения пря-

мых, проходящих через центры, а кромки перфорированного кольца ограничены окружностями, вписанными в правильные шестиугольники, образованные «слоями» отверстий. Можно заметить, что каждый последующий «слой» отверстий при удалении от центра масс будет увеличиваться на 6 отверстий. Тогда перфорированное кольцо можно разбить на ячейки, имеющие форму правильного шестиугольника с площадью

$$S = \frac{6R_{\text{яч}}^2}{2} \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{3\sqrt{3} \cdot R_{\text{яч}}^2}{2} \quad (12)$$

где $R_{\text{яч}}$ – радиус описанной окружности около рассматриваемого шестиугольника, м.

Нетрудно заметить, что радиус вписанной в шестиугольник окружности $r_{\text{яч}}$ связан с радиусом описанной окружности следующим соотношением:

$$r_{\text{яч}} = \sqrt{R_{\text{яч}}^2 - \frac{R_{\text{яч}}^2}{4}} = \frac{\sqrt{3} \cdot R_{\text{яч}}}{2}. \quad (13)$$

Обратная зависимость будет выглядеть так:

$$R_{\text{яч}} = \frac{2r_{\text{яч}}}{\sqrt{3}} = \frac{d_{\text{отв}} + \Delta d_{\text{отв}}}{\sqrt{3}}. \quad (14)$$

При расположении отверстий и кромок перфорированного кольца, показанном на рисунок 3, коэффициент перфорации можно считать величиной постоянной при фиксированном диаметре отверстия и не зависящей от количества отверст

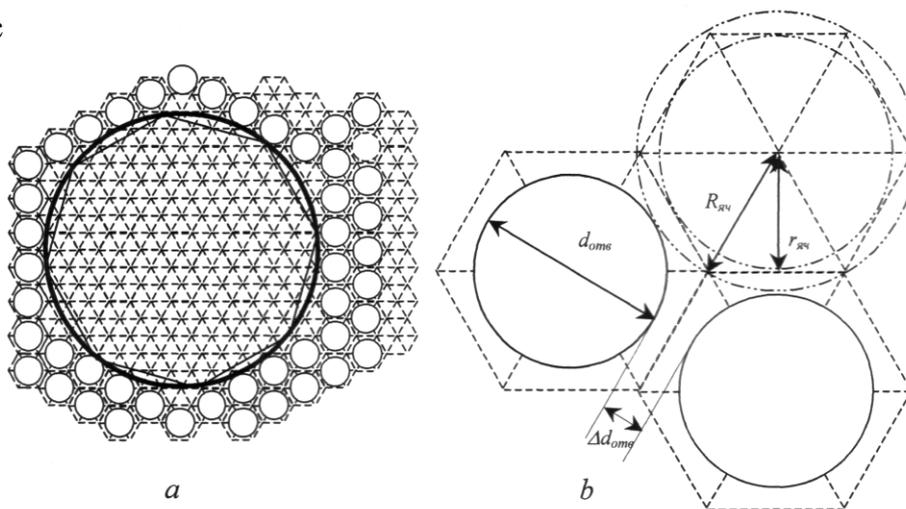


Рисунок 3 - Общий вид и параметры расположения отверстий на перфорированной поверхности распределительного устройства: a – общий вид расположения отверстий на решетке; b – параметры, характеризующие расположение отверстий на перфорированной поверхности

Величина коэффициента перфорации $k_{пер}$ будет стремиться к относительной живой площади отверстия μ , которую можно определить по формуле

$$k_{пер} \rightarrow \mu = \frac{S_{отв}}{S_{ш}} = \frac{\pi d_{отв}^2}{2\sqrt{3}(d_{отв} + \Delta d_{отв})^2} = \frac{\pi d_{отв}^2}{2\sqrt{3}(d_{отв} + 0,009 \cdot \sqrt{10d_{отв}})^2} \quad (15)$$

Немаловажную роль в процессе сепарации материала играет взаимодействие частицы материала с кромками отверстий перфорированной поверхности.

Согласно [8], вероятность прохождения шаровидной частицы, движущейся вертикально через отверстие неподвижного горизонтального решета, определяется как отношение площади зоны отверстия, попадание в которую центра масс частицы материала гарантирует ее прохождение через отверстие, ко всей площади отверстия. Для круглых отверстий эту вероятность можно найти по формуле

$$p = \frac{\pi \cdot (r_{отв} - r_{ч})^2}{\pi \cdot r_{отв}^2} = (1 - \nu)^2, \quad (16)$$

где $\nu = \frac{r_{ч}}{r_{отв}}$ – безразмерная величина, характеризующая соотношение эквивалентного радиуса частицы обрабатываемого материала к радиусу отверстия.

Однако для решета под вибрацией попадание частицы материала в отверстие еще не свидетельствует о полной возможности прохождения через него [7]. Во-первых, при поступательном движении решет площадь отверстия изменится. Эту площадь в дальнейшем будем называть фиктивной площадью отверстия $S_{ф}$. Ее можно определить как площадь круга, радиус которого меньше радиуса отверстия на величину смещения точки поверхности распределительного устройства:

$$S_{ф} = \pi \cdot (r_{отв} - r_{ч} - c)^2,$$

где $c = R \cos(\varepsilon)$, м;

ε – угол направленности колебаний в вертикальной плоскости, рад.

Это значит, что вероятность просыпания через единичное отверстие уменьшится и может быть определена по формуле

$$p = \frac{\pi \cdot (r_{\text{отв}} - r_{\text{ч}} - c)^2}{\pi \cdot r_{\text{отв}}^2} = (1 - \nu - \nu_1)^2,$$

где $\nu_1 = \frac{c}{r_{\text{отв}}}$ – безразмерная величина, характеризующая соотношение величины сдвига к радиусу отверстия.

Вывод

Представлен анализ, позволяющий установить параметры и условия формирования потока зернового материала в вибрационной камере смешивания установки консервирования зерна с перфорированной распределительной поверхностью сыпучего компонента. Предложены математические модели, определяющие динамику движения зернового материала по поверхности распределительного устройства, а также зависимости, позволяющие рассчитать подачу материала, конструктивные и геометрические параметры элементов рабочего органа.

Литература

1. Шашунов, В. А. Состояние и тенденции применения новых ресурсосберегающих технологий при производстве комбикормов / В. А. Шаршунов, А. В. Червяков, С. В. Курзенков М.: Девятка Принт, 2004. 136 с.
2. Червяков, А. В. Повышение эффективности хранения фуражного зерна при производстве комбикормов /А. В. Червяков //Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: Материалы науч.-практ. конф. Горки: БГСХА, 2007. С. 126-134.
3. Киров, Н. Консервирование влажного зерна / Н. Киров, О. Божинова, Л. Недеялков М.: Колос, 1982. 159 с.
- 4.Червяков, А. В. Результаты испытаний установок консервирования зерна УКЗ-20 и УКЗ-50. /А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Л. М. Иващенко // Материалы науч.-практ. конф. Горки: БГСХА, 2007. С.152-156.
5. Шаршунов, В. А. Изучение параметров потока сыпучего материала в камере смешивания установки консервирования зерна /В. А. Шаршунов, А. В. Червяков, С.В. Курзенков // Весці НАН Беларусі. сер. аграр. Навук. 2008. № 4. С. 94-102.
6. Летошнев, М. Н. Сельскохозяйственные машины /М. Н. Летошнев. М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1955. 764 с.
7. Заика, П. М. Динамика вибрационных зерноочистительных машин /П. М. Заика. М.: Машиностроение, 1977. 277 с.
8. Леонтьев, П. И. Исследование работы виброрешет при сепарации мелких семян / П. И. Леонтьев // Проблемы сепарирования зерна и других сыпучих материалов: Тр. науч. конф. М.: ВНИИЗ, 1963. Выпуск 42. С. 145 - 151.
9. Яковлева С.Е., Кривопушкин В.В., Гапонова В.Е., Рябичева А.Е. Общее животноводство // Методическое пособие по прохождению учебной практики – Брянск - 2013.

УДК [635.65: 631.33.024.3]

**ИССЛЕДОВАНИЯ ОДНОДИСКОВЫХ СОШНИКОВ
С СИММЕТРИЧНЫМИ ДВУХСТОРОННИМИ
РЕБОРДАМИ-БОРОЗДКООБРАЗОВАТЕЛЯМИ
ДЛЯ УЗКОРЯДНОГО ПОСЕВА**

*д.т.н, профессор Петровец В. Р., к.т.н., доцент Курзенков С. В,
к.т.н., доцент Дудко Н. И., инженер Греков Д.В.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

**STUDY SINGLE-DISK OPENERS WITH SYMMETRICAL TWO-WAY RIBS
CONVERTERS WAS TO CLOSE THE WARD OF SOWING**

*Doctor of Engineering Sciences, professor V. R. Petrovets,
Candidate of Engineering Sciences, S. V. Kurziankov,
Candidate of Engineering Sciences, N. I. Dudko, engineer, D. V. Grekov
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Потенциал урожайности зерновых культур, созданных белорусскими учеными, достигает 90-100 ц/га. Однако в среднем по республике урожай зерновых культур значительно меньше. Основной резерв повышения урожайности зерновых культур – достижение потенциала урожайности и внедрение районированных сортов.

На кафедре механизации растениеводства и практического обучения изготовлены три новых макетных образца однодисковых сошника с двухсторонними симметричными ребордами-бороздкообразователями для узкорядного посева зерновых культур. Они изготовлены на базе плоского диска толщиной 3 мм и диаметром 400 мм. Реборды-бороздкообразователи имеют разные диаметры и толщину. Плоский диск имеет больший диаметр, чем реборды-бороздкообразователи. Расстояния от основания реборды до периферии диска также имеет три размера. Выступ плоского диска предназначен для перерезания растительных остатков и оставление прорези в почве для лучшего заглубления реборд.

Annotation. *The potential yield of grain crops created by Belarusian scientists reaches 90-100 kg/ha. However, the average yield of grain crops in the country is much less. The main reserve for increasing the yield of grain crops is the achievement of the yield potential and the introduction of zoned varieties.*

At the Department of mechanization of crop production and practical training, three new model samples of single-disc Coulter with two-sided symmetrical edges-furrows for narrow-row sowing of grain-new crops were made. They are made on the basis of a flat disc with a thickness of 3 mm and a diameter of 400 mm. the grooved Ribs have different diameters and thickness. The flat disc has a larger diameter than the grooved ribs. The distance from the base of the rib to the periphery of the disc also has three dimensions. The flat disc protrusion is designed for cutting plant residues and leaving a slot in the soil for better penetration of the ribs.

Ключевые слова: однодисковый сошник, узкорядный посев, высокоскоростной посев, бороздкообразование, глубина заделки.

Keywords: *coulter type, seeding, sowing with small spacing between rows, high-speed seeding, borozdkoobrazovanie, seeding depth.*

Введение

Научно установлено и практикой подтверждено, что урожай сельскохозяйственных культур на 25...30 % зависит от качества посева.

Важнейшим рабочим органом зерновых сеялок и комбинированных почвообрабатывающих посевных агрегатов является сошник. Он «отвечает» за равномерность распределения семян по площади питания и глубине их заделки.

В последнее время зарубежные и отечественные посевные машины оборудуются, как правило, одно или двухдисковыми комбинированными сошниками. Это связано с внедрением на современных зерноуборочных комбайнах устройств для измельчения соломы и разбрасывания ее по поверхности полей. Последующая обработка почвы комбинированными агрегатами перемешивает измельченную солому с почвой и создает мульчированный слой в том числе, и на глубине заделки семян зерновых культур.

Килевидные сошники при работе на мульчированной почве сгруживают пожнивные и растительные остатки перед собой, которые затем собираются между сошниками. Это нарушает технологический процесс заделки семян на заданную глубину.

Одно и двухдисковые сошники хорошо заглубляются на мульчированных почвах, прорезают в ней бороздки на заданную глубину, не нарушая технологического процесса укладки семян. Как правило, для образования бороздок, в которые укладываются семена и затем закрываются слоем почвы, диски на корпусе высевающей системы устанавливаются с определенным углом атаки. В процессе ее движения такое расположение дисков приводит к перемещению почвы в стороны от сошника. С увеличением угла атаки дисков и скорости движения сошника глубина образуемой за ним бороздки возрастает, а значит, увеличивается и объем выносимой из бороздки почвы, а также расстояние, на которое она отбрасывается. Для уменьшения влияния этих факторов на качество посева сельскохозяйственных культур приходится сошниковые группы расставлять в несколько рядов. При этом существенно ограничивая скорость машинно-тракторных агрегатов. Но и это не всегда помогает избавляться от забрасывания соседних рядков семян почвой и приводит к неравномерности заделки семян на заданную глубину. Это негативно влияет на дружность всходов, равномерность их развития и созревания, а значит, негативно сказывается и на качестве посева.

Второй момент, на который следует обратить внимание – это то, что согласно агротехническим требованиям сева сельскохозяйственных культур, семена должны высеваться на плотное ложе, вдавливаясь в уплотненное дно бороздки и закрываться рыхлым слоем почвы. Поэтому конструкция сошника в местах закладки семян должна обеспечивать не только оптимальную глубину, но и необходимое уплотнение почвы ($1,2 \dots 1,3 \cdot 10^3$ кг/м³) для притока влаги из нижележащих ее слоев. Желательно, чтобы эта же конструкция позволяла производить внутripочвенное внесение стартовой дозы фосфорных удобрений. Это позволит стимулировать рост и развитие растений в начальный период вегетации.

Третий момент – это простота конструкции сошника, его регулировки, снижение его металлоемкости и тягового сопротивления. Это позволит уменьшить затраты на его изготовление и затраты при проведении сева сельскохозяйственных культур.

Исходя из сказанного, разработка более совершенных дисковых сошников, теоретическое и экспериментальное обоснование их рациональных параметров является весьма актуальной задачей. Совершенствование дисковых сошников должно осуществляться по следующим направлениям: более равномерной укладки семян по глубине и их распределения по площади питания; одновременным с посевом внутripочвенным внесением стартовой дозы удобрений; упрощением конструкции сошниковых групп с уменьшением их металлоемкости и тягового сопротивления. Все эти направления совершенствования должны подчиняться одному принципу – повышение урожайности сельскохозяйственных культур и щадящего отношения к почвенной структуре.

На протяжении более 20 лет сотрудники УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» также работают по направлениям создания и совершенствования посевных агрегатов [1, 2].

Результаты и их обсуждение.

Сегодня ученые-инженеры УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» работают над созданием отечественной высокоскоростной узкорядной посевной системы зерновых, технических и травяных культур [3].

Исследования в данном направлении включали следующие этапы:

- выбор типа и обоснование рабочей конструктивной схемы устройства высева;
- определение конструктивных и технологических параметров, позволяющих осуществлять узкорядный, высокоскоростной посев при условии соблюдения агротехнических требований;
- выявление влияния этих факторов на параметры, определяющие узкорядный, высокоскоростной посев и ограничение их количества на основании мысленного анализа, поисковых экспериментов, а так же построения линейной многофакторной регрессии;
- получение адекватных математических моделей, связывающих независимые и результирующие факторы изучаемого процесса на основании проведения многофакторного эксперимента и их статистический анализ;
- установление рациональных параметров предлагаемого рабочего органа.

На основании априорного анализа [4] для реализации поставленной цели предпочтение было отдано однодисковым сошниковым группам. Изучение литературных источников и теоретических исследований позволило определить всевозможные параметры, влияющие на процесс сева и из них отобрать основные, влияющие на его эффективность. Проведенные теоретические исследования и мысленный анализ отобранных параметров с учетом поставленных целей позволил ограничить зону теоретико-экспериментальных исследований.

Было установлено, что при узкорядном посеве мелкосемянных культур и для увеличения его скорости целесообразно применять однодисковые сошники с нулевым углом атаки или близким к нулевому углу при угле крена 90° ($\pi/2$ рад.). В данном случае речь будет идти о накатывании бороздок, при котором за их формообразование и глубину отвечают такие факторы, как усилие, оказываемое на сошник, конфигурация сошника и его скорость движения. Необходимую конфигурацию бороздок можно обеспечить формой и параметрами реборд. Так в предлагаемом варианте дискового сошника были использованы конические реборды с различными конструктивными параметрами.

Анализ литературных источников показал, что глубину и стабильность хода сошников в почве (и связанную с ней равномерность образования глубины бороздки) практически для всех типов сошников можно регулировать, за счет изменения нагрузки на сошник (за счет предпосевных установочных регулировок и усилия пружины), выбора направления силы тяги (переносом точки присоединения поводков по горизонтали и вертикали) и подбором рациональной скорости движения. В связи с этим исследования работы сошников для узкорядного посева целесообразно проводить при скоростях от 1,78 м/с (6,4 км/ч) до 10,0 м/с (36,0 км/ч). Нижнее значение определялось условием минимальной скорости движения агрегата при посеве зерновых, а верхнее значение – максимальными скоростями посева для существующих прогрессивных импортных образцов посевных машин.

Из условия универсальности применения проектируемого сошника был сделан вывод, что регулируемая глубина хода диска сошника должна изменяться в пределах от 0,01 до 0,06 м. Нижнее значение этого параметра соответствует посеву семян трав и других мелкосемянных культур, а верхнее посеву семян гороха, кукурузы и других крупносемянных культур.

При таких условиях работы дисковых сошников одним из важнейших параметров, влияющим на стабильность и устойчивость процесса бороздкообразования будет статическое усилие нажимной пружины, которое должно сглаживать вертикальные и горизонтальные колебания сошникового рабочего органа в почве. Очевидно, что данное усилие должно быть гораздо большее, чем в традиционно применяемых сошниковых устройствах (140 – 160 Н). Поэтому для предлагаемой конструкции сошника целесообразно рассмотреть это значение до 450 Н.

Была поставлена задача при оговоренных выше параметрах, добиться эффективного посева с шириной бороздок 0,0625 м, максимальных скоростных его показателей и снижении энергетических затрат.

С учетом вышесказанного конструктивная схема предлагаемого устройства высева представляла собой – однодисковый сошник с симметричными коническими ребордами-бороздкообразователями, нулевым углом атаки и прямым углом входа в почву. В связи с этим при изучении узкорядного высоко-

скоростного посева внимание было акцентировано на следующих независимых факторах: скорости движения сошника (м/с), ширине реборды (м), глубине хода реборды (м), настраиваемой глубине заделки семян (м), статическом усилии нажимной пружины на сошник (Н).

С целью определения интервалов варьирования отобранных независимых факторов и реализации многофакторных экспериментов была разработана методика и согласно ее проведены поисковые лабораторные эксперименты. Изготовленные макетные образцы предлагаемых однодисковых сошников (рисунок 1), установка для лабораторных исследований однодисковых сошников в почвенном канале и установка для лабораторно-полевых исследований (рисунок 2) позволили реализовать намеченную программу исследований в полном объеме.

При проведении исследований использовались следующие измерительные приборы, инструменты и оборудование: динамометр, индикатор, штангенциркуль, секундомер, мерная лента – 21 м, линейка, рамка, профилометр, цилиндр для взятия проб почвы, бюксы, весы, сушильный шкаф, динамометрическая автосцепка для навешивания лабораторной установки и присоединения ее к тяговой тележке в почвенном канале.

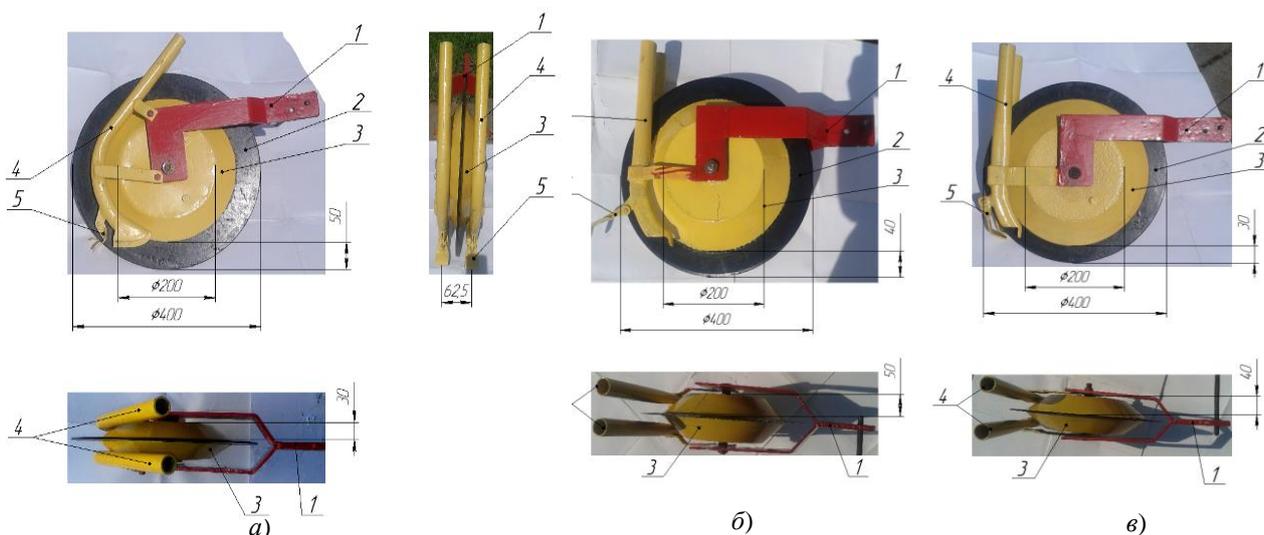


Рисунок 1 - Макетные образцы однодискового сошника с симметричными ребордами-бороздкообразователями в трех вариантах исполнения: *а, б, в* 1 – корпус сошника; 2 – диск; 3 – реборда-бороздкообразователь; 4 – семянаправитель; 5 – клапан семянаправителя

Макетные образцы однодисковых сошников были изготовлены на базе плоских дисков толщиной 0,03 м, диаметром 0,4 м с меньшим диаметром реборды 0,200 м и изменяющейся за счет большего диаметра и ширины конусности реборды. Предлагаемый сошник работал следующим образом: рабочий диск хорошо заглублялся в почву и перерезал растительные остатки, а также стабилизирует поперечные колебания рабочего органа. Симметрично установленные реборды формировали две бороздки, для семян. К корпусу присоединялся семяпровод, который расположен за ребордой. Нулевой угол атаки диска позволяет увеличить скорость движения сошника при посеве. Глубина хода диска с ребордой задавалась в зависимости от высеваемой культуры с помощью регулировок и нагрузки на него. Макетные образцы однодисковых сошников с изменяемыми параметрами позволяли изучать влияние скорости и глубину хода диска с ребордой, ширину реборды, расстояние от кромки диска до реборды-бороздкообразователя, давление пружины на сошник.

Согласно поставленным целям и задачам исследований в качестве основных результирующих факторов, по которым оценивалось результативность экспериментальных данных, были выбраны: среднее квадратическое отклонение заделки семян от рекомендуемой глубины (σ_{Δ_3} , м) для используемой посевной культуры; ширина бороздки ($b_{бор}$, м) и тяговое сопротивление конструкции (E , Н). Изучалось влияние независимых факторов на результирующие факторы. Для этого на основании опытных данных по повторностям значения фактора $\sigma_{\Delta_3}(Y_1)$ определялись по формуле

$$\sigma_{\Delta_3} = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^3 (\Delta_i - \Delta_{н.г.})^2}$$

где Δ_i – глубина заделки семян для i -ой повторности;



Рисунок 2. Лабораторная установка для исследования макетных образцов однодисковых сошников с симметричными усеченно-конусными бороздкообразователями: 1 – поводок; 2 – крепежные болты; 3 – корпус; 4 – диск на 400 мм; 5 – чистик; 6 – усеченно-конусная реборда-бороздкообразователь; 7 – ось; 8 – пластина; 9 – семянаправитель; 10 – шкала глубины бороздки; 11 – клапан

$\Delta_{\text{н.г.}}$ – настраиваемая глубина заделки семян (глубина хода реборды), а для $b_{\text{бор}}$ (Y_2) и E (Y_3), как среднее арифметическое показателей. Достоверность получаемых исследований будет обеспечена повторностью проведения лабораторных экспериментов. Все измерения проводились в трёхкратном повторении. Обсуждались только те результаты, которые воспроизводились в каждом опыте.

Для исследования результирующих факторов была изготовлена лабораторная установка, позволяющая высевать зерновые культуры с различными нормами посева. Установка представляла собой переоборудованную сеялку СН-10, шириной 1,5 м (рисунок 2) и состояла из рамы, семенного ящика, опорно-приводных колес, высевающих аппаратов, поводков с пружинами для присоединения сошников, а также механизма навески, включающей поводки и штанги с пружинами.

Глубину и ширину образованной бороздки измеряли с помощью тарированной линейки. Для измерения горизонтальной составляющей тягового сопротивления однодисковых сошников использовалась динамометрическая автосцепка, смонтированная на тяговой тележке.

Исследования проводились в почвенном канале кафедры «Сельскохозяйственные машины» и на опытном поле УО БГСХА. Перед проведением опыта готовилась исследовательская площадка. Ее почва рыхлилась, увлажнялась и перемешивалась в однородную объемную массу, при этом создавались однотипные условия проведения экспериментов по влажности и объемной массе почвы.

Схема поисковых исследований подразумевала поэтапное варьирование одного из факторов при фиксированных параметрах остальных на уровнях опорных точек. Подробно эти исследования описаны в работе.

Обобщив результаты поисковых исследований, был сделан вывод, что границы варьирования факторов, оказывающих влияние на процесс посева сельскохозяйственных культур для предлагаемого однодискового сошника на этапе многофакторного эксперимента выбраны верно и должны варьировать в пределах, указанных в таблице 1.

Таблица 1 -Факторы и их уровни однодискового сошника с симметричными ребордами-бороздкообразователями

Наименование параметров и их размерность при проведении экспериментов	Обозначение независимых факторов в поисковых исследованиях	Уровни	
		нижний (-1)	верхний (+1)
1. Скорость движения сошника, v (м/с)	x_1	1,78	10,0
2. Ширина реборды, b_p (м)	x_2	0,03	0,05
3. Настраиваемая глубина заделки семян, $\Delta_{н.г.}$ (м)	x_3	0,01	0,06
4. Статическое усилие нажимной пружины на сошник, F_n (Н)	x_4	250	450

На основании существующих агротехнических требований было установлено, что при посеве семян испытываемым сошником на глубину до 2 см допустимо использование скоростей до 36 км/ч, на глубину 3 см – до 32,5 км/ч, на глубину 4 см – до 21,6 км/ч, на глубину 5 см – до 18 км/ч, на глубину 6 см – до 14,4 км/ч. Аппроксимация опытных данных допустимых скоростей посева ($v_{доп}$, м/с) в зависимости от глубины заделки семян ($\Delta_{н.г.}$, м) для испытываемого сошника описывается математическим выражением

$$v_{доп} = 166667 \cdot \Delta_{н.г.}^3 - 18571 \cdot \Delta_{н.г.}^2 + 469,05 \cdot \Delta_{н.г.} + 6,8.$$

Базируясь на результатах поисковых экспериментов нами были реализованы такие этапы многофакторного планирования, как определение и статистический анализ многофакторной линейной регрессии и движение по градиенту. Анализ линейных моделей показал, что включенные в модели факторы не все являются значимыми, но они хорошо объясняют изменения результирующих факторов и между ними существует значительная связь. Однако сравнительная оценка расчетных и табличного критериев Фишера показала, что гипотезу об

описании результатов экспериментов линейными моделями следует отвергнуть, поэтому в дальнейших исследованиях с целью изучения и описания области оптимума использовались модели более высокого порядка.

Несмотря на то, что линейные модели для рассматриваемых зависимостей оказались неадекватными, нами на основании полученных коэффициентов линейных регрессий в кодированном виде было проведено движение по градиенту. При этом преследовалась цель установить более благоприятные условия для проведения следующих стадий экспериментальных исследований.

Эти исследования позволили установить зоны оптимального варьирования независимых факторов:

– для параметра Y_1 : $x_1 \in [1,78; 5,89]$, $x_2 \in [0,03; 0,04]$, $x_3 \in [0,02; 0,04]$, $x_4 \in [350; 450]$;

– для параметра Y_2 : $x_1 \in [1,78; 5,89]$, $x_2 \in [0,04; 0,05]$, $x_3 \in [0,02; 0,04]$, $x_4 \in [250; 350]$;

– для параметра Y_3 : $x_1 \in [5,89; 10]$, $x_2 \in [0,04; 0,05]$, $x_3 \in [0,02; 0,04]$, $x_4 \in [250; 350]$.

Заключение

Результаты движения по градиенту показали, что по результирующим факторам зоны оптимального варьирования независимых факторов не совпадают. Так как нами предполагается использование испытуемых сошников для посева различных культур и при различных скоростных режимах, то для проведения следующего этапа многофакторного планирования сужение интервалов варьирования факторов до оптимальных является не целесообразным.

Литература

1. Петровец, В. Р. Посев зерновых культур дисковыми сошниками с усеченно-конусными бороздообразователями-уплотнителями: Монография / В. Р. Петровец, С. В. Авсюкевич, Н. И. Дудко. – Горки. – 2015. – 212 с.

2. Математическая модель уплотнения почвы в бороздках, образованных однодисковым сошником с нулевым углом атаки и симметрично расположенными двухсторонними ребордами-бороздообразователями для узкорядного посева мелкосемянных культур / В. Р. Петровец [и др.] // Вестн. БГСХА. – 2016. – № 4. С. 98 – 100.

3. Обоснование границ варьирования радиусов диска и реборды однодискового сошника с симметрично расположенными двухсторонними ребордами-бороздообразователями / В. Р. Петровец [и др.] // Вестн. БГСХА. – 2017. – № 1. С 101 – 104.

4. Комбинированный однодисковый сошник с симметрично расположенными двухсторонними ребордами-бороздообразователями и нулевым углом атаки / В. Р. Петровец [и др.] // Вестн. БГСХА. – 2016. – № 3. С. 137–140.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ГЛУБИНЫ БОРОЗДКИ
ОДНОДИСКОВОГО СОШНИКА С ОПОРНО-ПРИКАТЫВАЮЩИМ
КАТКОМ ОТ УГЛА АТАКИ ДИСКА,
ЕГО НАКЛОНА И УСИЛИЯ НАЖИМНОЙ ПРУЖИНЫ**

*д.т.н. Петровец В.Р., к.т.н. Ильин В.И.,
к.т.н. Гайдуков В.А.,*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

**THE ESTIMATION OF THE DEPTH OF THE GROOVE
SINGLE-DISC COULTER WITH SUPPORT-ROLLERS SKATING RINK ON
THE ANGLE OF ATTACK OF THE DISC,
TILTING AND EFFORT COMPRESSION SPRING**

*doctor of technical Sc., Petrovets V.R., Ph. D., Ilyin V.I.,
Ph. D., Gaidukov V.A.,*

Belarusian state agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Представлен общий вид однодискового сошника с опорно-прикатывающим катком. Рассмотрены и проанализированы факторы, влияющие на глубину бороздки сошника. Приведены результаты исследования влияния угла атаки диска, его наклона и усилия нажимной пружины на глубину бороздки, образуемой сошником, и определены их оптимальные значения.

Annotation. A General view of a singledisc Coulter with a support-rolling roller is presented. Reviewed and analyzed the factors influencing the depth of the groove of the vomer. The results of the study of the influence of the angle of attack of the disk, its inclination and the force of the pressure spring on the depth of the groove formed by the Coulter are presented and their optimal values are determined.

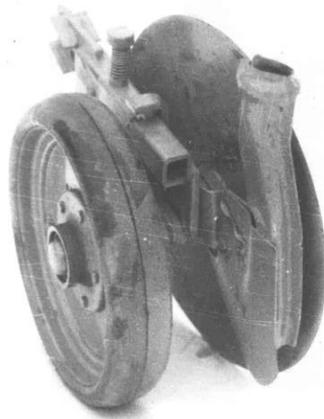
Ключевые слова: посев, глубина, бороздка, диск, угол атаки, угол наклона, усилие, нажимная пружина, уравнение, двумерные сечения, область оптимума.

Key words: sowing, depth, groove, disk, angle of attack, angle of inclination, force, pressure spring, equation, two-dimensional sections, optimum region.

Введение

Уменьшение глубины заделки семян может привести к вымерзанию всходов озимых и изреженности всходов яровых. При глубокой заделке всходят ослабленные растения, а часть ростков гибнет, так как не может пробиться к свету. Между семенами и почвой не должно быть воздушной прослойки, затрудняющей поступление влаги к семенам, а позднее питательных веществ к корням растений [1].

С целью повышения качества посева зерновых, на кафедре «Механизации растениеводства и практического обучения» изготовлен и исследован однодисковый сошник с опорно-прикатывающим катком (рисунок 1) [2, 3, 4].



Рисок 1 - Общий вид сошника

Теоретические исследования

На основании экспериментальных исследований [5] и теоретических расчетов получено уравнение регрессии второго порядка, описывающее зависимость глубины бороздки сошника (Y критерий оптимизации) от угла атаки диска (X_1), его наклона (X_2) и усилия нажимной пружины (X_3), которое имеет вид:

$$Y = 26,666 - 1,625X_1 - 0,875X_2 + 6,75X_3 + 1,292X_1^2 - 1,5X_1X_3 - 0,708X_2^2 - 0,958X_3^2, \quad (1)$$

С целью определения значения критерия оптимизации в оптимальной точке (Y_0) и изучения свойств поверхности отклика в его окрестностях, уравнение (1) приводим к типовой канонической форме вида:

$$Y - Y_0 = B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2 + \dots + B_{kk}X_k^2, \quad (2)$$

где: $B_{11}, B_{22}, \dots, B_{kk}$ – коэффициенты регрессии в канонической форме.

Координаты нового центра определяем решением системы дифференцированных уравнений, полученных из уравнения (1).

Решением уравнения (1) при подстановке в него полученных значений факторов определим величину параметра оптимизации в точке $S (Y_S)$.

Для определения коэффициентов регрессии в канонической форме решаем характеристическое уравнение вида:

$$f(B) = \begin{vmatrix} 1,292 - B & 0 & -0,75 \\ 0 & -0,708 - B & 0 \\ -0,75 & 0 & -0,958 - B \end{vmatrix} = 0 \quad (3)$$

Решая уравнения (3) получили следующие значения коэффициентов:

$$B_{11} = -0,708; B_{22} = -1,185; B_{33} = 1,519; Y = 117,547$$

Тогда уравнение регрессии второго порядка (1), представленное в канонической форме примет следующий вид:

$$Y = 117,547 - 0,708X_1^2 - 1,185X_2^2 + 1,519X_3^2 \quad (4)$$

Так как все коэффициенты при квадратичных членах имеют разные знаки, то поверхность отклика, описанная уравнением (1) представляет собой эллипс с координатами центра поверхности: $X_{1S} = -4,89$; $X_{2S} = -0,62$; $X_{3S} = 7,35$.

Проведем анализ поверхности отклика. Для облегчения расчетов анализ проведен с закодированными величинами факторов. (Факторы соответственно имеют значения: угол атаки диска сошника $6 \dots 12^\circ$; угол наклона диска сошника $90 \dots 85^\circ$; усилия нажимной пружины $100 \dots 200\text{Н}$).

Для этого в уравнение (1) подставлялись закодированные значения всех факторов с определением центр производных по каждому фактору и их приравниванием к нулю. Затем проводилось каноническое преобразование регрессии второго порядка, с определением тип поверхности отклика в сечении. Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующей глубину бороздки после прохода сошника в зависимости от угла атаки диска сошника (X_1) и угла его наклона (X_2), получили из уравнения (1), при значении $X_3 = 0$. В данном случае уравнение имеет вид:

$$Y = 26,666 - 1,625X_1 - 0,875X_2 + 1,292X_1^2 - 0,708X_2^2, \quad (5)$$

Координаты центра поверхности определили дифференцированием уравнения (5) и решением системы.

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -1,625 + 2,584X_1 = 0 \\ \frac{dy}{dx_2} = -0,875 - 1,416X_2 = 0 \end{cases}$$

$$X_{1S} = 0,629; X_{2S} = -0,618$$

Подставляя значения X_{1S} и X_{2S} в уравнение (5) получили значение глубины бороздки в центре поверхности $Y_S = 26,426$. Затем провели каноническое преобразование уравнения (5), находим уравнение в канонической форме, которое имеет вид:

$$Y - 26,426 = 1,292X_1^2 - 0,708X_2^2 \quad (6)$$

Подставляя различные значения величины глубины бороздки в уравнение (6), получили уравнения соответствующих контурных кривых эллипсов, в совокупности представляющих целое семейство сопряженных эллипсов (линий равных величине глубины бороздки) (рисунок 2).

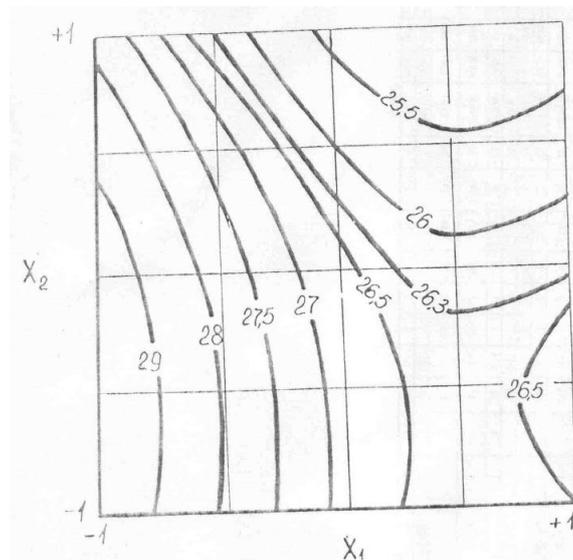


Рисунок 2 - Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующей глубину бороздки после прохода сошника в зависимости от угла атаки диска сошника (X_1) и угла его наклона (X_2), при значении усилия нажимной пружины ($X_3 = 0$).

Аналогично проведено построение и анализ остальных двух двумерных сечений.

Результаты представлены на рисунках 3, 4, из которых видно, что влияние факторов на параметр оптимизации неодинаков.

Анализируя двумерные сечения поверхности отклика характеризующее показатель глубины бороздки при $X_1 = 0$ (рисунок 3) можно сделать вывод, что глубина бороздки возрастает с уменьшением угла наклона диска сошника X_2 , и увеличением усилия нажимной на сошник пружины X_3 .

Заключение

Области оптимума исследуемых факторов находятся в пределах: угол атаки $8...9^\circ$; угол наклона диска сошника $87...88^\circ$; усилие нажимной пружины $150...200$ Н.

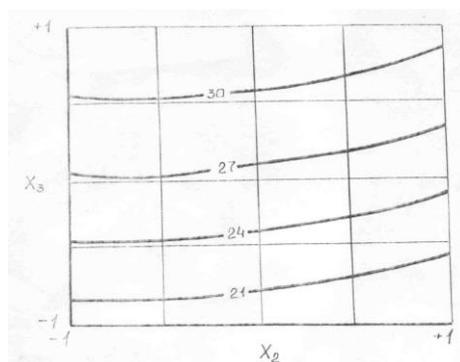


Рисунок 3 - Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующей глубину бороздки после прохода сошника в зависимости от угла наклона диска сошника (X_2) и усилия нажимной пружины (X_3) при значении угла атаки диска сошника ($X_1 = 0$).

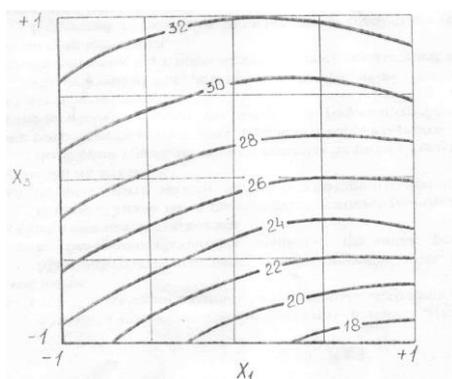


Рисунок 4 - Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующей глубину бороздки после прохода сошника в зависимости от угла атаки диска сошника (X_1) и усилия нажимной пружины (X_3) при значении угла наклона диска сошника ($X_2 = 0$).

Литература

1. Ламан Н.А., Стасенко Н.Н., Каллер С.А. Биологический потенциал ячменя / Н.А. Ламан. – Минск: Наука и техника, 1984. – 215 с.
2. Ильин В.И.. Посев сельскохозяйственных культур сеялкой с однодисковыми сошниками с опорно-прикатывающими катками: автореф. дис. ... кандид. техн. наук. – Горки: БГСХА, 1991. - 18 с.
3. Ильин В.И., Штыльфус Г.Я. Сошник сеялки // А.С. СССР № 1416075. 1988. Бюл. № 30.
4. Петровец В.Р., Ильин В.И. Сошник // А.С. СССР № 1570666. 1990. Бюл. № 22.
5. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1972. – 200 с.

УДК 004.414.23

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЛАВНОГО РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА СИТА

*к.т.н. Мищенко В.Я., Щербакова М.П., Березина Л.В.,
Юго – Западный государственный университет, Россия*

*к.т.н. Мищенко Е.В.,
Орловский государственный аграрный университет, Россия*

DEVELOPMENT OF A COMPUTER PROGRAM FOR IMITATING MODELING OF THE MAIN LEVER MECHANISM OF THE SIEVE

*Ph.D. Mishchenko V.Y., Shcherbakova M.P., Berezina L.V.
Southwest State University, Kursk, Russia*

*Ph.D. Mishchenko E.V.
Orel State Agrarian University named after N.V.Parakhin, Orel, Russia*

Аннотация. В данной статье представлены результаты разработки компьютерной программы для имитационного моделирования главного рычажного механизма сита. Представлены результаты произведенной проверки моделирования для выявления несоответствий модели с реальным механизмом. Произведено вычисление с последующим подбором подходящего по мощности двигателя.

Annotation. The results of the development of a computer program for the simulation of the main lever mechanism of the sieve are presented. The results of the simulation testing to identify inconsistencies with the real model mechanism are presented. Calculation with the subsequent selection of the engine suitable on power is made.

Ключевые слова: математическое моделирование, компьютерная программа, модель, разработка, механизм, сито.

Key words: mathematical modeling, computer program, model, development, mechanism, sieve.

Введение

Компьютерное моделирование реальных механизмов занимает гораздо меньше времени, чем создание настоящего объекта, и не расходует материалов. Инженеру может потребоваться очень большое количество попыток, чтобы со-

здать эффективно работающий механизм, и каждый раз расходовать на это материалы нецелесообразно. Поэтому рациональнее использовать виртуальную модель, которую можно легко изменять, что позволит быстро создать оптимальную конструкцию без вкладывания средств [4-6].

Для разработки технических комплексов, машин, мехатронных устройств и других объектов широко используется такой инструмент, как моделирование. Оно применяется и в экспериментальных, и в теоретических научных исследованиях. Процесс моделирования представляет собой замещение объекта исследования на некую его модель и проведение исследований на модели с целью получения необходимой информации об исследуемом объекте. Математическое моделирование, в свою очередь, позволяет непосредственно посредством математических символов и зависимостей составить описание функционирования технического объекта в окружающей внешней среде, определить выходные параметры и характеристики, получить оценку показателей эффективности и качества, осуществить поиск оптимальной структуры и параметров объекта. Одним из основных компонентов системы проектирования в этом случае становится именно математическая модель. Для осуществления вычислительного эксперимента на ЭВМ необходимо разработать алгоритм реализации математической модели. Формализация процесса проектирования на основе математического моделирования позволяет его автоматизировать. Одним из основных компонентов системы автоматизированного проектирования является математическое обеспечение, включающее математические модели объектов проектирования и их элементов, методы и алгоритмы выполнения проектных операций и процедур [1, с. 17-20].

Постановка цели

Целью настоящего исследования является разработка компьютерной программы для имитационного моделирования главного рычажного механизма сита.

Методика проведения исследований

Выполним описание разрабатываемого механизма сита (рисунок 1).

Для начала необходимо задать параметры разрабатываемого механизма, исходя из которых будет выполняться моделирование.

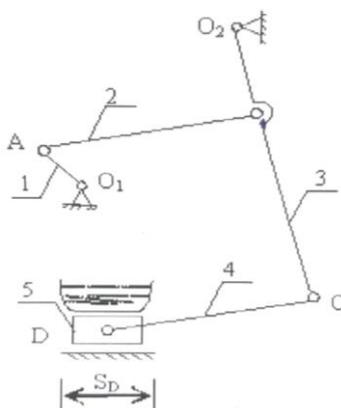


Рисунок 1 - Схема механизма сита

Исходные данные: ω_{O_1A} (кривошипа) = 2 рад/с; ход исполнительного звена $S=160$ см; масса исполнительного звена $m_5=2$ кг; длина звена O_1A 21 см, его масса 0.25 кг; длина звена AB 93 см, его масса 0.5 кг; длина звена O_2C 250 см, его масса 1 кг; длина звена CD 86 см, его масса 0.5 кг; максимальная рабочая нагрузка $P_{max}=0$ Н.

Расчет координат: O_1 [0 0 0] (см); O_2 [50 160 0] (см); A [-21.5 0 0] (см); B [50 60 0] (см); C [50 -90 0] (см); D [-35 -100 0] (см). Центры тяжести: звено O_1A (кривошип) [-10.25 0] (см); звено AB (шатун) [11 27 0] (см); звено O_2C (коромысло) [50 35 0] (см); звено CD (шатун) [10 -95 0] (см).

Моменты инерции относительно оси, проходящей через центр тяжести звеньев: звено O_1A (кривошип) - 0.0092 кг×м²; звено AB (шатун) - 0.036 кг×м²; звено O_2C (коромысло) - 0.520 кг×м²; звено CD (шатун) - 0.0308 (кг×м²).

После того, как все необходимые параметры были заданы, приступаем непосредственно к моделированию, итогом которого станет собранная блок-схема (рисунок 2), отождествляющая реальный механизм.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Важным пунктом в моделировании является проверка адекватности и точности, по итогам которой будет определено, насколько тот или иной механизм может быть реализован на практике [2].

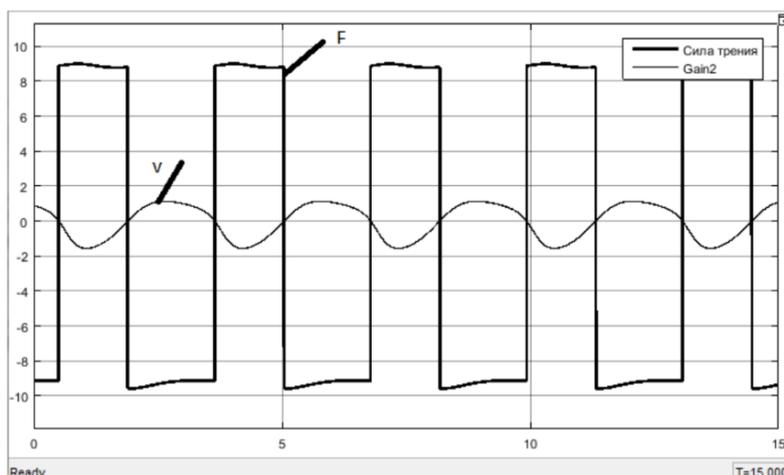


Рисунок 3 - Совмещённый график силы трения (F) и скорости сита (v)

Кинематические и силовые характеристики входного звена (рисунок 3) теоретически соответствуют действительности.

Не менее важен и расчет мощности. Для этого мы выводим на осциллограф график (рисунок 4) и находим произведение угловой скорости и момента силы:

$$P=M*\omega \quad (1)$$

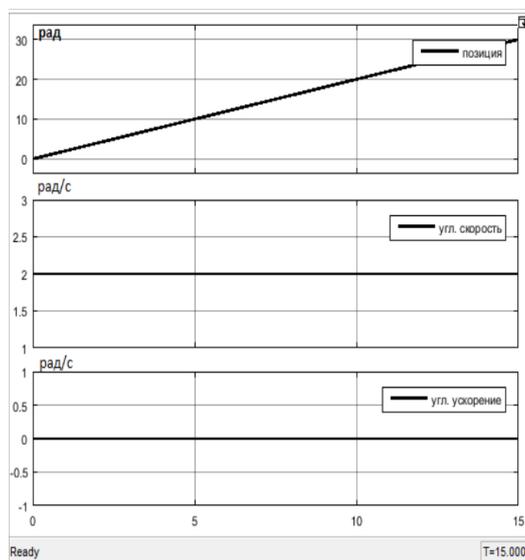


Рисунок 4- Графики позиции, угловой скорости и углового ускорения кривошипа

Зная мощность, можно выбрать подходящий двигатель (рисунок 5).

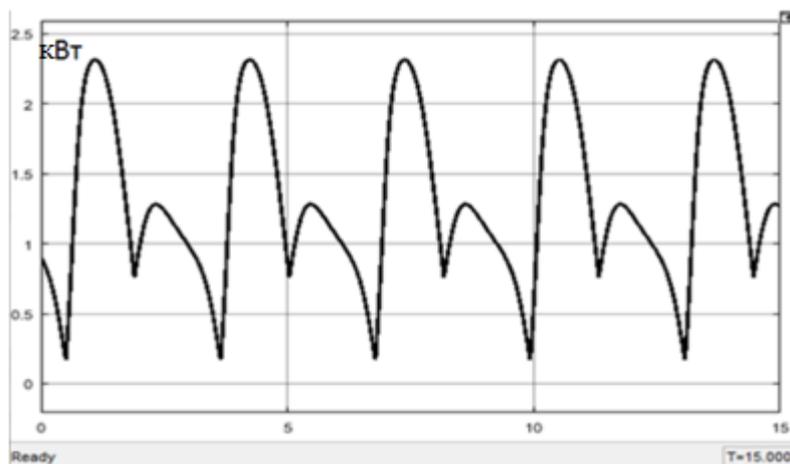


Рисунок 5 - График мощности, создаваемой на кривошипе

Для определения среднего значения мощности добавим интегратор и осциллограф. Интегратор присоединим непосредственно к вычисленной мощности и подадим на осциллограф проинтегрированный сигнал мощности (рисунок 6).

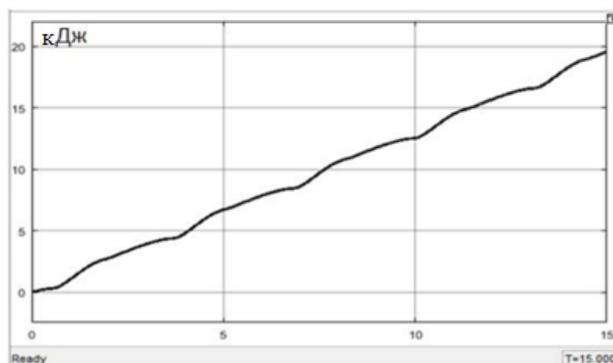


Рисунок 6 - Проинтегрированный сигнал мощности (работа)

Было взято значение работы при 3.14 секундах (так как 3.14 с – это период) и вычислено значение работы в данный момент времени. Таким образом, исходя из выше написанного, получаем следующие формулы для расчёта мощности искомого двигателя:

$$P_{cp} = 4,4 \text{ (кВт)}, \quad (2)$$

$$P_{дв} = \frac{1.2 \cdot N_{cp}}{\eta} = \frac{1.4 \cdot 1.2}{0.75} = 2,2 \text{ (кВт)}. \quad (3)$$

Выводы

Разработана компьютерная программа для имитационного моделирования главного рычажного механизма сита. При помощи моделирования проведён кинематический и силовой анализы механизма, выведены графики зависимостей от времени, исследован каждый элемент механизма, определены нагрузки, которые испытывает та или иная часть механизма.

Литература

1. Моделирование и визуализация движений механических систем: Учебное пособие / В.С.Щербаков, М.С.Корытов, А.А.Руппель, В.А.Глушеч, С.А.Милушенко. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 84 с.
2. Дьяконов, В.П. Mathcad 2001: Специальный справочник - СПб.: Питер, 2002. – 832 с.
3. Гульятяев, А.К. Визуальное моделирование в среде Matlab. Учебный курс; Изд-во: СПб: Питер, 2000. – 432 с.
4. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Новые подходы к проектированию вибрационного технологического оборудования в пищевой и перерабатывающей промышленности // Вестник Брянского государственного технического университета. № 4 (52), 2016. – С. 116-121.
5. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Особенности преподавания курса «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. № 3 (329). 2018. – С. 99-102.
6. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Применение модульного принципа проектирования при создании вибрационного технологического оборудования // Современные задачи инженерных наук [Текст]: сборник научных трудов Симпозиума «Современные инженерные проблемы базовых отраслей промышленности», Международного научно-технического Форума «первые международные Косыгинские чтения». – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н.Косыгина», 2017. – С. 83-86.

УДК 681.5.01

РАЗРАБОТКА САУ ПРИВОДАМИ КВАДРОКОПТЕРА С ПОСТОЯННЫМ ВЕКТОРОМ ТЯГИ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*к.т.н. Мищенко В.Я., Щербакова М.П., Березина Л.В.,
Юго – Западный государственный университет, Россия*

*к.т.н. Мищенко Е.В.,
Орловский государственный аграрный университет, Россия*

THE DEVELOPMENT OF ACS DRIVES QUADCOPTER WITH CONSTANT THRUST VECTOR FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Ph.D. Mishchenko V.Y., Shcherbakova M.P., Berezina L.V.

Southwest State University, Russia

Ph.D. Mishchenko E.V.

Orel State Agrarian University, Russia

Аннотация. В данной статье рассматривается применение в сельском хозяйстве мехатронных устройств – квадрокоптеров для опыления и удобрения сельскохозяйственных полей. Главный акцент сделан на разработку автоматической системы управления для лета-

тельных аппаратов. Были рассчитаны передаточная функция двигателя и внешнее воздействие, составлены функциональная и структурная схемы.

Annotation. The use of agricultural mechatronic devices - quadcopters for pollination and fertilization of agricultural fields is discussed. The main focus is on the development of an automatic control system for aircraft. The transfer function of the engine and external influence were calculated, functional and structural schemes were drawn up.

Ключевые слова: сельское хозяйство, квадрокоптер, автоматическое управление, летательный аппарат, функциональная схема, структурная схема.

Key words: agriculture, quadcopter, automatic control, aircraft, functional scheme, block diagram.

Введение

В настоящее время одной из важнейших секторов экономики является сельскохозяйственная отрасль. Сельское хозяйство занимает центральное место в современном агропромышленном комплексе Российской Федерации. Список продуктов, которые производит сельское хозяйство, обширен: от овощей и фруктов, доставляемых в магазины, комбикормов для кормления животных, до сырья, которое используется в разных сферах промышленности. Сельское хозяйство – это серьезный бизнес каждой страны, поэтому необходимо своевременно осуществлять процесс внедрения и использования мехатроники и робототехники в этой области [5-8].

Одной из важных проблем современности в сельском хозяйстве является обработка и уход за полевыми продуктами сельского хозяйства. Часто все поле не нуждается в опылении гербицидами и другими сельскохозяйственными удобрениями. Еще одной, не менее важной, проблемой является нанесение ущерба персоналу. Для обработки малого участка приемлемо было бы использовать небольшие аппараты, которые легко распознают нуждающийся участок поля и справятся с возникшими проблемами.

Примером такого аппарата может стать квадрокоптер с постоянными векторами тяги. В последнее время находят широкое применение квадрокоптеры – летательные аппараты (мультикоптеры) с четырьмя роторами, диагонально вращающимися в противоположных направлениях. Отличительные черты всех квадрокоптеров – высокая стабильность в полёте и грузоподъёмность, по сравнению с радиоуправляемыми вертолётами. Также мультикоптеры крепче вер-

толётов из-за упрощённой конструкции. Они оснащаются 3-х осевыми гироскопами, что придаёт квадролёту довольно хорошую устойчивость (рисунок 1). Управление этими аппаратами осуществляется дистанционно с помощью радиосвязи.



Рисунок 1 - Общий вид квадрокоптера

Постановка цели исследования

Целью данной работы является разработка системы автоматического управления приводами квадрокоптера с постоянным вектором тяги для агропромышленного комплекса.

Методика проведения исследований

Чтобы нагляднее представлять работу данного механизма была составлена функциональная схема системы управления, которая отражает состав системы и характер взаимодействия ее элементов с точки зрения их назначения, то есть выполняемых функций (рисунок 2).

Вертикальный подъем (спуск) квадрокоптера обеспечивается путем увеличения (уменьшения) скорости вращения всех пропеллеров (рисунок 2 а). Для начала движения квадрокоптер выводится из состояния баланса путем увеличения скорости вращения части винтов. В результате квадрокоптер наклоняется и движется в заданном направлении (рисунок 2 б). Для поворота квадрокоптера вокруг своей оси по часовой стрелке, передний и задний винты ускоряют вращение, а левый и правый – замедляют (рисунок 2 в). Аналогично – при повороте против часовой стрелки.

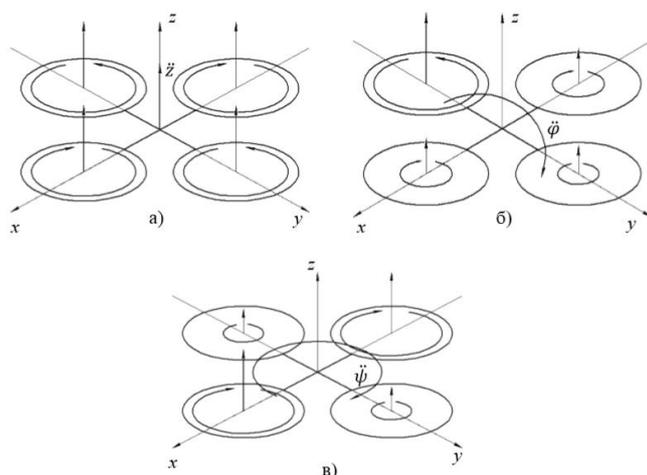


Рисунок 2 - Принципы полета квадрокоптера: а) взлет и снижение; б) наклон и вращение; в) поворот

Результаты экспериментов и их обсуждение

Для проверки адекватности выбранного двигателя, с воздействием на него внешней нагрузки, используется программный пакет Mat Lab для виртуального моделирования. Для этого необходимо составить структурную схему САУ.

Структурная схема САУ (рисунок 3) состоит из отдельных элементов, соединенных последовательно, параллельно или с помощью обратных связей, т.е. САУ можно рассматривать как комбинацию типовых динамических звеньев [1, 2].

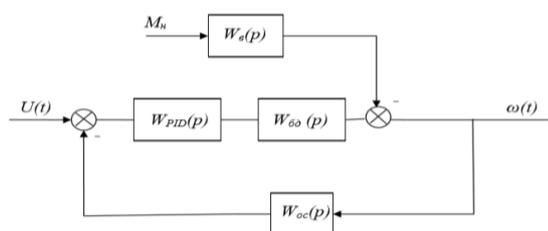


Рисунок 3 - Структурная схема САУ квадрокоптера

В данной системе датчик, который установлен на выходном валу, определяет угловую скорость в настоящий момент и отправляет данные о ней на компаратор, где она сравнивается с управляющим воздействием. Полученная ошибка в виде управляющего напряжения через ПИД-регулятор поступает на двигатель, приводящий в движения винт квадрокоптера. Однако, для управления механизмом одноканальной САУ недостаточно. Для полной картины рассмотрим принцип работы многоканальной САУ (рисунок 4).

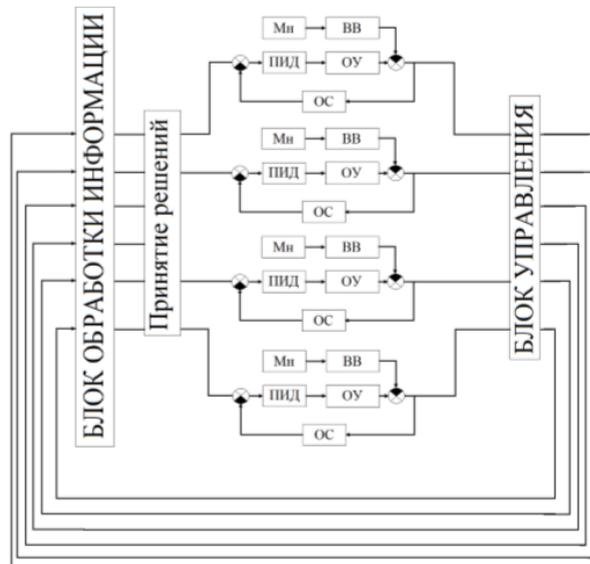


Рисунок 4 - Многоканальная САУ квадрокоптера

Многоканальная САУ используется для управления движением всего квадрокоптера, а не только одного конкретного винта. Имеется четыре привода, на вход подается нужный сигнал (u_1, u_2, u_3, u_4), на компараторе сравнивается текущий сигнал с предыдущим. Далее отработаются ошибки E_1, E_2 и E_3 в своих соответствующих блоках (ПИД-регулятор), где необходимым приводом напряжение формируется следующим образом:

$$U_i = K_1 \cdot \omega_i + K_2 \cdot \dot{\omega}_i + K_3 \cdot \ddot{\omega}_i.$$

Отработанные напряжения поступают на ОУ, на каждый из компараторов приходит сигнал от ОУ и от него вычитаются сигналы, соответствующие силам, которые препятствуют работе системы (возмущающее воздействие). На выходе получаем четыре угловые скорости, значения которых поступают на блок управления. Полученные сигналы поступают на блок обработки информации, где получаем ошибки по всем величинам. Они приходят к блоку «Принятие решения», где в зависимости от требуемого действия, эти значения используются для достижения движения [3, 4].

Выводы

При применении небольших летательных машин возможен вариант устранения некоторых проблем, возникающих в процессе ухода за растениями.

Литература

1. Бесекерский, В.А., Попов, Е.П. Теория систем автоматического управления // СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.
2. Брюханов, В.Н., Косов, М.Г., Протопопов, С.П., Соломенцев, Ю.М., Султан-Заде, Н.М., Схиртладзе, А.Г. Теория автоматического управления // М.: Высшая школа. 2000. – 268 с.
3. Жабров, А.А. Элементарная теория полета самолета. Часть 1. М. Редиздат ЦС ОСОАВИАХИМА СССР. 1939. – 224 с.
4. Кравец, А.С. Определение полярного момента инерции воздушного винта // Под ред. Г.Г.Баранова. – Издание академии, 1945. – 13 с.
5. Храмченкова А.О., Гринь А.М. Особенности методики нормирования механизированных полевых работ, выполняемых современной импортной техникой // В сборнике: Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и перспективы развития Материалы международной научно-практической конференции. - 2016. - С. 101-105.
6. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Мехатронные и робототехнические системы в сельском хозяйстве // Повышение квалификации руководителей и специалистов АПК как условие обеспечения стабильного развития отрасли. Сборник материалов международной научно-практической конференции. – М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2018. – С. 198-202.
7. Яковлева С.Е., Кривопушкин В.В., Гапонова В.Е., Рябичева А.Е. Разведение с основами частной зоотехнии // Методическое пособие по прохождению учебной практики по разведению с основами частной зоотехнии. Брянск, 2013.
8. Мищенко, Е.В. Проблемы подготовки специалистов агропромышленного комплекса в современных экономических условиях // Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Орел: Орловский ГАУ имени Н.В.Парахина, 2017. – С. 107-112.

УДК 631.348.45

ОБОСНОВАНИЕ ВЫСОТЫ УСТАНОВКИ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ПРИ СОВМЕЩЕНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ ГРЕБНЕЙ

магистрант Сидоров С.А.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

JUSTIFICATION OF THE HEIGHT OF THE INSTALLATION OF THE SPRAY WHEN COMBINING MECHANICAL AND CHEMICAL PROCESSING OPERATIONS RIDGES

Undergraduate, Sidorov S.A.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Повышение эффективности ухода за корнеклубнеплодами, возделываемых по гребневой технологии, путем совершенствования оборудования для ленточного внесения пестицидов и совмещения механических и химических методов прополки с уменьшением потерь препаратов от сноса ветром.

Annotation. Improving the efficiency of care for the root crops, cultivated according to the ridge technology, by improving the equipment for the tape application of pesticides and combining mechanical and chemical weeding methods with a decrease in the loss of drugs from wind drift.

Ключевые слова: Исследований, гребневая технология, пестициды, потери препарата
Key words: Research, ridge technology, pesticides, drug demolition.

Введение

Научно-технический прогресс в овощеводстве Беларуси предполагает внедрение гребневой технологии возделывания овощных культур, которая позволяет создать благоприятные условия для роста растений на протяжении вегетационного периода, снизить затраты труда и повысить производительность при уходах и уборке. Важной составляющей данной технологии является защита растений от сорняков, вредителей и болезней. Повысить эффективность защиты растений, снизить загрязнение окружающей среды, а также сократить материальные и трудовые затраты позволяет ленточное внесение пестицидов.

Технические решения, применяемые в конструкциях известных объемных опрыскивателей, зачастую базируются не на объективных результатах исследований, а на интуиции конструктора. Это обуславливает необходимость проведения глубоких теоретических и экспериментальных исследований, которые позволят обосновать рациональные параметры воздухораспределительной системы. Ее взаимное расположение с гидравлической системой в конечном итоге обеспечит высокое качество объемной обработки сельскохозяйственных культур.

Поэтому исследование и разработка технологий и средств механизации, позволяющих качественно и с наименьшими потерями выполнить технологические операции защиты растений, является актуальной задачей.

Теоретические исследования

Параметры установки распылителей на штанге определяются расстоянием b_p между ними и высотой H установки относительно обрабатываемой поверхности. При этом в зависимости от метода обработки распылители могут устанавливаться непосредственно над обрабатываемым объектом (рисунок 1, *а*) или под углом к нему (рисунок 1, *б*)

Установка распылителей при ленточном внесении гербицидов на полях пропашных культур определяется относительно почвообрабатывающих рабочих органов и обрабатываемой поверхности.

Минимальное расстояние при установке распылителей перед почвообрабатывающими рабочими органами (заделка гербицидов) определяется из условия полного

оседания капель рабочего раствора до начала воздействия почвообрабатывающих рабочих органов на почву.

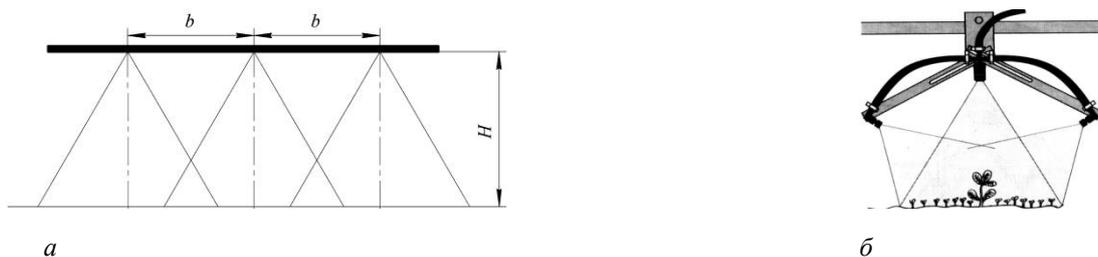


Рисунок 1 – Схемы установки распылителей относительно объекта обработки

Минимальное расстояние выноса распылителей относительно почвообрабатывающих рабочих органов при установке позади него определяется из условия полного оседания частиц почвы, которым была передана энергия движения рабочих органов, до нанесения пленки гербицида: то есть в момент соприкосновения капель рабочей жидкости с обрабатываемой поверхностью частицы почвы должны находиться в неподвижном состоянии, их конечная скорость равна нулю.

При установке распылителя на меньшем расстоянии от рыхлителя капли, вылетев, столкнутся с движущимися частицами почвы, что приведет к нарушению закономерности их движения и ухудшению качества выполнения технологического процесса, следовательно, к снижению его эффективности. Возрастание расстояния установки распылителя повлечет необоснованное увеличение конструктивной длины агрегата, значит, и материалоемкости конструкции.

Расстояние выноса распылителей относительно почвообрабатывающих рабочих органов также зависит от параметров их установки относительно обрабатываемых поверхностей, которые определяются граничными условиями. Нижний предел соответствует началу разрушающего воздействия, когда воздушно-жидкостная струя повреждает растения и нарушает структурные связи почвы.

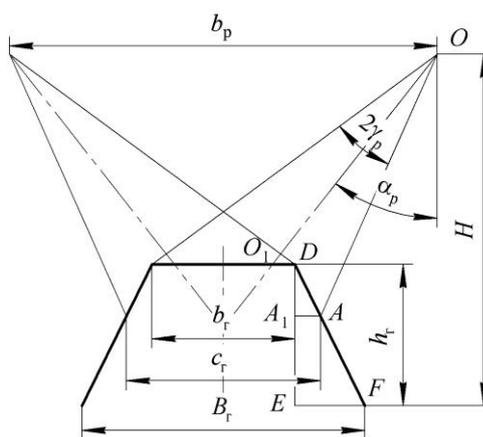


Рисунок 2 – Схема к обоснованию высоты установки распылителей относительно гребня

Верхний предел установки определяется совокупностью следующих параметров: размерами гребня $B_r \times b_r \times h_r$, шириной обрабатываемой полосы гребня c_r , углом наклона оси распылителя к вертикали α_p и углом при вершине факела распыла $2\gamma_p$ (рисунок 2) [5].

То есть

$$H_{\min} \leq H \leq H_{\max}, \quad (1)$$

или

$$H\{[F_{\text{разр}}]\} \leq H \leq H\{c_r, 2\gamma_p, \alpha_p\}, \quad (2)$$

где $[F_{\text{разр}}]$ – допустимая сила воздействия воздушно-капельной струи.

Определим максимально возможную высоту установки распылителя над поверхностью гребня.

Дальность полета капель зависит от высоты установки распылителя над обрабатываемой поверхностью (в данном случае – над поверхностью гребня):

$$h = H - h_r, \quad (3)$$

где H – высота установки распылителя над центром междурядья;

h_r – высота гребня.

Для расчетов принимаем образующую конуса – отрезок OA , угол наклона к оси факела распыла которого γ_p .

Длина отрезка OA будет равна:

– в выражении через ширину междурядья:

$$l_{OA} = \frac{\frac{b_r - c_r}{2}}{\cos(90 - (\alpha_p - \gamma_p))} = \frac{b_r - c_r}{2\sin(\alpha_p - \gamma_p)}, \quad (4)$$

где c_r – ширина обрабатываемой полосы;

– высоту установки распылителя над поверхностью гребня записываем следующим выражением:

$$l_{OA} = \frac{H - (h_r - l_{A'D})}{\sin(90 - (\alpha_p - \gamma_p))} = \frac{H - h_r + l_{A'D}}{\cos(\alpha_p - \gamma_p)}. \quad (5)$$

Длину отрезка A_1D можно найти из условия подобия треугольников A_1DA и EDF . Поэтому можно записать следующее отношение:

$$\frac{l_{A_1D}}{l_{ED}} = \frac{l_{A_1A}}{l_{EF}}. \quad (6)$$

Учитывая, что $l_{ED} = h_T$, тогда

$$l_{EF} = \frac{B_T - b_T}{2}, \quad (7)$$

$$l_{A_1A} = \frac{c_T - b_T}{2}, \quad (8)$$

зависимость (6) примет следующий вид:

$$\frac{l_{A_1D}}{h_T} = \frac{\frac{c_T - b_T}{2}}{\frac{B_T - b_T}{2}}. \quad (9)$$

Откуда

$$l_{A_1D} = \frac{h_T(c_T - b_T)}{B_T - b_T}. \quad (10)$$

Тогда

$$l_{OA} = \frac{H - h_T + \frac{h_T(c_T - b_T)}{B_T - b_T}}{\cos(\alpha_p - \gamma_p)} = \frac{H}{\cos(\alpha_p - \gamma_p)} - \frac{h_T}{\cos(\alpha_p - \gamma_p)} \frac{B_T - c_T}{B_T - b_T}. \quad (11)$$

Приравнивая правые части (4) и (11), получим:

$$\frac{b_T - c_T}{2 \cdot \sin(\alpha_p - \gamma_p)} = \frac{H}{\cos(\alpha_p - \gamma_p)} - \frac{h_T}{\cos(\alpha_p - \gamma_p)} \frac{B_T - c_T}{B_T - b_T}. \quad (12)$$

Откуда высота установки распылителя:

– над междурядьем:

$$H = \frac{b_T - c_T}{2} \operatorname{ctg}(\alpha_p - \gamma_p) + h_T \frac{B_T - c_T}{B_T - b_T}; \quad (13)$$

– над поверхностью гребня:

$$h = \frac{b_r - c_r}{2} \operatorname{ctg}(\alpha_p - \gamma_p) - h_r \frac{c_r - b_r}{B_r - b_r}. \quad (14)$$

При установке распылителя непосредственно над гребнем (то есть $\alpha_p = 0$) зависимость (14) примет следующий вид:

$$h = \frac{c_r}{2} \operatorname{ctg} \gamma_p - h_r \frac{c_r - b_r}{B_r - b_r}, \quad (15)$$

а при установке на штанге над обрабатываемой поверхностью:

$$h = \frac{c_r}{2} \operatorname{ctg} \gamma_p.$$

Результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе при проведении практических занятий и учебных практик, а также овощеводческими предприятиями.

Выводы.

1. Возделывание овощных культур на гребнях с использованием ленточного внесения пестицидов создает возможности не только повышения урожайности, товарности и качества овощей, но и снижения в 1,5···2,5 раза пестицидной нагрузки. Ленточное внесение целесообразно совмещать с междурядными обработками пропашными культиваторами. Эффективность и качество проводимых мероприятий зависят от характеристик применяемых распылителей, параметров их установки и эксплуатационных условий.

2. Математические модели полета капли жидкости различной дисперсности, с учетом особенностей гребневой технологии, позволяют установить функциональные взаимосвязи между параметрами установки и характеристиками распылителей, а также определить потери дорогостоящих ядохимикатов.

Литература

1. Гордеенко, О.В. Выбор распылителей и обоснование параметров их установки при ленточном внесении гербицидов / О.В. Гордеенко, И.С. Крук // Новые ресурсосберегающие технологии и техника в полеводстве юга России: исследования, испытания, результаты: сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед., проект.-тех. ин-т механ. и электрифик. сел. хоз-ва / ред. колл.: В.И. Пахомов [и др.]. – Зерноград, 2006. – С. 202–211.

2. Гордеенко, О.В. Обоснование ветрозащитного устройства к агрегату для междурядной обработки и ленточного внесения пестицидов / О.В. Гордеенко // Наука – образованию, производству, экономике: рефераты докл. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2002 г.: в 2 т. / Белорус. нац. технич. ун-т; под ред. Б.М. Хрусталева. – Минск :Технопринт, 2003. – Т. 2. – С. 97–103.

3. Гордеенко, О.В. Обоснование параметров распылителя при совмещении операций по уходу за посевами овощных культур на гребнях / О.В. Гордеенко // Моделирование сельскохозяйственных процессов и машин: материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф.; Минск, 2002 г.: в 2 ч. / БГАТУ; под ред. В.П. Степанцова. – Минск, 2002. – Ч. 1. – С. 36–38.

4. И.С. Крук, О.В. Гордеенко, Ф.И. Назаров и др. Дополнительные орудия для повышения эффективности основной обработки почвы оборотными плугами. // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Сборник науч. статей Межд. научн.-практ. конф.: Минск, 8-9 июня 2016 г./ Редкол.: Н.Н. Романюк [и др.]. - Минск: БГАТУ, 2016. - С. 118-122

5. Математическое моделирование падения капли пестицида при химической защите посевов / Ю.С. Биза [и др.] // Агропанорама. – 2013. – № 3 (97). – С. 9–11.

6. Ploughing using a 9 furrow Rumpstad ECO Plough | FENDT 824 Turbomatik | ploegen / Pflügen. [Электронный ресурс]. URL. <https://www.youtube.com/watch?v=VUwGLbxzptw>. Дата доступа - 26.02.2019.

УДК 631.347

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЛЕКТОРНОЙ НАСАДКИ С КОЛЬЦЕВОЙ КАНАВКОЙ НА КАЧЕСТВО ДОЖДЯ

*д.т.н., Слюсаренко В.В., к.т.н. Русинов А.В., к.т.н. Акпасов А.П.,
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
Россия*

THE INFLUENCE OF DESIGN PARAMETERS THE DEFLECTOR NOZZLE WITH AN ANNULAR GROOVE ON THE QUALITY OF THE RAIN

*Doctor Ph.D. Slyusarenko V.V., Ph.D. Rusinov A.V., Ph.D. Akpasov A.P.,
Saratov State Agrarian University named after of N.I. Vavilov, Russia*

Аннотация. В материалах рассмотрены основные проблемы применения дефлекторных насадок при поливе сельскохозяйственных культур на тяжелых почвах. Представлена новая конструкция дефлекторной насадки позволяющей создавать мелкокапельный дождь. Представлены результаты лабораторных и полевых исследований по определению оптимальных конструктивных параметров дождевальной насадки дефлекторного типа с кольцевой канавкой обеспечивающей создание оптимальных размеров капель дождя и равномерности полива с минимальным воздействием дождя на почву и растение.

Annotation. The materials consider the main problems of the use of deflector nozzles for irrigation of crops on heavy soils. The new design of the deflector nozzle allowing to create a fine-drip rain is presented. The results of laboratory and field studies to determine the optimal design parameters of the sprinkler nozzle deflector type with an annular groove ensuring the creation of optimal sizes of raindrops and irrigation uniformity with minimal impact of rain on the soil and plant.

Ключевые слова: эрозия, диаметр капель, дефлектор, канавка, равномерность, насадка, воздействие на почву.

Key words: erosion, droplet diameter, deflector, groove, uniformity, nozzle, impact on soil.

Введение

В климатических условиях Саратовской области получить гарантированно стабильный и высокий урожай сельскохозяйственных культур невозможно без орошения. В настоящее время в области площадь орошаемых площадей составляет 257,3 тыс. га. на которой работает поливная техника в составе следующих дождевальных машин «Фрегат» - 1396 шт, «Волжанка» - 68 шт, Zimmatic, T-L, Valley, Nettuno, Bauer – 226 шт. [1]. Как видно наибольшее распространение в области получила дождевальная машина «Фрегат». Однако ряд проведенных исследований по определению показателей дождя создаваемой дождевальной машиной «Фрегат» выявили, что размер капель дождя находится в пределах от 0,4 до 7,0 мм [2, 3]. Крупные капли дождя, падая с высоты 3-4 м, вызывают негативное воздействие на почву в виде чрезмерного уплотнения верхнего слоя почвы, на которой формируется корка толщиной 4-6 мм приводящая к снижению проницаемости почвы до 25 %. Отмечено, что сила воздействия капель диаметром 3–5 мм превышает силу воздействия капель 1 мм в 4–5 раз [3, 4]. Создаваемый дождь разной крупности капель способствует снижению равномерности полива, который достигает величины 0,71-0,77 [5]. Низкая равномерность полива способствует снижению урожайности сельскохозяйственных культур. В связи с вышеизложенным необходимо разработать дождеобразующее устройство способное создавать дождь с мелкими каплями и высоким коэффициентом равномерности полива.

Предлагаемая конструкция дождевальной насадки [6], рисунок 1, включает в себя присоединяемый к водоподводящему трубопроводу с помощью резьбы 1 корпус 2 с соплом 3 и ножки дефлектора 4 с дефлектором 5. Полость сопла 3 выполнена в виде усеченного конуса. Уменьшающееся проходное сечение сопла 3 ориентировано в сторону дефлектора 5. Каждая ножка дефлектора 4 выполнена каплевидной формы переменного сечения. Сечение стоек увеличивается в сторону дефлектора 5. Стойки на корпусе 2 размещены на друг против друга.

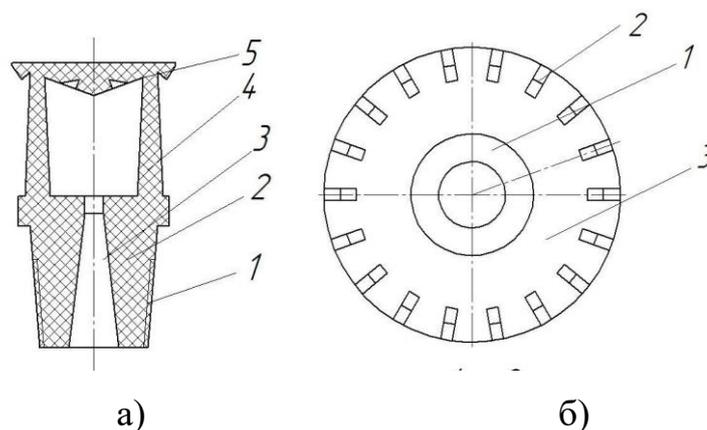


Рисунок 1. Дождевальная насадка с кольцевой канавкой: а – вид сбоку с разрезом, б – вид сверху

Цель исследований

Выявить влияние геометрических параметров дефлекторной насадки с кольцевой канавкой на равномерность полива и диаметр образованных капель дождя.

Задачи исследований

Провести лабораторные исследования по определению влияния кольцевой канавки выполненной на дефлекторном конусе дефлекторной насадки на равномерность полива и диаметр образованных капель дождя.

Методика проведения исследований

Лабораторные исследования дефлекторной насадки с кольцевой канавкой были проведены в специализированных лабораториях ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» и ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, а полевые исследования проводились на полях ОПХ «ВолжНИИГиМ» в соответствии с методикой СТО АИСТ 11.1 – 2010 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей». Исследования проводились с двумя типами дефлекторных насадок – серийная с гладким дефлекторным конусом (разработка ВолжНИИГиМ) и экспериментальная – с дефлекторным конусом имеющим кольцевую канавку треугольного сечения. В ходе исследований определяли крупность капель дождя и равномерность полива.

Результаты экспериментов и их обсуждение

В ходе проводимых исследований было установлено, что с увеличением напора перед экспериментальной дефлекторной насадкой и ширины канавки происходит снижение диаметра капель дождя. Согласно исследований оптимальная крупность капель дождя $D_k=0,6-0,8$ мм получается при напоре воды перед насадкой равной $H=0,4-0,45$ МПа. На рисунке 2 изображены диаграммы распределения капель различного диаметра при поливе серийной и экспериментальной дефлекторными насадками. При поливе экспериментальной дефлекторной насадкой процентное отношение капель диаметров 0,6–0,8 мм и 1,0–1,5 мм больше, чем при поливе серийной дефлекторной насадкой на 5 % и 8 % соответственно. Капли данного размера оказывают меньшее воздействие на рассаду, сток и смыв почвы. Зафиксировано, что число капель дождя диаметром 0,3–0,5 мм больше на 6,9 % у экспериментальной дефлекторной насадки по сравнению с серийной, а диаметром капель дождя более 2 мм меньше на 5,2 % чем у серийной.

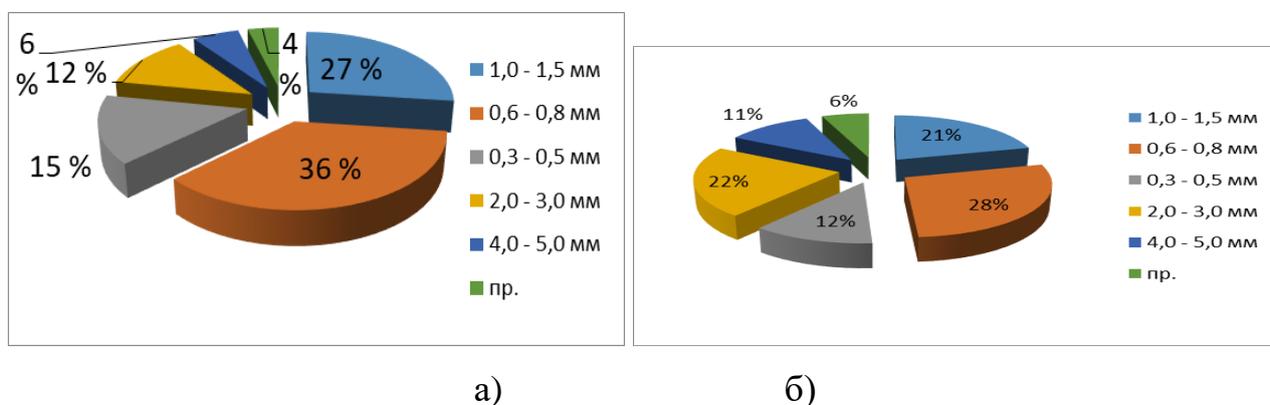


Рисунок 2 - Распределение диаметра капель дождя при напоре перед насадкой 0,45 МПа: а) дефлекторная насадка с кольцевой канавкой выполненной на дефлекторном конусе; б) дефлекторная насадка с гладким дефлекторным конусом разработки ВолжНИИГиМ

В ходе анализа было установлено, что при напоре воды перед экспериментальной дефлекторной насадкой 0,4–0,45 МПа и диаметре выходного сопла равным 8 мм, необходимо выполнять центр канавки треугольного сечения от оси дефлектора на расстоянии 12,4 мм, а ширина канавки должна составлять 4 мм. При данных геометрических параметрах кольцевой канавки был достигнут

наибольший коэффициент равномерности полива. Любое отклонение расстояния начала канавки от оси дефлектора в сторону увеличения или уменьшения приводило к снижению коэффициента равномерности полива (рисунок 3). Согласно полученных данных наибольшее значение коэффициента равномерности полива определяемого по Кристиансену находится в пределах расстояния центра кольцевой канавки равно 12,2...12,6 мм.

На величину коэффициент равномерности полива экспериментальной насадки оказываю влияние два геометрических параметра: расстояние центра кольцевой канавки выполненной на конусе дефлектора от его центра и ширина кольцевой канавки. Установлено, (рисунок 40, большие значения коэффициент равномерности полива достигает при ширине канавки 4 мм. Канавки шириной 4 мм обеспечили достаточную равномерность как вблизи насадки ($\rho=0,15$ мм/мин), так и на протяжении всего радиуса полива.

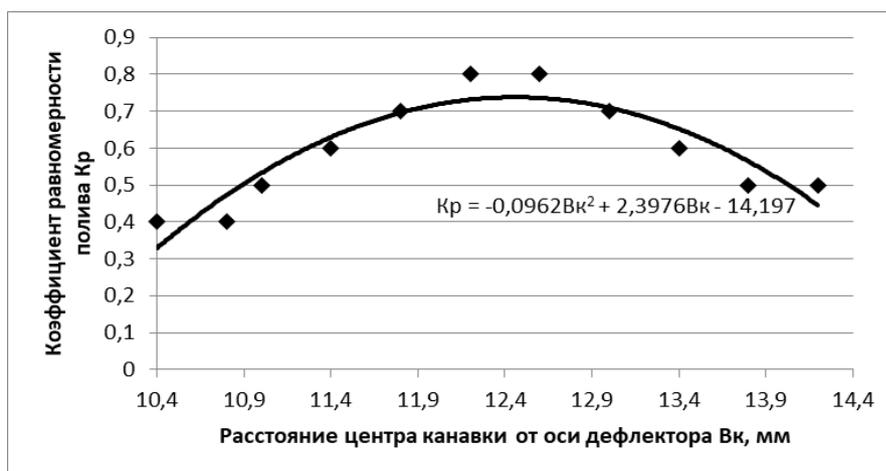


Рисунок 3 - Влияние расстояние центра кольцевой канавки выполненной на конусе дефлектора от его центра на коэффициент равномерности полива (ширина кольцевой канавки составляет 4 мм).

Резких увеличений и снижений показателей интенсивности не наблюдается, стабильно держится в пределах от 0,15 до 0,25 мм/мин до расстояния 4 м. Высокий коэффициент равномерности распределения полива по Кристиансену у экспериментальной насадки с шириной канавки 4 мм равный $C_n = 74,6 \%$ в сравнении с серийной насадкой равный $C_n = 52,3\%$ говорит о лучшей равномер-

ности распределения интенсивности по всей площади полива дефлекторной насадкой с кольцевой канавкой выполненной на дефлекторном конусе.



Рисунок 4 - Влияние ширины кольцевой канавки на коэффициент равномерности полива

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что кольцевая канавка выполненная на дефлекторном конусе насадки кругового действия с диаметром выходного отверстия 8 мм должна быть треугольного сечения для простоты изготовления и шириной 4 мм с расположением середины канавки на расстоянии 12,4 мм от оси дефлекторного конуса насадки. Вышеуказанные конструктивные параметры позволят получить оптимальный мелкодисперсный дождь с диаметром капель 0,6–0,8 мм и высокой равномерностью полива, что положительно скажется на росте и урожайности сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Официальный сайт ФГБУ Саратовмелиоводхоз. Режим доступа: <http://sarvodhos.ru>, загл. с экрана. Дата обращения 18.03.2019.
2. Надежкина Г.П. Энергетические показатели дождя ДМ «Фрегат» / Г.П. Надежкина, В.В. Слюсаренко, А.П. Акпасов // Известия» Самарская ГСХА. – 2015. - №3. – С. 20-22.
3. Слюсаренко В.В. Новые технические решения для модернизации дождевальных машин «Фрегат» и результаты их внедрения / В.В. Слюсаренко, Н.Ф. Рыжко // Известия» Самарская ГСХА. – 2011. – №3. – С.23-25.
4. Фокин Б.П. Современные проблемы применения многоопорных дождевальных машин / Б.П. Фокин, А.К. Носов // Научное издание. – Ставрополь, 2011. – 80 с.
5. Рыжко Н.Ф. Совершенствование технических средств и технологии орошения в Поволжье: монография / Н.Ф. Рыжко. – Саратов: Саратовский источник, 2007. – 110 с.
6. Патент №2616842 МПК А01G 25/00 Дождевальная дефлекторная насадка. Русинов А.В. Слюсаренко В.В., Хизов А.В., Русинов Д.А., Акпасов А.П., Рыжко Н.Ф., Надежкина Г.П., Затинацкий С.В. Опубликовано 18.04.2017, бюл. №11.

**КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ
В УСЛОВИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*д.с-х.н., профессор Ожерельев В.Н., аспирант Сомин В.В.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

**CONSTRUCTION IN THE FORMATION OF A TECHNICAL SYSTEM
FOR THE GROWING OF A GARDEN GRANT IN THE CONDITIONS
OF THE BRYANSK REGION**

*Scientific advisor Dr.Sc. Ozherelev V.N.graduate student Somin V.V.,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Представлены результаты исследований технологии производства ягод и наличия производимых промышленностью сельскохозяйственных машин, необходимых для формирования технической системы по возделыванию земляники садовой в Брянской области, а также схемы недостающих конструируемых машин.

Annotation. The results of the research on the production technology of berries and the presence of agricultural machinery produced by industry, necessary for the formation of the technical system for the cultivation of strawberries in the Bryansk region, as well as the scheme of the missing constructed machines are presented.

Ключевые слова: сельскохозяйственная машина, земляника садовая, разрабатываемая конструкция, ручной и механизированный труд.

Key words: agricultural machine, strawberry, developed construction, manual and mechanized labor.

Введение. Постановка цели

Брянская область является юго-западным регионом Российской Федерации, соседствуя с Белоруссией и Украиной. Природно-климатические условия нашего региона благоприятны для выращивания плодово-ягодных культур.

Садоводческая отрасль Брянского региона представлена плодово-ягодными насаждениями бывших совхозов и колхозов, а также личных подсобных и фермерских хозяйств.

Одной из наиболее трудоемких ягодных культур является земляника садовая [1, 2].

Данная исследовательская работа направлена на повышение результативности плодово-ягодной отрасли, как в Брянской области, так и в Российской Федерации в целом.

Целью исследований является поиск проблем при совершенствовании технологии возделывания земляники садовой для обоснования конструктивно-технологических параметров средств механизации и рационализации труда в условиях крестьянско-фермерского хозяйства.

Основными задачами для исследования являлись:

1. Изучение деятельности плодово-ягодного хозяйства.
2. Изучение особенностей технологии возделывания земляники садовой в исследуемом хозяйстве.
3. Выявление проблем, подлежащих первоочередному решению.
4. Формирование системы машин.
5. Поиск перспективных конструктивно-технологических решений, пригодных для практической реализации.

В данной статье описаны исследования, проведенные в плодово-ягодном крестьянско-фермерском хозяйстве Стекачёва П.Ю., проблемы при производстве ягод, выявлены перспективные направления и предполагаемый результат от внедрения механизированной технологии.

Конструирование при формировании технической системы для возделывания земляники садовой в условиях Брянской области

Цели и задачи исследований привели в КФХ Стекачёва П.Ю., расположенное в Почепском районе, Брянской области. Исследования деятельности плодово-ягодного хозяйства и особенностей технологии возделывания земляники садовой проведены в 2018 году.

В ходе исследований было выявлено:

хозяйство находится севернее города Почеп на расстоянии 4,79 км от центра города на полевом участке площадью 4 га;

почвенный покров представлен подзолистыми средне-суглинистыми почвами;

плодоносят малина, ежевика, ежемалина, смородина, садовая земляника;

под земляникой садовой занято около 1 гектара ранних, средних и поздних сортов;

сортовой состав: Берегиня, Витязь, Соловушка, Русич, Царица, Елизавета II (ремонтантный), Гирлянда (ремонтантный), Кокинская заря.

применение сортов с разными сроками созревания увеличивает длительность уборки, что сокращает численность привлекаемых со стороны работников и даёт возможность дольше снабжать население свежими ягодами.

на основных и вспомогательных операциях в применяемой технологии возделывания земляники садовой используется как физический ручной, так и механизированный труд.

Более детальное изучение в ходе исследований привело к выводу: в КФХ Стекачёва П.Ю. из 27 операций, применяемых при возделывании земляники садовой, ручной физический труд применяется в 21 операции, в том числе для 17 операций требуется подобрать средства механизации.

В результате низкой производительности труда себестоимость ягод высокая, вследствие чего они не могут конкурировать на рынке с импортной продукцией, поставляемой, например, из Турции [3, 4].

По результатам исследований принято решение сформировать комплекс технических средств, необходимых для снижения трудоёмкости и себестоимости земляники садовой.

В настоящее время при подборе отечественных машин в литературных источниках приводятся устаревшие модификации, унифицированные под обработку плантаций земляники садовой: тракторы МТЗ-80, ДТ-75, Т-25, Т-54; плуги ПЛН-3-35, ПЛН-4-35, ПЛН-2-35; культиваторы КРН-4,2 или КРН-2,8; рассадопосадочные машины СКН-6, СКН-6А, СКНБ-4А; для скашивания и вывоза листьев агрегат МТЗ-80+КИР-1,5+2ПТС-4; тара для ягод - лубочные корзины на 2...3 кг., либо коробочки вместимостью от 0,5 до 1кг [5].

Некоторые Российские производители земляники садовой выставляют в интернет видео используемой у них техники зарубежного производства. На сайте <https://www.youtube.com> обнаружен необходимый комплекс машин: грядообразователь плёно-укладчик Cosmeco STP-3, плёно-укладчик Sfoggia, рассадопосадочная машина Sfoggia, обрезчик усов Heuling, измельчитель соломы для

животноводства Teagle Tomahawk (используется как мульчировщик соломой), при этом на некоторых представленных марках и моделях не просматривается завод (фирма) изготовитель и модельные таблички [6]. Многофункциональной машины ORTIFLOR-TSA100, гребнеобразователь В-10 с пленкоукладчиком, перфоратор полиэтиленовой пленки УПП-1А, гребнеобразователь В-9 с пленкоукладчиком и другие [8].

Возникает и другая проблема: высокая стоимость машин, даже бывших в употреблении, измеряется в «евро валюте», что не позволяет начинающим Российским фермерам приобрести средства механизации для возделывания земляники садовой.

Эти противоречия затрудняют задачу формирования системы машин для наших условий, но открывают возможности для технического творчества Российским ученым по конструированию и запуску в производство более дешёвых, прошедших испытания сельскохозяйственных машин в плодово-ягодной отрасли.

На данном этапе по результатам исследований принято решение сконструировать машины: размотчик-укладчик соломы; мульчировщик; уборочно-транспортная платформа для оптимизации уборки ягод.

Мульчирование - это технологическая операция при производстве плодово-ягодных культур, которая приводит к следующим результатам:

- мульча препятствует пересыханию почвы и прорастанию сорняков;
- сокращается количество поливов, почва остаётся рыхлой, не образуется почвенная корка;
- не перегреваются корни растений от воздействия солнечной энергии;
- спелая ягода остается чистой в процессе созревания при поливе и дожде.

В итоге мульчирование снижает трудоёмкость производства ягод до 60% во время ухода за земляникой садовой [7].

Разрабатываемый размотчик-укладчик соломы предназначен для укладки соломы в междурядья (рисунок 1). Предполагается вертикальное расположение вращающегося рулона при раскручивании, поэтому в конструкцию

необходимо ввести дополнительно систему дозирования, позволяющую выравнивать выходящие спрессованные слои соломы до равной толщины. Привод планируется выполнить от двигателя внутреннего сгорания, а при разработке прицепного варианта от вала отбора мощности трактора.

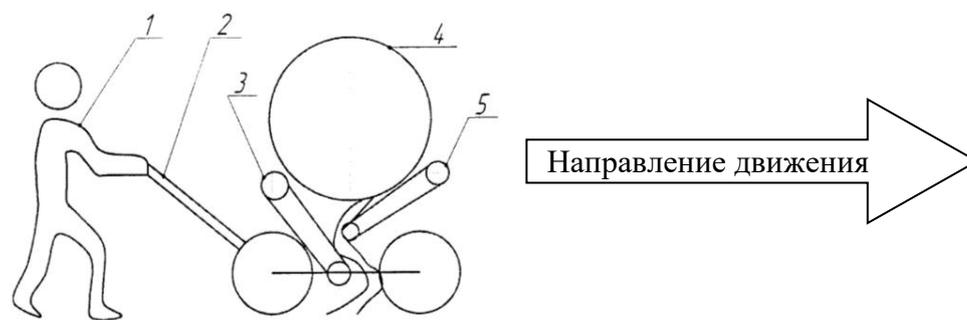


Рисунок 1- Схема проектируемого размотчика-укладчика рулонов соломы в междурядья земляники садовой без измельчения: 1 - оператор; 2 - органы управления; 3, 5 - транспортеры приводные; 4 - разматываемый рулон соломы

Разрабатываемый мульчировщик предназначен для расстиланья измельчённой соломы на горизонтальную поверхность в два ряда, а при снятом поддоне по всему диаметру вращающегося рулона соломы (рисунок 2). Конструирование машины с такой технологической схемой позволит уменьшить энергозатраты за счёт резания соломы поперёк линии роста стеблей. Цепь с сегментами для резания имеет малое поперечное сечение, поэтому не будет создавать воздушный поток высокой интенсивности при резании соломы, это предотвратит образование зоны завихрения воздуха около растений.

Как следствие лёгкий измельчённый материал обладающий летучестью не будет забрасываться на листья и плодоносящую часть растений.

Горизонтально вращающийся рулон обеспечит дозированную подачу массы к режущему аппарату, а отрезанные части стеблей соломы, при падении, будут относительно равномерно распределяться в зоне мульчирования. Продуктивные растения получают биологический мульчирующий материал в прикорневую зону, при этом останутся чистыми и не повреждёнными.

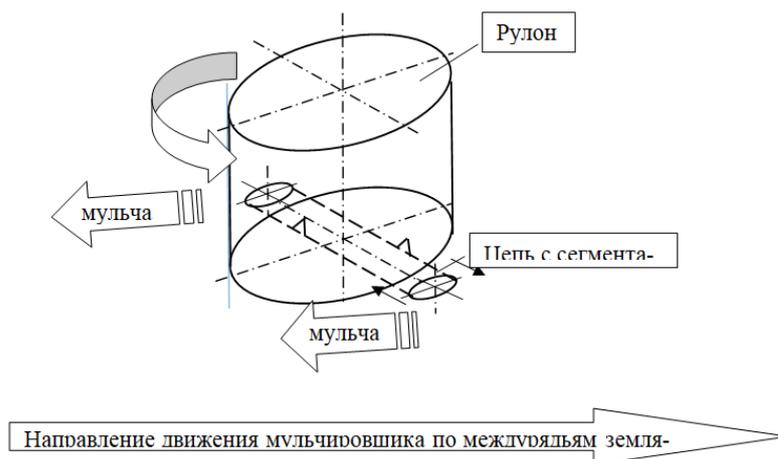


Рисунок 2- Схема работы режущего аппарата при измельчении соломы

Уборочно-транспортная платформа предназначена для оптимизации труда при сборе ягод, перемещении тары и собранного урожая по плантации земляники садовой (рисунок 3). Сборщик ягод будет приводить в движение платформу при помощи мускульной силы ног. На платформу можно установить, по желанию заказчика, двигатель (электрический или бензиновый). При использовании платформы оптимизируется труд, снизится усталость работника в течение смены. Это увеличит производительность труда за счет уменьшения числа выполняемых движений, направленных на перемещение тары, собранного урожая и изменение положения тела сборщика при работе. Для мобильности уборочно-транспортную платформу необходимо обеспечить органами управления.

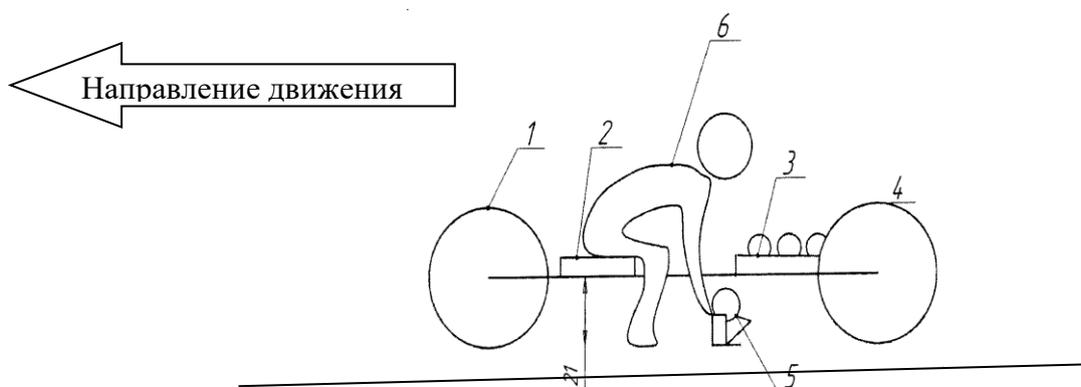


Рисунок 3- Схема уборочно-транспортной платформы: 1 – колесо направляющее; 2 - регулируемое сиденье сборщика; 3 - подставка для тары с урожаем; 4 - колесо опорное; 5 - плодоносящее растение; 6 – сборщик.

Заключение

В настоящее время ведётся работа по формированию системы машин для производства земляники садовой. По окончании этого процесса комплекс машин будет предложен к внедрению в КФХ Стекачёва П.Ю.

В том случае, если необходимые для механизации процессов машины не изготавливаются промышленностью, необходимо найти технические решения, сконструировать, испытать и ввести в серийное производство для сельского хозяйства.

Результаты дальнейшей работы по разработке и испытанию выше указанных машин будут отражены в литературных источниках и на конференциях.

Литература

1. Айтжанова С.Д., Садовая Земляника: Учебное пособие. / С.Д. Айтжанова, И.И. Чухляев. Брянская ГСХА, 2005. 94 с.
2. Вилле Матала. Выращивание земляники. / Вилле Матала. С.-Петербург. 2003. 210с.
3. Ожерельева М.В. Экономические основы эффективного ягодоводства. / М.В. Ожерельева. Брянск: изд. Брянской ГСХА, 2007. 217с.
4. Ожерельева М.В. Теоретические, методические и прикладные аспекты размещения предприятий плодово-ягодного подкомплекса АПК в Центральном федеральном округе РФ. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия». Курск, 2008. 312с.
5. <https://ronl.org/uchebnyye-posobiya/botanika-i-selskoe-hoz-vo/64108>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=Cc2CKM3Zigc&t=1s>
7. https://www.youtube.com/watch?v=l3GrF70H_sY
8. <https://yandex.ru/search/?text=аспрус%20средства%20механизации.py&lr=191>

УДК 620.22

ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*инженер Самсонов В.Л., студенты Журавский А.В., Симонов Д.В.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

TESTING MATERIALS AND TECHNICAL SYSTEMS

*teacher Samsonov V.L., student Zhuravskiy A.V., student Simonov D.V.,
Belarusian State Academy of Agriculture, Belarus*

Аннотация. Представлены результаты исследований по изучению испытаний материалов и технических систем, видов испытаний, фазы плана испытаний. Классификация назначений испытаний. Наиболее часто в характеристиках измерений используются такие понятия, как напряжение или деформация. Сами испытания назначаются в соответствии с требованиями конструкторской документации и в тесной связи с основными значениями проектных параметров изделия, принципами разработки его конструкции и частью общего процесса создания изделий.

***Annotation.** The results of studies on the testing of materials and technical systems, types of tests, the phase of the test plan are presented. Classification of test purposes. The most commonly used concepts in measurement characteristics are stress or strain. The tests themselves are assigned in accordance with the requirements of the design documentation and in close connection with the basic values of the design parameters of the product, the principles of its design and part of the overall process of creating products.*

Ключевые слова: испытания, материал, система, план.

Keywords: tests, material, system, plan.

Введение

В ходе испытаний определяются физико-механические свойства материалов, которые позволяют правильно подобрать материал для конструирования инженерных мыслей. Материалы подвергаются различным испытаниям для определения их свойств. Наиболее часто в характеристиках измерений используются такие понятия, как напряжение или деформация. Напряжение – это усилие, действующее на единицу площади материала. Деформация – это изменение формы материала под воздействием усилий. Если к материалу приложены усилия сжатия, то в нём возникают напряжения сжатия. Если же к материалу приложены усилия растяжения, то в нём возникают напряжения растяжения. Если усилие, которое приложено к материалу, стремится сдвинуть слои материала один относительно другого, то в материале возникают напряжения, которые называют касательными напряжениями.

Испытание материалов.

Инженерные расчёты конструкций невозможны без сведений о материалах, из которых они изготавливаются. Все фактические сведения о конструкционных материалах, т.е. их механические характеристики, получают экспериментально. При опытном изучении образцов получают сведения об основных механических свойствах материалов, таких как прочность, жесткость, упругость, пластичность, твердость и другие. Устанавливают степень влияния на механические характеристики температуры, радиоактивного облучения, термообработки и других факторов.

Прочность – это способность конструкции сопротивляться разрушению при действии на нее внешних сил (нагрузок).

Жесткость – способность элемента конструкции сопротивляться деформации.

Упругость – это способность твердого деформируемого тела восстанавливать свою форму и объем после прекращения действия внешних нагрузок.

Пластичность – это свойство твердого деформируемого тела до разрушения необратимо изменять свою форму и объем от действия внешних сил.

Вязкость – это свойство оказывать сопротивление за счет сопротивления за счет трения происходящего при перемещении элементарных частиц тела относительно друг друга в процессе деформирования. Хотелось бы отметить, что при этом, как показывают результаты экспериментов, сила сопротивления, возникающая за счет внутреннего трения материалов, прямым образом зависит от величины скорости перемещения элементарных частиц относительно друг друга.[4]

Испытания материалов, определение физико-химических и технологических свойств материалов (металлов, древесины, бетона, красок, смазочных масел и др.) с целью оценки их работоспособности. Испытания материалов проводятся на всех этапах производства материала (сырьё, полуфабрикат, конечный продукт), а также при эксплуатации изготовленных из него изделий (конструкций). В процессе испытаний воспроизводится воздействие на материал внешних факторов (механических нагрузок, температуры, окружающей среды и др.). При контрольных испытаниях материалов руководствуются стандартами или техническими условиями, рекомендующих методики испытаний (рабочие режимы, аппаратура и др.); с помощью испытания определяются характеристики материала и сравниваются с нормативными значениями.

Основными задачами испытаний изделий являются:

- оценка правильности конструкции и рабочей схемы агрегатов и изделия в целом, корректировка их в процессе обработки;
- проверка и отработка функционирования агрегатов, сборочных единиц и самого изделия в эксплуатационных условиях, отработка их взаимодействия в общей конструктивной схеме;

-определение основных параметров и характеристик агрегатов и изделия в полном эксплуатационном диапазоне условий их применения;

- исследование и устранение причин, обнаруженных в процессе испытаний неисправностей, которые могут привести изделие в неработоспособное состояние при работе изделия на стенде или в реальных условиях;

- объем и содержание испытаний создаваемого изделия, т.е. круг экспериментальных и исследовательских работ, которые должны быть проведены в процессе его создания, организация их выполнения находятся в прямой зависимости от величины основных параметров, характеристик, конструктивной схемы, конструкций и схем входящих в него агрегатов и узлов.

Сами испытания назначаются в соответствии с требованиями конструкторской документации и в тесной связи с основными значениями проектных параметров изделия, принципами разработки его конструкции и частью общего процесса создания изделий.

В систему испытаний можно отнести следующие основные элементы:- объект (изделие, продукция и т.п.); - категория испытания; - средства проведения испытаний (испытательное оборудование, поверочные и регистрирующие средства); - исполнитель испытаний; - НТД на испытания (программа, методика).

Виды испытаний: химические испытания, физические, механические и технологические испытания [1-6].

Химические испытания материалов предназначены для определения химического состава материалов, их растворимости (в воде, масле, бензине и др.), способности противостоять химическому воздействию, например, окислению (в частности, для металлов и композиционных материалов на металлической основе - различным видам коррозии: общей, питтинговой, межкристаллитной) и др. [1].

Физические испытания материалов применяют для определения электрической проводимости материалов, их теплопроводности, теплоёмкости, оптической прозрачности, стойкости к температурам, насыщению влагой (для композиционных и неметаллических материалов), магнитных свойств, коэффи-

циент линейного расширения, а также макроструктуры (оценивается визуально) и микроструктуры, в том числе кристаллической или аморфной структуры и атомного строения (наблюдаются с помощью оптического или электронного микроскопа либо рентгенографическим способом)[1].

Механические испытания материалов применяются для испытания конструкционных материалов. Испытания механических свойств материалов (на растяжение, сжатие, удар, изгиб, кручение, срез, твёрдость, усталость) позволяют определить сопротивление материала деформации и разрушению под действием статических или динамических нагрузок (длительных или кратковременных). Например, при испытании материалов на стойкость к возникновению трещин определяется уровень приложенных напряжений, вызывающих развитие разрушения (начальное образование преимущественно усталостной трещины, её рост до критического размера с последующим спонтанным развитием за счёт упругой энергии, накопленной в материале), и рассчитывается коэффициент интенсивности напряжения (КИН), позволяющий прогнозировать работоспособность материала (конструкции) с трещиной[1].

Технологические испытания материалов дают нам определить температурные и скоростные режимы деформации материала, параметры термообработки, показатели формообразования (коэффициент вытяжки, радиус гибки и др.), свариваемость, возможность пайки, склеивания, обработки различными инструментами, а также качество обработанной поверхности после различных технологических операций (резки, точения, шлифования, полирования и др.)[1].

По назначению испытания материалов классифицируют: на квалификационные, применяемые для обоснования заданной работоспособности изделия (предполагают всестороннюю статистическую оценку технических характеристик материала); сертификационные - для установления соответствия партии материалов требованиям, представленным в технических условиях на поставку; арбитражные - для определения соответствия материала разрушенной детали нормативным требованиям и в случае рекламации [1].

В Государственном стандарте "Качество продукции. Контроль и испытания" (ГОСТ 16504-74) определение испытаний дается применительно к продукции, которая рассматривается как обобщающее понятие [2]. Под испытаниями продукции понимается и "экспериментальное определение значений параметров и показателей качества продукции в процессе функционирования или при имитации условий эксплуатации, а также при воспроизведении воздействий на продукцию по заданной программе".

В настоящее время имеется ряд работ и исследований по испытаниям летательных аппаратов, различных двигательных установок, электрических машин, радиоэлектронной аппаратуре.

Во всех этих работах под испытанием понимается экспериментальное исследование объекта. Причем испытания современных технических объектов, особенно уникальных, являются весьма сложными многогранными процессами [2]. Для исследования этих процессов одних методов математической статистики далеко недостаточно.

Испытания связываются с процессом создания объекта на всех уровнях и рассматриваются как один из важных путей для доработки объектов и сдачи их заказчику. Для этой цели предусматривается проведение контрольных, исследовательских, ресурсных и граничных испытаний на надежность, сохраняемость, транспортабельность и т.д. [3]

Основной целью испытаний является – получение информации о состоянии испытываемых объектов и их элементов. Получение данной информации предусматривается и обеспечивается на этапах планирования испытаний, проведения испытаний и выработки управляющих решений.

Планирование предшествует организации и проведению работ, оно заключается в составлении программы действий системы испытаний на всех этапах жизненного цикла объектов.

Общая схема испытаний составляется на начальном этапе проектирования объекта (при эскизном проектировании). На этом этапе составляется про-

грамма испытаний, которая включает цель и задачи испытаний, описание объекта испытаний.

Планы испытаний

Испытания представляют собой сложный процесс, в котором можно выделить три фазы [3]: 1. Подготовка испытаний. 2. Проведение испытаний. 3. Обработка результатов испытаний.

Одной из задач, решаемых при подготовке испытаний, является задача планирования. При планировании испытаний необходимо стремиться к оптимизации плана. Но в плане испытаний практически нельзя учесть всех особенностей реальной ситуации, которая складывается во время функционирования системы [4]. Поэтому разрабатываемые планы должны удовлетворять требованиям нечувствительности и гибкости.

Нечувствительность означает малое изменение программы испытаний при непредвиденном изменении характеристик системы и условий ее использования.

Гибкость плана связана со способностью программы испытаний оперативно реагировать и перестраиваться с целью компенсации непредвиденных "возмущений" плана.

Нечувствительность и гибкость плана могут быть обеспечены при так называемом адаптивном планировании [4]. В математической постановке задача планирования испытаний сводится к оптимальному синтезу процесса испытаний. Решение этой задачи представляет собой важную проблему, так как испытание образцов военной техники – сложный комплексный процесс, объединяющий большое количество различных видов испытаний.

Литература

1. Александровская Л.Н. Теоретические основы испытания и экспериментальная отработка сложных технических систем. / Л.Н. Александровская, В.И. Круглов, А.Г. Кузнецов. М.: Логос, 2003.- 736с.
2. Ахметсагиров Р.И. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебно-методический комплекс для студентов спец. "Управление качеством" / Р.И. Ахметсагиров, Л.Н. Дрогайлова. – Казань: Познание, 2008 – 69с.
3. Испытания металлов. М., 1967; Металловедение и термическая обработка стали: Справочник / Под редакцией М. Л. Берштейна, А. Г. Рахштадта. 4-е изд. М., 1991. Т. 1: Методы испытаний и исследования. Кн. 1-2.

4. Ржевская С.В. Материаловедение: Практикум / С.В. Ржевская. – М.: Логос, 2004 – 266с.

5. Шустов А.Ф. Культурная детерминация ценностно-нормативных аспектов развития технической деятельности // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. - 2015. - № 6-1 (56). - С. 208-210.

6. Шустов А.Ф., Шустова Г.А. Методические основания гуманитаризации высшего технического образования // В сборнике: ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ Материалы международной научно-практической конференции. Брянская государственная сельскохозяйственная академия, экономический факультет. - 2011. - С. 287-290.

УДК 621.82

СОСТАВНОЕ ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО

*к.т.н., Николаенко В.Л., Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники, Беларусь*

Ковзан А. А., Шалыгин Н. Г.,

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

COMPOSITION TOOTH WHEEL

*Candidate of Technical Sciences, V. Nikolaenko, Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics, Belarus*

N.G. Shalygin, A.A. Kovzan,

Belarusian National Technical University, Belarus

Аннотация: В статье рассматривается конструкция составного зубчатого колеса. Конструкция относится к машиностроению и может быть использовано в зубчатых передачах. Ее целью является повышение надежности составного колеса. Зубчатое колесо – это важнейшая деталь многих механизмов. Применяется в механизмах зубчатой передачи и выполняет основную функцию - передает вращательные движения между валами, при помощи зацепления с зубьями соседнего колеса.

Annotation: *The article discusses the construction of a composite gear. The invention relates to mechanical engineering and can be used in gears. The purpose of the invention is to improve the reliability of the composite wheel. The gear wheel is the most important part of many mechanisms. It is used in gear mechanisms and performs the main function - it transmits rotational movements between shafts, by engaging with the teeth of the adjacent wheel.*

Ключевые слова: Зубчатое колесо, паз, венец, ступица.

Keywords: *Gear wheel, groove, crown, hub.*

Введение

В статье рассматривается конструкция составного зубчатого колеса. Конструкция относится к машиностроению и может быть использована в зубчатых передачах.

Зубчатое колесо – это важнейшая деталь, которая применяется в меха-

низмах зубчатой передачи и выполняет основную функцию - передает вращательное движение между валами, при помощи зацепления с зубьями соседнего колеса.

В машиностроении принято малое зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называть шестерней, а большое — колесом.

Зубчатые колеса применяются в различных, сложных и простых механизмах в машиностроении, судостроении, в пищевой и горнодобывающей промышленности, а так же: в буровых установках, железнодорожных вагонах, в подъемных кранах, в автомобильных дифференциалах, коробке передач, танках, лебедках, шестеренных гидромашинах – насосах, часах и в прочих механизмах.

Известно составное зубчатое колесо, содержащее зубчатый венец и ступицу, скрепленные посредством сварного шва.

Недостатками данной конструкции являются низкая долговечность зубчатого колеса вследствие термического влияния, вызванного процессом сварки на зубья, а также низкие виброизолирующие свойства соединения.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является составное зубчатое колесо, содержащее зубчатый венец и ступицу, скрепленные посредством клеевого соединения, в котором между венцом и ступицей предусмотрен кольцевой зазор для размещения кольцевых вставок на клеевом соединении.

В такой конструкции имеются сопряжения венца, ступицы и кольцевых вставок по наклонным и конусообразным поверхностям. Это не исключает возможности в случае разрушения клеевого шва рассоединения скрепленных деталей и попадания их в зоны движения других механизмов передачи. Следовательно, такая конструкция обладает недостаточной надежностью.

Цель - повышение надежности составного колеса.

Поставленная цель достигается тем, что в составном зубчатом колесе, содержащем скрепленные между собой венец и ступицу, ступица выполнена в виде разрезного кольца, а сопрягаемая поверхность венца выполнена с поднут-

рением, которое может быть выполнено в виде сферы или волнистой поверхности.

В этой конструкции клеевой шов имеет равномерную толщину по всему периметру сопряжения венца со ступицей, а венец концентричен оси колеса.

На рисунке 1 приведена конструкция зубчатого колеса со ступицей в виде разрезного кольца; на рисунке 1 - зубчатое колесо с клеевым соединением венца и ступицы в виде сферы, разрез А-А на рисунке 1; на рисунке 1 - то же, с клеевым соединением венца и ступицы в виде конусообразных участков; на рисунке 1 - то же, с клеевым соединением венца и ступицы в виде волнистой поверхности.

Зубчатое колесо с клеевым соединением венца и ступицы состоит из ступицы (рисунке 1) с секторным вырезом 2, зубчатого венца 3 и слоя клеевого состава 4. Секторообразный вырез 2 выполняется по всей ширине ступицы 1 в радиальном направлении от ее периферийной части 5 до шпоночного паза 6, благодаря чему обеспечивается необходимая податливость ступицы 1 в диаметральной ее плоскости. В случае недостаточной податливости может быть выполнен секторообразный вырез 7 в ступице 1 в двух вариантах: продолжением (поз. 8) ниже посадочного отверстия 9 ступицы 1 или выполнен глухим (поз. 10) с диаметрально противоположной ее стороны. На ступице 1 со стороны секторообразных вырезов 2 и 7 выполнен центрирующий пояс 11.

В поперечном сечении соединяемые поверхности венца 3 и ступицы 1 могут быть выполнены в виде сферы (рисунке 1), конусообразными (рисунке 1) или периодического профиля (рисунке 1). Это позволяет увеличить суммарную площадь сопряжения и, тем самым, - силы сцепления венца и ступицы без увеличения их осевого размера. При этом концентричность венца 3 относительно ступицы 1 обеспечивается блокирующим пояском 11.

Сборка зубчатого колеса осуществляется следующим образом. Ступица 1 колеса устанавливается в зажимное приспособление, например в трехкулачковый патрон токарного станка (не показано). В момент зажима происходит сжатие ступицы 1, возможное благодаря прорезам 2 и 7. Нано-

сится слой клея 4 на наружную поверхность 12 ступицы 1 и на внутреннюю полость 13 зубчатого венца 3, Затем ступица 1 в сжатом состоянии вводится во внутреннюю полость 13 венца 3, после чего производится ее разжим. Благодаря действию сил упругой деформации со стороны ступицы 1 в сопряжении возникают растягивающие удельные давления, направленные на внутреннюю полость 13 венца 3, которые способствуют более равномерному распределению клеевого состава 4 в сопряжении деталей колеса, а также благоприятному режиму формирования клеевого шва 1 и обеспечению концентричности соединяемых венца 3 и ступицы 1. Концентричность венца 3 относительно ступицы 1 обеспечивается базирующим пояском 11, предусмотренным на ступице 1. В сопряжении поверхности 13 венца 3 и пояска 11 ступицы 1 клей отсутствует. Лыски 14 выполнены для облегчения посадки ступицы 1 во внутреннюю полость 13 венца 3.

Зубчатое колесо работает следующим образом.

Зубчатый венец 3 вводится в зацепление с сопряженным колесом зубчатой передачи (не показано) и нагружается передаваемым крутящим моментом. Силовое взаимодействие зубчатого венца 3 со ступицей 1 осуществляется с помощью клеевого соединения 4, нагрузочная способность которого определяется физико-механическими свойствами клеевого состава 4 и его адгезионной способностью к сопрягаемым поверхностям венца 3 и ступицы 1.

В случае разрушения клеевого шва 4 поднутрение, выполненное в венце 3, исключает смещение венца 3 в осевом направлении и тем самым обеспечивает надежность колеса.

Вывод

Таким образом, выполнение ступицы колеса в виде разрезного кольца, а также соединяемых поверхностей венца и ступицы в поперечном сечении в виде сферы, периодического профиля или конусообразных участков и обеспечение концентричности венца относительно ступицы блокирующим пояском обеспечивают повышение качества клеевого шва и надежности составного колеса в целом.

Таким образом, составное зубчатое колесо, содержащее скрепленные между собой венцы и ступицу с центрирующим поясом, отличающееся тем, что, с целью повышения надежности ступица выполнена в виде разрезного кольца с лысками в местах разрезания сопрягаемой поверхности, а сопрягаемая поверхность венца выполнена с поднутрением.

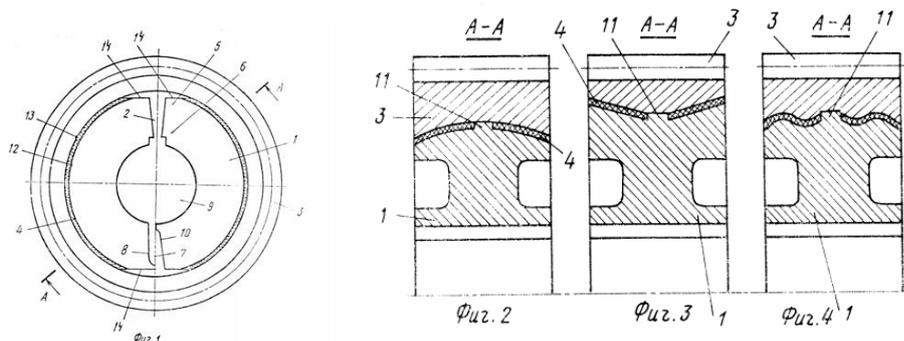


Рисунок 1 - конструкция зубчатого колеса

Литература

1. Авторское свидетельство №1739153
2. Шестерня (зубчатое колесо). [Электронный ресурс]— Режим доступа: <https://shesterenka.com.ua/stati/shesternya-zubchatoe-koleso.html>

УДК 331.45:631.3-026.26:338.436.33(476)

РАЗРАБОТКА РОТОРНОГО БИЛЬНО-ВЫЧЕСЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЛЬНА

к.т.н., Алексеенко А.С., магистр, Цайц М.В.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

DEVELOPMENT OF ROTARY BILT-CALCULATING FLAX DEVICES

Associate professor, A.S. Aliakseyenka

Master of Engineering Sciences, Senior Lecturer, M. V. Tsaits

Belarusian state agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Одним из путей повышения эффективности льняной отрасли является совершенствование процессов уборки, первичной переработки и оборудования для ее осуществления. Описаны разработанное авторами устройство для повышения эффективности выделения семян льна и лабораторная установка для определения рациональных параметров разработанного устройства, качественных и энергетических показателей процесса обмолота, необходимых для выбора основных конструктивных и кинематических параметров и расчета конструкции устройства для отделения семян льна от стеблей.

Annotation. One of the ways to improve the efficiency of the flax industry is to improve the processes of harvesting, primary processing and equipment for its implementation. A device developed by

the authors for increasing the efficiency of flax seed extraction and a laboratory setup for determining the rational parameters of the developed device, quality and energy indicators of the threshing process necessary for selecting the main structural and kinematic parameters and calculating the device design for separating flax seeds from the stems are described.

Ключевые слова: лен-долгунец, семена льна, льняное волокно, льноводство, технология, обмолот, роторное бильно-вычесывающее устройство.

Keywords: *flax fiber, flax seeds, flax fiber, flax growing, technology, threshing, rotary bilno-combing device.*

Введение. Цель исследования

В последнее время потребность во льне растет, и Организация Объединенных Наций официально объявила лен материалом XXI века. Лен-долгунец является одной из основных технических культур в Республике Беларусь и дает три вида сырья для промышленности: волокно, семена и костру. Льняное волокно – это одно из основных видов сырья для текстильной промышленности. Спрос на льняные ткани в мире растет. Лен может использоваться не только для пошива комфортной и экологичной одежды, но и для выпечки хлеба, производства топливных брикетов или пеллет, утеплителя, медицинской ваты, бинтов, а льняное масло обладает сильным целебным эффектом. Низкосортное короткое волокно используется для производства нетканых материалов, которые имеют очень широкое применение, а также для производства бумаги. Отходы переработки льна при производстве льняного масла являются очень хорошим кормом для животных. Лен – это экспорт и валюта, то есть он влияет на благосостояние государства и национальную безопасность [1, 2, 3].

Существует необходимость исследовать эффективность процесса очеса и выделения семян льна, на основе исследования процесса взаимодействия различных типов рабочих органов с льноматериалом, теоретически и экспериментально обосновать рациональные значения основных конструктивных и технологических параметров, обеспечивающих высокую производительность машин без снижения качества обрабатываемого материала. [4, 5]

Материалы и результаты исследований

Одним из путей повышения эффективности льняной отрасли является совершенствование процессов уборки, первичной переработки и оборудования для ее осуществления. Кроме высокой энергоемкости и трудоемкости уборочных ра-

бот и первичной переработки (до 70 % всех трудозатрат), уровень совершенства проводимых при этом операций в значительной степени определяют качество получаемой продукции, размер потерь. При этом основополагающим процессом получения льнопродукции является процесс отделения семенной части от стеблей. В зависимости от применяемой технологии уборки и первичной переработки (комбайновая, раздельная или заводская). Отделение семенной части от стеблей производится в различных стадиях созревания стеблей и коробочек льна, при этом физико-механические свойства льна значительно отличаются, и в различные стадии уборки: при тереблении – уборка по комбайновой технологии; при подборе и обороте лент льна – раздельная уборка; при размотке рулонов в линии первичной переработки – заводская технология.

Величина урожая семян и волокна, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха зависят от уровня совершенства процесса отделения семян от стеблей льна-долгунца [6].

Изучение характера воздействия рабочих органов различных устройств на стебли льна и механизма отделения семенных коробочек или выделения из них семян позволяет заключить, что эти процессы могут быть выполнены тремя принципиально различными способами: плющения, отрыва и различными их комбинациями [6]. В льноводстве Республики Беларусь наиболее широкое распространение имеет второй способ. В основном, льноуборочная техника белорусских хозяйств оборудована очёсывающими аппаратами с плоскопараллельным движением гребней. Устройства включают зажимной транспортер и установленный под углом или параллельно ему очёсывающий барабан, зубья гребней которого проникают в слой стеблей и в процессе принудительного прочесывания, разделяют ленту на полоски с исправлением дефектов ориентации. При этом происходит нарушение связей между стеблями и спутавшимися коробочками и семенные коробочки отрываются от плодоножки. При установке гребней параллельно зажимному транспортеру очес производится по всей ширине зоны расположения коробочек в слое ленты льна. Главными и серьезными недостатками гребневых аппаратов являются повышенные повреждения и отход стеблей

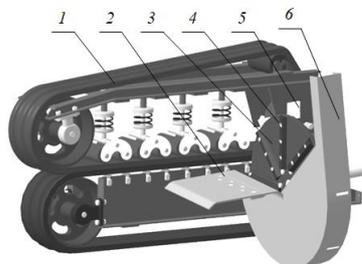
в путанину, возникающие в результате защемления и последовательного прочёсывания слоя стеблей льна спутанных и сцепленных между собой стеблей. Кроме того защемление стеблей в межзубовом пространстве приводит к обрыву стеблей и выдергиванию их из зажимного транспортера, что в значительной степени оказывает влияние на выход длинного волокна. Присутствие защемляющего действия при очесе приводит к забиванию межзубового пространства, постепенному снижению эффективности очеса. При этом гребни не проникают на всю толщину обрабатываемого слоя. Этот эффект в большей степени наблюдается на влажном льне при уборке комбайновым способом. Устранение данного дефекта производится в ручную, при технологических остановках, что ведет к снижению производительности. [6] Стоит также отметить, что, для всех изученных очесывающих (обмолачивающих) устройств характерна особенность – снижение эффективности работы при увеличении толщины обрабатываемого слоя [6].

В целях совершенствования процесса отделения семян от стеблей в УО БГСХА разработано роторное бильно-вычесывающее устройство [7] (рисунок 1).

Устройство выполнено в виде ротора (плоский металлический диск толщиной 20 мм). Со стороны подаваемого обрабатываемого материала, на роторе установлены косые рифленые бичи, с выходной стороны - вычесывающе-транспортирующие лопасти со щетками 3. С входной стороны установлен стол с декой 5. Ротор устанавливается перпендикулярно движению ленты льна, а бичи устанавливаются на роторе со смещением относительно оси симметрии таким образом, что в момент касания ленты образуют с ней острый угол, тем самым устраняя возможность излома стеблей. Дека с диском образуют зону обмолота. Зазор между декой и бичами уменьшается при движении стеблей вниз и в нижней части меньше диаметра семенных коробочек, благодаря чему происходит их отделение от стеблей и полное вытирание [7].

Работа устройства заключается в следующем: стебли льна подаются зажимным транспортером 4 к ротору 1 установленному перпендикулярно движению ленты. При вращении, ротор 1 увлекает бичем 2 порцию стеблей вниз в пространство между ротором 1 и декой 5. Поскольку зазор между декой 5 и бичем 2

внизу меньше, чем диаметр семенных коробочек льна, то последние вытираются. После вытирания бичами 2 стебли попадают под воздействие щеток 3, которые сбивают оставшиеся в ленте семена. Кроме того лопасти выполняют роль швырялки для транспортирования вороха.



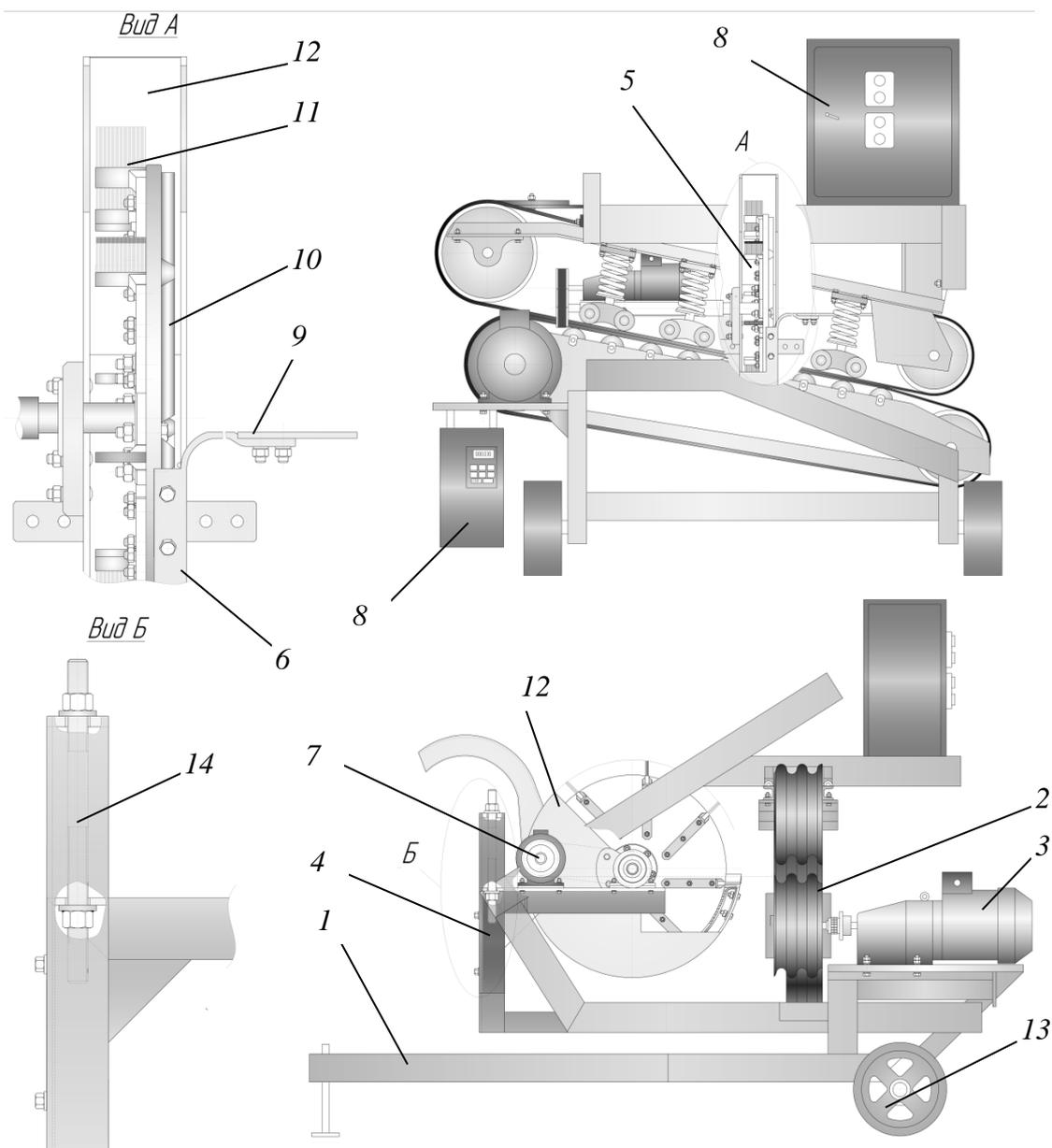
1 – зажимной транспортер; 2 – стол; 3 – бич рифленый; 4 – ротор;
5 – щетка; 6 – корпус.

Рисунок 1 - Общий вид роторного очесывающего устройства

Для лабораторных исследований создана опытная экспериментальная установка (рисунок 2).

Цель исследований – определение рациональных параметров разработанного устройства, качественных и энергетических показателей процесса обмолота, необходимых для выбора основных конструктивных и кинематических параметров и расчета конструкции устройства для отделения семян льна от стеблей.

Экспериментальная установка состоит из рамы 1, на которой установлен зажимной транспортер 2, приводимый в движение мотор-редуктором 3 марки ZG 2 KMR 90 L4, мощностью 2,2 кВт. Также на раме 1 закреплена подвижная станина 4 роторного бильно-вычесывающего устройства 5. Станина 4 выполнена из составных частей, относительное смещение которых обеспечивают изменение положения ротора в вертикальном направлении от ± 150 мм относительно зажимного транспортера, в горизонтальной плоскости – 100 мм относительно зажимного транспортера и 30 мм относительно деки 6. Привод ротора состоит из электромотора KMR 100 L4, мощностью 4 кВт и клиноременной передачи 7. Оба привода включаются при помощи пульта управления 8.



- 1 – рама; 2 – зажимной транспортер; 3 – мотор-редуктор; 4 – подвижная станция; 5 – роторное бильно-вычесывающее устройство; 6 – дека; 7 – электродвигатель; 8 – пульт управления; 9 – стол; 10 – бич; 11 – вычесывающе-транспортирующие щетки; 12 – кожух; 13 – колеса; 14 – регулировочный винт

Рисунок 2 – Схема лабораторной установки

Привод ротора снабжен индивидуальным преобразователем частоты Danfoss VLT Micro Drive FC 51 132F0026, позволяющим бесступенчато изменять частоту вращения ротора. Со стороны входа обрабатываемого материала в роторное бильно-вычесывающего устройства на раме 1 установлен стол 9 с шарнирно-установленной на нем декой 6. Дека установлена под острым углом к ро-

тору 5, в нижней части деки установлен демпфер с механизмом регулирования жесткости. Установленный под ротором отражатель в виде сектора, также подпружинен в передней части, а в задней части установлен шарнирно.

На роторе установлены со стороны входа шесть косых бичей 10, с выходной стороны четыре вычесывающе-транспортирующие щетки 11 из полипропилена. Бичи на роторе устанавливаются со смещением от оси симметрии в трех положениях. Ротор закрыт улиткообразным кожухом 12. Установка снабжена колесами 13, которые вращаются в полуосях, приваренных к раме. Регулирование станины ротора 4 по высоте осуществляется регулировочным винтом 14.

Заключение

В целях совершенствования процесса отделения семян от стеблей в УО БГСХА разработано роторное бильно-вычесывающее устройство. Выполнение устройства в виде ротора с эксцентрично установленными косыми бичами и вытряхивающе-транспортирующими лопастями (при заданных конструктивных параметрах, по полученным теоретическим расчетам позволит снизить массу устройства в 2...2,5 раза (масса составит 72 кг) в сравнении с существующими аналогами. Устройство позволяет в сравнении с очесывающим устройством ПОЛ-1: уменьшить металлоёмкость на 65 %; снизить энергоёмкость процесса очеса на 20...30 %; сократить время, затрачиваемое на ТО.

Литература

1. Механико-технологические основы совершенствования послеуборочной обработки льновороха на семена / В.А. Шаршунов [и др.] – Горки : БГСХА, 2012. – 332 с.
2. Лен-даўгунец : Падручнік для падрыхтоўкі майстроў сельскай гаспадаркі 2 разрады / Пад общ. ред. А.І. Афоніна. – Мінск. – Дзярж. Выд. БССР : рэдакцыя сель. гасп.-ай літаратуры, 1955. – 222 с.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2018. – С. 67, 95.
4. Кононович, Е. Поднять лен – дело чести и совести / Е. Кононович // Советская Белоруссия. – 2018. – №232 (25619). – С. 2–3.
5. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 марта 2016 года № 196 с изм. и доп.
6. Отраслевой регламент. Возделывание льна. Типовые технологические процессы. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2011. – 44 с.
5. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В.А. Шаршунов, А.С. Алексеенко, М.В. Цайц, В.А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – №2. – С. 137-141.

6. Шаршунов, В. А. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – №4. – С. 174–180.

7. Устройство для отделения семенных коробочек льна от стеблей: пат. 21293 Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 (2006.01) / В.Е. Кругленя, В.И. Коцуба, П.Д. Сентюров, А.Д. Сентюров, М.В. Цайц, Г.А. Райлян, И.Л. Подшиваленко; заявитель УО «Белорус. гос. с.-х. акад.» – № а 20130044 ; заявл. 14.01.13; опубл. 25.05.17 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 4(117). – С. 57.

УДК 631.512

К РАСЧЕТУ МОЩНОСТИ НА ПРИВОД РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

*д.т.н, профессор Ужик В. Ф., инженер Радомский А. Н.,
Белгородский государственный аграрный университет, Россия*

TO CALCULATE THE POWER TO DRIVE LEVELING DEVICE FOR A DRYING APPARATUS

*Doctor of Technical Sciences, Professor V. F. Uzhik, A. N. Radomsky,
Belgorod State Agrarian University. V.Ya. Gorina, Russia*

Аннотация. Проведен анализ технологий переработки свекловичного жома, на основании которого разработана классификация технологий для вторичной переработки жома. Разработано устройство для разравнивания массы свекловичного жома на конвейерной ленте при подаче продукта на сушку, представлена формула для расчета мощности. Дан анализ и общие выводы.

Annotation. The analysis of technologies of processing of beet pulp, on the basis of which the classification of technologies for the secondary processing of pulp. A device for leveling the mass of beet pulp on the conveyor belt when the product is fed to the dryer is developed, a formula for calculating the power is presented. The analysis and General conclusions are given.

Ключевые слова: сушилка, сушка, жом сахарной свеклы, разравнивающее устройство.
Key words: dryer, drying, sugar beet pulp, leveling device.

Введение. Постановка задачи

В настоящее время ни для кого не секрет, что свекловичный жом является ценным продуктом, который используется в кормовых и пищевых целях. Около 30–35% жома, по разным оценкам, используется в свежем виде, а остальная часть продукта остается невостребованной, что снижает эффективность предприятий и при неправильной утилизации наносит вред окружающей среде [1]. В связи с этим проблема длительного хранения и утилизации свекловичного жома является актуальной.

В настоящее время известны технологии переработки свекловичного жома, классификация которых представлена на рисунке 1 [2-8]. Хранение продукта для дальнейшей переработки без консервации из-за быстрого окисления его невозможно, поэтому жом подвергают сушке [6-8].

Задача

Одной из технических задач при сушке жома является равномерное распределение слоя продукта на подающем транспортере. В Белгородском ГАУ разработана конструкция разравнивающего устройства, схема которого показана на рисунке 2.

Решение задачи

Согласно задачам исследований предлагаемое разравнивающее устройство для формирования заданного слоя продукта, преимущественно жома сахарной свеклы, в сушильной установке на ленте конвейера работает следующим образом.

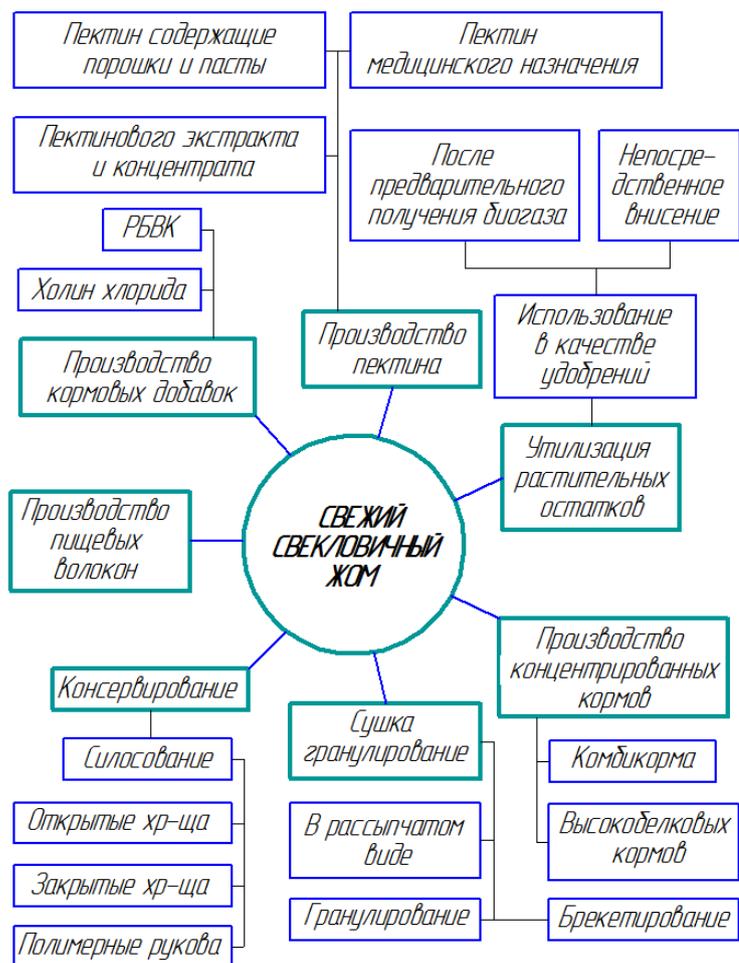
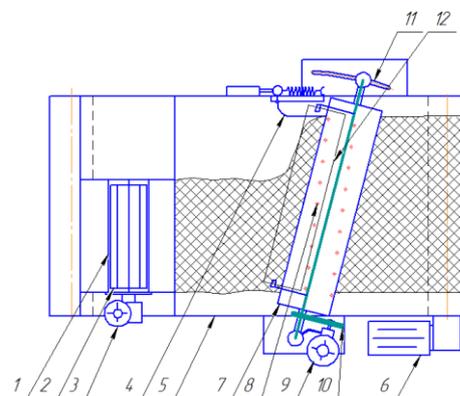


Рисунок 1 – Классификация технологий переработки свекловичного жома



1- бункер-дозатор, 2- дозирующий вал, 3,6,9 – мотор-редуктор, 4 – концевая лопатка, 5 – лента конвейера, 7 – разравнивающий вал, 8 – пальцы, 10 – ременная передача, 11 – узел регулировки угла атаки, 12 – чистик.

Рисунок 2 - Разравнивающее устройство

Продукт загружают в бункер-дозатор 1 с дозирующим валом 2 и мотор-редуктором 3. По ленте конвейера 5 мотор-редуктором 6 продукт подают к разравнивающему валу 7 для разравнивания (распределение материала также представлено на рисунке 2.1). Мотор-редуктор 9 через ременную передачу 10 передает крутящий момент на разравнивающий вал 7 с вращением против хода поступающей массы продукта, тем самым пальцами 9 счесывают лишний слой продукта.

Расположением разравнивающего вала 7 под углом, а также пальцев 8 по винтовой поверхности обеспечивают смещение лишнего слоя продукта к концевой лопатке 4, которая связана с электроприводом мотор-редуктора 3.

При контакте продукта с концевой лопаткой 4 дозирование продукта с бункера 1 прекращается, а при отсутствии воздействия продукта на концевую лопатку 4, дозирование продукта возобновляется. Для корректировки смещения продукта выполняют корректировку угла атаки 11. Разравнивающий вал 7 очищают с помощью чистика 12 в момент скрытия пальцев 8, так как их устанавливают с эксцентриситетом. Пропуская продукт между разравнивающим валом 8 и лентой конвейера 5, обеспечивают равномерность слоя по высоте, а расстоянием от концевой лопатки 4 до дальнего торца бункера-дозатора 1 обеспечи-

вают равномерность слоя по ширине. Регулировки легко изменять в зависимости от технологических требований, предъявляемых к продукту и технических характеристик при стыковке с сушильной установкой.

Мощность на привод разравнивающего устройства будет зависеть от конструктивных параметров устройства, определяющих захват продукта [3,4].

В рассматриваемом случае захват продукта осуществляется согласно рисунка 3.

Теоретическими исследованиями установлено, мощность на привод разравнивающего устройства (Вт) можно оценить по формуле

$$N = \frac{P_{уд} B \ddot{n}}{\eta} L \omega_0 \frac{R}{\sqrt{R^2 + a^2}}, \quad (1)$$

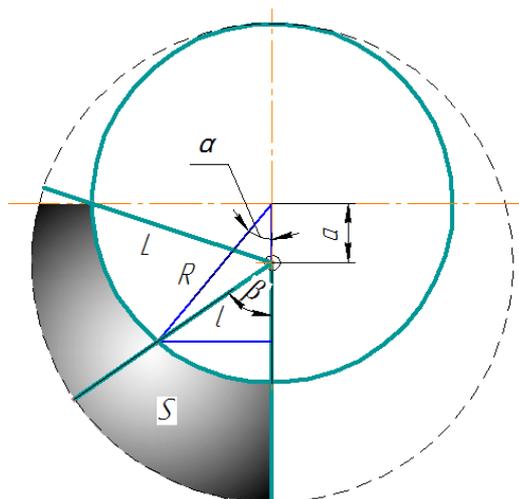


Рисунок 3 – К расчету рабочей площади захвата продукта при разравнивании (счёсывании)

где - $P_{уд}$ - удельное сопротивление жома при счесывании, Н/м; B - ширина рабочего ряда пальцев, м; L - длина пальцев, м; η – КПД устройства; ω_0 – угловая частота вращения барабана(вала), рад/с; R – радиус барабана, м; \ddot{n} – число пальцев на оном витке; a – смещение (эксцентриситет) вала, м.

На рисунке 4 приведена зависимость мощности на привод разравнивающего устройства от смещения (эксцентриситета) вала a .

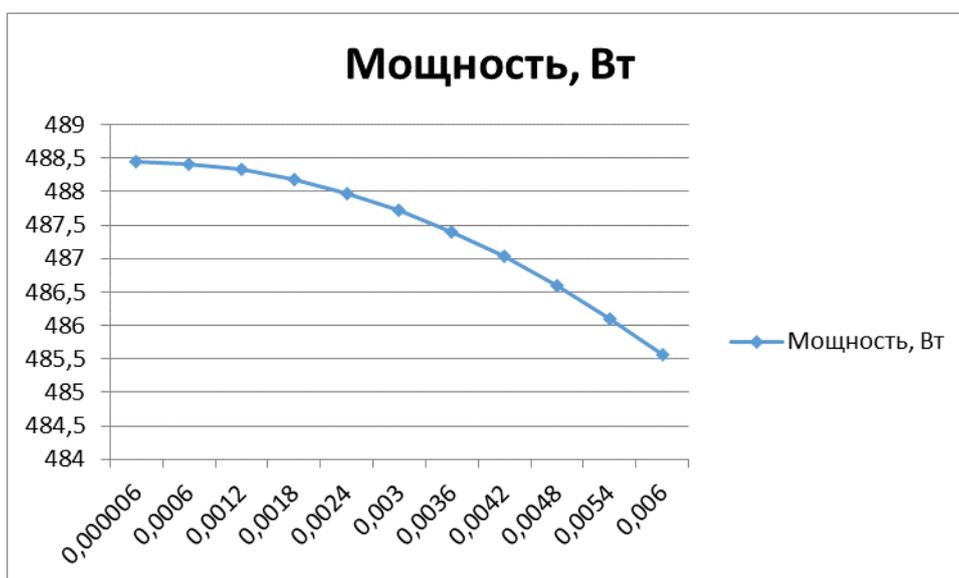


Рисунок 4 – мощности на привод разравнивающего устройства от смещения (эксцентриситета)

Анализ показывает, что зависимость мощности на привод разравнивающего устройства от смещения (эксцентриситета) является нелинейной и с увеличением смещения вала (эксцентриситета) она снижается, несмотря на то, что в нижней точке увеличивается вылет пальцев. Это объясняется тем, что вылет пальцев быстро уменьшается при повороте вала, что уменьшает общие усилия на привод. Однако в этом случае снижается производительность устройства, возрастают максимальные нагрузки на пальцы, нагрузка имеет резкопеременный характер, что может привести к быстрому износу конструкции.

Выводы

1 Разработано устройство для разравнивания массы свекловичного жома на конвейерной ленте при подаче продукта на сушку.

2 В результате теоретических исследований получено математическое выражение для оценки мощности на привод разравнивающего устройства от его конструктивных параметров.

Литература

1. Гурин А.Г. Жом как ценный продукт сахарного производства / А.Г. Гурин, Ю.В. Басов, В.В. Гнеушева // RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE REVIEW Орловский ГАУ. 2015. №5-1.- С. 251-255.
2. Спичак, В. В. Современные направления использования и утилизации свекловичного жома / В. В. Спичак, А. М. Вратский // Сахар. 2011. – № 9. – С. 60–64.

3. Шишацкий, Ю. И. Научное обеспечение процессов сушки и набухания осветленного свекловичного жома в технологии пектина и пищевых волокон / Ю. И. Шишацкий, С. А. Никель. – Воронеж : Изд-во ВГУИТ, 2015. – 175 с.

4. Карлова, Е. В. Перспективные направления производства побочной продукции сахарной промышленности / Е. В. Карлова, А. В. Полянин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 51–53.

5. Пузанова, Л. Н. Использование побочных продуктов и отходов свеклосахарного производства в современных условиях / Л. Н. Пузанова // Состояние и перспективы свеклосахарного комплекса – ответ на вызовы времени : сб. тр. конф. – Курск, 2013. – С. 53–58.

6. Булавин, С. А. Энергосберегающая сушильная установка для свекловичного жома [корма для животных] / С. А. Булавин, К. В. Казаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 1. – С. 13–15.

7. Булавин, С. А. К расчету конструктивных и режимных параметров разравнивающего устройства / С. А. Булавин, С. В. Вендин, Ю. В. Саенко // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 4. – С. 149–152.

8. Ужик, В.Ф. К созданию разравнивающего устройства / В.Ф. Ужик, А.Н. Радомский // Проблемы и решения современной аграрной экономики - мат., конф., том 1. – п. Майский ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ 2017. – С. 112-113.

УДК 631. 316.

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОИЗОТОПОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ

*к.т.н. Лабух В.М., инженер Молчанов В.П.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

WAY OF DECREASE IN ACCUMULATION OF RADIOISOTOPES CROPS

*PhD in Technological Sciences, Labukh V. M., Molchanov V.P.
Bryansk State Agricultural University, Russia*

Аннотация. Изучены пути миграции радионуклидов в окружающей среде и предложен способ обработки почвы, позволяющий улучшить ее плодородие и уменьшить накопление радионуклидов растениями.

Annotation. *Ways of migration of radionuclides in the environment are studied and the way of processing of the soil allowing to improve its fertility and to reduce accumulation of radioisotopes plants is offered.*

Ключевые слова: радионуклиды, севооборот, плодородие почвы, обработка почвы.
Key words: *radionuclides, crop rotation, fertility of the soil, processing of the soil.*

Введение

Современное сельскохозяйственное производство направлено на удовлетворение потребностей населения страны отечественными недорогими и одновременно качественными, экологически «чистыми» продуктами питания. При этом особую роль играет подготовка кадров высшего звена [4].

Чернобыльская катастрофа повлияла на экологическую ситуацию во многих регионах Российской Федерации, в том числе и в Брянской области. Основными радионуклидами, определяющими характер загрязнения, в нашей области является цезий – 137 и стронция – 90, период полураспада которых около тридцати лет.

Загрязненными в основном оказались зоны интенсивного ведения сельского хозяйства, где источником поступления радиации является почва. В почве концентрируются радиоактивные вещества, попадающие в атмосферу т.к. она обладает высокой емкостью поглощения, что приводит к формированию в окружающей среде длительно действующего источника радионуклидов.

Доказано [1], что радиоактивные изотопы не вызывают заметных повреждений растительных организмов, но в результате перемещения в почве и последующего корневого поглощения растениями они в значительных количествах накапливаются в урожае сельхоз культур, а затем по цепочке “почва – растение – животное” попадают в организм человека и могут нанести значительный вред его здоровью.

Поэтому важнейшая задача сельского хозяйства в условиях загрязнения почвы радиоактивными элементами – максимально возможное снижение поступления этих веществ в растениеводческую продукцию и предотвращение накопления их в организмах сельскохозяйственных животных [2].

Основная часть

Все мероприятия, проводимые в настоящее время для улучшения плодородия почв, будут способствовать снижению размеров перехода радионуклидов в растения. Наиболее простой и дешёвый приём снижения содержания радионуклидов в растениеводческой продукции – подбор культур и сортов, отличающихся способностью накапливать минимальное количество стронция-90 и цезия-137. Как правило, это сорта с низким содержанием калия и кальция (корнеплоды, клубнеплоды, злаковые).

Также эффективным приёмом являются запашка загрязнённого пахотного слоя [3].

Всесторонне изучив миграцию радионуклидов и поглощающую способность почвы, был разработан способ ее обработки, позволяющий улучшить плодородие и уменьшить накопление радиоактивных веществ растениями.

Способ включает в первый год ротации севооборота разбрасывание органических удобрений (навоза) и заделку его вместе с загрязненным радиоактивными веществами слоем в нижнюю часть пахотного горизонта, используя плуги с предплужниками. После уборки последующей культуры производят измельчение пожнивных остатков и припахивают их к нижней унавоженной прослойке. При этом каждое последующее внесение свежих органических удобрений и припахивание их производят на глубину, меньшую, чем предыдущая, на величину, достаточную, чтобы охватить снизу вверх весь пахотный горизонт за ротацию севооборота (таблица 1).

Таблица 1 - Технологическая схема возделывания сельскохозяйственных культур предлагаемым способом (восьмилетний севооборот).

Культуры севооборота	Внесение удобрений	Обработка почвы
1. Однолетние травы (вика + овес)	Навоз 60 т/га	Вспашка с предплужником на 28-32 см
2. Озимая пшеница	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	Рыхление без оборота пласта
3. Яровой ячмень с подсевом многолетних трав	Измельченная солома 2,8-3,2 т/га	Вспашка с предплужником на 25-28 см
4. 1 год - многолетние травы	-	-
5. 2 год - многолетние травы	-	-
6. Яровая пшеница	Сидераты от 3-го укоса трав 2,8-3,2 т/га	Вспашка с предплужником на 20-25 см
7. Озимая тритикале	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	Рыхление без оборота пласта
8. Яровой овес	Измельченная солома 2,8-3,2 т/га	Вспашка на 15-20 см

Для восьмилетнего севооборота каждое последующее уменьшение глубины внесения свежих органических удобрений и припахивания составляет 3-5 см. В качестве свежих органических удобрений используют солому, сидераты или пласт многолетних трав. Сложные минеральные удобрения небольшими дозами вносятся при посеве озимых культур и в подкормку в течение вегетации растений.

Выводы

Правильный выбор глубины обработки почвы и способов её проведения позволяет существенно снизить поступление радионуклидов в растения, активизировать процесс гумусообразования в пахотном горизонте и без увеличения технологических затрат поддерживать положительный баланс гумуса в пахотном слое в течение всей ротации севооборота.

Литература

1. 20 лет чернобыльской катастрофы. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986–2006: Российский национальный доклад/Под общ. ред. С.К. Шойгу, Л.А. Большова. М., 2006. 93 с.
2. Белоус, Н. М. Риск получения радиоактивно загрязнённой сельскохозяйственной продукции на юго-западе Брянской области / Н. М. Белоус, С. Ф. Чесалин, И. Н. Белоус // Чернобыль: 30 лет спустя: материалы международной научной конференции (Гомель, 21-22 апр. 2016 г.). - Гомель: Ин-т радиологии, 2016. – С. 281-284.
3. Манзон Д.А. Динамика миграции цезия-137 после чернобыльской аварии на территории русской равнины: автореф. дис. канд.геогр. наук. М.: Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, 2010. 26с.
4. Шустов А.Ф., Шустова Г.А. Методические основания гуманитаризации высшего технического образования // В сборнике: ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ Материалы международной научно-практической конференции. Брянская государственная сельскохозяйственная академия, экономический факультет. - 2011. - С. 287-290.

УДК 633.491:631.5

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

магистр, Сысоев А.А.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

ANALYTICAL RESEARCH AND REVIEW OF TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF POTATO

*Sysoev A.A., Master of Engineering Sciences, Senior Lecturer
Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus*

Аннотация. Рассмотрены основные технологии возделывания картофеля. Сохранение и повышение урожайности картофеля возможно при строгом соблюдении агротехнических требований, рациональном выборе технологии возделывания картофеля, в зависимости от почвенно-климатических условий, сортовых и биологических особенностей культуры, грамотном комплектовании и настройке используемых машинно-тракторных агрегатов.

Annotation. *The main technologies of cultivation potatoes are considered. Saving and increasing the yield of potatoes is possible with strict observance of agrotechnical requirements, a rational choice of potato cultivation technology, depending on the soil and climatic conditions, the varietal and biological characteristics of the crop, competent picking and adjustment.*

Ключевые слова: технология возделывания, посадка картофеля, нарезание гребней, клубень.

Key words: *cultivation technology, planting potatoes, cutting ridges, tuber.*

Введение

Разнообразие почвенных, климатических условий, с учетом колебаний погодных условий по годам, сортовых особенностей картофеля и их длительности вегетации (ранние сорта, среднеранние, среднеспелые, среднепоздние и позднеспелые сорта), различное назначение картофеля (кормовые цели, семена, продовольственные цели или для переработки на полуфабрикаты) диктуют применение различных технологий их возделывания полностью всех операций или отдельных технологических процессов, регулировок машины, сроков выполнения технологических операций или процессов.

Нарушение технологий, в том числе отдельных элементов (несоблюдение сроков проведения работ, отклонения при комплектовании машинно-тракторных агрегатов, регулировок машин и т.п.) приводит в конечном счете к снижению величины и качества клубней картофеля, к увеличению затрат труда и денежных средств на единицу продукции не только в текущем году, но и в последующие годы. Машины, применяемые в технологиях, должны соответствовать агротехническим требованиям, которые разрабатываются научно-исследовательскими институтами с учетом обеспечения оптимальных условий для роста картофеля при условии экономической эффективности их применения[1].

Аналитический обзор

Технология возделывания картофеля включает следующие виды работ: выбор предшественника, осеннюю подготовку почвы (внесение удобрений, вспашка зяби, нарезка гребней), весенние работы по внесению удобрений, подготовка почвы, подготовка семян, посадка, уход за посадками, уборка, закладка картофеля на хранение, послеуборочные работы с почвой.

В мировой практике и в нашей стране отработаны и применяют десятки технологий возделывания и уборки картофеля. Наиболее типичные из них, отображающие особенности нашей страны, следующие: технология массового

применения; технология возделывания картофеля на слеживающихся суглинистых почвах с повышенным содержанием гумуса; технология возделывания картофеля на почвах, засоренных камнями и комковатых; грядово-ленточная технология возделывания картофеля [2].

Технология массового применения включает: осеннее внесение органических удобрений; зяблевую пахоту; подготовку семенного материала; весеннее боронование зяби; внесение минеральных удобрений; перепашку зяби; предпосадочную подготовку почвы (культивация, нарезка гребней); посадку; уход за посадками (довсходовое рыхление междурядий с одновременным боронованием, междурядная обработка всходов и 2–3 окучивание, химическая обработка против болезней и вредителей); уборку; закладку на хранение.

Технология возделывания картофеля на слеживающихся суглинистых почвах известна как «Голландская», включает следующие технологические операции: внесение органических удобрений под предшествующую культуру или под зябь осенью; зяблевую пахоту; весеннее внесение минеральных удобрений; предпосадочное фрезерование почвы вертикально-фрезерными культиваторами; посадку на глубину 4–6 см с низким (до 12 см) гребнем; формирование полнообъемных гребней высотой до 27–30 см; обработку посадок гербицидами перед появлением всходов; обработку растений химикатами против болезней и вредителей по мере необходимости; предуборочное удаление ботвы; уборку; закладку клубней на хранение.

Технология возделывания картофеля на комковатых почвах и почвах, засоренных камнями, известна как технология «Гримме», включает: зяблевую пахоту; внесение органических удобрений под предшественник; подготовку семян; предпосадочную подготовку почвы (нарезка гряд, выделение из пахотного горизонта камней с укладкой в междурядье, а крупных на поворотную полосу); посадку (гребневую); обработку посадок гербицидами и препаратами против болезней и вредителей; уборку; закладку клубней картофеля на хранение; распределение камней, уложенных в междурядья, по всему полю.

Грядовая ленточная технология возделывания картофеля в условиях повышенной влажности и на мелиорированных землях включает: осеннее внесение органических удобрений (или под предшественник); зяблевую пахоту; подготовку семян; перепашку зяби; предпосадочную обработку почвы (культивация); нарезку гряд; посадку (строчно-ленточная); уход за посадками; борьбу с болезнями и вредителями; уборку; закладку картофеля на хранение[1].

Возделывание картофеля на гладкой поверхности позволяет за два этапа обработки почвы сформировать высокообъемный гребень с мелкокомковатой структурой, что обеспечивает не только свободное развитие клубней, но и хорошую сепарацию картофельного вороха при механизированной уборке картофеля. Минимальное количество проходов агрегатов в период вегетации исключает переуплотнение междурядий, формирование комков в сепарируемом слое, улучшает условия для роста и развития растений. Отсутствие крупных комков в клубнеобитаемом слое не только обуславливает высокую производительность уборочной техники за счет хорошей сепарации вороха, но и исключает повреждение клубней острыми кромками комков [3].

Наибольшее распространение технология посадки картофеля на гладкой поверхности получила в зоне умеренного климата и на почвах, не засоренных камнями. Основные ее преимущества – возможность применения в самых различных почвенных условиях, а также высокая производительность агрегатов практически на всех этапах возделывания картофеля.

На тяжелых почвах применяется та же технология, что и на легких почвах в случае применения пассивных рабочих органов. С применением фрезерных культиваторов технология ухода упрощается и сводится к одной операции – формированию гребней высотой до 20-25 см по всходам с последующей обработкой их рыхлением междурядий ярусными окучниками, чтобы в гребнях не образовывались трещины, вызывающие позеленение клубней нового урожая.

Наибольшее распространение технология *возделывания картофеля на гребнях* получила в зонах с недостаточным увлажнением, где каждая технологическая операция по обработке почвы приводит к значительным потерям поч-

венной влаги, особенно в весенний период. Гребни формируют осенью с помощью культиваторов-гребнеобразователей с пассивными рабочими органами после проведения зяблевой вспашки. Влага, выпадающая поздней осенью в виде осадков, зимой под действием отрицательных температур формирует мелкокомковатую структуру почвы внутри гребня. Весной почва внутри гребней прогревается на 1-2 недели раньше, чем на гладкой поверхности. Поэтому можно посадить картофель в прогретую и рыхлую почву в более ранние сроки, когда запас влаги достаточен для благоприятного развития растений даже в засушливых условиях [2].

Гребневая посадка позволяет рыхлить почву и уничтожать сорняки путем междурядных обработок задолго до появления всходов картофеля. Посадка картофеля в гребни обеспечивает возможность группового использования картофелесажалок.

После посадки картофеля в гребни проводится однократная междурядная обработка почвы с формированием высокообъемного гребня.

Возделывание картофеля на гребнях, предварительно нарезанных с осени, до минимума сокращает число проходов почвообрабатывающих орудий в период вегетации растений (один проход во время междурядной обработки почвы), что и обеспечивает максимальное использование запасов почвенной влаги.

Данная технология позволяет создать все необходимые условия для выращивания высоких урожаев картофеля в засушливых условиях и обеспечить проведение механизированной уборки картофеля с применением высокопроизводительных комбайнов.

Грядовая и грядоволенточная технологии возделывания картофеля на каменистых почвах более устойчивы к неблагоприятным воздействиям окружающей среды. В условиях избыточного увлажнения на грядах меньше опасность повреждения клубней в результате удущья, поскольку гнездо находится выше дна борозды, к тому же, гряды меньше размываются ливневыми осадками. А в условиях засухи или в периоды высоких температур воздуха массивная гряда меньше перегревается и пересыхает, чем гребни при традиционных тех-

нологиях возделывания. Важно также, что при использовании грядовой и грядоволочной технологий значительно снижается опасность повреждения зоны расположения клубней, что благоприятно сказывается на качестве механизированной уборки. При этом в 2-3 раза меньше потери, в 6-8 раз – поврежденных клубней в ворохе и в 3-4 раза – засоренность вороха землей. Особенно благоприятно сказывается на продуктивности реализация таких технологий с локальным нарезанием дренажных щелей и внутрипочвенным внесением минеральных и сыпучих органических удобрений.

Сразу же после сепарации гряд картофеля высаживают двухрядными сажалками с формированием высокообъемных гребней высотой 20-25 см над высаженными клубнями.

После посадки картофеля любые почвообрабатывающие операции полностью исключаются во избежание выноса камней из междурядий в зону размещения клубней. Дальнейший уход за растениями заключается в химической защите от сорняков с использованием широкозахватных опрыскивателей [1].

Заключение

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что не может быть универсальной технологии возделывания картофеля, идеально подходящей для всех условий производства. Они должны применяться дифференцированно, с учетом почвенных и климатических условий, уровня интенсификации и объемов производства, плодородия почвы и фона питания, применение селекционных сортов, качества семян, назначения продукции и других условий.

Выращивание картофеля станет высококорентабельным, если использовать почвенную влагу, создать необходимый режим питания растений, внедрить системы интегрированной защиты растений, обеспечить рациональную организацию труда. Повышение урожайности и качества картофеля достигается при использовании технологии возделывания картофеля на гребнях. Использование этой технологии позволит ускорить на два-пять дней начало посадки благодаря более быстрому прогреву почвы, а также обеспечит групповую работу сажалок и повысит на 10...15 % производительность посадочных агрегатов.

Литература

1. Технология возделывания и уборки картофеля / Агросистема. [Электронный ресурс]. URL. http://www.agrosistema.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=159:tehnologiya-vozdelyvaniya-i.
2. Агротехника выращивания картофеля / Агровестник. [Электронный ресурс]. URL. <https://agrovesti.net/lib/tech/cultivation-potatoes/agrotekhnika-vyrashchivaniya-kartofelya.html141>. Дата доступа - 28.02.2019.
3. Технология возделывания картофеля в фермерском хозяйстве / Портал садовода-огородника. [Электронный ресурс]. URL. <https://plodovie.ru/ovoshhevodstvo/kartofel/tehnologiya-vozdelyvaniya-8690/#>. Дата доступа - 05.03.2019.
4. Михальченков А.М., Комогорцев В.Ф., Тюрева А.А. Пути повышения износостойкости армированной поверхности лемеха // Тракторы и сельхозмашины. - 2010. - № 7. - С. 35-37.
5. Михальченков А.М., Тюрева А.А. Оптимизация технологии наплавочного армирования носка плужного лемеха // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2009. - № 1. - С. 23-27.
6. Тюрева А.А. Повышение долговечности плужных лемехов наплавочным армированием в условиях песчаных и супесчаных почв: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Москва, 2008. -18 с.

ЗУБЧАТОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ

*д.т.н. Титенок А.В., инженер Титенок И.А.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

TOOTHED GEARING

*Titenok A. V., Bryansk State Agrarian University; Russia;
Titenok I.V, Bryansk State Agrarian University; Russia*

Аннотация. На базе собственных изобретений и анализируя известные экспериментальные исследования, авторы обосновали параметры наполнителя смазочного материала, выполняющего функции противоизносной и антифрикционной присадки для улучшения качественных показателей работы зубчатого зацепления.

Abstract. *On the basis of personal inventions and well-known experimental research the authors proved the characteristic of lubricant filling in the form of microscopic rounds as an antiwear.*

Ключевые слова: зубчатое зацепление, форма зубьев, “дискретный контакт”, сферические частицы.

Key words: *toothed gearing, tooth form, discrete contact, globules.*

Введение

Важнейший оценивающий фактор работы зубчатого зацепления – это надежность работы и коэффициент полезного действия. На качество работы зубчатой передачи влияет устойчивость формы зубьев зацепления в процессе эксплуатации. Высокий КПД зубчатого зацепления в процессе эксплуатации варьирует, что сопровождается многими негативными проявлениями. В статье

рассматривается один из альтернативных путей разрешения упомянутого противоречия за счет изменения рабочей среды в зубчатом зацеплении [1,2] с введением понятия “дискретный контакт” – меняющий структуру и форму в процессе трения.

Обосновательная база

Широкий диапазон и разнообразное сочетание нагрузок, скоростей качения и скольжения, рабочих температур, разнообразие применяемых материалов и методов обработки ведет к повреждению и разрушению зубчатых передач.

Существующая классификация повреждений зубьев сводится к следующим признакам: разрушение под воздействием изгибных напряжений и ударных напряжений; выкрашивание рабочих поверхностей зубьев (питтинг); схватывание (заедание); механический износ; пластическая деформация рабочего поверхностного слоя зубьев; химический износ.

Из этих видов повреждения только первый мало связан с характером смазки. Остальные повреждения представляют собой разные виды износа.

Основатель теории гидродинамической смазки Н.П. Петров в работе "Трение в машинах и влияние на него смазочного материала" дал описание характера и значения жидкостного трения между поверхностями деталей машин. Суть его в том, что зазор между скользящими поверхностями должен иметь клиновидную форму. Смазочный материал должен заполнять зазор и непрерывно поступать в требуемом количестве. Скорость относительного перемещения одной из поверхностей должна быть такой, чтобы в масляном слое создавалось внутреннее давление за счет заклинивания смазочного материала. Смазочный материал должен полностью разделять контактирующие тела.

Теория масляного клина, предложенная Н.П. Петровым, не утратила своей актуальности, а гидродинамическая смазка реализуется в приработанных зубчатых передачах. При взаимодействии двух контактирующих поверхностей, между которыми находятся твердые частицы износа, последние, в силу специфики

свойств и при наличии определенной геометрии, могут вовлекаться во вращательное движение [3]. И у элементов жидкости также происходит подобное вращение. Связанно это с простым сдвигом (завихрением) и происходит из-за кинетической энергии частиц жидкости, рассматриваемых как малые объемы. Это явление в 1956-м году М. Рейнер [4] назвал “teapot-эффектом”. Вихри при простом сдвиге – это не “прилипание” жидкости, а её давление на поверхность вследствие кинетической энергии вращения вихрей. Завихрения жидкости способствует обтеканию неровностей поверхности твердого тела. В процессе эрозионного разрушения бугорки шероховатой поверхности приобретают оптимальную форму – округлую.

Нарушение структуры поверхностного слоя в процессе трения приводит к образованию частиц износа, которые деформируются специфическим образом. Приобретая сферическую или цилиндрическую форму, эти объемы масс совершают вращательное перемещение. Ротационный механизм движения является типичным для фрагментов разрушения.

При исследовании шариковых подшипников с помощью сканирующего электронного микроскопа в усталостных трещинах обнаружены мельчайшие сферические частицы; аналогичные частицы обнаружены были и на стекле феррографа. Известно явление спонтанного качения, возникающего при трении скольжения: при некоторых режимах образовывались микросферы, которые выкатывали канавки, подобные дорожкам подшипников. Коэффициент трения резко уменьшался. В таких случаях геометрическая форма элементов качения стремится к идеальной форме. Значение механизма спонтанного качения возрастает по мере измельчения очагов контакта и увеличения относительной несущей способности поверхности за счет масштабного фактора прочности [5,6].

Экспериментально установлено, что если размер частиц износа (любой формы) не превышает 5 мкм, то они, имея большую развитую поверхность, адсорбируют на себе продукты окисления масла, что может снизить интенсивность изнашивания деталей. Частицы, возможно, интенсифицируют теплопере-

дачу между поверхностями трения. Мелкие частицы выполняют функции противозносной и антифрикционной присадок, препятствуя непосредственному контакту трущихся поверхностей.

Все это относится к частицам менее 5 мкм. Большие частицы приносят вред. Образование сферических металлических частиц в системах качения и скольжения возможно в результате различных процессов. Образование сферических частиц износа при наличии на поверхностях контакта износостойких боридных покрытий обусловлено как агрегатированием мельчайших продуктов изнашивания, так и оплавлением вторичных структур, состоящих, в основном, из оксидов бора и других соединений, находящихся в аморфном состоянии.

Элементный состав сферических частиц износа показал, что они содержат 47% углерода, 34% кислорода, 8,7% железа, 8,2% бора, 1,6% серы. Так как температура плавления оксида бора составляет 450°C , можно предположить преимущественное образование сферических частиц износа при более тяжелых режимах испытаний. Характерно, что такие сравнительно высокие температуры возникают в только объемах, составляющих не более нескольких микрометров.

Модель, в которой сферические частицы являются вторичными, соответствует экспериментальным данным. Полученные в результате эксперимента частицы не превышали 5 мкм, но размер частиц может значительно меняться – в зависимости от условий трения и свойств материала (от 2,5 до 16 мкм). Предполагают, что для образования частиц сферической формы отношение амплитуды колебаний к окружности сферической частицы должно быть равным 1 (по разным данным это отношение колеблется в пределах от 0,2 до 2,4). На практике сферические частицы очень редко встречаются в трибосистемах с однонаправленным движением.

Уровень качества зубчатого зацепления повышается за счет снабжения смазочного материала частицами сферической формы с размерами не более 5 мкм, что позволяет реализовать контактный механизм смежных поверхностей

сложной формы с использованием тел качения. В процессе работы зубчатой передачи микросферы будут перемещаться к полюсу зацепления. Это явление обеспечивает получение эффекта, обнаруженного В.В. Шульцем [7] для колес, имеющих зубья с профилем естественного износа.

Второй позитивный эффект новшества заключается в том, что микросферы смазочного материала заполняют впадины микронеровностей рабочих поверхностей зубьев. Тем самым перераспределяется удельная поверхностная нагрузка и снижается контактное напряжение.

Технологический аспект новшества состоит в следующем. Сферические микрочастицы можно изготовить способом, применяемым в порошковой металлургии – распылением расплава в среде инертных газов. Какого размера должны быть частицы? Интенсивность перемещения по поверхности тела и износа этой поверхности от воздействия частиц зависит от их формы. По данным зарубежных исследований [8] после достижения критического размера частиц износ металла почти не зависит от их размера (исследовались частицы размером от 0 до 70 мкм). При изменении размера частиц износа от 75 до 250 мкм интенсивность изнашивания стальных образцов вначале постепенно уменьшается, а затем при изменении размеров частиц от 250 до 500 мкм остается неизменной. Максимум изнашивания наблюдается при размере частиц около 40 мкм или, в другом аналогичном исследовании, он наблюдается при размере частиц 600 мкм. Д.Н. Гаркунов [8, 9,10] приводит данные о влиянии мелких абразивных частиц на износ в том случае, когда упомянутые частицы содержатся в смазочном материале. В разное время и не зависимо друг от друга такие данные были получены исследователями (Никифоров О.А., Виноградов Г.В., Венцель С.В. и Венцель Е.С., Барабаш М.Л., Корогодский М.В., Бортник Г.И., Шпеньков Г.П. и др.).

Заключение

Добавленные в смазочный материал мелкие сферические частицы (размером до 5 мкм) – для улучшения качественных показателей работы зубчатого зацепления, выполняют функции противоизносной и антифрик-

ционной присадки. Частицы больших размеров приносят вред. Это может быть принято, как рекомендация к отбору параметров сферических частиц наполнителя.

Литература

1. Титенок, А.В. Зубчатая передача. Патент России на изобретение № 1768849. МПК⁷. F 16H 57/04. Оpubл. 15.10.1992 г. Бюлл. № 38.
2. Титенок И.А. Зубчатая передача. Патент России на полезную модель № 31157. МПК⁷. F 16H 57/04. Оpubл. 20.07.2003 г. Бюлл. № 20.
3. Справочник по триботехнике. В 3 т. Т. 2: Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения / Под ред. Хебды М., Чичинадзе А.В. М.: Машиностроение, 1990. – 416 стр. С. 224, 227.
4. Рейнер, М. Деформация и течение. Введение в реологию. М.: ГНТИ нефтяной и топливной литературы, 1963. – 381 стр. С. 44–46.
5. Е.А. Марченко. О природе разрушения поверхности металлов при трении. М.: Наука, 1979. – 118 стр.
6. Лабунец, В.Ф. Износостойкие боридные покрытия / В.Ф. Лабунец, Л.Г. Ворошнин, М.В. Киндрачук. – Киев: "Техника", 1989. – 158 с. С. 46–54.
7. Шульц, В.В. Форма естественного износа деталей машин и инструмента. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1990. – 208 стр. С. 139.
8. Гаркунов, Д.Н. Триботехника. М.: Машиностроение, 1985. – 424 стр. С. 170, 171.
9. Феськов С.А., Михальченкова М.А., Бирюлина Я.Ю. Износы стрелчатых лап культиваторов для посева по стерне и выбор способа их восстановления // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 241-246.
10. Феськов С.А., Федуква О.В. Компьютерные технологии при оценке линейных износов // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. - 2012. - № 2 (2). - С. 34-37.

УДК 631.354.2

ОБОСНОВАНИЕ ДИАМЕТРА ВАЛЬЦОВ И ИХ МЕЖЦЕНТРОВОГО РАССТОЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ В ВАЛЬЦОВОМ МОЛОТИЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ

к.т.н., Улахович А.Е.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

THE RATIONALE FOR THE DIAMETER OF THE ROLLERS AND THEIR BASIC DISTANCES IN VALCOVOM MOLOTILNOM DEVICE

b.t.s., Ulakhovich A.E. Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Представлены результаты исследований технологического процесса обмолачивания клеверной пыжины, полученной методом очеса растений на корню. В частности, получены теоретические зависимости для определения диаметра обмолачивающих валцов и их межцентрового расстояния расположения в вальцовом молотильном устройстве.

Annotation. Research of the technological process of thrashing clover pyzhiny obtained by the method of mining process plants at the root. In particular received theoretical dependences for determination of diameter of rollers and their obmolachivajushhiih intercentral distances in valcovom molotilnom device.

Ключевые слова: обмолот, ворох, диаметр, вальцы, коэффициент трения, межцентровое расстояние.

Keywords: *thrashing, heap, diameter, rollers, coefficient of friction, distance.*

Введение

Основой успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы. И здесь приоритет должен принадлежать культурам с высоким содержанием белка, т.е. бобовым травам.

Из возделываемых в Беларуси клеверов главная роль на пахотных землях принадлежит клеверу луговому (*Trifolium pratense L.*). Он занимает самые большие площади и дает высокие урожаи. В полевых севооборотах посевы клевера являются источником увеличения производства кормов, повышения плодородия почвы, обогащения ее азотом, улучшения физических свойств. При создании оптимальных условий продуктивность клевера лугового на дерново-подзолистых почвах составляет 500—600 ц/га зеленой массы, что соответствует 100—120 ц/га корм. ед. и 12—14 ц/га переваримого протеина. Достоинством клевера является и то, что при правильном размещении и соблюдении агротехники он достигает такой продуктивности без использования азотных удобрений. Клеверное поле — своего рода цех по производству биологического азота из атмосферы с производительностью каждого гектара 180-200 кг. Своевременно и технологически правильно убранное сено лугового клевера по содержанию белка уступает только люцерновому. По данным БелНИИ животноводства, в 100 кг клеверного сена содержится 42 корм. ед. и 7,1 кг переваримого протеина, сена из смеси клевера и тимофеевки — 43 и 5,4 кг. Клеверный корм богат и другими питательными веществами. Клевер среди многолетних трав занимает одно из первых мест по содержанию витаминов. Чистые посевы клевера лучше использовать для приготовления сенажа. Большая роль принадлежит клеверу в зеленом конвейере. Зеленая масса используется на корм всем видам животных [1].

Однако потребность с.х. предприятий в высококачественных семенах до настоящего времени удовлетворяется неполностью [2].

Постановка задачи

Значительным резервом в увеличении производства семян клевера является ликвидация их потерь при уборке и переработке, которые достигают в отдельные года до 80 % от биологического урожая [2]. Такие потери обусловлены тем, что клевер значительно отличается от зерновых культур по своим биологическим признакам и физико-механическим свойствам. Ему характерны значительная неравномерность созревания семян, повышенная влажность стеблей и листьев растений во время уборки, низкое содержание семян в общей массе, малые размеры семян, большая засоренность посевов сорняками и другими кормовыми культурами.

Исключить зависимость производства семян клевера от неблагоприятных погодных условий можно с помощью внедрения технологий уборки, базирующихся на скашивании с измельчением всей вегетативной массы и очёсе растений на корню. Применение таких технологий позволяет перенести все операции по переработке растительной массы на стационар. Это, в свою очередь, расширит возможность повышения производительности уборочных машин, облегчит автоматизацию процесса переработки, обеспечит лучшие, более стабильные условия работы.

Одной из нерешенных в настоящее время проблем применения таких технологий является переработка получаемого семенного вороха и, в частности, обмолот. На этой технологической операции теряется основная масса урожая как в результате невысокой степени вытирания, так и значительного дробления и микроповреждения семенного материала существующими молотильными аппаратами.

Основная часть

В УО «БГСХА» ведутся работы по исследованию эффективности работы вальцовых молотильных устройств.

Технологический процесс обмолота клеверной пыжины такими устройствами будет протекать устойчиво при условии надёжного захвата частиц вороха независимо от их размера. Однако это возможно лишь при определённых

условиях, когда угол захвата будет меньше угла трения частиц вороха о материал вальцов. Это положение, в свою очередь, обуславливается соотношением размерных характеристик наибольших частиц, присутствующих в ворохе, и диаметров обмолачивающих вальцов.

Как видно из рисунок 1, надёжность захвата материала определяется радиусом меньшего вальца, так как в этом случае угол захвата наибольший.

Тогда должно соблюдаться условие $f \geq \operatorname{tg} \alpha_2$, или $\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \alpha_2$.

Учитывая то обстоятельство, что коэффициент трения скольжения всегда положительный, $\cos \alpha_2 \geq \cos \varphi$.

А так как

$$\frac{\cos \alpha_2 = (R_2 - \delta)}{R_2 + r} \geq \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}}, \quad (1)$$

где r - радиус семян клевера, м;

δ - величина, определяющая межцентровое расстояние установки вальцов, м.

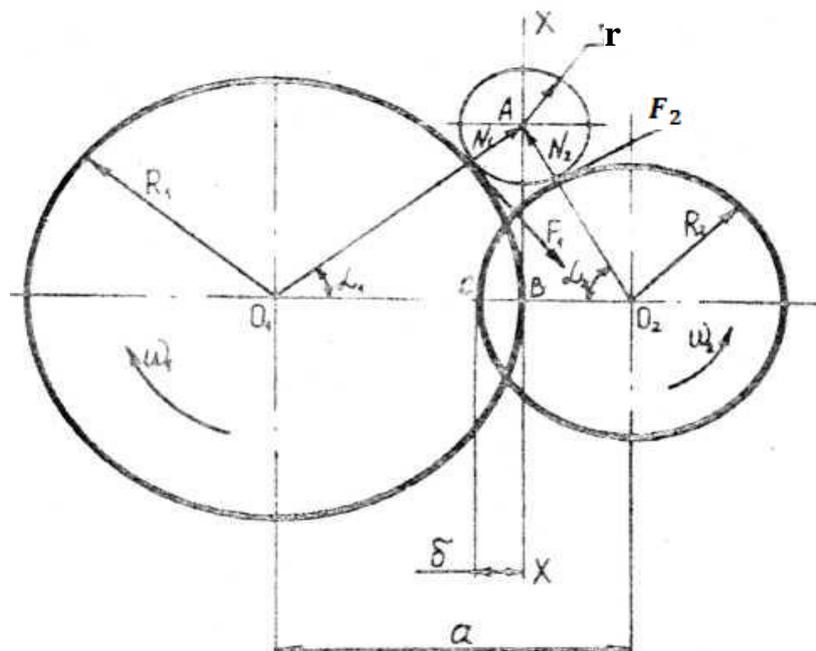


Рисунок 1 - Схема к определению условия захвата массы пневматическими вальцами.

Выражение (2) устанавливает зависимость минимального радиуса вальцов

от размера поступающих частиц, межцентрового расстояния между вальцами и коэффициента трения обмолачиваемой массы с материалом рабочих органов.

Так как при расчёте минимального радиуса не принимали во внимание упругие свойства вальцов и их угловую скорость, то в выражение необходимо ввести поправочный коэффициент k , учитывающий влияние этих факторов на надёжность захвата вороха.

Величина коэффициента k определяется отношением действительного и теоретического значений минимальных радиусов вальцов, при которых происходит захват семян клевера

Для обоснования величины межцентрового расстояния рабочих органов (рисунок 2) наложим граничные условия: $R_1 = R_2$ и $P_1 = P_2$ (в этом случае путь пыжины в зоне обмолота по линии АВ минимальный). Кроме того, тело в процессе сжатия между рабочими поверхностями вальцов не деформируется, и вся работа затрачивается на выделение семени из оболочки, которую можно определить по зависимости

$$A_j = F_{\text{тр}} l_{\text{д}} \cos \alpha_2 (\widehat{F_{\text{тр}} l_{\text{д}}}), \quad (5)$$

где A – средняя величина работы, затрачиваемой на выделение одного семени из оболочки, Дж;

j – количество семян, находящихся в молотильном зазоре во время обмолота;

$F_{\text{тр}}$ – сила трения, возникающая в зоне взаимодействия вальцов с пыжиной, Н;

$l_{\text{д}}$ – путь, который пыжина проходит в процессе взаимодействия с вальцами, м.

В нашем случае $\angle (\widehat{F_{\text{тр}} l_{\text{д}}}) = 0$. (совпадает по направлению с $l_{\text{д}}$).

Толщина слоя пыжины δ_x , находящегося в молотильном зазоре в процессе обмолота, находится в прямой зависимости от её плотности и толщины слоя поступающего на обмолот, и определяется по зависимости

где γ – плотность пыжины до приложения нагрузки, кг/м³;

– толщина слоя пыжины, поступающей на обмолот, м;

P - давление, оказываемое на ворох со стороны рабочих органов, Па;

n - показатель степени, $M^3/кг$;

C - коэффициент, определяемый экспериментальным путём, Па.

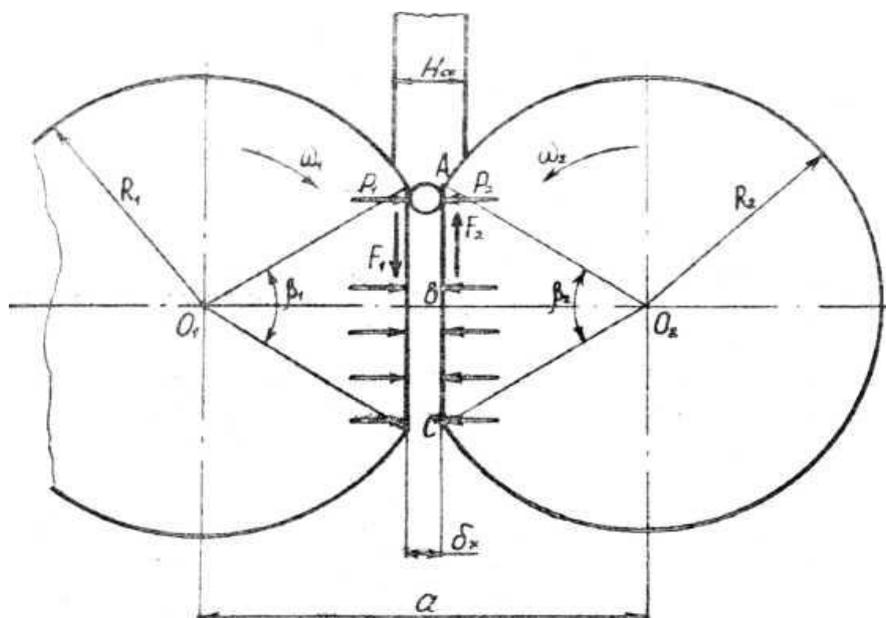


Рисунок 2 - Схема к обоснованию межцентрового расстояния рабочих органов

Величина межцентрового расстояния (a), определяющая длину зоны деформации (l_n) на выполнение работы A , связанной с обмолотом семян клевера, находится из треугольника AO_2B (рисунок2) по теореме Пифагора или, выразив l_n через радиус вальцов, имеем

Вывод

1 Установлено, что с увеличением межцентрового расстояния качество обмолота пыжины клевера будет снижаться.

2 При выполнении работы, необходимой для выделения семян из оболочек при постоянном силовом воздействии со стороны рабочих поверхностей вальцового аппарата, требуется определённая величина пути, на котором происходит взаимодействие рабочих органов с материалом.

Литература

1. Интернет-ресурс: <http://neznaniya.net/zooinzheneriya/kormoproizvodstvo/170-klever-lugovoy.html>.
2. Интернет-ресурс: <http://earthpapers.net/osnovnye-priemy-tehnologii-vozdelyvaniya-klevera-gibridnogo-i-lugovogo-na-derново-podzolistoy-supeschanoy-pochve>.

УДК 631.354:004.451.7

ОБОСНОВАНИЕ УГЛА ПОДЪЕМА РАСТЕНИЙ СТЕБЛЕПОДЪЕМНИКОМ ЖАТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

магистр. Шкуратов С.С., к.т.н. Гордеенко О.В.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

ANGLE ARGUMENTATION OF PLANT LIFTING WITH A HARVESTER-THRESHER CROP LIFTER

Shkuratov S.S., Master of Engineering Sciences, Gordeenko O.V., Candidate of Technical Sciences

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Проведены полевые опыты по установлению минимального и максимального усилия необходимого для подъема растений при различных углах установки подъемного пера. Описана установка для проведения полевых опытов. Установлен максимальный угол подъема растений. Установлено, что усилия на подъем растительной массы незначительные и составляют 5,89 – 40,22 Н.

Annotation. Field experiments were carried out to establish the minimum and maximum effort required for lifting plants at different angles of installation of the lifting feather. An installation for field experiments is described. Set the maximum angle of elevation of plants. It is established that the efforts to raise the plant mass are insignificant and amount to 5.89 – 40.22 N.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, стеблеподъемник, высота среза растений.

Key words: harvester-thresher, crop lifters, plant cutting height.

Введение

Уборка полеглых участков связана со значительными трудностями и увеличенными потерями зерна (10.. 25% и более). Производительность машин снижается на 25... 50%. Особенно трудно убирать длинностебельные (например, рожь), высокоурожайные или засоренные полеглые посевы.

Трудность уборки длинностебельных, высокоурожайных и засоренных полеглых растений заключается в невозможности равномерного отделения полосы стеблей, подлежащей скашиванию, от стеблестоя. Кроме того, чтобы убрать полеглые стебли без потерь, необходимо обеспечить как можно более низкий (6... 13 см) качественный срез. Но прикорневая часть полеглых стеблей более влажная, так как на поверхности почвы много влажных (60...75%)

сорняков. Поэтому растительная масса трудно разделяется и плохо срезается режущими аппаратами. При этом возникают дополнительные потери несрезанными колосьями.

Качество скашивания полеглых полей в значительной степени зависит также от направления движения агрегата. Причем часто бывают случаи, когда уборка практически возможна только при его движении в одну или две стороны, так как рационально выбранное направление движения агрегата по минимуму потерь зерна может оказаться невыгодным по производительности.

Меньше всего теряется зерна при движении агрегата против полеглости в направлении, при котором полеглость стеблей обращена влево.

Сложность уборки полеглых низкорослых стеблей состоит в том, что их сначала надо поднять, а затем скосить на самом низком срезе. Возникают также трудности транспортировки такой массы от режущего аппарата к транспортирующим органам жатки. Масса может задерживаться перед шнеком жатки и перед транспортером наклонной камеры.

Все указанные сложности имеют отношение к работе рядковых жаток и хедеров комбайнов.

Ответственную роль в предотвращении потерь урожая при полегании растений играют стеблеподъемники. Рассмотрев схемы прямостоячего растения, можно выделить ряд участков, подвергающихся различному технологическому воздействию [1].

В результате анализа литературных источников [2, 3] установлено, что технологические и энергетические показатели процесса подъема полеглых зерновых культур зависят от физико-механических свойств стебельчатой массы, конструкторских и технологических параметров стеблеподъемников.

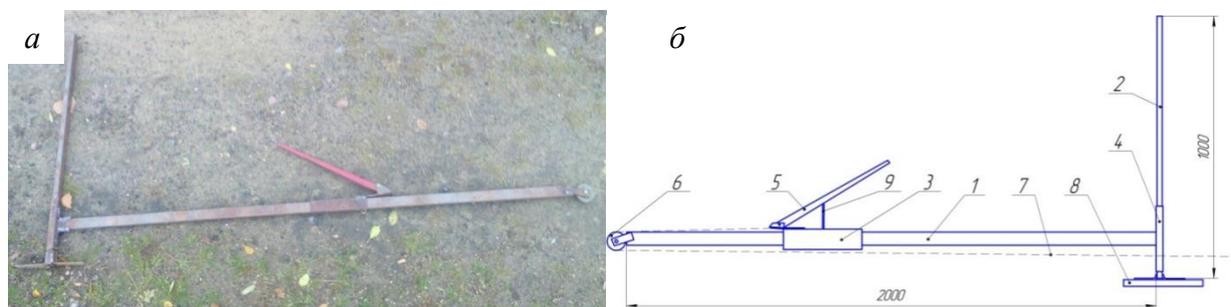
Работа со стеблеподъемниками позволяет сократить потери при уборке урожая до минимума. Стеблеподъемник, в отличие от эксцентрикового мотавила, работает пассивно. Он проникает под полегшие или склоненные стебли и плавно «несет» их к ножам жатки, не вымолачивая зерен. В ряде хозяйств агрономы требуют от механизаторов постоянно работать с установленными стебле-

подъемниками, так как на каждом поле есть хотя бы небольшие участки полегших растений, которые при обычной уборке остаются нескошенными [4].

Поэтому была поставлена задача проведения экспериментальных исследований с целью уточнения усилия, необходимого для подъема растений на различную высоту, и определения рациональных конструкторских и технологических параметров стеблеподъемника.

Основная часть

С целью повышения пропускной способности (за счет увеличения рабочей скорости комбайна при работе на полеглых участках), возможности производить уборку с повышенным срезом растений, а также во избежание заламывания стеблеподъемника вверх при наезде на препятствие и остановки вращения мотовила, разработана лабораторная установка с регулируемым стеблеподъемником для определения изменения усилия, требуемого на подъем в зависимости от угла установки (рисунок 1).



a – общий вид установки; *б* – схема установки;

1 – горизонтальная направляющая; *2* – вертикальная направляющая;
3 – ползун, *4* – вертикальный ползун; *5* – регулируемый стеблеподъемник;
6 – ролик; *7* – трос; *8* – опора; *9* – набор прутков различной длины

Рисунок 1 – Схема и общий вид лабораторной установки

Установка имеет две направляющие: одна направляющая *1* горизонтальная длиной 2 м, вторая направляющая *2* вертикальная длиной 1 м. Горизонтальная направляющая приварена к вертикальному ползуну *4*. Вертикальный ползун перемещается вверх и вниз по вертикальной направляющей, тем самым регулируется высота установки горизонтальной направляющей. К ползуну *3* приварен

регулируемый стеблеподъемник 5, который перемещается вперед и назад по горизонтальной направляющей 1 при помощи троса 7, закрепленного за нижнюю часть ползуна 3 и проходящего через ролик 6 к вертикальной направляющей. К вертикальной направляющей болтами крепится опора 8.

За основу для изготовления регулируемого стеблеподъемника был взят стеблеподъемник зерноуборочного комбайна КЗС-1218. Разделив его на две составляющие: 1 – передняя часть волнообразной изогнутой лыжи и 2 – подъемное перо и в последующем скрепив обе эти части при помощи заклепки получили жестко приваренную волнообразную лыжу к ползуну и регулируемое подъемное перо. Угол подъема регулировался при помощи набора прутков 9 различной длины.

Для проведения полевых опытов было выбрано поле ОАО «Райагропромтехснаб» с посевами тритикале, находящееся в пригороде Климович.

Перед проведением опытов на поле были произведены замеры высоты растений. Высота растений составляла в среднем 60 см. После чего в полеглоть вставлялась горизонтальная направляющая с регулируемым стеблеподъемником (рисунок 2).



Рисунок 2 – Расположение установки в полеглых растениях

При проведении опыта горизонтальная направляющая была разделена на 4 условных участка: 1 начало движения стеблеподъемника, 2 вход в растения стеблеподъемника, 3 движение стеблеподъемника в растениях, 4 выход стебле-

подъемника из растений. На данных 4 участках замерялось усилие при помощи закрепленного к тросу динамометра.

Протягивая через растения ползун тросом закрепленным одним концом к ползуну, вторым – к динамометру на выделенных участках замерялось усилие на подъем полеглых растений. Данные испытания проводилось 7 раз с изменением угла установки подъемного профиля путем замены прутков. Соответственно 1-й пруток соответствовал минимальному углу установки подъемного профиля (заводской угол) равному 24° , и 7-го – 55° .

Как видно из рисунка 3 усилия, затрачиваемые на подъем невелики, а следовательно будут потреблять минимум мощности комбайна. Также можем заметить что при угле установки подъемного профиля в 55° растения уже не поднимаются, а начинают сползать и тянуться. Исходя из полученных результатов опыта видно, что допустимый угол установки подъемного профиля при данных параметрах стеблеподъемника равен 50° .

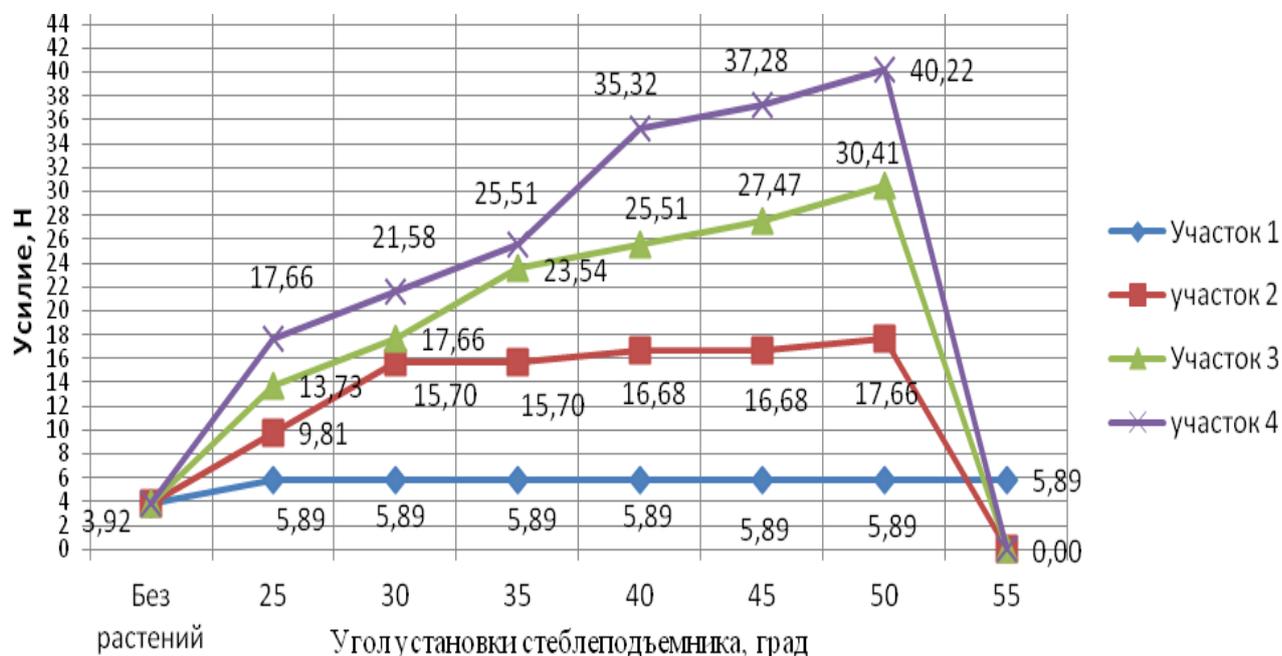


Рисунок 3 – График зависимости усилия на подъем растений от угла установки подъемного профиля по участкам

Заключение

Увеличивая угол подъема стеблеподъемника на каждые 10° высота среза будет увеличиваться также на 10 см, что в свою очередь будет уменьшать коэффициент соломистости примерно на 0,1. Увеличение высоты среза растений позволит увеличить скорость движения комбайна за счет уменьшения коэффициента соломистости при сохранении пропускной способности. В результате проведения исследований было установлено, что усилия на подъем растительной массы незначительные и составляют 5,89 – 40,22 Н. Использование стеблеподъемников позволяет увеличивать скорость при уборке, и тем самым повысить пропускную способность комбайна.

Литература

1. Клочков А. В. Обоснование параметров стеблеподъемника для повышенной высоты среза растений комбайном / А. В. Клочков, С. С. Шкуратов // Вестник БарГУ – 2015. – № 3. – С. 85-90.
2. Кухмазов К. З. Обоснование конструктивных параметров стеблеподъемника жатки зерноуборочного комбайна / К. З. Кухмазов, А. Н. Антипкин // Вестник МичГАУ «Нива Поволжья». – 2011. – № 2 (19). – С. 67–72.
3. Антипкин А. Н. Обоснование оптимальных параметров стеблеподъемника / А. Н. Антипкин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сб. материалов Всероссийской НПК. – Пенза: РИО ПГСХА, 2010 – С 165-166.
4. Стеблеподъемники Шумахер [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.hermes-rostov.com/kategoriya-kataloga-schumacher-systema-steblepodemniki.php> – Дата доступа : 11.02.2019.

УДК 628.8:631.22.014

СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ В КОРОВНИКЕ

инженер Витупоренко В.С., к.т.н. Пузевич К.Л.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

COMBINING OPERATIONS WHEN USING MACHINE-TRACTOR UNITS ON THE BASIS OF ENERGY-SORTED TRACTORS

Engineer Vituporenko V.S., Candidate of Engineering Sciences Puzevich K.L.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Преимущество системы вентиляции состоит в регулировке воздухоподачи, что позволяет обеспечить чистым кислородом помещение в полном объеме; механический привод обеспечивает открытие и закрытие воздушного коридора в любое время; низкая цена на установку, обслуживание и поддержание работоспособного состояния системы; простота конструкции и возможность взаимозаменяемости запчастей.

Annotation. The advantage of the ventilation system will be in adjusting the air supply, which allows to provide the room with full oxygen; mechanical drive provides opening and closing

of the air corridor at any time; low cost of installation, maintenance and maintaining a healthy state of the system; simplicity of design and the possibility of interchangeability of spare parts.

Ключевые слова: система вентиляции; регулировка воздухопадачи; простота конструкции

Keywords: ventilation system; airflow adjustment; simplicity of construction

Введение. Постановка задачи.

Современные коровники строят из железобетонных элементов. В таких прочных крытых конструкциях практически нет движения воздуха. Температура внутри помещения зависит от внешних факторов, от погоды. В холодное время года в таких коровниках низкая температура, в жаркое время – душно.

В то же время отходы жизнедеятельности животных выделяют много аммиака в воздух. Если он не выходит, и ему на замену не приходит свежий и чистый кислород, то в таком помещении накапливается влага, возникает ускоренное развитие болезнетворных микроорганизмов. Такая нездоровая атмосфера угрожает возникновением различных болезней среди скота. Также уменьшаются надои, что существенно подрывает финансовую прибыль хозяйства. Скопление углекислого газа и аммиака вызывает вялое состояние, как людей, так и животных. Могут ощущаться рези в глазах и сухость во рту.

Вентиляция в коровнике способна решить эти проблемы. Регулярное поступление чистого воздуха значительно улучшает условия пребывания скота в помещении (рисунок 1). Быстрый вывод углекислого газа и аммиака улучшает состояние, как животных, так и обслуживающего персонала.

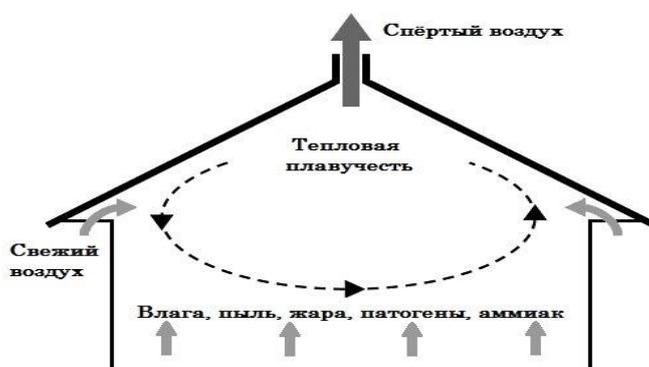


Рисунок 1 – Схема вентиляции в коровнике

Аналитический обзор

Для того чтобы спроектировать и установить эффективную вентиляционную систему в коровнике, необходимо учесть несколько факторов:

Размер помещения – чтобы вентиляция была достаточной для поддержания необходимого микроклимата, нужно учитывать объем воздуха, который нуждается в очистке.

Высота потолка – некоторые конструкции вентиляции не могут быть установлены на низкий потолок, поэтому этот фактор стоит учитывать при выборе способа оттока и притока воздуха.

Климатические условия – в разных регионах есть разные температурные режимы. Логично, что системы притока воздуха, которые приемлемы в южных регионах, могут оказаться совершенно неэффективными и неподходящими для более холодных районов.

Особенности потоков ветра – чтобы не возникло излишней продуваемости помещений, сквозняков, а также обратной тяги, необходимо детально изучить направления ветра, присущие местности.

Изучив все эти параметры, можно смело составлять проектный план вентиляции. Это обеспечит гарантированную эффективность и достаточность системы.

Смена воздуха при естественной вентиляции происходит благодаря отверстиям в конструкции коровника. Через потолок выводится теплый влажный использованный воздух, а стенные отверстия служат для притока свежего кислорода.

Следует учитывать, что в этом случае возможно попадание в коровник различных частиц пыли с улицы. Для предотвращения подобного на входные отверстия устанавливаются фильтры.

Световой конек – это конструкция, которая устанавливается на крышу коровника. Полупрозрачный поликарбонат обеспечивает освещение помещения без использования электроприборов, а элементы конструкции сделаны так, что благодаря ним облегчается отток использованного грязного влажного воздуха.

Для усовершенствования системы естественного оттока и притока воздуха было разработано оборудование, делающее процесс более эффективным и удобным (рисунок 2).

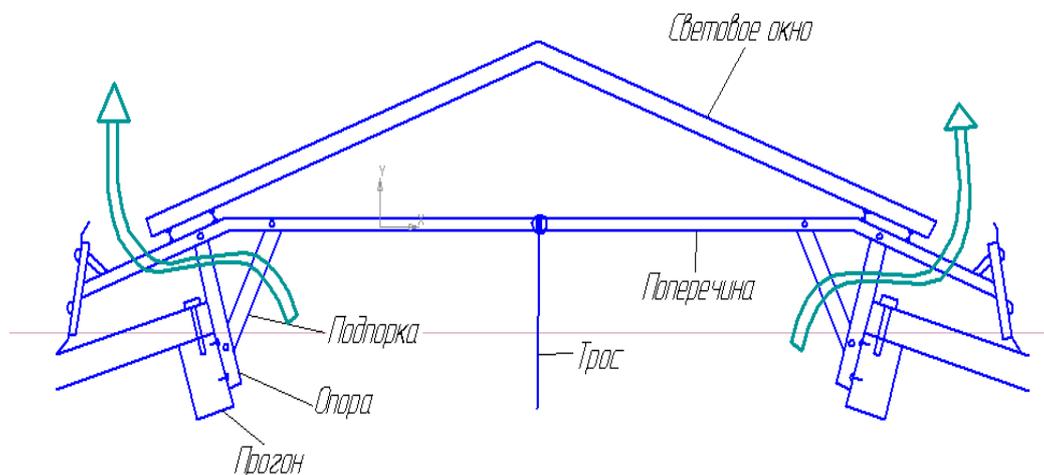


Рисунок 2 – Вентиляционное оборудование

При накоплении углекислого газа и аммиака в коровнике оператор вручную открывает ветровое окно лебедкой посредством натяжения троса, тем самым заставляя поперечины закрепленные шарнирно на концах по центру конька подниматься вверх, принимая горизонтальное положение. Закрепленная на подпорке поперечина выталкивает ветровые окна по направляющим, для выпуска загрязненного воздуха (аммиака, углекислого газа) из коровника пользуясь естественной и принудительной вытяжкой.

Эти элементы значительно улучшают микроклимат помещения и обеспечивают больший комфорт по сравнению с естественной вентиляционной системой.

Выводы.

При установке принудительной вентиляционной системы приток и отток воздуха происходит при помощи различных вентиляторов и клапанов. Это обеспечивает полноценное обеспечение животных свежим кислородом, а также позволяет максимально эффективно выводить неприятные запахи из помещения и поддерживать влажность в коровнике.

Преимущества: – регулировка воздухоподачи позволяет обеспечить чистым кислородом помещение в полном объеме; – механический привод обеспечивает открытие и закрытие воздушного коридора в любое время; – низкая цена на установку, обслуживание и поддержание работоспособного состояния системы; – простота конструкции и возможность взаимозаменяемости запчастей;

Недостатки: – наличие физического вмешательства в процесс открытия и закрытия клапанов.

Литература

1. Антонов П. П. Улучшение микроклимата животноводческих зданий // Животноводство. - 1986.
2. Купреенко А.И., Комогорцев В.Ф., Исаев Х.М., Ченин А.Н., Шкуратов Г.В. Уравнение теплового баланса воздушного гелиоколлектора с аккумулятором теплоты // Тракторы и сельхозмашины. - 2016. - № 4. - С. 33-36.
3. Шкуратов Г.В., Купреенко А.И. Вентиляционно-отопительные панели как основа обеспечения микроклимата животноводческих помещений // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2013. - № 1 (12). - С. 10-16.

ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 631.3-52

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

к.т.н., Козлов С.И. инженер, Бортник С. А.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

STRUCTURAL ANALYSIS OF AUTOMATED SYSTEMS MANAGEMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY

Candidate of Engineering Sciences, S.I. Kozlov, engineer, S. A. Bortnik

Belarusian state agrarian technical University, Belarus

Аннотация. *Роль структурного анализа, связанного с пониманием структуры систем автоматизации, чрезвычайно велика и очень значима. Знание структуры систем автоматизации позволяет раскрывать содержание основных понятий и параметров, связанных с автоматическим управлением различными сельскохозяйственными объектами.*

Annotation. *The role of structural analysis associated with understanding the structure of automation systems is extremely large and very important. Knowledge of the structure of automation systems allows to reveal the content of the basic concepts and parameters related to the automatic control of various agricultural objects.*

Ключевые слова: *автоматизация, структурный анализ, структурная схема, структурные элементы*

Keywords: *automation, structural analysis, block diagram, structural elements*

Введение. Постановка задачи.

В настоящее время современная тенденция развития научно-технического прогресса характеризуется разработкой и выпуском автоматизированной сельскохозяйственной техники. Знание и понимание содержания и сущности автоматизированной сельскохозяйственной техники дает возможность профессионально и эффективно ее эксплуатировать.

Мобильные и стационарные машины и агрегаты, а также стационарное технологическое оборудование, поступающие в хозяйства агропромышленного комплекса, оснащены техническими средствами автоматизации. Эксплуатация автоматизированной сельскохозяйственной техники (систем автоматизации) позволяет значительно увеличивать ее производительность, повышать качество производимой продукции и выполняемых различных видов работы, а также улучшать условия труда человека [1,2,4,5].

Уровень подготовки современного инженера должен соответствовать современному уровню развития научно-технического прогресса в области сельскохозяйственного производства. Профессиональная степень подготовки современного инженера должна определяться умением анализировать рабочий процесс систем автоматизации с целью выявления и определения причин возникающих отказов и неисправностей, а также умением профессионально организовать эксплуатацию автоматизированной сельскохозяйственной техники в производственных условиях.

В сельскохозяйственном производстве эксплуатируется достаточно большое количество и многообразие сложных и несложных объектов автоматизации по конструктивному исполнению и назначению. Количество мобильных и стационарных машин только по маркам и названиям составляет несколько тысяч. В то же время на основе мобильных и стационарных машин и механизмов создается значительное количество различных агрегатов.

Структурные схемы, начерченные на основе выполненного структурного анализа, не только раскрывают, но и наглядно показывают физические механизмы формирования в системах автоматизации управляющих сигналов, команд и воздействий; контуров управления, регулирования, контроля и сигнализации; автоматических регуляторов управления, контроля и сигнализации [3,6].

Особенности структурных схем систем автоматизации, которые эксплуатируются в сельскохозяйственном производстве, заключаются в их содержании. Конкретность и характер особенностей связаны с назначением, сложностью конструктивного исполнения и рабочим процессом систем автоматизации. В отличие от сложных объектов, управление которыми осуществляется техническими средствами и оператором-диспетчером, управление многочисленными сельскохозяйственными объектами выполняется в системах автоматизации только техническими средствами.

Результаты эксперимента. Анализ эксперимента.

Структурный анализ — это процесс мысленного восприятия и отражения в своем сознании структуры (внутреннего устройства) систем автоматизации

посредством формирования и построения их реального структурного образа, состоящего из структурных элементов [6].

Структурный анализ направлен на совершенствование и интенсификацию процесса познания сущности и содержания систем автоматизации. Это достигается за счет того, что структурный анализ обеспечивает более углубленное, более ускоренное, а также осознанно осмысленное и целенаправленное проникновение в содержание и сущность систем автоматизации.

Структурный анализ осуществляется на основе использования принципиальных электрических схем систем автоматизации, а также на основе использования описания таких схем с точки зрения устройства и рабочего процесса.

Реальный структурный образ каждой системы автоматизации конкретизирует и отражает ее структуру в виде вычерченных структурных схем. Внутреннее устройство каждой системы автоматизации представляет собой определенный количественный состав структурных элементов. Структурные схемы каждой системы автоматизации формируются осознанно и целенаправленно и могут иметь упрощенный и развернутый вид. Это означает, что каждая система автоматизации может показываться структурными схемами в виде упрощенного и развернутого состава структурных элементов [3].

Мысленное восприятие и отражение внутреннего устройства систем автоматизации на уровне структурных элементов является познавательным процессом анализирующего плана. Мысленное отражение внутреннего устройства изучаемой системы автоматизации осуществляется на основе использования различий функциональных признаков, присущих ее структурным элементам. Система автоматизации осмысленно разделяется на отдельные и самостоятельно обособленные части, которые отличаются между собой конструктивным исполнением и функциональными признаками. Такие функционально обособленные части системы автоматизации являются конкретными техническими средствами и называются структурными элементами [3,6,7].

В системах автоматизации структурными элементами являются объект автоматизации и система управления. В составе системы управления может

быть один или большее количество автоматических регуляторов управления, что зависит от вида системы автоматизации. Автоматический регулятор управления состоит из определенного количества структурных элементов, которыми являются измерительный преобразователь (ИП) или чувствительный элемент (ЧЭ), сравнивающий (СЭ) и задающий (ЗЭ) элементы, усилительный орган (УО), исполнительный механизм (ИМ), регулирующий орган (РО). В некоторых автоматических регуляторах управления дополнительно используются преобразователи сигналов, которые преобразуют аналоговый (непрерывный) сигнал в дискретный (прерывистый). Использование преобразователей сигналов обусловлено необходимостью прерывисто подавать управляющую среду в некоторые объекты автоматизации [6].

Объект автоматизации, как правило, обеспечивает выполнение технологического процесса. Система управления осуществляет автоматическое управление протекающим в объекте технологическим процессом по одному или нескольким физическим параметрам. В системе управления может быть один или несколько автоматических регуляторов управления. Автоматический регулятор управления является независимым от других подобных устройств в одной системе автоматизации и осуществляет управление объектом по одному физическому параметру.

В составе систем автоматизации находятся структурные элементы различной конструктивной сложности, различной физической природы и различного функционального назначения.

Структурные элементы систем автоматизации характеризуются функциональными признаками, каждый из которых по своему содержанию присущ только конкретному структурному элементу. Функциональные признаки разделяются на две разновидности: одной из них является функция, а второй – функциональная задача. Функция присуща каждому отдельному структурному элементу, входящему в состав автоматического регулятора управления, контроля и сигнализации. Функциональная задача выражается в конкретной совокупности определенного количественного состава отдельных функций и присуща авто-

матическому регулятору управления, автоматическому регулятору контроля и автоматическому регулятору сигнализации [3,6].

Две разновидности функциональных признаков разделяют структурные элементы систем автоматизации на две группы. Одна группа структурных элементов характеризуется одной разновидностью функционального признака, которым является функция. Вторая группа структурных элементов характеризуется второй разновидностью функционального признака, которым является функциональная задача.

Функция присуща структурным элементам, которые входят в состав автоматических регуляторов управления, контроля и сигнализации. В названных автоматических регуляторах структурные элементы представляют собой конкретные технические средства, которые имеют различные конструктивные исполнения и, как правило, различную физическую природу. В автоматических регуляторах управления, контроля и сигнализации технические средства могут иметь электрическую, механическую, гидравлическую и пневматическую физическую природу.

Функциональная задача в системах автоматизации присуща структурным элементам, которые имеют значительную конструктивную сложность. Такими структурными элементами являются объекты автоматизации и автоматические регуляторы управления, контроля и сигнализации.

Вывод.

Роль структурного анализа, связанного с пониманием структуры систем автоматизации, чрезвычайно велика и очень значима. Овладение структурным анализом дает возможность понимать самое главное и существенное не только в современных, но и в будущих системах автоматизации. Знание структуры систем автоматизации позволяет раскрывать содержание основных понятий и параметров, связанных с автоматическим управлением различными сельскохозяйственными объектами. Структурный анализ позволяет не только умственно, но и зрительно воспринимать содержание и сущность систем автоматизации сельскохозяйственной техники.

Литература

1. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. — М.: Колос, 2004.
2. Иофинов, С. А. Автоматизация в растениеводстве / С. А. Иофинов [и др.]. — М.: Агропромиздат, 1992.
3. Ключев, А. С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. С. Ключев [и др.]. — М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Кониур, В. В. Автоматизация сельскохозяйственного производства / В. В. Кониур [и др.]. — Киев: Урожай, 1988.
5. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок / под ред. проф. И. Ф. Кудрявцева — М.: Агропромиздат, 1988.
6. Радченко, Г. Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники / Г. Е. Радченко. — Минск: Технопринт, 2005.
7. Феськов С.А., Федуква О.В. Компьютерные технологии при оценке линейных износостойкостей // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. - 2012. - № 2 (2). - С. 34-37.

УДК 631.363:633.14:636.085.55

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПАНДЕРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА РЖИ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

к.т.н., Козлов С.И.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

к.т.н., Кузюр В.М.,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

THE USE OF THE EXPANDER FOR PROCESSING GRAIN RYE WITH THE AIM OF IMPROVING THE QUALITY OF FEED PRODUCTION

*Candidate of Engineering Sciences, S.I. Kozlov,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

*Candidate of Engineering Sciences, V.M. Kuzur,
Brynsk state agrarian universitet, Russia*

Аннотация. *Повышение качества производства комбикормов в современных условиях должно основываться на разработке и внедрении новых технологий углубленной обработки фуражного зерна. Наиболее перспективным способом влаготепловой обработки зерна в настоящее время является способ экспандирования. Он наиболее универсален в использовании для переработки сырья и получения готового продукта с требуемой питательной ценностью.*

Annotation. *Improving the quality of feed production in modern conditions should be based on the development and implementation of new technologies for in-depth processing of feed grain. The most promising way vegetableoil grain processing is currently the method of ekspandirovanie. It is most versatile in use for processing raw materials and obtaining the finished product with the required nutritional value.*

Ключевые слова: *экструдер, экспандер, экспандирование, питательность, ингибиторы трипсина, энергозатраты, себестоимость*

Keywords: *extruder, expander, expansion, nutrient, trypsin inhibitors, energy consumption, cost price*

Введение. Постановка задачи

В соответствии с Государственной программой обеспечения населения Республики Беларусь продуктами питания, а также производство конкурентной продукции на рынках не только ближнего, но и дальнего зарубежья, наряду с увеличением производства продукции животноводства и птицеводства необходимо снижать и их себестоимость.

Одним из путей решения поставленных задач может быть влаготермическая обработки фуражного зерна на экспандере. Применение существующего оборудования ведущих фирм Западной Европы и Америки в комбикормовой промышленности Республики Беларусь сдерживается в первую очередь ценовыми барьерами и патентной защищенностью технологических решений, а используемые технические средства для углубленной обработки характеризуются высокими энергетическими, капитальными и эксплуатационными затратами. В частности, экструдеры для переработки зерна имеют ряд существенных недостатков: низкую производительность, высокую энергоемкость, низкие качественные показатели работы [1,2].

Поэтому вопросы разработки оборудования для экспандирования и совершенствование существующих экструдеров зерна с обоснованием их параметров и режимов работы являются актуальными.

Результаты эксперимента. Анализ эксперимента.

Достижения отечественной науки и практики, а также зарубежного опыта в комбикормовой промышленности показывает, что получать высококачественные комбикорма из зернового сырья, используя только традиционные технологические приёмы, невозможно. В зависимости от вида зерна, усвояемость всех его питательных веществ пищеварительными системами животных и птицы составляет не более 60%, и вследствие этого потери корма могут достигать до 45% [1,2].

Среди технологического оборудования, применяемого для углубленной обработки фуражного зерна, используются экструдеры. Анализ работы шнекового оборудования выявил следующие недостатки: большая энергоемкость;

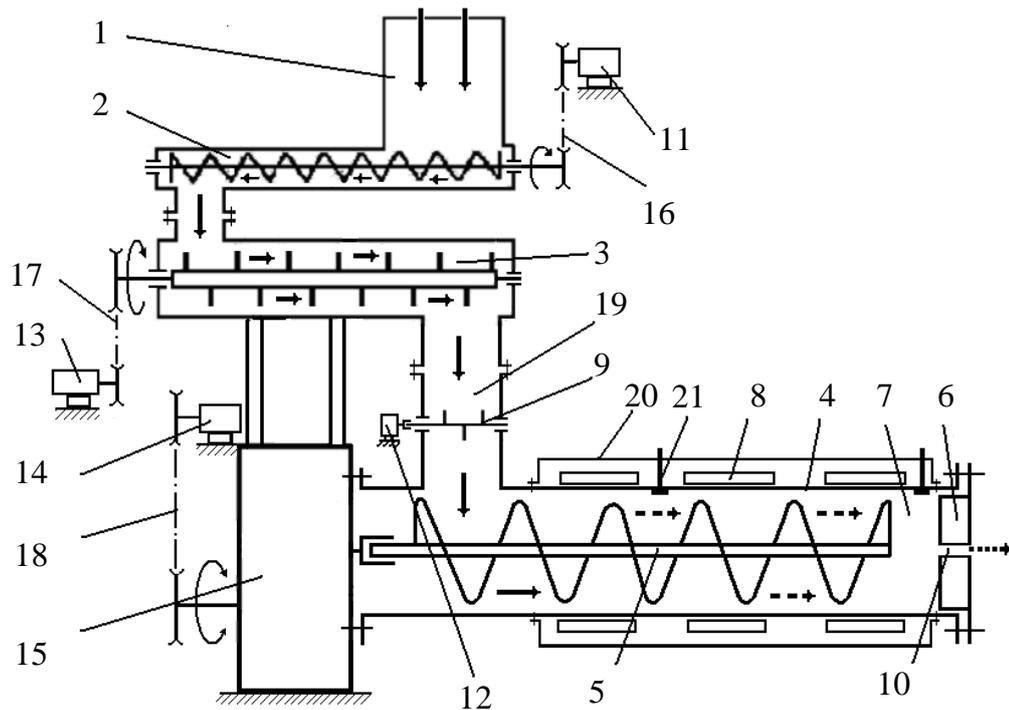
процессы, происходящие в шнековой камере, имеют «жесткий» режим, отрицательно влияющий на аминокислотный состав продукта; изготовление его требует высокоточного оборудования, что делает это оборудование дорогостоящим; обработка сырья с повышенным содержанием жиров ограничена или невозможна вообще, необходимо предварительное измельчение зернового материала перед обработкой, что увеличивает общие энергозатраты [1,2].

Наиболее перспективным способом влаготепловой обработки зерна в настоящее время является способ экспандирования. Он наиболее универсален в использовании для переработки сырья и получения готового продукта с требуемой питательной ценностью. При этом происходит более полная усвояемость крахмала за счет увеличения ввода жира и протеина [1,2]. Антипитательные факторы (ингибиторы) расщепляются. Получаемая продукция является практически пастеризованной, в результате чего отпадает необходимость постоянной проверки гигиенического стандарта сырьевых материалов, повышается срок хранения продукции и сохраняются ее вкусовые качества. Более бережные условия протекания процессов обработки на экспандере не нарушают содержание и биологическую активность аминокислот в полученном продукте.

Для устранения вышеназванных недостатков в УО БГСХА была разработана принципиальная схема экспандера (рисунок 1) с изменяемой длиной предматричной камеры и использованием в качестве нагрева обрабатываемого материала в рабочей зоне кольцевых электронагревательных устройств элементного типа, которые устанавливаются на корпусе шнековой камеры [2,3,4].

Учитывая, что одним из основных рабочих органов экспандера является шнек, была проанализирована динамика движения обрабатываемого материала в шнековой камере (рисунок 2) и с учётом предложенных конструкторских решений [3,4] уточнена формула для определения производительности экспандера на основе учета явления проскальзывания материала относительно его элементов:

$$Q_{\phi} = 0,06\pi(R_2^2 - R_1^2) \cdot \left(S - \frac{b_2 + b_1}{2 \cos \alpha}\right) \cdot \omega_{ш} \cdot \rho \cdot k_n \cdot k_{\omega}, \quad (1)$$



1 – загрузочный бункер; 2 – питатель; 3 – смеситель; 4 – корпус; 5 – шнек; 6 – матрица; 7 – предматричная камера; 8 – кольцевые электронагреватели; 9 – ворошитель; 10 – канал матрицы; 11 – привод питателя; 12 – привод ворошителя; 13 – привод смесителя; 14 – привод шнека; 15 – редуктор; 16, 17, 18 – клиноременные передачи; 19 – бункер-накопитель; 20 – защитный кожух; 21 – температурные датчики

Рисунок 1 – Принципиальная схема экспандера

где $R_2(D/2)$ и $R_1(d/2)$ – наружный и внутренний радиусы шнека, м; S – шаг витков шнека, м; b_2 и b_1 – ширина винтовой лопасти в ее нормальном сечении по наружному и внутреннему радиусам шнека, м; α – угол подъема винтовой линии лопасти шнека, рад.; ρ – объемная масса материала, кг/м³; $\omega_{ш}$ – частота вращения шнека, с⁻¹; k_n – коэффициент наполнения, учитывающий степень заполнения объема винтовой полости приемных витков обрабатываемым материалом в зависимости от подачи; k_ω – коэффициент скольжения, учитывающий степень уменьшения подачи прессуемого материала в зависимости от проворачивания его относительно шнека.

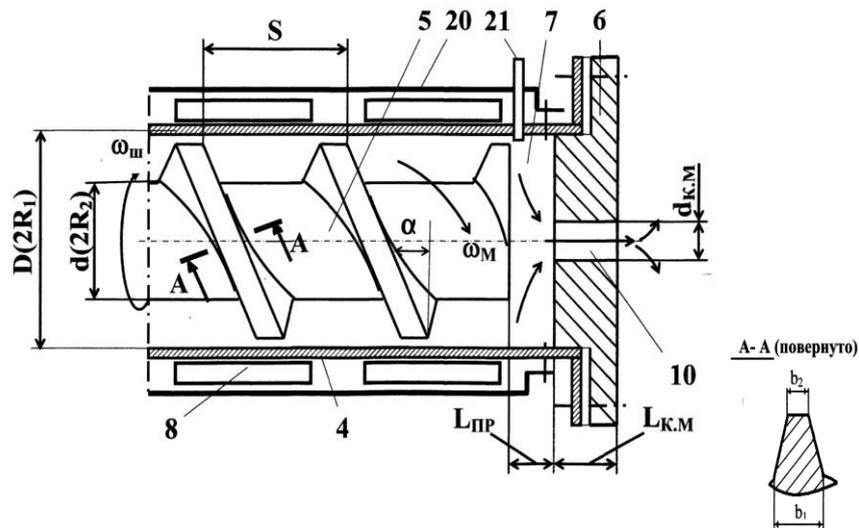


Рисунок 2 – Схема к расчету производительности экспандера

При этом коэффициент скольжения равен [2,3]:

$$K_{\omega} = \frac{\omega_{Ш} - \omega_M}{\omega_{Ш}} = 1 - \frac{\omega_M}{\omega_{Ш}}, \quad (2)$$

где ω_M – частота вращения спрессованного материала относительно шнека, s^{-1} .

С учетом коэффициента k_{ω} , получена формула для определения фактической пропускной способности экспандера [3,4]:

$$Q_{\phi} = 0,06\pi(R_2^2 - R_1^2) \cdot \left(S - \frac{b_2 + b_1}{2 \cos \alpha} \right) \cdot \omega_{Ш} \cdot \rho \cdot k_n \times \\ \times \left(1 - \frac{d}{2(D-d)} \sqrt{\frac{f_1 D S_1 - f_2 [d S_1 + (D-d) \cos \alpha]}{(D-d) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} f_2) + 2 f_2 [d S_1 + (D-d) \cos \alpha]}} \right), \quad (3)$$

где D и d – наружный и внутренний диаметры шнека, м; f_1 – коэффициент трения между материалом и корпусом шнека; f_2 – коэффициент трения между материалом и шнеком.

Время выдержки обрабатываемого материала с заданной температурой зависит от степени инактивации антипитательных веществ. Для снижения ингибиторов трипсина на 90-95% длительность периода тепловой обработки (при температуре 120°C) составляет не менее 10- 15 с.

Проведенные исследования показали, что для получения конечного продукта взорванной структуры необходимы следующие рациональные технологические параметры процесса: частота вращения шнека должна быть – 4,0-5,0 с⁻¹; температура нагрева рабочей камеры шнека – 190-200°С; влажность исследуемого материала – 19-26%; длина предматричной камеры – 0,018-0,022 м; диаметр матричного отверстия – 0,025 м; длина матричного канала – 0,040 м.

Величина качественных показателей получаемого продукта составила: коэффициент взорванности (k_v) – 2,6; активность уреазы ($A_{ур.}$) – 0,1 рН, (при допустимом значении – 0,15 рН); степень снижения активности ингибиторов трипсина, (X_i) – до 80%, а энергозатраты на обработку 1 тонны материала 60 кВт·ч/т.

Технико-экономические расчёты показывают, что себестоимость обработки фуражного зерна на предлагаемом экспандере составляет 154,97 у.е/т, что обеспечивает снижение затрат на производство «взорванного» продукта по сравнению с базовой установкой на 19,78 у.е/т.

Выводы

1. Применяемые в настоящее время технологии и оборудование для углубленной обработки фуражного зерна (экструдеры, термодекстринизаторы т.д.) при производстве комбикормов, с точки зрения инактивации антипитательных веществ и повышения усвояемости зерна ржи, имеет невысокую производительность, нестабильность работы, необоснованно высокие энергетические затраты (120 кВт·ч/т и более).

2. Предлагаемая конструкция экспандера с применением внешнего нагрева рабочего органа с помощью нагревательных устройств элементного типа и изменяющейся длиной предматричной камеры позволяет обеспечить устойчивое протекание технологического процесса, снизить энергозатраты до 50%, повысить производительность на 20-25% по сравнению с экструдером КМЗ - 2М, уменьшить активность уреазы и ингибиторов трипсина на 100% и получить годовой экономический эффект от внедрения с 44652,60 у.е. на одну установку.

Литература

1. Шаршунов, В. А. Проблемы переработки фуражного зерна при производстве комбикормов и пути их решения / В. А. Шаршунов [и др.] // Известия БИА. - №2. – 1999. – С.6–9.
2. Козлов С. И. Анализ технологий и машин для углубленной обработки концентрированных кормов. / С. И. Козлов, А.В. Дубовик, Д.Ю. Мельник // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: Сборник научных работ. – Брянск.: Издательство Брянского ГАУ, 2013. – С. 39-45.
3. Козлов С. И. Результаты отсеивающих экспериментов процесса экспандирования / С. И. Козлов, В.М. Кузюр // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: Сборник научных работ. – Брянск.: Издательство Брянского ГАУ, 2018. – С. 38-44.
4. Экономическая эффективность внедрения экспандера концентрированных кормов с регулируемой предматричной камерой и электрическим нагревом корпуса шнека: научный поиск молодежи XXI века: материалы VIII Меж научн. конф. студентов и магистрантов, Горки, 23–25 октября 2006г./ ред. кол.:А.Р. Цыганов (отв. ред.) и др.; Бел. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2006 – Ч.1, 185 с.

УДК 637.11

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ВАКУУМНОГО НАСОСА ВОДОКОЛЬЦЕВОГО ТИПА

к. т. н. Крупенин П. Ю., Гупало Д.К.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

EXPERIMENTAL STUDIES OF THERMAL LOSSES OF A WATER CIRCLE TYPE VACUUM PUMP

*P. Y. Krupenin, Ph. D. in Engineering sciences; D. K. Gupalo
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Рассмотрен рабочий процесс вакуумных насосных станций различных типов. Приведены результаты экспериментальных исследований тепловых потерь вакуумной насосной станции СН-60А с насосом водокольцевого типа. Обоснованы исходные данные для проектирования рекуперационной установки для утилизации выделяемой при работе вакуумного насоса теплоты.

Annotation. *The working process of devices for dry cleaning of root-crops are described in the paper. The mathematical description of the movement of a root-crop on lattice surface of dry cleaning unit are represented. The mathematical models for calculating the coefficient of rolling resistance of the root-crops on lattice surface and drive-on power of screw-type cleaner unit are offered.*

The workflow of vacuum pumping stations of various types are considered in the paper. The results of experimental studies of heat losses of the vacuum pump station SN-60A with a water circle type vacuum pump are presented. The initial data for the design of the recuperation unit for utilization the heat energy during operation of the vacuum pump are substantiated.

Ключевые слова: вакуумный насос, теплота, рекуперация.

Key words: *vacuum pump, heat, recuperation.*

Введение

Современную молочную ферму невозможно представить без машинного доения. На протяжении всего времени работы доильной установки вакуумная

насосная станция остается включенной, при этом ее электродвигатель является основным потребителем энергоресурсов. Работа вакуумного насоса неизменно сопряжена с образованием определенного количества теплоты, которое в большинстве случаев не используется в технологическом процессе, а рассеивается в окружающей среде.

Цель работы

Провести исследование баланса энергетических потерь вакуумной насосной станции с водокольцевым вакуумным насосом на примере СН-60А и найти решение, позволяющее повысить ее энергетическую эффективность.

Материалы и методика исследований

При выполнении экспериментальных исследований энергетических потерь при работе водокольцевого насоса использовалось следующее контрольно-измерительное оборудование: весы настольные общего назначения МК-32.2-А22, цена деления 5 г; цифровой термометр на базе рН-метра рН-150МИ, цена деления 1 °С; электронный секундомер, цена деления 0,01 с.

Результаты исследования и их обсуждение

Современная доильная установка работает на постоянном вакуумметрическом давлении, которое создается вакуумной насосной станцией. Ее основным элементом является вакуумный насос, создающий разрежение в системах доильной установки.

Классифицируются вакуумные насосы следующим образом [1]:

- по конструкции: поршневые, инжекторные, кулачковые, ротационные, водокольцевые;
- по величине создаваемого разрежения: насосы низкого вакуума, насосы среднего вакуума, насосы высокого вакуума;
- по условиям работы: «сухие» (для отсасывания газов), «мокрые» (для отсасывания газов вместе с жидкостями);
- по характеру использования: стационарные, передвижные.

Первые доильные установки комплектовались поршневыми вакуумными насосами. Они были крупногабаритными и металлоемкими, а также имели

быстроизнашивающиеся узлы. Позже на доильных установках стали устанавливать ротационные лопастные насосы марок РВН–40/50; УВУ–60/45; ВЦ–40/30 и др. [2].

Производительность РВН–40/50 при вакууме 50 кПа составляет 11,1 дм³/с (40 м³/ч), механический к. п. д. – 0,8...0,9. Унифицированная вакуумная установка УВУ–60/45 может при величине разрежения 53 кПа развивать различную производительность: 60 или 45 м³/ч. Различная производительность установки достигается изменением частоты вращения ротора путем замены рабочего ручья на шкивах клиноременной передачи на валах электрического двигателя и ротора насоса [2].

Однако вакуумные насосы ротационного типа имеют ряд недостатков: 1) повышенная чувствительность к нарушению нормальных зазоров между лопатками и пазами ротора; 2) наличие трущихся элементов и, как следствие, необходимость непрерывной подачи смазки в рабочую зону; 3) короткий межремонтный период и сложность технического обслуживания; 4) высокий уровень шума при работе.

Эти недостатки могут быть исключены применением в доильных установках водокольцевых вакуумных насосов. В насосах этого типа уплотнение между статором и ротором достигается вращающимся кольцом воды. Однако водокольцевые насосы обладают невысоким к. п. д. – 0,48...0,52 и могут эксплуатироваться только при положительных температурах окружающего воздуха [1].

Большая часть энергетических потерь при работе вакуумного водокольцевого насоса уходит на нагрев корпуса насоса, а также циркулирующих внутри него воды и воздуха. Более детальное рассмотрение данных потерь энергии показало, что они также являются тепловым вторичным энергетическим ресурсом.

Основными направлениями полезного использования (утилизации) тепловых вторичных энергетических ресурсов являются: рециркуляция, рекуперация и трансформация при помощи тепловых насосов. Применительно к тепловому ресурсу водокольцевого вакуумного насоса наиболее подходящим способом

его утилизации является рекуперация, например для подогрева воды, используемой впоследствии при промывке доильной установки.

Для определения энергетического потенциала вторичных тепловых ресурсов водокольцевого насоса проведен соответствующий эксперимент. Его суть заключалась в контроле за динамикой изменения температуры воды в баке вакуумной насосной станции с последующим расчетом ее тепловой мощности.

В качестве лабораторной установки использовалась действующая вакуумная насосная станция СН-60А. Измерение температуры воды в баке проводили с 5-минутным интервалом при помощи универсального рН-метра рН-150МИ. Массу воды в баке определяли взвешиванием на весах МК-32.2-А22; собственную массу бака – путем геометрических измерений и соответствующих расчетов.

Масса воды в баке составляла 40 кг, масса бака – 24 кг. Начальная температура воды равнялась 20 °С. Температура воды через 5 мин эксперимента – 23 °С; 10 мин – 25 °С; 15 мин – 27 °С; 20 мин – 29 °С.

Количество теплоты (Дж), выделяемое насосом в воду рассчитывали по зависимости:

$$Q = (m_{\text{в}}c_{\text{в}} + m_{\text{с}}c_{\text{с}})(t - t_0),$$

где $m_{\text{в}}$ – масса воды в баке, кг; $m_{\text{с}}$ – масса бака, кг;

$c_{\text{в}}$, $c_{\text{с}}$ – удельная теплоемкость воды и материала бака, Дж/(кг·°С);

t , t_0 – текущая и начальная температура воды, °С.

Тепловую мощность (Вт) водокольцевого вакуумного насоса определяли по формуле:

$$N_m = \frac{60Q}{\tau},$$

где τ – продолжительность работы насоса, мин.

В результате обработки экспериментальных данных среднее значение тепловой мощности вакуумной насосной станции СН-60А составило 1500 ± 200 Вт. Применение теплообменника для ее рекуперации позволит нагревать 67...117 л воды с 10 до 60 °С за один рабочий цикл «доение –

промывка» (3–4 часа работы вакуумной станции). При этом экономия электрической энергии на нагрев воды составит 230...410 кВт·ч в месяц.

Заключение

В результате выполнения экспериментальных исследований энергетических потерь вакуумной насосной станции СН-60А определены исходные данные для разработки рекуперационного оборудования для утилизации выделяемой теплоты. Данное техническое решение может обеспечить месячную экономию от 230 до 410 кВт·ч электрической энергии, расходуемой на подогрев воды.

Литература

1. Шаршунов, В. А. Технологическое оборудование для производства молока и молочных продуктов : пособие: в 2 ч. / В. А. Шаршунов. – Ч. 1 : Дояние коров и первичная обработка молока. – Минск : Мисанта, 2015. – 665 с.

2. Передня, В. И. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока : пособие / В. И. Передня, В. А. Шаршунов, А. В. Китун. – Минск : Мисанта, 2016. – 975 с.

УДК 631.332

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫХ И ИНЕРЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

*д.с.-х.н., профессор Ожерельев В.Н.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

RESULTS OF STUDYING DIMENSIONAL-WEIGHT AND INERTIAL PARAMETERS OF CLUB POTATOES

*Ozherelev V.N. Doctor of agricultural Sciences, Professor
Bryansk State Agricultural University, Russia*

Аннотация. Отмечено, что параметры клубня картофеля оказывают существенное влияние на работу высаживающего аппарата картофелесажалки. В первую очередь это касается их формы, которая должна быть продолговатой. Динамика взаимодействия клубня с дном борозды зависит от соотношения между его массой и моментом инерции, который был замерен методом качания. Полученные результаты позволили уточнить динамическую модель процесса посадки.

Annotation. *It is noted that the parameters of potato tuber have a significant impact on the work of the planting machine of the potato planter. First of all, it concerns their shape, which should be oblong. The dynamics of the interaction of the tuber with the bottom of the furrow depends on the ratio between its mass and the moment of inertia, which was measured by the rocking method. The results obtained allowed to clarify the dynamic model of the landing process.*

Ключевые слова. *Картофелесажалка, клубень, форма, момент инерции.*

Keywords. *Potato planter, tuber, shape, moment of inertia.*

Введение. Цель работы

Для обеспечения высокого качества работы любой машины, взаимодействующей с совокупностью неких объектов, последние должны быть каким-то образом систематизированы и сгруппированы по определенным признакам. В противном случае, либо страдает качество работы, либо чрезмерно удорожается машина.

Указанная проблема характерна и для картофелесажалок. Так, вычерпывающий аппарат дискового типа, оборудованный ложечками и прижимами, устойчиво работает с клубнями в диапазоне их масс от 40 до 100 г [1]. Клубни большей массы плохо удерживаются в ложечках, а клубни массой менее 40 г могут захватываться по два-три одной ложечкой. Кроме того, при высокой степени варьирования размеров посадочного материала заметно увеличивается разница в расстоянии между соседними клубнями в борозде [2].

При посадке предварительно проращенного картофеля еще более существенную роль в обеспечении качественной работы машины (чем в случае с обычной картофелесажалкой) [3] играют масса, размеры и форма клубня, а также его инерционные характеристики, в связи с чем эта проблема заслуживает подробного изучения.

Методические вопросы эксперимента и основные результаты

Что касается массы семенного клубня, то обычно рассматривают три фракции: 25 ... 50 г, 51 ... 80 г и 81 ... 100 г [4]. В случае с проращенным картофелем целесообразно рассматривать две наиболее крупные фракции, поскольку самый мелкий посадочный материал может не обеспечить требуемую по технологии стартовую скорость роста.

При изучении размерных параметров клубня целесообразно обратиться к государственному стандарту, который регламентирует величину наибольшего диаметра b_k его поперечного сечения (рисунок 1). При этом пределы варьирования размера зависят от формы клубня, которую ГОСТ подразделяет на округло-овальную и продолговатую [5]. Для округло-овальной формы регламентиру-

емый размер должен варьироваться в пределах 30 ... 60 мм, а для продолговатых клубней – 28 ... 55 мм.

Согласно стандарту, если l_k / b_k равно или больше чем 1/1,5, то клубни относят к продолговатым, то есть, они имеют удлиненную форму, а если меньше – то их считают округло-овальными или округлыми [6].

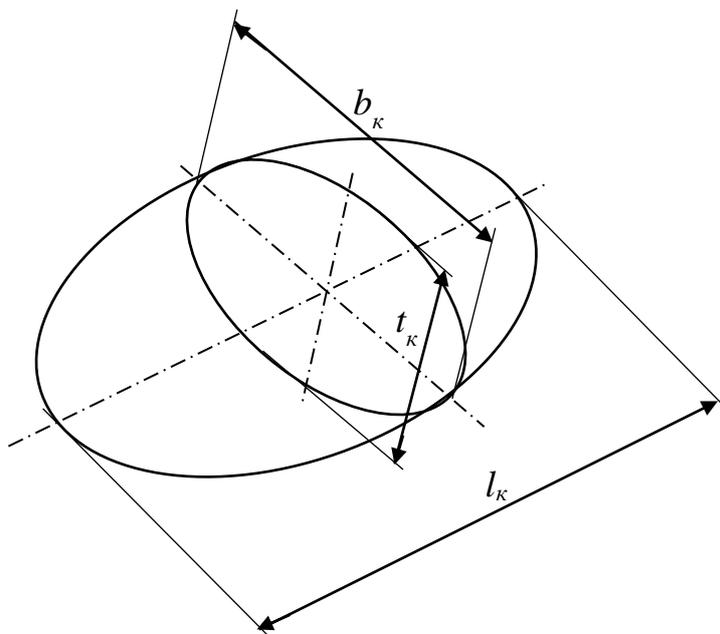


Рисунок 1 - Параметры формы клубня

Поскольку в этом случае не учитывается третий размер, то учеными НИИКХ была предложена более сложная методика, согласно которой критерием оценки служит общий коэффициент формы, определяемый по формуле

$$\Theta_3 = l_k / (b_k \cdot t_k) \quad (1).$$

В этом случае выделяют пять форм клубней: округлая (Θ_3 менее 1,2), округло-овальная ($\Theta_3 = 1,2 \dots 1,29$), овальная ($\Theta_3 = 1,3 \dots 1,39$), удлиненно-овальная ($\Theta_3 = 1,4 \dots 1,49$) и удлиненная (Θ_3 более 1,5) [6]. С точки зрения задач нашего исследования такая градация слишком фрагментарна, в связи с чем более приемлемой является дифференциация формы по двум взаимно перпендикулярным плоскостям – продольно-вертикальной ($\Theta_1 = l_k / b_k$) и поперечно-вертикальной ($\Theta_2 = b_k / t_k$).

Для измерения были выбраны два сорта Радж и Скарб, каждый из которых был представлен двумя весовыми фракциями 80 ... 120 г и 50 ... 80 г (Таблица 1 ... 4). Клубни были отобраны случайным образом из общей массы посадочного материала, заготовленного на весну 2019 года и рассортированного по весовым фракциям. Каждая выборка включала десять клубней. После замеров была проведена статистическая обработка полученных результатов на ПК в программе Excel.

Таблица 1 - Размерно-весовые параметры клубней сорта Радж массой 80 120 г.

№	Масса, г	Линейные размеры, мм			$\Theta_1 = l_k/b_k$	$\Theta_2 = b_k/t_k$
		Длина, l_k	Ширина, b_k	Толщина, t_k		
1	104	80	52	43	1,54	1,21
2	80	68	48	40	1,42	1,2
3	104	79	52	40	1,52	1,3
4	108	80	55	41	1,46	1,34
5	95	74	55	38	1,35	1,45
6	121	90	54	42	1,67	1,29
7	124	84	59	45	1,42	1,31
8	115	93	57	38	1,63	1,5
9	86	78	52	37	1,5	1,41
10	120	81	55	44	1,47	1,25
Ср	105,7	80,7	53,9	40,8	1,5	1,33
	Среднеквадратичное отклонение				$\sigma=0,0975$	$\sigma=0,1$
	Коэффициент вариации				$v=6,51\%$	$v=7,55\%$

Таблица 2 - Размерно-весовые параметры клубней сорта Радж массой 50 80 г.

№	Масса, г	Линейные размеры, мм			$\Theta_1 = l_k/b_k$	$\Theta_2 = b_k/t_k$
		Длина, l_k	Ширина, b_k	Толщина, t_k		
1	57	68	45	31	1,51	1,45
2	70	70	47	34	1,49	1,38
3	68	56	49	43	1,14	1,14
4	64	72	45	34	1,6	1,32
5	66	60	47	38	1,28	1,24
6	69	64	47	37	1,36	1,27
7	59	60	45	38	1,33	1,18
8	75	64	49	40	1,31	1,23
9	52	56	46	33	1,22	1,39
10	65	59	47	41	1,26	1,15
Ср	64,5	62,9	46,7	36,9	1,35	1,28
	Среднеквадратичное отклонение				$\sigma=0,143$	$\sigma=0,107$
	Коэффициент вариации				$v=11,34\%$	$v=10,06\%$

Величина показателей формы Θ_1 и Θ_2 варьируется в достаточно широких пределах (до 11,34%), тем не менее, определенные тенденции можно с достаточной степенью достоверности отметить и сделать важные промежуточные выводы.

1. Степень округлости поперечного сечения клубней всех фракций существенно выше, чем тот же показатель в продольно-вертикальной плоскости. В связи с этим поперечное сечение днища ковша должно иметь криволинейную (вогнутую) форму, что не позволит семенному материалу раскатываться в поперечном направлении и нарушать таким образом стабильность процесса посадки.

2. Весовая фракция от 80 до 120 г сорта Радж имеет продолговатую (удлиненную форму), что предпочтительно для устойчивой работы высаживающего аппарата. Остальные фракции имеют округло-овальную форму, поэтому их отдельные клубни могут вместо скольжения по поверхности ковша опрокидываться и нарушать рабочий процесс.

3. Большинство сортов картофеля раннего срока созревания имеют продолговатую форму (Жуковский ранний, Вдохновение, Ред Скарлетт и т.д.), поэтому стабильность работы сажалки предлагаемой конструкции [3] может быть обеспечена.

Таблица 3 - Размерно-весовые параметры клубней сорта Скарб массой 80 120 г.

№	Масса, г	Линейные размеры, мм			$\Theta_1 = l_k/b_k$	$\Theta_2 = b_k/t_k$
		Длина, l_k	Ширина, b_k	Толщина, t_k		
1	92	69	49	47	1,4	1,04
2	113	71	57	45	1,25	1,27
3	106	75	51	47	1,47	1,09
4	83	77	44	40	1,75	1,1
5	105	77	53	40	1,45	1,32
6	82	69	49	43	1,41	1,14
7	81	73	45	38	1,62	1,18
8	103	78	52	39	1,5	1,33
9	100	70	56	40	1,25	1,4
10	105	75	56	43	1,34	1,3
Ср	97	73,4	52	40	1,44	1,22
	Среднеквадратичное отклонение				$\sigma=0,1555$	$\sigma=0,123$
	Коэффициент вариации				$v=10,77\%$	$v=10,06\%$

Поскольку при формировании научной гипотезы мы рассматриваем кинематику и динамику клубня, представляя его не в качестве материальной точки, а как протяженный объект (материальное тело), совершающий сложное плоскопараллельное перемещение в пространстве, то для осуществления многих расчетов необходимо точно знать величину его момента инерции относительно оси, перпендикулярной продольной плоскости симметрии [7]. Измерение этого параметра было выполнено методом качания (рисунок 2) [8].

Таблица 4 - Размерно-весовые параметры клубней сорта Скарб массой 50...80 г.

№	Масса, г	Линейные размеры, мм			$\Theta_1 = l_k/b_k$	$\Theta_2 = b_k/t_k$
		Длина, l_k	Ширина, b_k	Толщина, t_k		
1	67	70	44	36	1,59	1,22
2	74	75	43	35	1,74	1,23
3	76	75	45	36	1,67	1,25
4	63	60	42	36	1,43	1,17
5	43	57	40	31	1,43	1,29
6	52	58	43	35	1,35	1,23
7	52	51	42	38	1,21	1,11
8	72	63	47	40	1,34	1,18
9	49	57	39	33	1,46	1,18
10	57	62	45	35	1,38	1,29
Ср	59,5	62,8	43	35,5	1,46	1,21
	Среднеквадратичное отклонение				$\sigma=0,162$	$\sigma=0,0562$
	Коэффициент вариации				$v=11,1\%$	$v=4,63\%$

В качестве объекта исследования был использован клубень сорта Радж массой 82 г имеющий следующую величину трех линейных размеров – 78x53x39 мм. Величина коэффициента формы $\Theta_1 = 1,47$, что не выходит за пределы доверительного интервала для этого сорта ($\sigma = 0,1$) и отличается от среднего сортового значения всего на 2%.

Клубень картофеля 4 был проколот по большей оси овала. Сквозь отверстие была пропущена тонкая проволока 3, диаметром 1,2 мм. Ее нижний конец был зафиксирован на поверхности клубня, а верхний закреплен на тонком кольце 2 (рисунок 2), которое установлено на острое ребро трехгранной призмы 1, закрепленной на штативе (на схеме не показан). Таким образом, было полу-

чено составное материальное тело, основные размеры которого представлены на рисунок 2, представляющее собой физический маятник.

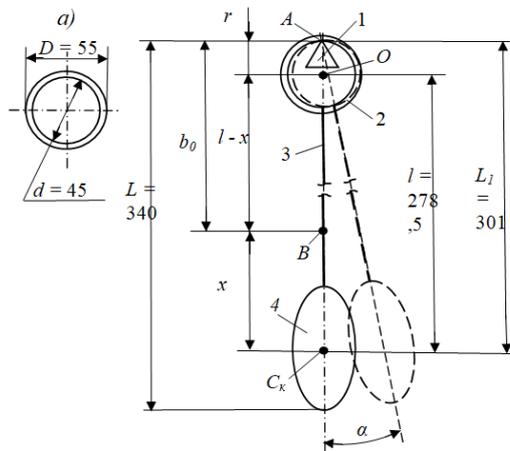


Рисунок 2 - Схема определения момента инерции клубня картофеля методом качания: а) – параметры кольца 2; 1 – призма; 2 – кольцо; 3 – проволока; 4 – клубень картофеля

Методика опыта заключалась в следующем. Система отклонялась на угол α величиной $7 \dots 9^\circ$, после чего начинался процесс колебания маятника с опорой на верхнее ребро призмы 1 в точке А. При этом фиксировалось время 50 колебаний T_{50} , а затем определялась продолжительность периода одного колебания T (табл. 5). Опыт проводился в пятикратной повторности.

Таблица 5 - Период одного колебания физического маятника, с

№	Продолжительность 50 колебаний, T_{50}	Продолжительность одного колебания, T
1	54	1,08
2	54	1,08
3	53	1,06
4	55	1,1
5	54	1,08
Ср.	54	1,08
		$\sigma = 0,005$ с
		$\nu = 0,46\%$

Определив продолжительность одного колебания, момент инерции системы относительно ее центра масс (точки В) находим по формуле

$$J_B = mgb_0 \frac{T^2}{4\pi^2} \quad (2),$$

где $m = m_{\text{к}} + m_{\text{кол}}$ – суммарная масса колеблющейся системы, кг;

$m_{\text{к}} = 0,082$ – масса клубня кг;

$m_{\text{кол}} = 0,037$ – масса кольца кг;

b_0 – расстояние от опорной точки A до центра масс системы, м.

Для нахождения величины b_0 воспользуемся известным соотношением:

$$\frac{m_{\text{к}}}{m_{\text{кол}}} = \frac{278,5 - x}{x}.$$

Следовательно, $x = 86,59$ мм, а $b_0 = 214,5$ мм или $0,2145$ м.

Подставив полученные результаты в формулу (2), получим, что

$$J_B = 0,0073982 \text{ кг*м}^2.$$

Поскольку колеблющаяся система составная, то из нее может быть выделен момент инерции клубня. То есть, если пренебречь моментом инерции тонкой проволоки, то

$$J_{\text{кВ}} = J_B - J_{\text{кол}} \quad (3),$$

где $J_{\text{кВ}}$ – момент инерции клубня относительно общего центра масс системы (точки B);

$J_{\text{кол}}$ – момент инерции кольца относительно точки подвеса A .

Если принять, что кольцо тонкостенное, то искомый момент инерции можно определить следующим образом

$$J_{\text{кол}} = 2m_{\text{кол}} \cdot r^2 \quad (4),$$

где $r = 22,5$ мм = $0,0225$ м – внутренний радиус кольца.

Подставив соответствующие значения параметров в формулы (3 и 4), получаем, что

$$J_{\text{кВ}} = 0,0073608 \text{ кг*м}^2.$$

Для нахождения момента инерции клубня относительно его центра масс (точки C) воспользуемся теоремой Штейнера-Гюйгенса о моментах инерции относительно параллельных осей [8]. Тогда

$$J_{\text{к}} = J_{\text{кВ}} - m_{\text{к}} \cdot x^2 = 0,0073608 - 0,082 \cdot 0,0865^2 = 0,0067473 \text{ кг*м}^2.$$

Полученный результат позволяет провести уточненные динамические расчеты движения клубня, падающего с вращением в продольно-вертикальной плоскости.

Вывод.

Уточнение размерно-весовых и инерционных параметров клубня семенного картофеля, предназначенного для посадки в проращенном виде, позволяет оптимизировать конструкцию высаживающего аппарата.

Литература

1. Лурье А.Б., Громбчевский А.А. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин, Л.: Машиностроение, 1977, 528с.
2. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1994. 751с.
3. Пат. № 2393663 (РФ) МПК⁷ А01С 9/04. Картофелесажалка для посадки проращенных клубней / В.Н. Ожерельев, Ф.Н. Котиков – Опубл. 10.07.10, Бюл. №19.
4. Тоболев С.С., Шеломенцев С.И., Пшеченков К.А., Зейрук В.Н. Машинные технологии и техника для производства картофеля. Под общ. ред. Н.Н. Колчина. М.: Агроспас, 2010. 316с.
5. ГОСТ Р 53136-2008 Картофель семенной. Технические условия.
6. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1984. 320с.
7. Ozherelev V.N., Kotikov F.N. Sprouted Potato Tuber Dynamics and Kinematics during Mechanized Planting // Procedia Engineering. 2017. Volume 206. P. 56-60.
8. Шестаков, К. В. Определение момента инерции шатуна методом качаний: методические указания к лабораторной работе по «Теории механизмов и машин». Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2009. 9 с. [Электронный ресурс] Код доступа: <https://pandia.ru/text/79/240/83608.php>.

УДК 621.794

УПРОЧНЕНИЕ ПОРШНЕВЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

к.т.н. Скрыбин М.Л.,

Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия

HARDENING OF ALUMINUM PISTON ALLOYS

Ph. D. Skryabin, M. L.

Federal state educational institution of higher education Vyatka state agricultural Academy, Russia

Аннотация. Представлены результаты исследований поршневых алюминиевых сплавов после поверхностного упрочнения методом микродугового оксидирования. Подобраны оптимальные концентрации активных веществ в электролитах. Проведены микроструктурные исследования полученных образцов.

Annotation. The results of studies of piston aluminum alloys after surface hardening by microarc oxidation are presented. The optimal concentrations of active substances in electrolytes were selected. Microstructural studies of the samples were carried out.

Ключевые слова: упрочнение, алюминиевые сплавы.

Keywords: hardening, aluminum alloys.

Введение

Одним из направлений современной технической политики является продление жизненного цикла деталей за счет их упрочнения [1 ... 5]. Большинство двигателей внутреннего сгорания при проведении сельскохозяйственных работ работают на нагрузках, близких к критическим, что негативно сказывается на стойкости поршневых групп. Это приобретает особое значение при использовании альтернативных топлив, когда значительно повышается «жесткость» рабочего процесса. В связи с этим было принято решение о проведении исследований, направленных на повышение теплостойкости поршневых групп дизелей.

Задачи исследования

Основная задача исследований – выявление возможности поверхностного упрочнения сплавов вентильной группы. Кроме того, для комплексного анализа поверхностных пленок необходимо провести микроструктурные исследования полученных покрытий.

Методика проведения исследований

Для поверхностного упрочнения алюминиевых сплавов методом микродугового оксидирования (МДО) была выбрана поршневая группа автомобильного дизеля Д-245.7 [1, 2]. Для определения соответствия сплава заявленной марке и точного подбора электролитического раствора был определен элементарный химический состав данного сплава. Для этого использовался спектрометр EDX-720P/800P. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Полученный результат химического анализа позволил точно определить марку сплава, из которого изготовлены поршни данного дизеля - АК4-1. Жаропрочные алюминиевые системы Al – Cu – Fe – Ni используются в современном машиностроении для деталей машин, работающих в условиях повышенных температур.

Микродуговое оксидирование поршневой группы проводилось на экспериментальной установке с использованием тиристорно-конденсаторного источника питания при обработке в электролитических растворах с концентраци-

ей КОН – от 1,5 до 2,0 кг/м³ и NaAlO₂ – от 14 до 16 кг/м³ (данная концентрация является оптимальной для исследуемых поршневых алюминиевых сплавов). Необрабатываемые поверхности поршня тщательно изолировались жидким стеклом.

Образец : Поршневой алюминиевый сплав
 Оператор: Скрыбин М.Л.
 Комментарий : Metal, Vac, 2chan
 Группа : easy-Vac-Metal
 Дата : 2017-02-09 18:31:37

Количественный результат

Аналит	Результат	Ст. Откл.	Спос. Расч.	Линия Инт.	(имп.-в-сек/мкА)
Al	93.124 %	(0.134)	Кол-FP	AlKa	54.5834
Cu	2.130 %	(0.010)	Кол-FP	CuKa	16.7556
Mg	1.634 %	(0.024)	Кол-FP	MgKa	0.5187
Si	1.350 %	(0.005)	Кол-FP	FeLb1	28.7617
Ni	0.939 %	(0.004)	Кол-FP	NiKa	34.1022
Fe	0.953 %	(0.005)	Кол-FP	PbKa	11.1626
Pb	0.212 %	(0.002)	Кол-FP	SiKa	14.6344
Zn	0.193 %	(0.005)	Кол-FP	ZnKa	0.3082
Mn	0.187 %	(0.006)	Кол-FP	MnKa	0.2665
Cr	0.149 %	(0.011)	Кол-FP	CrLa	2.2282
Ti	0.080 %	(0.001)	Кол-FP	TiKa	3.8421
Ni	0.025 %	(0.001)	Кол-FP	NiKa	0.7671
W	0.024 %	(0.004)	Кол-FP	WLa	0.4939

Рисунок 1 - Количественный результат анализа поршневого алюминиевого сплава дизеля Д-245.7

Ванна для гальванических покрытий, в которой проводилось МДО, имела измененный на тиристорно-конденсаторный источник питания, благодаря чему в прианодной области наблюдалось стабильное гороение множества микродуг. Такой источник питания позволял регулировать общую плотность тока и соотношение катодного тока к анодному в достаточно больших пределах. Мощность разрядов, появляющихся на поверхности поршня, обеспечивала стабильный поток ионов, обладающий высокой реакционной способностью, что обеспечивало образование на поверхности поршня оксида алюминия Al₂O₃ с включенными в него частицами электролита. Одновременно с этим около плазменных кратеров распадались и в дальнейшем оплавливались продукты промежуточных реакций. Вследствие мощных дуговых разрядов скорость образования Al₂O₃ возрастала и изменялись физические и химические свойства получаемых

пленок – формировались кристаллические включения и высокотемпературные структуры.

При рассмотрении микроструктурного снимка следует отметить разнородность оксидного слоя и разветвленную морфологию поверхности, имеющую определенную шероховатость. Морфология сформированного оксидного слоя свидетельствует о достаточно высокой теплоизоляционной способности, что при работе в условиях повышенных температур приводит к безусловному снижению теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы дизельных двигателей.

Полученные изображения микроструктуры продольного разреза поршня доказывают, что оксидные пленки формируются в частично растворяющих оксид алюминия водных электролитических растворах. Они состоят из двух независимых слоев, имеющих четко выраженную границу раздела барьерного и наружного слоя, обладающего высокой пористостью.

Для полного анализа полученной пористости применялся сканирующий микроскоп MIRA – 3. Из снимка видно, что линейные размеры пор варьируются в интервале от 0,2 до 9 мкм (рисунок 2).

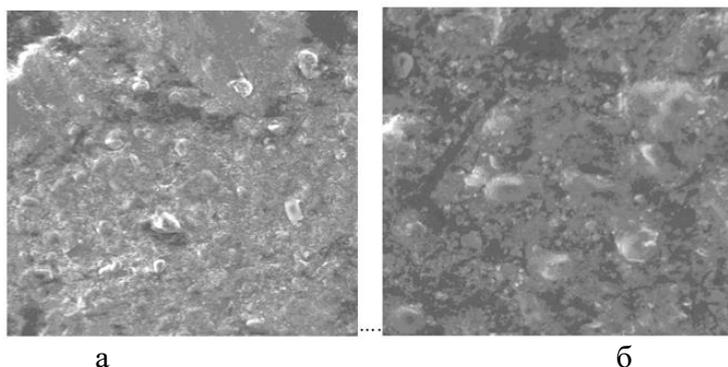


Рисунок 2 - Микроструктурные исследования поверхности поршня после МДО при увеличениях $\times 184$ (а) и $\times 556$ (б)

Поры разветвленные, присутствует большое количество ответвлений и замкнутых областей. Покрытия, не содержащие пор получить невозможно, так как образование пор определяется характером протекания микродуговых разрядов на поверхности поршня.

Покрyтия, имеющие поверхностные поры и работающее в условиях недостатка смазки, частично впитывают смазывающую жидкость и обеспечивают присутствие постоянной масляной пленки в сопряжении движущихся частей. Для дизельных двигателей влияние пористости днища поршня минимально, так как при сгорании топлива частицы сажи оседают на поверхности и забивают туннели пор.

Химический состав упрочненной поверхности зависит от наличия растворенных в электролите элементарных частиц. После МДО покрытие будет состоять и из оксидов легирующих элементов, которые распределяются в пластичной алюминиевой матрице. Хорошая адгезия сформированного покрытия и отсутствие сквозных пор определяет высокую жаропрочность и приводит к снижению теплонапряженности поршневой группы. Исследование элементарного состава днища поршня после МДО показывает массоперенос как в матрицу, так и в оксидный слой частиц электролита и дальнейшую их диффузию вглубь металла.

Выводы

Полученные результаты позволяют рекомендовать использование тонких оксидных пленок, образующихся в процессе МДО для защиты поршней двигателей внутреннего сгорания и уменьшения теплонапряженности поршневых групп при эксплуатации машинно-тракторного парка. Исследование получаемых нанопористых (нанотрубчатых) структур на поршневых алюминиевых сплавах, актуально как с фундаментальной, так и с прикладной точек зрения. Применение предложенной методики МДО дает возможность за непродолжительное время сформировать на поверхности поршневого алюминиевого сплава пористые пленки оксида алюминия поликристаллической мезоструктуры с размерами пор от 15 до 160 нм, толщиной от 8 до 90 мкм.

Литература

1. Лиханов В.А., Гребнев А.В., Скрябин М.Л., Смехова И.Н. Повышение жаропрочности поршневых алюминиевых сплавов дизельных двигателей [Текст] // Строительные и дорожные машины. 2018. № 2. С. 40-46.

2. Скрябин М.Л., Смехова И.Н. Условия формирования нанопористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов [Текст] // Упрочняющие технологии и покрытия. 2018. № 3. С. 124-127.

3. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. - 2017. - № 10. - С. 34-35.

4. Соловьев С.А., Козарез И.В., Феськов С.А. Влияние расположения стрелчатых лап культиваторов посевных комплексов на их износ // Тракторы и сельхозмашины. - 2015. - № 11. - С. 40-42.

5. Козарез И.В., Михальченков, А.М. Обзор способов восстановления плужных лемехов // Труды ГОСНИТИ. - 2012. - Т. 109. - № 2. - С. 30-34.

УДК 621.785

ИССЛЕДОВАНИЕ КАМНЕВИДНОГО ИЗЛОМА ЛИТОЙ СТАЛИ У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

к.т.н. Скрябин М.Л.,

Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия

THE STUDY LITHOIDAL FRACTURE OF CAST STEEL IN FARM MACHINERY

Ph. D. Skryabin, M. L.,

*Federal state educational institution of higher education Vyatka state agricultural
Academy, Russia*

Аннотация. Рассмотрены особенности образования камневидного излома, который образуется при повышенной температуре и обогащен частично растворимыми в твердом растворе внедрения углерода в γ -железо фазами. Они представляют собой мелкие частицы, пленки или оплавленные эвтектики. Для исследования закономерностей появления данного дефекта были выбраны 8 различных плавок изготовлены микрошлифы.

Annotation. The article describes the features of the formation of a stone-like fracture, which is formed at an elevated temperature and enriched with partially soluble in solid solution of carbon introduction in γ -iron phases. They represent small particles, the film or the molten eutectic. To study the patterns of occurrence of this defect were selected 8 different heats and for further research were made micro-plates.

Введение

Для повышения качества выпускаемых современной промышленностью деталей одной из главных операций является своевременное выявление отдельных дефектов, которые во время работы могут привести к необратимым последствиям [5.6]. Производственный дефект металлических материалов это отклонение от качественного состава или предусмотренных технических параметров. Сюда можно отнести отклонения от химического и фазового состава, состояние поверхностного слоя и т.д.

В целом, абсолютно в любом металлическом материале или сплаве присутствуют те или иные дефекты, но часть из них незначительные, что практически не сказывается на качестве готовой продукции. Именно для регулирования дефектов существуют стандарты, определяющие наличие тех или иных отклонений.

Задачи исследования

Для исследования камневидного излома была выбрана сталь 35ХГСЛ (конструкционная легированная сталь для фасонных отливок). Данная сталь преимущественно используется в конструктивных элементах машинно-тракторного парка, двигателях и других высоконагруженных агрегатах. Задачей исследования является выявление основных параметров, влияющих на появления камневидного излома.

Методика проведения исследований

Камневидный излом характеризуется четко выраженной однородной поверхностью, по которой происходит разрушение. Обычно разрушение проходит по зернограницным объектам, которые образуются при достаточно высоких температурах. На границах зерен присутствуют ограничено растворимые в аустените фазы, состоящие из мелких частиц или отдельных пленок, образованных из оплавленных эвтектик. Камневидный излом образуется в результате высокотемпературного нагрева, как правило, при температуре около 1200...1250°С [1].

На поверхности камневидного излома всегда присутствует матовый светло-серый оттенок, с характерным металлическим блеском. Отдельные, четко выраженные камневидные зерна можно выявить в процессе термической обработки.

Камневидный излом, образующийся в литой стали можно разделить на две группы: первичный и вторичный [2]. Первичный камневидный излом наблюдается в процессе перегрева. Он образуется из-за появления особой грануляционной структуры σ -Fe, которая формируется в процессе кристаллизации при низкой скорости охлаждения в области достаточно высоких температур. Одновременно на границах зерен начинают выделяться ограничено растворимые в γ -фазе карбиды углерода, легирующие элементы, сульфиды и нитриды.

Вторичный камневидный излом образуется в процессе высокотемпературной механической обработки после перегрева металла, такой как свободная или машинная ковка, горячая объемная штамповка и т.д.

Вредные примеси, такие как азот и сера, на околофазной и межфазной границе образуют особо тонкие пленки сульфидов, способные сохраняться и после охлаждения. Также стоит отметить, что в большинстве случаев камневидный излом наблюдается по границам зерен с тонкими сульфидными пленками. Именно эти факторы влияют на уменьшение ударной вязкости и снижают отдельные механические характеристики.

Камневидный излом наблюдается у деталей, полученных с помощью электродуговой выплавки, а также у деталей после электродуговой выплавки с дальнейшим электрошлаковым переплавом.

Различают устойчивый и неустойчивый камневидный излом. Устойчивый камневидный излом разделяют на излом первого и второго рода.

Рассматривая камневидный излом первого рода, следует отметить, что его можно исправить при нижних температурах фазовых превращений. Но при термической обработке это практически невозможно. Камневидный излом второго рода можно исправить гомогенизационным отжигом или с помощью высокотемпературной нормализации. Но все эти операции достаточно энергозатратны и трудоемки, что сказывается на стоимости конечной продукции.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Исследования [3] позволили предположить, что, что на некоторые механизмы образования камневидного излома оказывает влияние наличие редкоземельных металлов, вводимых при выплавке стали. Их вводят в качестве раскислителя при плавке конструкционной легированной стали 35ХГСЛ. Эта сталь чаще всего используется в узлах самолетов, двигателях и других высоконагруженных агрегатах, обладающих повышенной надежностью.

Для подтверждения влияния редкоземельных элементов на камневидный излом было принято решение в часть проводимых плавок добавлять силико-кальций СК30. В таблице 1 представлен химический состав СК30.

Таблица 1 – Химический состав СК30

Массовая доля, %				
Ca	Si	Al	C	P
не менее		не более		
30	50	2,0	0,5	0,02

В данном исследовании рассматривались 36 плавков: 26 плавков, где раскислителем являлся алюминий А199, добавленный по 160 г. в каждую плавку, и 10 плавков, где использовался силикокальций СК30, добавленный в каждую плавку также по 160 г.

В таблице 2 приведены, какие плавки исследовались, и в каких плавках был обнаружен камневидный излом.

Таблица 2 – Наличие камневидного излома в плавках стали в зависимости от вида раскислителя: А1 99 и СК 30

Раскислитель А199	Раскислитель СК 30
Камневидный излом не обнаружен	
19, 22, 23, 24, 40, 41, 47, 49, 51, 52, 53	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 54
Камневидный излом обнаружен	
20, 21, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 50	-

Для исследования влияния микролегирования на наличие камневидного излома были отобраны 5 плавков: 27, 33, 34, 35, 44, как с камневидным изломом, так и без него. На рисунках 1, 2 изображены изломы образцов данных плавков.

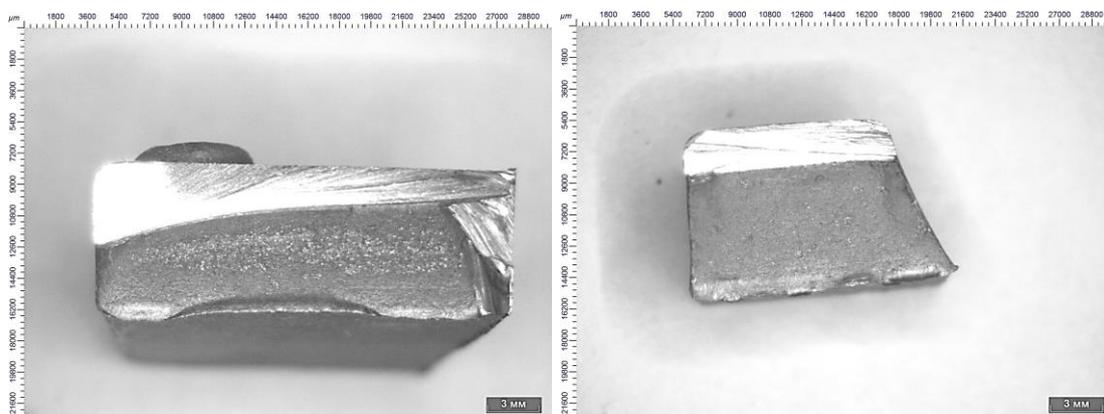


Рисунок 1 – Излом плавки № 27 (а) и № 33 (б) из стали 35ХГСЛ (раскислитель СК30)

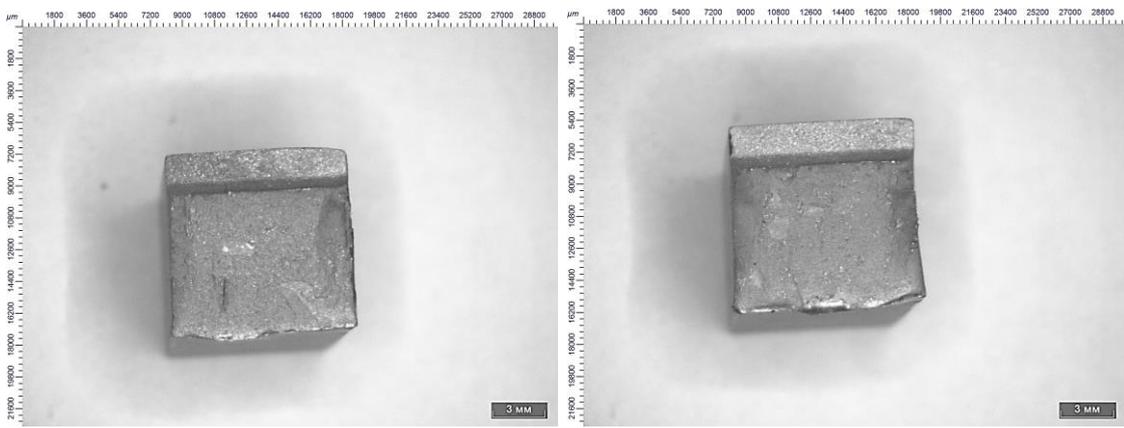


Рисунок 2 – Излом плавки № 34 (а) и № 35 (б) из стали 35ХГСЛ (раскислитель Al99)

Микроструктуры после окончательной термической обработки (рисунки 3-5) практически не отличалась между удовлетворительными и забракованными образцами, но наблюдался игольчатый сорбит на плавке № 27 (рисунок 3) и на плавке № 33 (рисунок 4).

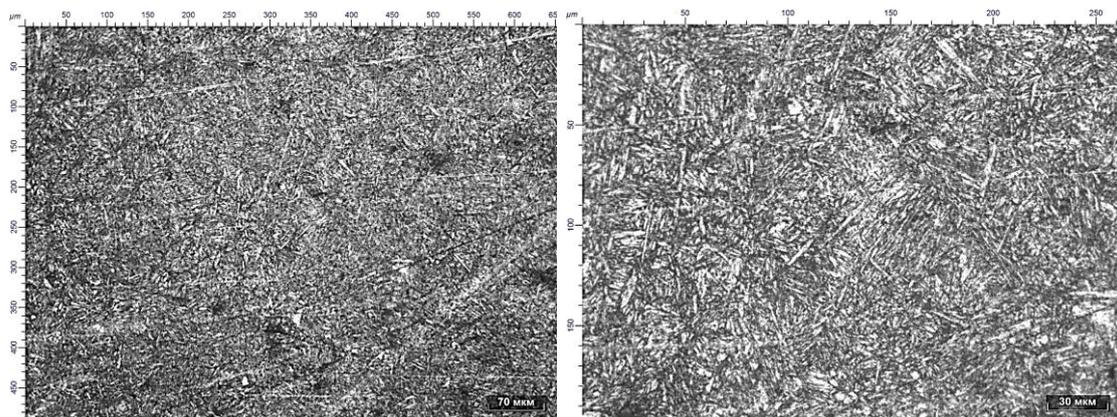


Рисунок 3 – Микроструктура стали 35ХГСЛ (плавка № 27)

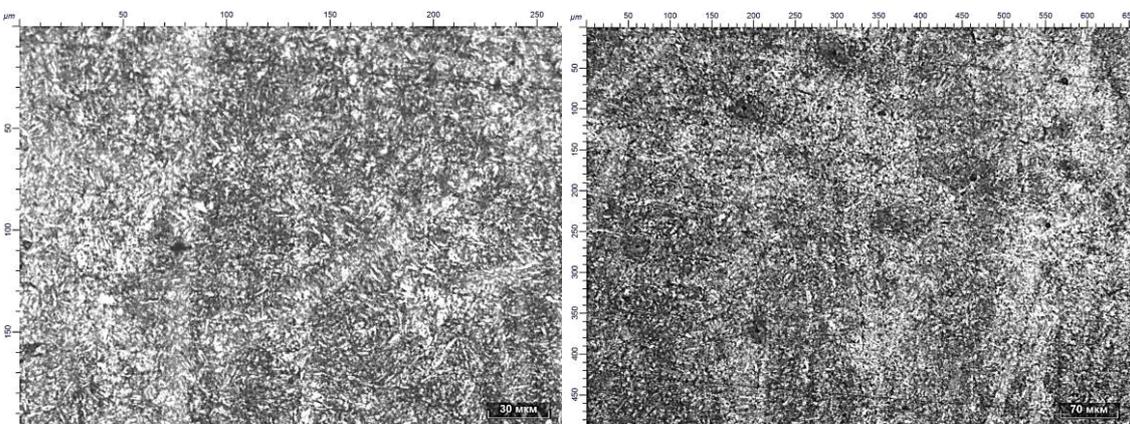


Рисунок 4 – Микроструктура стали 35ХГСЛ (плавка № 33)

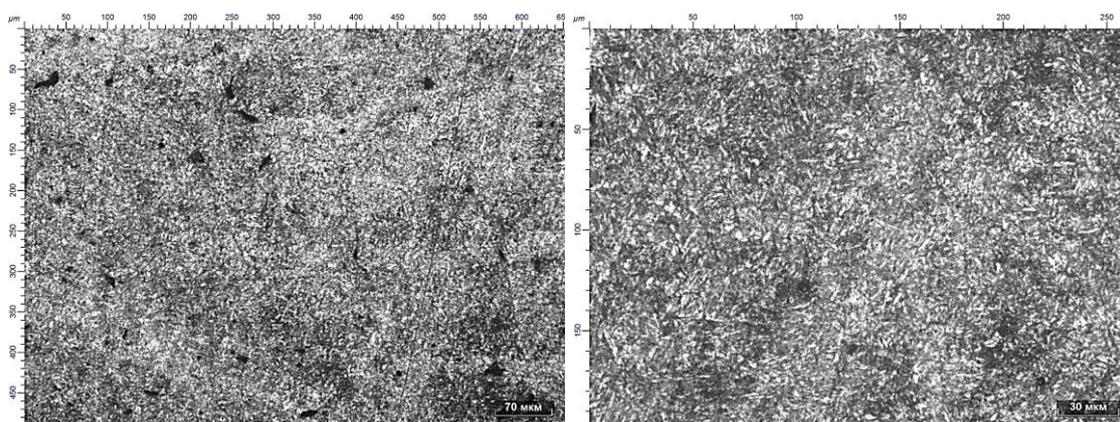


Рисунок 5 – Микроструктура стали 35ХГСЛ (плавка № 35)

Выводы

Рассматривая в качестве модификатора силикокальций СК30 с повышенным содержанием кальция и кремния, можно отметить полное отсутствие камневидного излома у плавки с его добавлением. СК30 относится к ферросплавам, хотя железо в нем содержится лишь в виде примеси, составляющей не более 5% от общей массы. Основное применение - в качестве раскислителя. В целом силикокальций СК30 повышает твердость стали и ее стойкость к коррозии, что значительно повышает надежность отдельных элементов машинно-тракторного парка. Ферросплав содержит в своем составе до 30% кальция, но до 10...15 % кальция может быть представлено в форме комплексных и простых оксидов, что приводит к нестабильному усвоению элемента. Также СК30 способствует предотвращению появления камневидного излома, но всех закономерностей появления камневидного излома в отливках из стали не было выявлено.

Литература

1. Чернышов Е. А., Евстигнеев А.И., Евлампиев А.А. Литейные дефекты. Причины образования. Способы предупреждения и исправления: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2008. – 282с.
2. Новоклещева С.М., Виноград М.И. Дефекты стали. – М: Металлургия, 1984. – 199 с.
3. Скрябин М.Л., Чухлова С.С. Исследование влияния тонких нитридных пленок алюминия на камневидный излом литой стали // Информационно-технологический вестник. 2018. № 3 (17). С. 158-166.
4. Михальченко А.М., Козарез И.В., Горбачев Р.В. Влияние наплавленного армирования на изнашивание восстановленных лемехов компании фогель и ноот // Труды ГОСНИТИ. - 2013. - Т. 111. - № 1. - С. 50-55.

5. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. - 2017. - № 3. - С. 34-35.

6. Феськов С.А., Федукова О.В. Компьютерные технологии при оценке линейных износов // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. -2012. - № 2 (2). - С. 34-37.

УДК 631.372

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОССТАНОВЛЕННЫХ И УПРОЧНЕННЫХ ЛЕМЕХОВ ДЛЯ ГЛУБОКОЙ ВСПАШКИ

*к.т.н. Козарез И.В., к.т.н. Тюрева А.А., магистрант Осадчий Р.В.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

SOME RESULTS OF FIELD TESTS RESTORED AND HARDENED TINES FOR DEEP TILLING

*Candidate of Engineering Sciences Kozarez I. V., Candidate of Engineering Sciences
Tureva A. A., graduate student of R. V. Osadchiy,
Bryansk State Agricultural University, Russia*

Аннотация. Двухслойная наплавка покрытий с высокой твердостью поверхности при восстановлении и упрочнении лемехов для глубокой вспашки оказывает существенное влияние на их абразивную износостойкость, которая зависит от термического режима формирования слоев.

Annotation. Two-layer surfacing of coatings with high surface hardness during restoration and hardening of ploughshares for deep plowing has a significant impact on their abrasive wear-bone, which depends on the thermal regime of layer formation.

Ключевые слова: натурные испытания, глубокое рыхление, восстановление, упрочнение, лемеха, двухслойная наплавка.

Key words: full-scale tests, deep loosening, restoration, strengthening, ploughshare, two-layer surfacing.

Введение. Цель исследования

Изнашивание деталей технических средств, предназначенных для разработки почвенной среды (строительные, мелиоративные, дорожные машины), а также при обработке почвы (почвообрабатывающие орудия) часто сопровождается образованием износов сложной геометрической конфигурации. В качестве примера таких изделий можно назвать лемеха и отвалы плужных корпусов сельскохозяйственного и лесного назначения (лучевидный износ) [1,2].

При восстановлении деталей используется двухслойная наплавка, где первый слой наплавляется электродным материалом с содержанием углерода до 0,1%, а второй (поверхностный) электродом, обеспечивающим наплавлен-

ный металл высокой твердости с наличием в структуре карбидных включений [3].

В этом случае нижний слой способствует сопротивлению изделия динамическим силовым воздействиям, а поверхностный обеспечивает сравнительно высокий уровень стойкости к абразивному изнашиванию. Однако влияние техники двухслойной наплавки на износостойкость поверхностного твердого слоя, как показал литературный обзор, изучалась недостаточно. Поэтому целью исследования явилось выявление влияния техники (приемов) двухслойной наплавки на абразивную износостойкость покрытий в реальных условиях. Кроме этого в цель исследований входит разработка оптимального технологического процесса упрочнения вероятной области образования лучевидного износа методами двухслойной наплавки.

Материалы. Технологии. Методика исследований

Изучению подвергались следующие технологические варианты формирования покрытий [58,59,60]:

4- Наплавка за один проход электродами с малоуглеродистым стержнем ($C \leq 0,08 \%$). Использовался электрод МР-3. Параметры режима наплавки: диаметр электрода - 4 мм; сила сварочного тока 160 А (рисунок 1.а).

5- Наплавка за один проход электродами, обеспечивающими: твердость поверхности HRC60; наличие карбоборидных включений; высокую абразивную износостойкость. Использовался электрод Т-590. Параметры режима наплавки: диаметр электрода - 4 мм; сила сварочного тока 220 А (рисунок 1.б).

6- Двуслойная наплавка, когда первый слой наплавляется электродами, предназначенными для сварки углеродистых и низколегированных сталей, а второй слой формируется электродным материалом, обеспечивающим повышенную стойкость к абразивному изнашиванию. Первый слой наплавлялся электродом МР-3, второй – Т-590. Особенностью такой технологической схемы является остывание первого слоя в течении 30 минут и каждого валика второго слоя до 40...60 градусов (рисунок 1.в).

Полевые испытания проводились на опытных образцах, представляющих собой упрочненные лемеха (рисунок 2.4 а, б, в) [4,5,6].



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Образцы упрочненных лемехов для проведения полевых испытаний. (а - наплавка за один проход электродом МР-3; б – наплавочный материал высокой твердости, электрод Т-590; в – двухслойная наплавка МР-3 + Т-590)

В качестве опытных лемехов использовались восстановленные детали с приваренной режуще-лезвийной частью. Износ деталей по ширине устранялся привариванием термоупрочненной на твердость 48 HRC вставки. Двухслойная наплавка на опытные лемеха наносилась в области ожидаемого лучевидного износа (рисунок 1). Во избежание заправки крепежного отверстия, оно заделывалось огнеупорным составом [7].

Результаты эксперимента и их обсуждение.

Обработка полученных результатов показала, что износ, оцениваемый линейными размерами, в функции наработки носит линейный характер, одинаковый для всех вариантов технологических схем (рисунок 2) и подтверждает полученные ранее рядом исследователей результаты.

Вся совокупность данных (рисунок 2) указывает на то, что величина износов в нижней режущей-лезвийной части превышает износы, имеющие место в зоне, располагающейся ближе к спинке остова. Такое явление объясняется значительно большим давлением почвы на подрезающую область чем на спинку остова.

Анализ функциональных зависимостей показывает на большой разбег износов для технологического варианта в котором наплавка осуществляется за один проход электродом с малоуглеродистым стержнем МР-3(рисунок 2,а).

Предельное состояние составных лемехов для глубокого рыхления в состоянии поставки, выражающееся в износе по ширине, наступает при вспашке примерно 24,5...29,5га и соответствует потере линейного размера по толщине примерно около 4,5мм независимо от варианта восстановления. Для надежности проведения эксперимента принимаем износ 3,5мм.

(Нужно отметить, что наработка восстановленных лемехов превышает ресурс лемехов заводского исполнения примерно в 2 раза).

Как следует из графиков (рисунок 2 а,б,в) предельное состояние достигается за неодинаковую наработку лемехов, восстановленных по различным технологическим вариантам, хотя наплавочные материалы и параметры режима для всех приемов остаются неизменными. В свою очередь это говорит о влиянии технологических приемов на ресурс реставрированного лемеха.

Таким образом, анализ технологий двухслойной наплавки показывает, что эти приемы, возможно, использовать при устранении лучевидного износа остовов составных лемехов, а также предупреждение его появления. При этом ресурс восстановленной детали может колебаться от 27 до 55га соответственно технологическим вариантам.

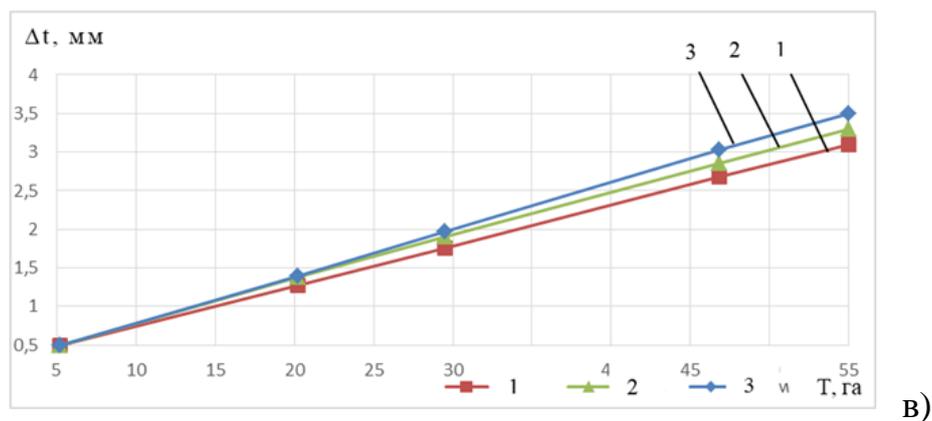
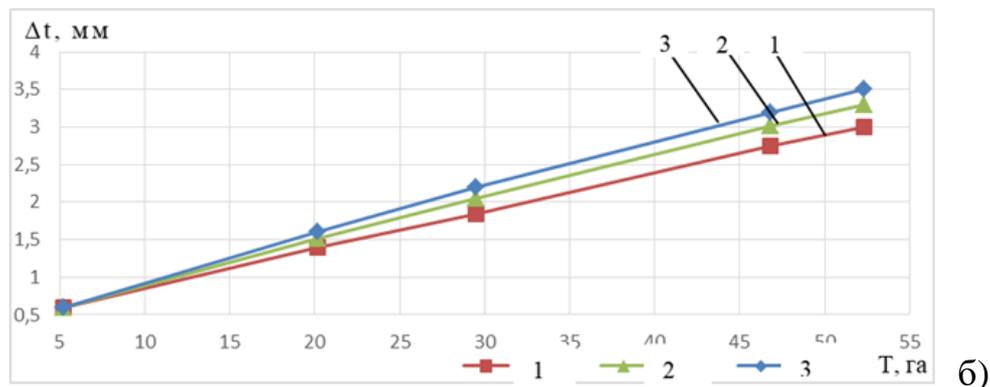
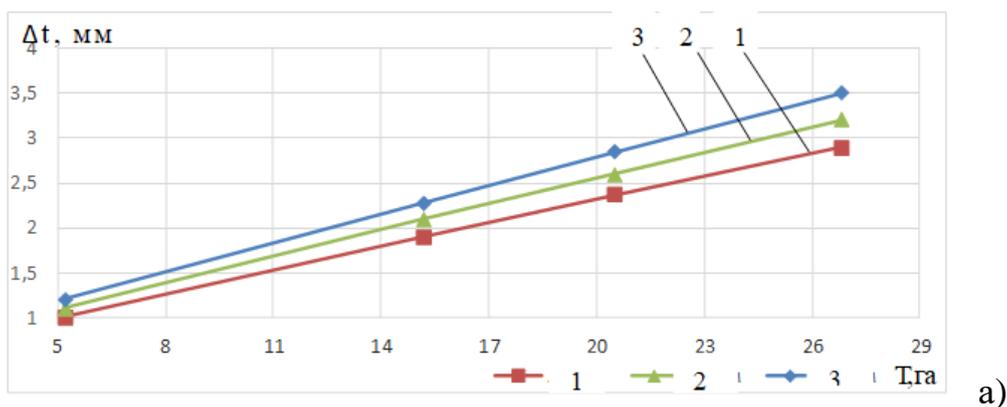


Рисунок 2 – Изменение износа по толщине наплавленной области (Δt) в зависимости от наработки (1-сечение 1-1; 2-сечение 2-2; 3-сечение 3-3); (а-однослойная Э-42, б-двухслойная 1 слой Э-42, 2 слой Т-590, в-однослойная Т-590)

Выводы.

1. Техника наплавки двухслойных покрытий с высокой твердостью поверхности при восстановлении деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий оказывает существенное влияние на их стойкость к абразивному изнашиванию.

2. Повышение износостойкости зависит от термического режима формирования слоев.

3. Максимальное значение износостойкости достигается, когда наплавка и первого и второго слоев сопровождается остыванием каждого валика перед нанесением последующего.

Литература

1 Михальченков А.М., Тюрева А.А., Козарез И.В., Комогорцев В.Ф. Способ восстановления и упрочнения плужных лемехов устранением лучевидного износа двухслойной наплавкой // Патент на изобретение RUS2370351 10.04.2008.

2 Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. - 2017. - № 10. - С. 34-35.

3 Михальченков А.М., Михальченкова М.А., Орехова Г.В. Изменение механических свойств абразивостойкой системы основной металл – двухслойное покрытие при наплавке порошковой проволокой с учетом времени между нанесением валиков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2015. - №5. – С. 28-33.

4 Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

5 Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин: дисс. ... док. техн. наук / В.С.Новиков. – М., 2008. – 348 с.

6 Коробов Ю.С., Филиппов М.А., Макаров А.В., Верхорубов В.С., Нежежин С.В., Кашфуллин А.М. Стойкость наплавленных слоёв и напыленных покрытий со структурой метастабильного аустенита против абразивного и адгезионного изнашивания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2015. - Т. 17. - № 2. - С. 224-230.

7 Ерохин М. Н., Новиков В.С., Сабуркин. Выбор марки стали для лемеха плуга // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – №1. – С. 5 – 8.

УДК 631.36:65.015.14

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХРОНОМЕТРАЖНЫХ ЗАМЕРОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ МОБИЛЬНОГО КОРМОЦЕХА

аспирант Михайличенко С.М.,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

COMPARATIVE ANALYSIS OF CHRONOMETRY MEASUREMENTS AND MODELING THE WORK OF MOBILE TMR MIXER

Grand Ph.D. in Technical Sc., Kupreenko A.I., Ph.D. in Economic Sc.,

Isaev KH.M., postgraduate student, Mikhaylichenko S.M.

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Представлены методика проведения и результаты хронометражных замеров рабочего цикла мобильного кормоцеха. Полученные значения использовались при моделировании в программе, составленной на основании разработанной методики для определения вероятностного времени кормления животных мобильным кормоцехом на фермах КРС. По результатам исследования прогнозируемое время составило 92,3 % от фактического, что подтверждает адекватность предлагаемой методики.

Annotation. *The procedure and results of chronometry measurements of a mobile TMR mixer working cycle are represented. The obtained values were used for modeling in the program based on the developed method to determine the probabilistic feeding time of animals with a mobile TMR mixer in cattle farms. According to research results, the predicted feeding time was 92.3 % of the actual one, which confirms the adequacy of the proposed method.*

Ключевые слова: кормление КРС, время кормления, мобильный кормоцех, теория графов, хронометраж, моделирование

Key words: *feeding cattle, feeding time, mobile TMR mixer, graph theory, chronometry, modeling*

Введение

Для реализации технологии кормления крупного рогатого скота полнорационными кормосмесями разработаны и выпускаются универсальные транспортно-технологические комплексы, называемые измельчителями-смесителями-раздатчиками кормов или мобильными кормоцехами [1]. Одной из задач, решаемых при приобретении сельскохозяйственным предприятием мобильного кормоцеха, является определение вероятностного времени одного кормления всего поголовья животных на ферме [2]. С этой целью была разработана методика, основанная на теории графов [3,4]. Также было получено общее решение для разного количества компонентов в кормосмеси, что позволяет при расчетах использовать ЭВМ и сводит все решение к вводу исходных данных.

Целью исследования является проверка адекватности предложенной методики путем сравнения результатов хронометражных замеров и моделирования работы мобильного кормоцеха.

Методика проведения исследований

Опыты проводились на молочно-товарной ферме СПК-Агрофирма «Культура» в поселке Добрунь Брянской области. Для кормления животных использовался мобильный кормоцех Storti Husky MT 90 с тремя горизонтальными шнеками, агрегируемый с трактором Беларус 1221 (рисунок 1).

Время загрузки кормов определялось путем видеосъемки процесса; производительность линии загрузки определялась путем деления массы загружаемых компонентов на зафиксированное время их загрузки;

расстояния и время переездов определялись путем записи пройденного маршрута в мобильном приложении Strava (рисунок 2), здесь же дополнительно сверялась продолжительность загрузки компонентов по времени простоев;



Рисунок 1 - Мобильный кормоцех Storti Husky MT 90

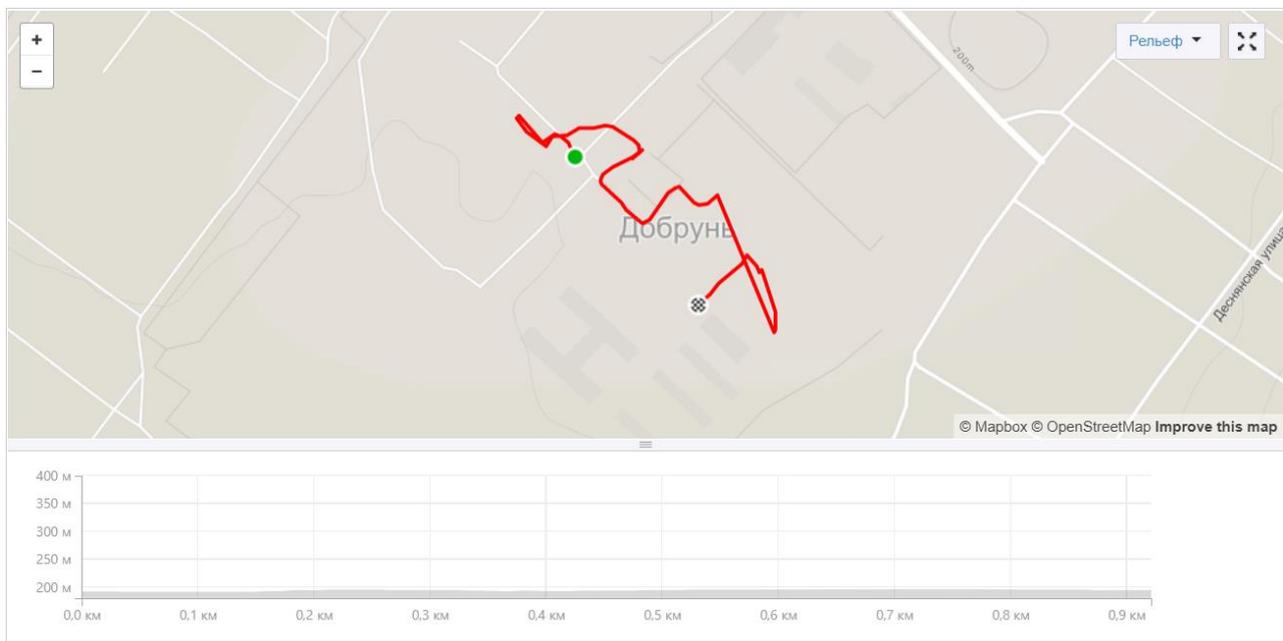


Рисунок 2 - Записанный трек маршрута в мобильном приложении Strava

длина одного кормоместа определялась как отношение общей длины кормового стола к количеству размещенных вдоль него животных;

разовая норма выдачи кормосмеси на одну голову определялась как отношение общей массы кормосмеси в бункере к количеству обслуживаемых животных;

поскольку необходимый для работы мобильного приложения сигнал GPS в коровнике отсутствовал, длина кормового стола определялась по времени раздачи, которое фиксировалось в процессе видеосъемки, и скорости движения трактора, которая была постоянной и составляла 2 км/ч согласно информации, отображаемой на мониторе трактора;

поскольку в предложенной методике скорость движения груженого мобильного кормоцепа принята постоянной, а на практике она изменяется в широких пределах для разных переездов, то значения расстояний переездов заносились в виде эквивалентов: максимальная зафиксированная скорость груженого мобильного кормоцепа при переездах составила 9 км/ч; в остальных случаях при меньшей зафиксированной скорости расстояние для ввода данных вычислялось как произведение затраченного на переезд времени и максимальной скорости движения (9 км/ч).

Результаты исследований

Результаты хронометражных замеров приводятся ниже:

1) загрузка муки в кормоцепа из башенного бункера (422 кг за 01 мин 55 с): $Q = 13,2$ т/ч;

2) переезд из кормоцепа (20 м за 00 мин 35 с): $V = 0,57$ м/с = 2,06 км/ч;

3) загрузка концентратов (3 компонента) из кормоцепа трактором с ковшом (298 кг за 04 мин 30 с): $Q = 3,97$ т/ч;

4) переезд до силосной траншеи (150 м за 00 мин 59 с): $V = 2,5$ м/с = 9 км/ч;

5) загрузка силоса из траншеи трактором с ковшом (3032 кг за 06 мин 38 с): $Q = 27,43$ т/ч (рисунок 3);



Рисунок 3 - Загрузка силоса (слева) и мелассы (справа) 6) переезд до хранилища с мелассой (200 м за 02 мин 03 с): $V = 1,63 \text{ м/с} = 5,85 \text{ км/ч}$; 7) загрузка мелассы (156 кг за 01 мин 16 с): $Q = 7,39 \text{ т/ч}$ (рисунок 3); 8) переезд до коровника (230 м за 01 мин 52 с): $V = 2,05 \text{ м/с} = 7,4 \text{ км/ч}$; 9) раздача кормосмеси: (01 мин 43 с при $V = 2 \text{ км/ч} = 0,56 \text{ м/с}$): вдоль кормового стола длиной 57 м размещено 90 животных $\rightarrow m_p = 3908 \text{ кг} / 90 \text{ гол} = 43,42 \text{ кг/гол}$, $l_k = 57 \text{ м} / 90 \text{ гол} = 0,63 \text{ м} / \text{гол}$.

По результатам хронометража продолжительность одного цикла кормления составила 0,39 ч.

Результаты моделирования

При моделировании использовались следующие параметры (рисунок 4):

- грузоподъемность мобильного кормоцепа $G_k = 3908 \text{ кг}$ (численно равна массе загруженных компонентов рациона);
- количество компонентов в кормосмеси $x = 4$;
- время ежесменного технического обслуживания (ЕТО) мобильного кормоцепа $T_{\text{ЕТО}} = 0,00001 \text{ ч}$ (поскольку в составленной программе деление на “0” невозможно, было выбрано приближенное к нулю значение);
- количество обслуживаемых животных (за один цикл) $N_{\text{гол}} = 90 \text{ голов}$;
- скорость груженого мобильного кормоцепа и скорость при раздаче соответственно $V_T = 9 \text{ км/ч}$ и $V_p = 2 \text{ км/ч}$;

- производительность при загрузке муки, концентратов, силоса и мелассы соответственно $Q_1 = 13,2$ т/ч, $Q_2 = 3,97$ т/ч, $Q_3 = 27,43$ т/ч и $Q_4 = 7,39$ т/ч;
- массовые доли этих компонентов в кормосмеси соответственно $m_1 = 0,108$, $m_2 = 0,076$, $m_3 = 0,776$ и $m_4 = 0,04$;
- эквивалентные расстояния переездов в пересчете на движение со скоростью 9 км/ч: *кормоцех* → *улица* $L_2 = 87,5$ м (расстояние переезда от места стоянки к месту загрузки первого компонента $L_1 = 0$), *улица* → *траншея* $L_3 = 150$ м, *траншея* → *меласса* $L_4 = 307,5$ м, *меласса* → *коровник* $L_{\Pi} = 280$ м;
- разовая норма выдачи на одну голову $m_p = 43,42$ кг;
- длина одного кормоместа $l_k = 0,63$ м;
- время разворота для раздачи второму ряду $T_{\Pi} = 0,000001$ ч;
- коэффициент, учитывающий потери циклового времени $k_{\text{ц}} = 1$;
- за среднее время наработки на технологическое нарушение, устранения технологического нарушения, наработки на технический отказ и устранения технического отказа были приняты следующие значения: соответственно $T_{\text{ТН}} = 10$ ч, $T_{\text{УТН}} = 0,2$ ч, $T_{\text{ТО}} = 250$ ч и $T_{\text{УТО}} = 5$ ч (результаты моделирования процесса приготовления и раздачи кормов мобильным кормоцехом на фермах КРС показали, что данные параметры не оказывают существенного влияния на общее вероятностное время кормления животных).

грузоподъемность раздатчика, кг	Гк	3908	расст. от последнего хранил. до коровника, км	Lп	0,280
количество компонентов в кормосмеси	X	4	скорость движения при раздаче, км/ч	Vp	2
время ЕТО раздатчика, ч	Tето	0,000001	раз. норма выдачи кормосмеси на 1 гол., кг	mp	43,422222
скорость порожнего раздатчика, км/ч	Vп	12	грузоподъемность раздатчика, кг	Гк	3908
скорость груженого раздатчика, км/ч	Vг	9	длина одного кормоместа, км	lk	0,00063333
расст. от коровника до хранилища № 1., км	L1	0,000001	время разворота раздатчика, ч	Tп	0,000001
производ. погрузчика для компонента № 1, т/ч	Q1	13,2	сред. наработка на технол. нарушение, ч	Tгн	5
масса загружаемого компонента № 1, т	M1	0,422064	ср. время устранения технол. нарушения, ч	Tутн	0,2
расст. от хранил. № 1 до хранил. № 2, км	L2	0,0875	сред. наработка на технич. отказ, ч	Tто	250
производ. погрузчика для компонента № 2, т/ч	Q2	3,97	ср. время устранения технич. отказа, ч	Tуто	5
масса загружаемого компонента № 2, т	M2	0,297008	коэффициент, учитывающий потери цикл. врем	kц	1
расст. от хранил. № 2 до хранил. № 3, км	L3	0,150			
производ. погрузчика для компонента № 3, т/ч	Q3	27,43	массовая доля компонента № 1 в рационе	m1	0,108
масса загружаемого компонента № 3, т	M3	3,032608	массовая доля компонента № 2 в рационе	m2	0,076
расст. от хранил. № 3 до хранил. № 4, км	L4	0,3075	массовая доля компонента № 3 в рационе	m3	0,776
производ. погрузчика для компонента № 4, т/ч	Q4	7,39	массовая доля компонента № 4 в рационе	m4	0,04
масса загружаемого компонента № 4, т	M4	0,15632	массовая доля компонента № 5 в рационе	m5	

Рисунок 4 - Фрагмент реализованной в MS Excel математической модели

По результатам моделирования (рисунок 5) при вероятности нахождения мобильного кормоцепа в состоянии раздачи корма $P_{52} = 0,079$ значение вероятностного времени кормления $T_{см}$ составило 0,36 ч (-7,7 % по сравнению с фактическим временем кормления).

P_1	0,00000	P_{51}	0,08596	$T_{см}, ч$	0,36
P_2	0,08918	P_{52}	0,07915	$N, коров$	90
P_3	0,02712	P_{53}	0,00001	$пк, шт$	0,18
P_4	0,20774	P_{54}	0,00590	$[T_{см}], ч$	2
P_5	0,04628	P_{55}	0,00295	$пц, циклов$	1,00
P_6	0,30348			$Q_{см}, т/ч$	10,85
P_7	0,09379				
P_8	0,05845				

Рисунок 5 - Результаты моделирования в MS Excel

Выводы

Адекватность предложенной методики для определения вероятностного времени кормления животных мобильным кормоцехом на фермах КРС подтверждается результатами хронометражных замеров и проведенным моделированием в программе MS Excel. Исследование показало, что прогнозируемое время кормления составило 92,3 % от фактического.

Использование данного подхода на практике позволит осуществить обоснованный выбор соответствующей техники для кормления, повысить возможности ответственного персонала при организации работ.

Литература

1. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Исаханян А.В. Определение эксплуатационных показателей мобильных кормоцехов // Вестник МГАУ им. В.П. Горячкина. 2012. № 5. С. 25–27.
2. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Полянская А.И. Определение времени одного кормления мобильным смесителем-раздатчиком // Вестник НГАУ. 2014. № 1 (30). С. 104–107.
3. Купреенко А.И. Разработка метода оптимизации энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов: дис. ... д-ра техн. наук. Рязань, 2006. 436 с.
4. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Ефименко С.В. К обоснованию выбора мобильного кормоцепа для молочных ферм // Вестник ВНИИМЖ. 2010. Т. 21, № 2. С. 198–117.

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

УДК 614.8.01

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В ДЕТСКИХ САДАХ (НА ПРИМЕРЕ ДС «СВЕТЛЯЧОК»)

к.т.н. Панова Т.В., к.т.н. Панов М.В.

Лихварь И.С., Финогорова Т.Н.,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

TECHNOSPHERE SAFETY MANAGEMENT IN MBPE " SVETLYACHOK "

Ph.D. Panova T.V., Ph.D. Panov M.V. Lihvar I.S., Finogenova T.N.

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Рассмотрены мероприятия по обеспечению комплексной безопасности в МБДОУ ДС №116 «Светлячок», в частности, обеспечение антитеррористической безопасности, пожарной безопасности и безопасности технологических процессов при организации питания воспитанников МБДОУ ДС №116, представлен, разработанный для МБДОУ ДС №116 «Светлячок», план эвакуации.

Annotation. Considered measures to ensure integrated security in MBDOU DS № 116 "Firefly", in particular, ensuring anti-terrorism security, fire safety and safety of technological processes in catering for students MBDOU DS № 116, presented, developed for MBDOU DS № 116 "Svetlyachok" plan evacuation.

Ключевые слова: техносферная безопасность, пожарная безопасность, обеспечение безопасности.

Key words: technosphere safety, fire safety, safety assurance.

Постановка цели

Целью обеспечения комплексной безопасности в детских садах является создание безопасных условий при организации воспитательного и образовательного процесса, сохранение жизни и здоровья воспитанников и сотрудников во время их пребывания в учреждении.

Комплексная безопасность включает следующие мероприятия: - обеспечение антитеррористической безопасности; - обеспечение пожарной безопасности; - мероприятия по охране труда и технике безопасности; - мероприятия по гражданской обороне; - осуществление питания воспитанников, обеспечение медицинского обслуживания; обеспечение безопасности технологических процессов; - обеспечение санитарно-гигиенических условий; - обеспечение информационной безопасности; - обеспечение экологической безопасности.

Реализация мероприятий

Рассмотрим несколько, мероприятий, направленных на обеспечение комплексной безопасности, в частности, обеспечение антитеррористической безопасности, пожарной безопасности и безопасности технологических процессов при организации питания воспитанников на примере МБДОУ ДС №116.

Обеспечение безопасности в детском саду обусловлено наличием пожарной сигнализации и противопожарного оборудования, наличием тревожной кнопки, соответствием мебели, игрового, физкультурного и учебного оборудования, а так же постоянным соблюдением инструкций, описывающих охрану жизни и здоровья детей.

С сотрудниками детского сада регулярно проводятся соответствующие инструктажи, в частности инструктажи по охране труда, по пожарной безопасности, по электробезопасности, а так же по повышению антитеррористической безопасности и др. Проводится ежедневный контроль ответственными лицами за содержанием в надлежащем порядке здания и территории детского сада.

Проверяются эвакуационные пути и запасные выходы из помещения.

Разработаны инструкции, памятки по антитеррору для сотрудников, сторожей, родителей.

Воспитатели детского сада производят ежедневный осмотр территории прогулочных участков, чтобы обеспечить безопасность жизни и здоровья детей во время прогулок.

Пожарная безопасность в детском саду регламентирована пакетом документов, а именно:

- декларации противопожарной безопасности по классу здания для детских садов;
- рекламации о запрете курения на территории детского сада;
- документы о проверках автоматической пожарной защиты и средств пожаротушения;
- журнал для регистрации обучения.

Весь персонал детского сада, начиная заведующей и заканчивая техническими работниками, проходят инструктаж в МБДОУ ДС №116 для сотрудников, факт которого заносится в журнал и подтверждается личной подписью.

Инструкция по пожарной безопасности в ДОУ по новым правилам предполагает следующие мероприятия:

- контроль состояния кровли и путей эвакуации, включая лестничные маршруты – не реже 1 раза в год;
- так как лестницы используются детьми, высота перил не должна превышать 1,2 метра;
- чердаки и подвалы зданий не должны использоваться в качестве мастерских и складов;
- модели огнетушителей должны соответствовать площади помещения, и проходить регулярные проверки и перезарядки;
- стенды с материалами по эвакуации должны иметь флуоресцентное исполнение.

Безопасность детского сада в целом зависит от качества, простоты и надежности всей выстроенной системы. План эвакуации первого и второго этажей представленный на рисунке 1 является элементом этой системы.



Рисунок 1 - План эвакуации 1 этажа МБДОУ ДС №116 «Светлячок»



ПЛАН ЭВАКУАЦИИ

МБДОУ ДС №116
ул. Чернышевского д.56а
2 этаж

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий МБДОУ №116

_____ 2019 г.

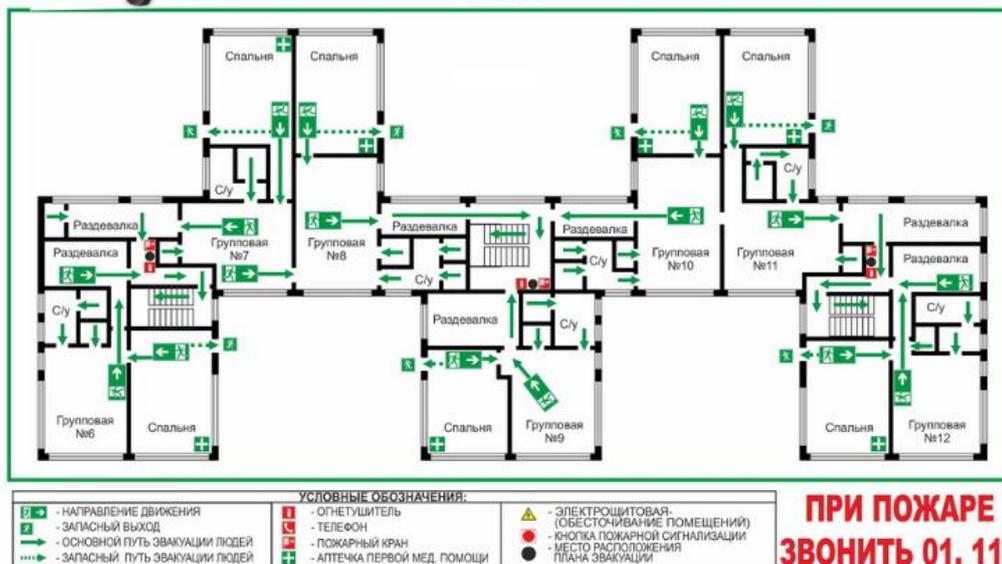


Рисунок 1 - План эвакуации 2 этажа МБДОУ ДС №116 «Светлячок»

Так же, в дошкольном образовательном учреждении очень важным является правильная организация качественного питания детей. Основным фактором при этом является четкая организация работы персонала пищеблока (кухни) детского сада и безопасные условия выполнения работ при приготовлении пищи.

Наиболее объективным критерием оценки состояния условий труда являются показатели профессиональной заболеваемости работающих, формирующейся под непосредственным влиянием на них неблагоприятных производственных факторов.

Возникновение острых профессиональных заболеваний, прежде всего, обусловлено нарушениями требований охраны труда (51,2%), несовершенством и нерациональным оборудованием рабочих мест (6,3%), аварийными ситуациями (4,6%). В структуре заболеваемости при производстве и переработке продукции большее количество дней нетрудоспособности приходится на болезни органов дыхания, опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, кожи и подкожной клетчатки. Профессио-

нальные болезни возникают в результате воздействия на организм неблагоприятных факторов производственной среды [3].

Выводы

Для предупреждения случаев травмирования работников в МБДОУ ДС №116 разработаны инструкции по охране труда на пищеблоке МБДОУ ДС для каждого работника отдельно и при выполнении работ.

Работниками пищеблока детского сада четко соблюдаются инструкции по охране труда на пищеблоке МБДОУ ДС, правила гигиены труда и санитарии, режим работы, правила пожарной и электробезопасности при работе с технологическим оборудованием.

Литература

1. Агеенко Л.В., Панова Т.В., Управление охраной труда в организации. Методические указания к практической работе. - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 –20 с.
2. Лумисте Е.Г., Панова Т.В. Анализ и проектирование условий труда. Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2010. № 1 (9). С. 157-160.
3. Лумисте Е.Г., Панова Т.В. Классификация огнезащитных тканевых материалов и их свойства. Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. Сборник научных работ. Выпуск 2 - Брянск.: Издательство ООО «Дизайн-Принт», 2012. - 60 с.
4. Панова Т.В., Ляхова Л.А. Организационно-экономическое обеспечение безопасности труда. – Брянск: Брянский ГАУ, 2015 г. – 108 с.

УДК 504.75:632.95(571.150)

ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ

*к.с.-х.н. Медведева Ж.В., к.т.н. Белокуренько С.А., к.в.н. Дорохова Н.Д.,
к.с.-х.н. Кобцева Л.В.,*

Алтайский государственный аграрный университет, Россия

THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE USE OF PESTICIDES AND AGROCHEMICALS

*Candidate of Agricultural Sciences Medvedeva J.V., Ph.D. Belokurenko S.A.,
Ph.D. Dorokhova N.D., Ph.D. Kobtseva L.V.*

Altai State Agrarian University, Russia

Аннотация. Проблема применения пестицидов и агрохимикатов в сельскохозяйственном производстве, заключается в том, что с одной стороны, существует необходимость проведения работ по химизации земель для повышения урожайности, а с другой, не позволяет в настоящее время обеспечить сохранение и защиту окружающей среды. Удобрения вно-

сятся при посеве либо вместе с семенами, либо отдельно, в зависимости от условий и дозы. При появлении всходов применяют дифференцированную подкормку растений с учетом их листовой диагностики. При этом пестициды могут вызывать различные изменения в состоянии экологии окружающей среды и здоровья человека от острого отравления до хронических заболеваний.

***Annotation.** The problem of the use of pesticides and agrochemicals in agricultural production, is that on the one hand, there is a need for work on the chemization of land to increase yields, and on the other, does not currently ensure the preservation and protection of the environment. Fertilizers are introduced when sowing either with seeds or separately, depending on the conditions and dose. When shoots appear, apply a differentiated feeding plants based on their leaf diagnosis. At the same time, pesticides can cause various changes in the state of the environment and human health from acute poisoning to chronic diseases.*

Ключевые слова: пестициды, агрохимикаты, окружающая среда, здоровье.

Key words: pesticides, agrochemicals, environment, health.

Введение

Для агропромышленного производства в настоящее время остаются актуальными вопросы повышения урожайности культур, улучшения условий труда, снижения травматизма и заболеваемости, а также уменьшения вредного воздействия на почву и окружающую среду токсичных компонентов, используемых для защиты растений. Химический способ в последнее десятилетие стал основным экономически обоснованным средством защиты растений во всем мире. По оценкам ученых и специалистов потери культур от вредных объектов составляют 80-105 млн. тонн в переводе на зерновые единицы.

Ассортимент пестицидов, разрешенных к применению в России, насчитывает более 1200 препаратов различного назначения: 670 гербицидов, 303 инсектицида и 365 фунгицидов [3]. Как биологически активные вещества пестициды и агрохимикаты при применении могут представлять опасность для здоровья работающих, т.е. вызывать острые и хронические отравления (заболевания), обусловленные как общетоксическим действием пестицидов, так и способностью вызывать специфические и отдаленные эффекты. По данным Международной организации труда (МОТ), в мире к числу наиболее опасных отраслей для здоровья работников относится сельское хозяйство, в котором занято почти 1,3 млрд человек, при этом погибает каждый год до 170 тыс. сельскохозяйственных рабочих в результате аварий, травм, связанных с сельскохозяй-

ственными механизмами, отравлений пестицидами и другими химическими веществами.

Цель исследования — изучение экологической безопасности при использовании пестицидов и агрохимикатов в сельскохозяйственном производстве.

Раскрытие цели

Данные международной организации Business Stat свидетельствуют о том, что в период с 2014 по 2019 годы объем использования пестицидов в мире будет расти в среднем на 6,2 % в год.

Данная ситуация обусловлена сокращением площади пахотных земель, быстрым ростом населения планеты и требованиями к повышению урожайности. Не стал исключением и Алтайский край.

Алтайский край характеризуется резко континентальным климатом, жарким, но коротким летом, холодной малоснежной зимой с сильными ветрами и метелями, поздними весенними и ранними осенними заморозками, нередко в вегетационный период. На территории края имеются более 20 типов и подтипов почв, характеризующихся большей частью неустойчивым увлажнением с количеством солнечного тепла в 2-3 раза большим, чем требуется на испарение всех выпавших за год осадков. Режим увлажнения меняется с запада на восток от засушливого до более увлажненного. Высокая температура в середине лета, небольшое количество осадков, малая влажность воздуха, жаркий, сухой ветер губительно действуют на сельскохозяйственные культуры.

На территории края выделяется 7 природно-экономических зон, которые можно объединить в 3 укрупненных согласно агроклиматическому районированию СФО.

Так, на равнинных территориях Западной Кулунды преобладают легкосуглинистые почвы с содержанием гумуса 2,8-3,8% при годовом количестве осадков в среднем 290-350 мм. В Центральной группе районов наиболее распространены среднесуглинистые почвы с содержанием гумуса 3,8-5,1% при количестве осадков 337-411 мм. А в Восточной группе районов – средне- и тяжело-

суглинистые черноземы с содержанием гумуса 5,1-6,9% при количестве осадков 481-587 мм.

Значительная часть земель в крае подвержена эрозионным процессам. Так, в Западной и Восточной Кулунде ветровая эрозия распространена на 88-97% площади пашни. А в Приалейской и Приобской зонах развивается водная эрозия на 31-58% площадей [1, 2].

По данным ФГУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Алтайскому краю на химическую обработку ежегодно расходуется около 700 тонн пестицидов, основной процент (80 %), составляют гербициды, 20 % – инсектициды и фунгициды.

Для повышения урожайности зерновых культур и качества зерна в Алтайском крае стало необходимым внедрение зональных ресурсосберегающих технологий.

При внедрении технологий сберегающего земледелия огромную роль играет планирование. Особенно это касается внесения удобрений, ведь уровень минерального питания оказывает существенное влияние на показатели качества зерна.

По существующим методикам расчет доз внесения удобрений проводится с учетом почвенных условий и прогнозируемой урожайности, которую достоверно определить достаточно сложно.

Наиболее правильным, на наш взгляд, является подход к определению доз внесения минеральных удобрений по выносу элементов питания с предшествующим урожаем на поле.

Сама схема расчета количества удобрений достаточно проста, фермеры Канады и США пользуются этим способом уже много лет. Если в этом году на поле был получен урожай в 20 ц/га и вынос азота составил, скажем, 150 кг в физическом весе, значит, фермер должен компенсировать этот вынос и внести азот в почву при следующей посевной.

Удобрения вносятся при посеве либо вместе с семенами, либо отдельно, в зависимости от условий и дозы. При появлении всходов применяют

дифференцированную подкормку растений с учетом их листовой диагностики. Эту операцию выполняют с использованием спутниковой навигации и электронных систем дозирования удобрений через форсунки при движении агрегата по полю (рядкам посева). Т.е. удобрения в требуемой дозе доставляются конкретным растениям, в зависимости от их состояния на конкретных участках поля.

Это позволяет заранее планировать количество удобрений, значительно экономить на них, при этом эффективность применения удобрений возрастает, повышается урожай и качество зерна.

Дополнительного внесения азота требует и такой агротехнический прием, как оставление на полях соломы зерновых культур, так как при ее разложении микроорганизмы связывают минеральный азот почвы, выступая конкурентами растений. Доза азота в этом случае устанавливается из расчета 10 кг азота на 1 т внесенной соломы.

К сожалению, в Алтайском крае этот фактор поддержания и улучшения плодородия почв, повышения урожайности и качества зерна почти не используется. Так, например, в 2011 г. в крае внесено в среднем 3,2 кг д.в./га минеральных удобрений и 0,2 т/га органических удобрений. Но положение уже начинает меняться в лучшую сторону.

Также, обеспеченность почв края микроэлементами (цинк, медь, кобальт, марганец и т.д.) в 3-4 раза ниже нормы. Но вносить нужно не моноудобрения, а комплексные. Поэтому переход на технологии берегающего земледелия (особенно это касается прямого посева) должен сопровождаться комплексным применением минеральных удобрений и средств защиты растений [2, 3].

Жидкие комплексные минеральные удобрения в системе прямого посева уже показали себя как наиболее эффективный и полностью усвояемый растениями питательный материал, в котором предельно сбалансированы все важные минералы и микроэлементы, доступные растениям на начальном периоде вегетации [2, 3].

Вопросы безопасности при применении наземной аппаратуры для внесения пестицидов и агрохимикатов регулируются пунктами 8.1 – 8.14 СанПиН 1.2.2584-10.

Растворный узел оборудуют средствами механизированного приготовления и подачи раствора пестицидов теплицы и автоматического поддержания заданной концентрации. Техническое состояние растворного узла должно соответствовать требованиям безопасности. Магистральные трубопроводы для подачи растворов пестицидов в теплицы должны быть стационарными, располагаться в соединительном коридоре и по центральным проходам, а на вводе в теплицу оборудуются манометрами и вентиляторами. Вся аппаратура узла, в том числе система подачи и слива растворов, систематически проверяется и регулируется, её ремонт возможен только после полного обезвреживания.

Обработки с использованием вентиляторных и штанговых тракторных опрыскивателей должны проводиться в ранние утренние или вечерние часы при скорости ветра не более 4 м/с, относительной влажности воздуха не менее 40 и не более 80% и при температуре воздуха, указанной в рекомендациях по применению конкретных препаратов. Инструментальный контроль метеорологических условий (измерение температуры, влажности воздуха и скорости движения ветра) производится исполнителями перед началом работ. При внесении пестицидов и агрохимикатов лица, работающие с ранцевой аппаратурой, не должны находиться относительно друг друга с подветренной стороны, с целью исключения попадания их в зону опрыскивания.

Приготовление растворов должно производиться в мешалках, рассчитанных на работу в агрессивных средах. Составляющие растворы загружаются в мешалку через герметичную камеру, установленную на мешалке. Мешалка для приготовления растворов и растворочное устройство пестицидов должны размещаться в отдельном помещении, оснащённых вентиляцией.

У рабочих со стажем более 10 лет в результате воздействия пестицидов во время протравливания семян, сева протравленного зерна, опрыскивания

растений в картине хронической интоксикации могут отмечаться, особенно при нарушении регламентов применения и требований безопасности, астенический синдром, токсическая энцефалопатия, нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы, поражения пищеварительного тракта, аллергодерматозы. Практически у всех лиц, контактирующих с пестицидами отмечаются изменения клеточного и гуморального иммунитета, обострения хронических заболеваний.

В условиях недостаточной оснащенности предприятий АПК высокими технологиями и современным оборудованием комплексным методом защиты от воздействия вредных и опасных производственных факторов на предприятиях АПК являются средства индивидуальной защиты.

Работникам растениеводства при работе с пестицидами рекомендуется применять средства защиты органов дыхания (респираторы, противогазы), полимерные перчатки и обувь, а также специальную одежду с защитными накладками. Обеспеченность средствами индивидуальной защиты от воздействия токсичных веществ – не более 41 %. За время эксплуатации защитные свойства СИЗ снижаются на 47% от механических воздействий; 8,5% - химических факторов; 44,5% - из комплексного воздействия.

Средства индивидуальной защиты разрабатываются в соответствии с требованиями ГОСТ 15.004-88, который предполагает проведение испытаний изделий. В процессе испытаний оценивается конструкция, материалы, защитные показатели и другие свойства изделий. Некоторые показатели первоначально определяют в лабораторных условиях – физико-механические и защитные свойства материалов, что позволяет отрабатывать опытные варианты СИЗ.

Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 02.03.2010 N 17 утверждены Санитарные правила и нормативы (СанПиН 1.2.2584-10), определяющие требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. Данные правила являются обязательными для ис-

полнения всеми гражданами и юридическими лицами, применяющими пестициды и агрохимикаты (п.1.2).

За нарушение правил применения и иного обращения с пестицидами и агрохимикатами статьей 8.3 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (далее КоАП РФ) предусмотрена административная ответственность в виде наложения административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи до двух тысяч рублей; на должностных лиц – от двух тысяч до пяти тысяч рублей; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, – от двух тысяч до пяти тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток; на юридических лиц – от десяти тысяч до ста тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток.

Кроме того, нарушения требований безопасности при проведении работ с пестицидами и агрохимикатами может повлечь применение мер уголовной ответственности.

Выводы

1 Безопасность применения пестицидов и агрохимикатов обеспечивается соблюдением установленных регламентов и правил применения пестицидов и агрохимикатов, исключая их негативное воздействие на здоровье людей и окружающую среду.

2 Для решения вопросов экологической безопасности процесса распыления пестицидов и для снижения заболеваемости работников необходимо разработать методики проведения стендовых и полевых испытаний распылительных устройств опрыскивательных систем, наиболее часто используемых в сельском хозяйстве.

Литература

1. Антонова О.И, Черенков О.А., Ельчищев А.А. Эффективность гербицидов и БАВ на разных фонах удобренности и сроках сева льна межеумка (статья), - Производные хитозана и стимуляторы роста в сельском хозяйстве: мат. VI Междунар. науч.-практ. конф. – Бийск: Изд-во АГТУ, 2010. – С. 66-71.

2. Беляев В.И. Соколова Л.В. Влияние нормы высева семян и дозы внесения удобрения на урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях Алтайского приобья //Вестник Алтайского аграрного университета.- 2018.-№ 9- С.10-23

3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории РФ.- М.: Изд-во «Союз», 2008.- 552с.
4. Задорожный О.Г. Суторихин И.А. Природопользование при применении пестицидов в сельском хозяйстве Алтайского края. / Ползуновский весник - 2005 - №4 –С. 142-147.
5. Кобцева Л.В., Белокурченко С.А., Дорохова Н.Д., Медведева Ж.В. Состояние условий и охраны труда в Алтайском крае //Безопасность производства АПК: новые вызовы и перспективы: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции – выставки 25-26 апреля 2013 г.- Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2014.- С.154-159.

УДК 620.95

БИОЭНЕРГЕТИКА, КАК БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

*Кожевин С.А. д.т.н., профессор, Нестерова Н. В.,
Белгородский государственный аграрный университет, Россия*

BIOENERGY, AS SAFETY IN TECHNOSPHERE

*Kozhevina S.A.
Doctor of Technical Sciences, Professor, N. V. Nesterova
Belgorod GAU, Russia*

Аннотация. В представленной статье нами были проанализированы основные аспекты биоэнергетики. Проведен сравнительный анализ различных способов получения энергии из биоконпонентов. Была рассмотрена перспективная схема газификатора, который будет способствовать утилизации биологических отходов, преобразуя их энергию и биогаза.

Annotation. *In the present article we have analyzed the main aspects of bioenergy. A comparative analysis of different ways of obtaining energy from biocomponents is carried out. The perspective scheme of the gasifier which will promote utilization of biological waste, transforming their energy and biogas was considered.*

Ключевые слова: биомасса, переработка, утилизация, биогаз, энергия, биоэнергетика.
Key words: *biomass, processing, utilization, biogas, energy, bioenergy.*

Биомасса-это органические соединения углерода. Энергия биомассы является результатом фотосинтеза под воздействием солнечной радиации, в процессе образования органических веществ и накопления в них химической энергии.

Поток солнечной энергии, преобразованный на Земле посредством фотосинтеза создает порядка 250 кВт·ч на человека, что эквивалентно 250000 крупным атомным электростанциям (вырабатывающих порядка 6 млн. кВт каждая). Для сравнения - электростанции на планете вырабатывают около 0,8 кВт на человека.

Продукты фотосинтеза углеводы, содержащие углерод в соединениях с кислородом и водородом (глюкоза $C_6H_{12}O_6$ или сахароза $C_{12}H_{22}$) в процессе

синтеза с кислородом при сгорании или разложении биомассы высвобождают энергию. При сжигании биомассы в кислороде, теплоотдача достигает порядка 16 МДж/кг или же 4,4 кВт·ч на 1 кг сухого веса [1].

Основными источниками биомассы являются:

- отходы лесозаготовок и деревообработки;
- сахарный тростник;
- зерновые и другие культуры;
- отходы животноводства (навоз, биомасса);
- городские отходы, мусор (твердые бытовые отходы).

Переработка биомассы, связанная с извлечением энергии, осуществляется термохимическим, биохимическим и агрохимическим методами. Термохимическими методами являются прямое сжигание и пиролиз, биохимическое-спиртовое брожение и анаэробное сбраживание, агрохимическими методами являются – извлечение топлива конкретно из живых растений (к примеру, добыча каучука).

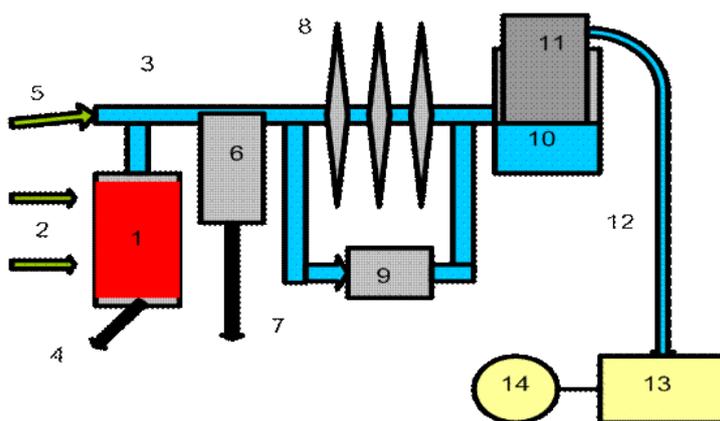
Сжигание биотоплива используется для отопления домов, сушки зерна, электричества и др.

Подготовка и сжигание топлива в обычных, зачастую простых «приборах» неэффективны. Их эффективность, как правило, не превышает 5%. Большие потери из-за недостаточного сгорания абляции тепловым ветром, испарения от открытого котла и др. Процесс может быть улучшен путем улучшения методов приготовления (например, паровые котлы), снижение тепловых потерь (изоляция печей, строительство нагревателей), повышение горючести газов сгорания, внедрение традиционных и надежных методов управления нагревателями. Использование древесного угля, сжатого воздуха позволяет повысить эффективность печей до 50%.

Другими направлениями совершенствования процесса сжигания биотоплива являются внедрение биогазовых печей, внедрение солнечной энергетики.

Древесина широко используется в качестве биотоплива, она может считаться возобновляемым источником энергии только в том случае, если темпы ее роста превышают темпы разрушения.

Пиролиз (сухая перегонка) - это процесс нагрева или частичного сжигания органического сырья для получения производных топлив или химических соединений. Сырая древесина, отходы биомассы, ТБО, уголь. Продукты пиролиза - газы, шины и масла, древесный уголь, зола. Также пиролиз предназначен для крупнейшего производства газообразного топлива и осуществляется в газогенераторах. Поставляемый материал сортируется для уменьшения негорючей примеси, высушивается, измельчается [2]. Схема газогенератора показана на рисунке 1.



1- печь, в которую подается недостающий воздух и частично сжигается; 2-обработанная биомасса; 3-газопровод; 4-выход угля; 5-биогаз из других печей; 6-сепаратор; 7-жидкие производные и летучие соединения (эфир, фенолы, уксусная кислота и др.); 8-сушилки для сельскохозяйственной продукции; 9-отопление и приготовление; 10-газовый баллон; 11-крышка топливного бака; 12-генератор газопровод; 13-двигатель внутреннего сгорания; 14-гальванический генератор.

Рисунок 1 - Схема газификатора

Наиболее распространенный способ управления устройством при температурах ниже 600 °С. При самых высоких температурах его труднее контролировать, но содержание водорода в добываемом газе увеличивается.

Дистилляция проходит в 4 этапа:

- 100-120 °С - материал, подаваемый в газогенератор, опускается и освобождается от влаги;

- 275 °С - выхлопные газы состоят в основном из N₂, СО и СО₂, экстрагируются уксусная кислота и метанол;
- 280-350 °С - реакция начинает излучение испаряющихся химикатов, как эфиры, фенолы, ЕТК;
- более 350 °С - выделяются все виды летучих соединений, при этом образование диоксида углерода и монооксида углерода увеличивает образование водорода и метана СН₄, углеродная фракция хранится в виде древесного угля, смешанного с золой.

Топливо, приобретенное методом пиролиза, наиболее многофункционально, чем экстраординарно, но при этом обладает наименьшей энергией сгорания, наименьшим загрязнением окружающей среды, высоким показателем транспортабельности, лучшей управляемостью при горении.

Твердый остаток, уголь, составляет 25-35% сухой биомассы. Это углерод 75-85%, который имеет теплотворную способность 30 мДж/кг используемого как топливо с контролируемой очищенностью используемой в лаборатории, в индустрии, для стали (вместо кокса).

Жидкий остаток: смолы, уксусная кислота, метанол, ацетон - 30% сухой биомассы. Они используются, как отдельно, так и совместно, выполняя роль топлива с низкой температурой сгорания 22 МДж/кг.

Газы состоят из азота, водорода, метана, двуокиси углерода и окиси углерода. Они накапливаются в газовых баллонах при давлении, близком к атмосферному (не сжимаются), используются в дизельных и карбюраторных двигателях [3].

К другим термохимическим процессам относятся гидрирование и каталитическая реакция между углеродом и окисью углерода. Гидрирование - это процесс нагрева измельченной или переваренной биомассы до 600 °С при давлении около 50 Атм. (5 МПа). Полученные горючие газы метан и этан образуются в процессе сжигания 6 МДж на 1 кг сухого сырья. Гидрирование с введением СО₂ аналогично предыдущему процессу, но нагрев осуществляется в атмосфере с температурой до 400 °С. Добывается синтетическое масло, которое разрешается использовать в качестве топлива. Каталитическая реакция между

H₂ и CO при температуре 330 °С и давлении 15 МПа дает метиловый спирт (метанол) - ядовитую жидкость, которую разрешается использовать в качестве замены бензина с температурой сгорания 23 МДж/ кг [4].

Таким образом, использование биоэнергетики будет способствовать разрешению энергетического кризиса и позволит рационально использовать энергетические ресурсы.

Литература

1. Нестерова, Н.В. Методология анализа риска чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, С.А. Кеменов, Ю.В. Ветрова // Научные механизмы решения проблем инновационного развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. – С. 8-10.
2. Нестерова, Н.В. Системы управления природной, техногенной и социальной безопасностью населения [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Павленко // Символ науки. №1. – 2016 – С.49-51.
3. Нестерова, Н.В. Стадии развития чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, В.Н. Шульженко, С.А. Кеменов // «Научные исследования и разработки в эпоху глобализации». Сборник статей международной научно-практической конференции. г. Волгоград. Ч.3. 2017. – С. 20-23.
4. Нестерова, Н.В. Математическое моделирование состояния безопасности объектов [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Харыбин // Инновационные процессы в научной среде. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-14.

УДК 621.86

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ И БЛОКИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ САМОСВАЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

*инженер Маринина Д.С., ГУ МЧС России по Брянской области
магистранты Шмидт З.В., Сидорович К.А., Сиволоб М.А., Полехина А.М.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

SAFETY AND LOCKING DEVICES FOR DUMPING PLATFORMS

*Engineer Marinina D.S. Bryansk Region Directorate of the EMERCOM of Russia
undergraduates Schmidt Z.V., Sidorovich K.Sivolob MA, Polekhina A.M.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Представлены технические устройства разработанные автором, позволяющие обеспечить безопасность оператора в случае самопроизвольного (аварийного) опускания (падения) грузовой самосвальной платформы и гидроприводом, оказавшего в опасной ситуации, под платформой.

Annotation. The technical devices developed by the author are presented to ensure the safety of the operator in the event of spontaneous (emergency) lowering (falling) of a cargo dumping platform and a hydraulic actuator that turned out to be in a dangerous situation, under the platform.

Ключевые слова: оператор, грузовая самосвальная платформа, гидропривод, гидроцилиндр, опасная ситуация

Keywords: operator, cargo dumping platform, hydraulic actuator, hydraulic cylinder, dangerous situation

Введение

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве применяется более 90% автомобилей – самосвалов с гидравлическим приводом, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с остальными машинами, например быстрая разгрузка сельскохозяйственных грузов. Однако такие автомобили имеют один довольно существенный недостаток, иногда в силу разных причин, в первую очередь из-за нарушения герметичности гидропривода, происходит самопроизвольное (аварийное) опускание (падение) самосвальной грузовой платформы. Исследования показывают, что скорость аварийного падения грузовой платформы составляет менее 1,5 секунд, тогда как скорость реакции оператора составляет от 1 до 2 секунд. Если, в момент падения платформы, оператор оказался под платформой (например выполнял технологические операции на гидроприводе), за время 1,5 секунды он не успевает покинуть опасную зону, тогда в зависимости от положения тела (стоя, согнутое положение) пострадавший получает травму головы, плеч или спины, иногда смертельную.

Для обеспечения технологического процесса оператор вынужден находиться в опасной зоне, так как работы по обслуживанию и ремонту гидравлического опрокидывающего устройства могут осуществляться только при нахождении оператора в упомянутой зоне [2].

Опасные зоны, создаваемые грузовой платформой автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-3597-01 представлены на рисунке 1.

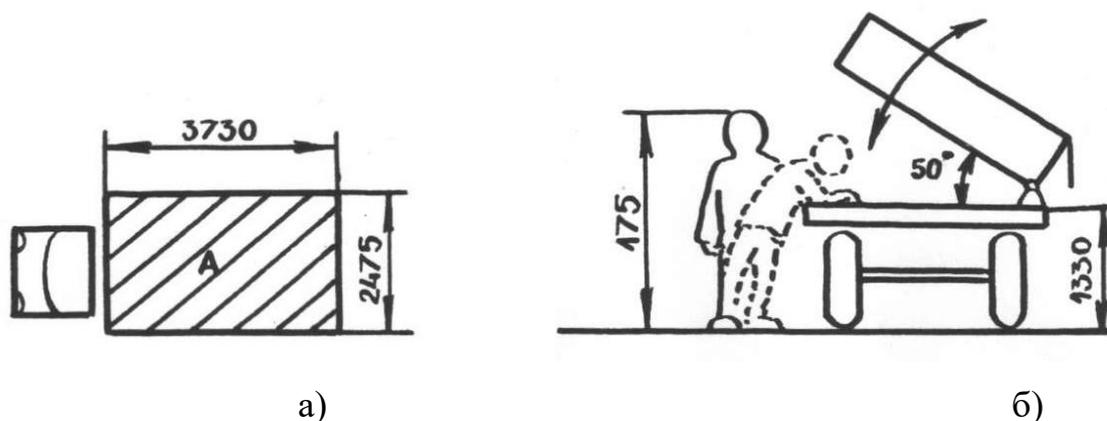


Рисунок 1 – Схема для определения опасной зоны грузовой платформы автомобиля – самосвала: а) вид сверху, б) вид сзади.

Очевидно зона А на рисунке 1а является опасной, так как травмирование находящегося под ней оператора, в случае аварийного опускания грузовой платформы, осуществляется со 100% вероятностью.

Однако опасная зона не ограничивается контуром грузовой платформы. Рассмотрим случай (рисунок 1,б), когда ступени человека, находятся за пределами грузовой платформы, но существует вероятность, что тело человека находится не в вертикальном положении, а согнуто в пояснице, тогда голова и верхняя часть туловища человека попадает в зону А. Таким образом опасная зона расширяется, образуется дополнительная опасная зона В (рисунок 2).

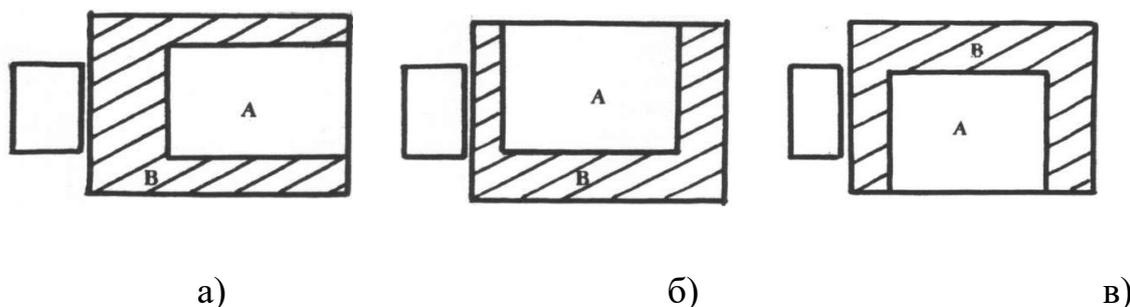


Рисунок 2 – Схема дополнительной опасной зоны В грузовой платформы автомобиля – самосвала с опрокидыванием кузова: а) назад, б) вправо, в) влево.

Экспериментальным путем установлено, что в зависимости от роста человека ширина дополнительной опасной зоны В составляет от 0,70 до 0,90 м.

Результаты исследования

Для предотвращения развития аварийных ситуаций автором разработано ряд технических устройств, позволяющим предотвратить или минимизировать последствия возможной опасной (аварийной) ситуации.

Среди разработанных устройств – устройство регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы, представлено на рисунке 3 (Патент №143687).

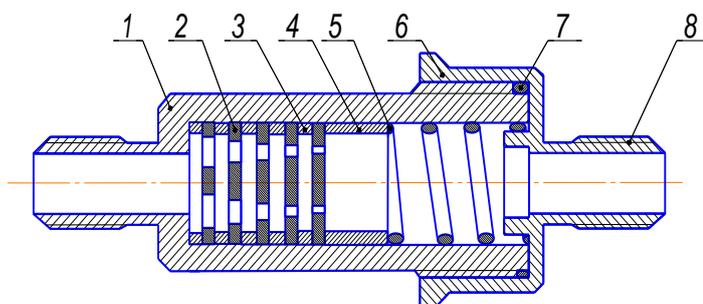


Рисунок 3 – Устройство регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы: 1 – корпус; 2 – дроссельные шайбы; 3 – кольца; 4 – втулка; 5 – пружина; 6 – крышка; 7 – уплотнения; 8 – штуцер

Корпус 1, через угловой переходник, крепится к штуцеру гидравлического цилиндра. На штуцер 8 наворачивается гайка шланга высокого давления от масляного насоса сельскохозяйственной транспортной техники, на рисунке 3 рукав не показан. Кольца, втулка и дроссельные шайбы, удерживаются от проворачивания в корпусе, с помощью шлица на корпусе. Для герметичности соединений используются фторопластовые и резиновые кольца 7.

Устройство регулирования скорости подъема – опускания работает следующим образом. Во время подъема платформы с помощью гидравлического цилиндра, рабочая жидкость под давлением, через штуцер 8 устройства регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы подводится к гидроцилиндру. Скорость регулирования скорости подъема (опускания) осуществляется подбором дроссельных шайб.

На рисунке 4, стрелкой указано место установка устройства регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы в гидропривод платформы, при экспериментальных исследованиях.



Рисунок 4 – Установка устройства регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы в гидроприводе

Автором разработан регулировочно – запорный клапан представленный на рисунке 5 (Патент №150952).

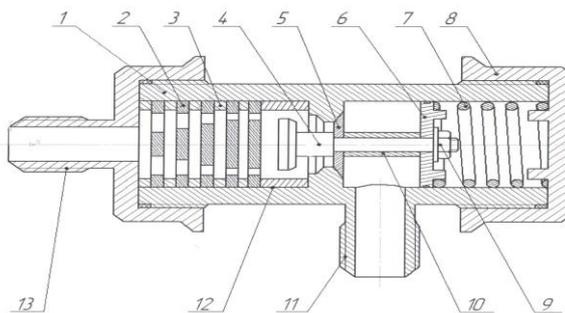


Рисунок 5 – Схема регулировочно – запорного клапана

Задача устройства обеспечить безопасность оператора при несанкционированном (аварийном) опускании (падении) платформы, рабочих органов сельскохозяйственных гидрофицированных машин, сводится к обеспечению максимально времени опускания (падения) платформы. Это время необходимо, чтобы оператор мог покинуть опасную зону, под платформой, без ущерба для своего здоровья.

Регулировочно – запорный клапан работает следующим образом. Во время подъема платформы транспортной техники, рабочая жидкость через штуцер 11 поступает в полость между клапаном 4, втулкой 6 и тарелкой 5. За счет разности площадей втулки и клапана, клапан 4 сжимая пружину 7, перемещается вправо, при этом открывается доступ рабочего давления в полость гидравлического цилиндра через штуцер 13, платформа начнет подниматься. Изменение площади сечения каждой дроссельной шайбы выбрано таким образом, чтобы обеспечить постоянство скорости подъема и опускания платформы при различной нагрузке в пределах расчетной грузоподъемности.

При опускании платформы рабочая жидкость вытекает из гидроцилиндра через штуцер 13 корпуса 1, штуцер 11 рукава высокого давления в гидравлический бак транспортной техники. Под действием давления рабочей жидкости регулировочно-запорный клапан 4, перемещаясь вправо и сжимая пружину 7, уменьшает сечение проходного сечения между перегородкой корпуса и тарел-

кой 5 клапана 4.

В случае нарушения герметичности гидропривода, например в результате обрыва или повреждения шланга высокого давления, давление рабочей жидкости в гидроприводе и штуцере 11 уменьшается, регулировочно-запорный клапан 4 под действием давления рабочей жидкости из гидроцилиндра, сжимая пружину 7 и перемещаясь дальше вправо, заперт основной канал, так как конусная поверхность клапана 4 взаимодействует с конусной поверхностью перегородки корпуса 1, эти обеспечивается стопорение рабочего гидроцилиндра, опускающего или поднимающего грузовую платформу. При этом опасная ситуация предотвращается.

Схема подключения регулировочно – запорного клапана в гидравлическом привод сельскохозяйственной транспортной техники показано на рисунке 6.

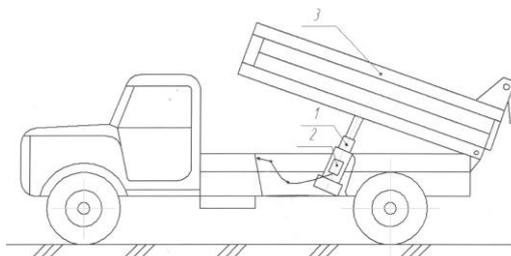


Рисунок 6 – Схема подключения регулировочно – запорного клапана в гидропривод автомобиля - самосвала: 1 – гидроцилиндр; 2 – регулировочно – запорный клапан; 3 – платформа

Автором разработано гидравлическое опрокидывающее устройство для сельскохозяйственной транспортной техники, которое состоит из агрегатов в применяемых в современных автомобилях – самосвалах (рисунок 7, Патент №150068).

Дополнительно в стандартную схему опрокидывающего устройства установлены: согласующий клапан, обеспечивает последовательность подачи гидравлической жидкости в гидроцилиндры 5 и 15; предохранительный упор, состоящий из двух секций. Предохранительный упор основанием секции 19 крепится к грузовой платформе 17, основанием секции 18 к раме автомобиля – самосвала 23. Секция 18 имеет проушину 21 и наплыв 22 (рисунок 8).

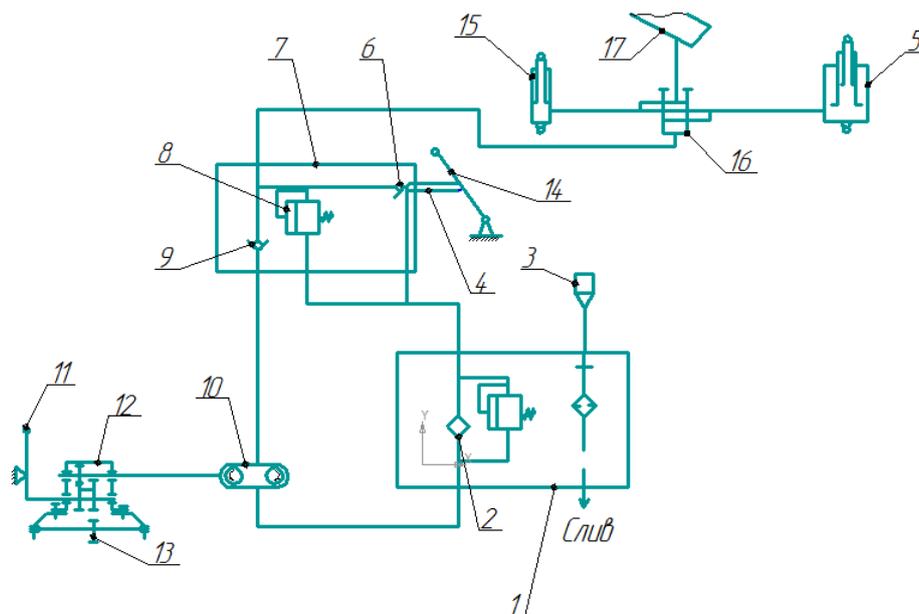


Рисунок 7 – Гидравлическое опрокидывающее устройство: 1 – маслобак; 2 – сливной сетчатый фильтра с предохранительным клапаном; 3 – заливная горловина; 4 – толкатели клапана опускания платформы; 5 – телескопического трехсекционного гидроцилиндра; 6 – клапан опускания платформы; 7 – кран управления; 8 – предохранительный клапан крана управления; 9 – обратный клапан; 10 – насос шестеренчатый; 11 – рычаг управления коробкой отбора мощности; 12 – коробка отбора мощности; 13 – шестерня заднего хода коробки передач автомобиля; 14 – рычаг управления коробки автомобиля – самосвала; 15 – гидроцилиндр двустороннего действия; 16 – согласующий клапан; 17 – самосвальная платформа; 18 – предохранительной упор.

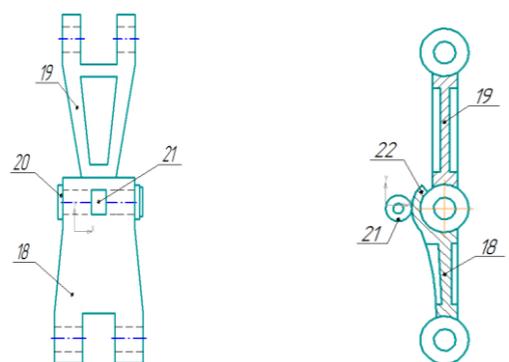


Рисунок 8 – Предохранительный упор грузовой самосвальной платформы

В убранном положении грузовой самосвальной платформы, предохранительный упор находится в сложенном положении. Для подъема платформы включается масляный насос и гидравлическая жидкость из масляного бака начнет поступать по всасывающей магистрали в масляный насос, а оттуда под давлением, через первый открытый канал согласующего клапана 16 в телеско-

пический трехсекционный гидроцилиндр 5. При подъеме платформы, на расчетный угол, первый открытый канал согласующего клапана 16 закрывается, перепуская гидравлическая жидкость по второму каналу, в гидроцилиндр 15. Шток гидроцилиндра 15 выдвигается, через проушину 21 воздействуя на шарнир предохранительного упора 20, сдвигая его вправо. При этом верхняя секция 19 остановится на наплыве 22 нижней секции 18, не давая платформе самопроизвольно опуститься самосвальной платформе в случае разгерметизации системы подъема – опускания.

Для опускания грузовой самосвальной платформы, гидравлическая жидкость, через второй канал согласующего клапана подается в гидроцилиндр 15, который начинает убираться, сдвигая шарнир предохранительного упора влево, при достижении расчетного угла закрывается второй открытый канал согласующего устройства 16, открывается первый канал, позволяющий гидравлической жидкости, из телескопического трехсекционного гидроцилиндра 5 поступать в гидравлический бак. Секции гидроцилиндра начинают убираться, секции предохранительного упора складываются, самосвальная платформа садится на раму автомобиля – самосвала.

Схема предохранительного упора грузовой самосвальной платформы в положении страховочного устройства показано на рисунке 9.

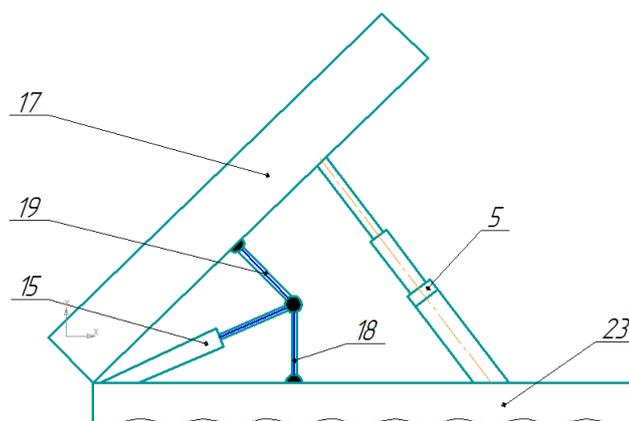


Рисунок 9 – Схема фиксации платформы автомобиля – самосвала в поднятом положении:

Одним из устройств исключаящего травмирование оператора самосвальной грузовой платформой является запорно-регулирующее устройство разрабо-

танное автором (рисунок 10, Патент №

Запорно – регулирующее устройство состоит из корпуса 1, в котором размещен клапан 2, крышки со штуцером 3, втулки 4, пружины 5, крышки 6; гайка с шайбой 7, штуцера 8, дроссельный канала 9.

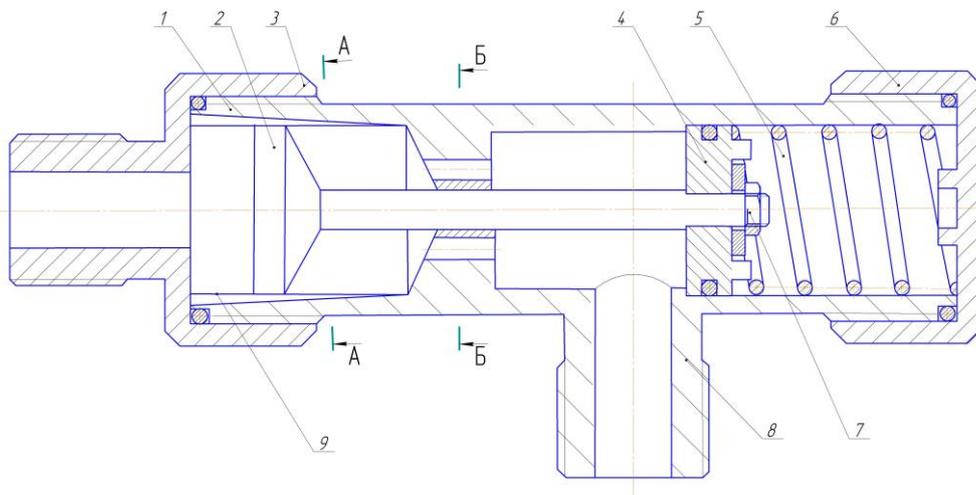


Рисунок 10 – Схема запорно – регулирующего устройства

Запорно – регулирующее устройство работает следующим образом. Во время подъема платформы с грузом с помощью гидроцилиндра, клапан 2 под воздействием пружины 5 находится в крайнем левом положении, благодаря чему рабочая жидкость истекает через максимальное сечение дроссельных каналов 9. Этим обеспечивается требуемая скорость подъема груза. При опускании платформы без груза повышенное давление создается на выходе из штуцера 8. Под воздействием повышенного давления поршень 2, преодолевая сопротивление пружины 5, перемещается вправо. Так как на стенках корпуса 1 имеются дроссельные каналы 9, то при перемещении клапана уменьшается площадь дроссельных отверстий. Изменение каналов выбрано таким образом по длине, что обеспечить постоянство скорости опускания платформы при различной нагрузке, в пределах расчетной грузоподъемности.

При обрыве шланга давление на выходе из штуцера 8 падает до нуля, клапан 2, сжимая пружину сдвигается вправо, при этом клапан 2 садится в седло клапана корпуса 1, перекрывая проход рабочей жидкости, фиксируя платформу в приподнятом положении.

Схема подключения запорно – регулирующего устройства к гидроцилиндру гидравлического привода платформы показана на рисунке 11.

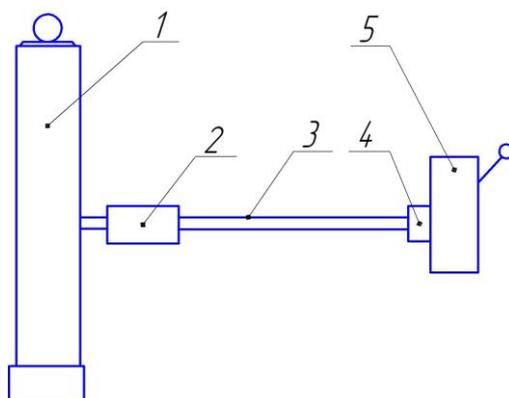


Рисунок 11 – Схема подключения запорно – регулирующего устройства в гидропривод платформы: 1 – цилиндр; 2 – запорно – регулирующее устройство; 3 – гидравлический шланг; 4 – автоматический регулятор; 5 – распределитель

Эксплуатационные характеристики запорно – регулирующего устройства самосвальной платформы показали, что установка на рабочий гидроцилиндр самосвальной грузовой платформы позволяет обеспечить время необходимое для обеспечения безопасности оператора в аварийной ситуации.

Выводы

Разработанные на патентном уровне предохранительные и блокировочные системы для грузовых самосвальных платформ с гидроприводом позволят сократить показатели травматизма связанные с самопроизвольным (аварийным) опусканием падением грузовых самосвальных платформ. По оценкам экспертов показатели травматизма могут снизиться до 10%.

Литература

1. Теория и практика повышения безопасности операторов строительных машин / Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Случевский А.М., Беззуб Ю.В. / Брянск, 2014. 204 с.
2. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Случевский А.М. Повышение надежности гидроприводов дорожно - транспортных и грузоподъемных машин // Мир транспорта и технологических машин. 2014. № 1 (44). С. 62-68.
3. Сакович Н.Е. Математическое моделирование в обеспечении безопасности дорожного движения: монография. Брянск: -Изд-во БГАУ, 2011.-176 с.

4. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Безопасность транспортных работ в АПК / Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 6. С. 55-56.
5. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Случевский А.М. / Повышение надежности гидроприводов. //Сельский механизатор. 2013. № 12. С. 46-48.
6. Сакович Н.Е., Случевский А.М., Беззуб Ю.В. / Повышение надежности и безопасности транспортных машин // Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 1 (41). С. 51-57.
7. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Шкрабак Р.В. Теоретический анализ обеспечения безопасности транспортных работ в АПК /Тракторы и сельхозмашины. -2009. -№5.- С.55-56.

УДК 614.84

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОЦИСТЕРН

*инженер Маринина Д.С., ГУ МЧС России по Брянской области
магистранты Сиволоб М.А., Пригаро М.А., Гловко А.А., Полехина А.М.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

FIRE TANK SAFETY

*Engineer Marinina D.S. Bryansk Region Directorate of the EMERCOM of Russia
undergraduates Sivolob MA, Prigarо MA, Glowko A.A., Polekhina A.M.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Представлена статистика пожаров автотранспортных средств при перевозке горючих нефтепродуктов, проанализированы причины возникновения чрезвычайных ситуаций с автоцистернами перевозящими горючие нефтепродукты, исследованы результаты возникновения инцидентов связанных с пожарами.

Annotation. The statistics of motor vehicle fires during transportation of combustible petroleum products is presented, the causes of emergency situations with tank trucks transporting combustible petroleum products are analyzed, the results of fire related incidents are investigated.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, автотранспортные средства, горючие нефтепродукты, перевозка, автоцистерна

Key words: fire, fire safety, vehicles, combustible petroleum products, transportation, tank truck.

Введение

В нашей стране пожары наносят большой материальный ущерб экономике, непоправимый вред окружающей среде, приводят к гибели большого числа людей, при этом первое место в РФ занимают пожары жилого сектора, второе пожары автотранспортных средств, причем не только в нашей стране но и во многих странах мира [1-6]. В настоящее время ученые в нашей стране и за рубежом достигли определенных успехов в области пожарной безопасности автотранспортных средств, однако до настоящего времени проблема пожаров автотранспортных средств в полном объеме не решена, абсолютные и относитель-

ные показатели пожаров автотранспортных средств (АТС) остаются достаточно высокими. Нерешенные вопросы, требуют дальнейших как теоретических так и экспериментальных исследований.

Результаты исследований

Россия является одним из лидеров добычи и перевозки нефтепродуктов, так как обеспечение страны нефтепродуктами важнейшая часть дальнейшего развития экономики страны. Обеспечение нефтепродуктами страны является комплексной проблемой приводящей к новым задачам обеспечения пожарной безопасности автоцистерн с горючими нефтепродуктами [3,4].

Пожарная опасность автоцистерн перевозящих горючие нефтепродукты зависит от многих факторов, среди которых:

- способность конструкции кабины, цистерны с нефтепродуктами, технологических отсеков автоцистерны обеспечивать ограждающую и несущую функцию в условиях пожара в течение заданного времени;

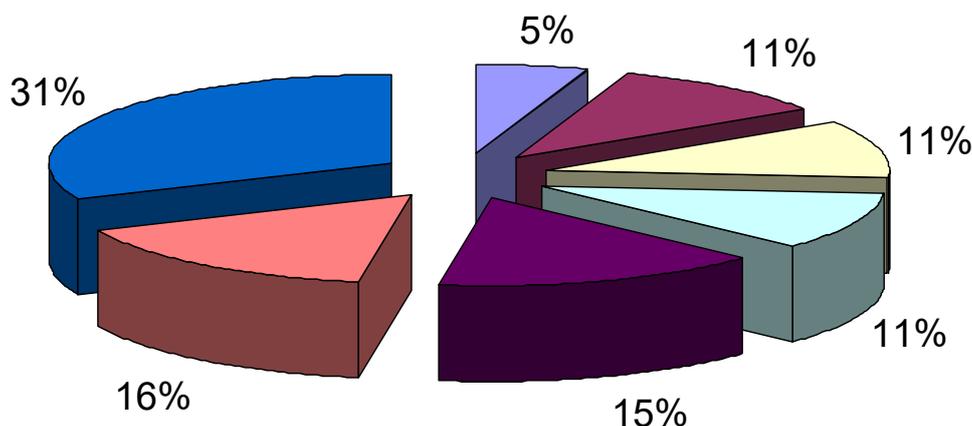
- поведение автоцистерны в условиях пожара зависит от физических свойств материалов ее ограждения, ее геометрических размеров, пожарной нагрузки, и особенностей процесса развития пожара, особенно на открытых пространствах.

Различные вопросы пожарной безопасности АТС решены в работах отечественных ученых: Н.П. Копылова, В.А. Кривелева, Х.И. Исхакова. СИ. Зернова М.Д. Безбородько, Ю.М. Кисляка и других.

Анализ известных литературных источников позволяет нам констатировать, что в настоящее время отсутствуют обоснованные критерии оценки пожарной опасности различных автотранспортных средств, методы их расчета, что не позволяет сформулировать требования к показателям пожарной безопасности АТС реализуемые на стадии проектирования, производства и эксплуатации автоцистерн. Результаты экспериментальных исследований пожарной опасности подержанных автотранспортных средств лишь частично могут решать вопрос оценки пожарной опасности, так как не учитывают условий и длительности их эксплуатации.

Большое внимание вопросам пожарной опасности АТС уделяет Академия Государственной противопожарной службы и ФГУ ВНИИ противопожарной обороны, которыми постоянно ведутся исследования устойчивости системы "человек - техника - пожар - среда - объект защиты", ими выполнен анализ пожаров на автоцистернах, дана оценка теплового и напряженного состояния автоцистерны с горючими нефтепродуктами, описаны опасные факторы пожара. Исследованиями установлено, проблема обеспечения пожарной безопасности АТС перевозящих горючие нефтепродукты является сложной и требует дальнейших постоянных исследований.

Анализ чрезвычайных ситуаций с автоцистернами для перевозки нефтепродуктов на основе собранного массива данных позволил определить параметры элементов системы «автотранспортное средство - среда - опасные факторы пожара - пожарная техника - объект защиты» и дает возможность более подробной оценки возникших ситуаций при перевозке нефтепродуктов. На рисунке 1 показано процентное соотношение причин возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) связанных с пожарами автоцистерн, перевозящих нефтепродукты.



дорожно – транспортные происшествия – 31%; неисправности системы электрооборудования АТС – 16%; неисправности системы питания – 15%; неисправности системы зажигания АТС – 11%; перегрев поверхностей – 11%; внутренние источники зажигания (статическое электричество) – 5%; разные причины – 11%

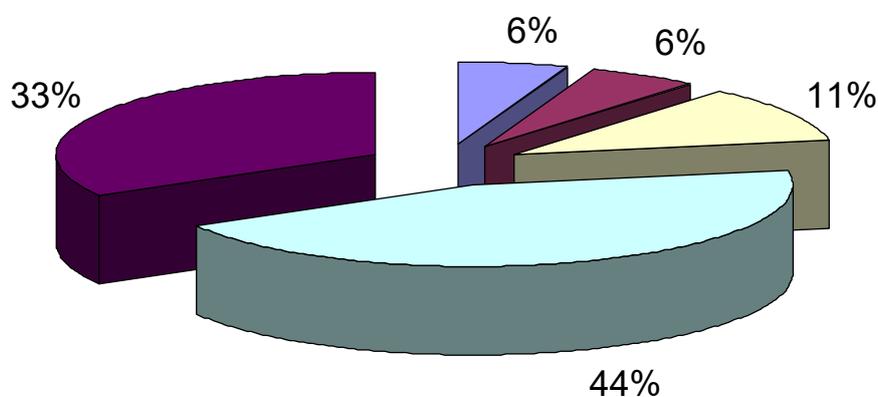
Рисунок 1 – Причины возникновения ЧС с автоцистернами

Как видно из данных диаграммы в большинстве случаев связанных с воз-

никновением пожаров, причиной стали дорожно-транспортные происшествия (ДТП), в первую очередь из-за ненадлежащего выполнения Правил дорожного движения водителем автоцистерны, другими участниками движения, а также неправильного выбора безопасного пути транспортировки нефтепродуктов. Выполнение перечисленных выше причин пожаров автоцистерн позволит снизить риск возникновения дорожно-транспортных происшествий, а хорошая конструктивная защита цистерны, в свою очередь, позволит уменьшить возможные последствия из-за ДТП таких видов как, столкновения и наезды. Значительная роль для предупреждения ДТП возлагается на сотрудников ГИБДД, задача которых – обеспечить безопасную транспортировку горюче – смазочных материалов (ГСМ), выполнения Правил дорожного движения, совместно с сотрудниками пожарной охраны участвовать в выборе пути проезда автоцистерн.

Значительную часть причин пожаров автоцистерн составляют нарушения правил пожарной безопасности при наливке, транспортировке, сливе горючих нефтепродуктов. Одним из решений данной проблемы может стать разработка специальных предложений для снижения пожарной опасности автотранспортных средств для перевозки нефтепродуктов, а также рекомендаций, инструкций и памяток для водителей автоцистерн, операторов сливо – наливных эстакад и автозаправочных станций, уточняющих проведение пожароопасных операций.

На рисунке 2. показаны вероятные последствия аварии, которые могут привести к пожару и взрывам.

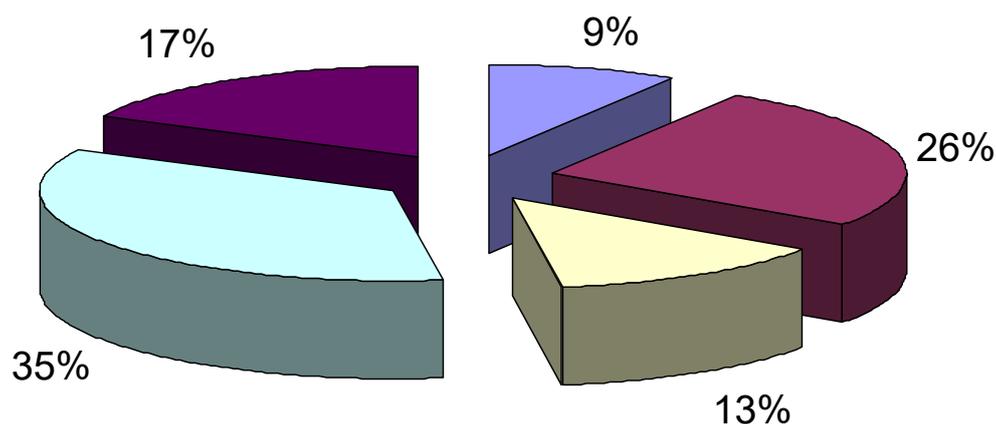


пожар – 44%; без возгорания – 33%; взрыв – 11%;пожар – взрыв – 6%; взрыв – пожар – 6%

Рисунок 2 – Результат возникновения инцидента с автоцистернами

Из данных диаграммы представленной на рисунке 2 видим, что 23% инцидентов с автоцистернами заканчиваются взрывом, который создает значительную опасность для людей, автотранспортных средств, большой территории, зданий и сооружений. Возникновение взрыва в результате пожара (6%) возможно, только при воздействии значительного теплового потока непосредственно на цистерну с нефтепродуктами. Отсюда вытекают и требования к ее конструктивной защите, необходимость изучения вероятного поля поражения людей и техники.

Местом возникновения инцидента в подавляющем большинстве случаев становится населенный пункт и автомагистраль, что говорит о повышенной опасности данных аварий для людей (рисунок 3).



населенные пункты – 35%; автомагистрали – 26%; автоцистерна – 17%; стационарные наливные эстакады и АЗС – 13%; разное – 9%

Рисунок 3 –Место возникновения инцидента с автоцистернами

Анализ инцидентов с автоцистернами показал, что более половины проанализированных случаев закончились травмами и гибелью людей. При этом многие возникшие аварии на автострадах стали причиной крупных аварий на дорогах на других транспортных объектах. Отдельно можно выделить возникновение аварийных ситуаций на сливо – наливных эстакадах и автозаправочных станциях (в сумме 13 %), причинами которых являются, как правило, нарушение правил пожарной безопасности при выполнении технологи-

ческих операций налива и слива нефтепродуктов.

При этом очень важно знать, что место возникновения аварий с автоцистернами требует определенного подхода к тушению возникшего пожара, то есть необходимы специальные тактические разработки, типовые планы пожаротушения, позволяющие быстро и эффективно справиться с горением.

Как показали результаты исследования, представленные на рисунке 4, наиболее частые места пролива в зоне аварии стала поверхность асфальта (83%), это говорит о необходимости прогноза площади разлива. Среднестатистическая площадь разлива составляет 6...36 м² и позволяет прогнозировать аварийную ситуацию, а именно: количество вытекшего продукта, площадь загрязнения территории и т. д.

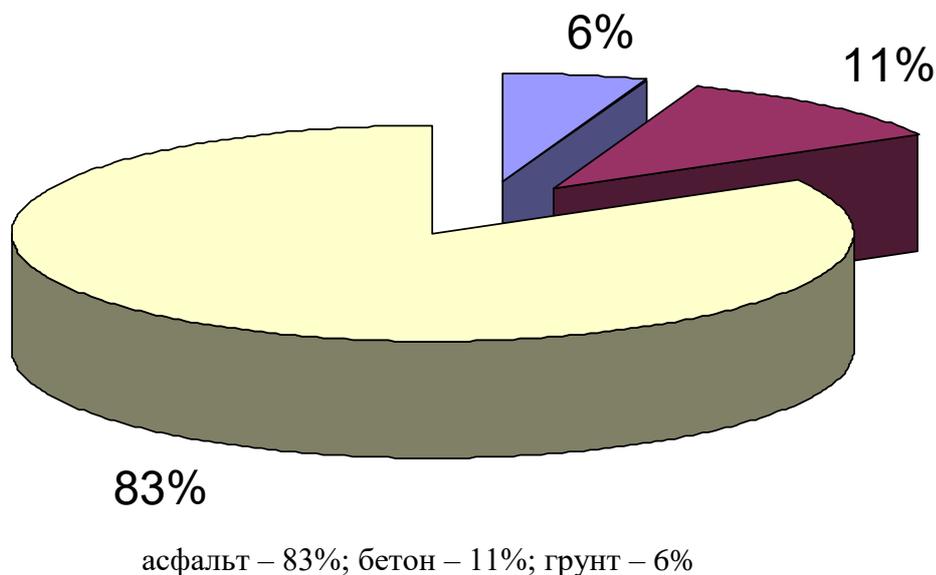


Рисунок 4 – Поверхность пролива нефтепродуктов

Выводы:

Пожары на автоцистернах для перевозки нефтепродуктов происходят на всем цикле их эксплуатации: движение и дорожно-транспортное происшествие, слив на автозаправочной станции или заправка автомобилей, налив топлива на сливо – наливных эстакадах и перекачка из железнодорожной цистерны, места стоянок, техническое обслуживание и ремонт и т.д. Место возникновения инцидента требует определенного подхода к тушению возникшего пожара, т.е.

необходимы специальные тактические разработки, типовые планы пожаротушения, позволяющие быстро и эффективно справиться с огнем. Собранный массив даны о происшествиях с автоцистернами позволил решать многие проблемы по предотвращению пожаров автотранспортных средств.

Литература

1. Сакович Н.Е. Совершенствование системы управления и обеспечение безопасности дорожного движения автотранспортным предприятием: монография. Брянск: Изд-во БГАУ, 2011. 176 с.
2. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Транспорт и окружающая среда: монография: Брянск: Изд-во БГАУ, 2012. 196 с.
3. Сакович Н.Е. Методы и средства ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов: монография: Брянск: Изд-во БГАУ, 2012. 198 с.
4. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Шкрабак Р.В. Теоретический анализ обеспечения безопасности транспортных работ в АПК /Тракторы и сельхозмашины. -2009. -№5.- С.55-56.
5. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Безопасность транспортных работ в АПК / Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2007. -№ 6. -С. 55-56.
6. Перепечина Ю.И. Послепожарное состояние лесов в хозяйственно-лесорастительных районах Курганской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 2 (320). - С. 66-70.

УДК 614.84

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ РЕГИОНА

*инженер Маринина Д.С., ГУ МЧС России по Брянской области
магистранты Шмидт З.В., Сидорович К.А., Сиволоб М.А., Полехина А.М.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

FIRE SAFETY OF REGION FILLING STATIONS

*Engineer Marinina D.S. Bryansk Region Directorate of the EMERCOM of Russia
undergraduates Schmidt Z.V., Sidorovich K.Sivolob MA, Polekhina A.M.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Выполнены исследования по возникновению пожаров автомобильных цистерн на автозаправочных станциях в результате разгерметизации сливного патрубка, выявлены отдельные особенности таких пожаров. Предложены некоторые рекомендации по предотвращению пожаров автоцистерн на стационарных АЗС.

Annotation. *Studies have been carried out on the occurrence of automobile tank fires at gas stations as a result of the depressurization of the drain pipe, and certain features of such fires have been identified. Some recommendations for the prevention of fires in tank trucks at stationary gas stations have been proposed.*

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, автоцистерна, автозаправочная станция, нефтепродукты, перевозка, сливной патрубок

Key words: *fire, fire safety, tank truck, gas station, oil products, transportation, drain pipe*

Введение

Все возрастающие потребности нашей страны в горючесмазочных материалах (ГСМ) повлекло за собой значительное увеличение объемов добычи, переработки и транспортировки нефтепродуктов и как следствие – скачкообразный рост числа объектов реализации ГСМ [1-3]. За последние десять лет число автозаправочных станций (АЗС) в регионе по приему, хранению и отпуску бензинов и дизельного топлива потребителям выросло более чем в два раза [4-6]. Следует отметить, что одно из особых мест занимает проблема заправки автотранспортных средств при лесоразработках [7].

Результаты исследований

Одновременно с ростом числа АЗС возросло и число пожаров на объектах данного типа. По официальным данным ГПС по Брянской области за период с 2015 г. по 2018 г. на АЗС зарегистрировано 9 пожаров, более 50% из них связано с аварийными разливами ГСМ при проведении слива нефтепродуктов из автоцистерн (АЦ) в топливные резервуары. В результате пожаров на АЗС погибло 7, получили травмы более 10 человек. Экономическим ущербом аварий и катастроф на АЗС составил сотни миллионов рублей. Одной из причин возникновения пожаров АЦ на АЗС связано с аварийными разливами нефтепродуктов при выполнении сливных операций из-за нарушения герметизации АЦ в следствии разгерметизации сливного патрубка.

Анализ статистических данных о пожарах на АЗС позволяет определить некоторые особенности развития аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией сливного патрубка АЦ:

- опасное воспламенение паров от разлившегося ГСМ, особенно в летнее время, при высоких температурах окружающего воздуха, в результате чего опасные факторы пожара распространяются на большие расстояния, иногда пламя перекидывается на постройки населенных пунктов (65 %);
- размещение технологического оборудования АЗС на ограниченной площади, близкое расположение построек населенных пунктов, расположение

на территории АЗС магазинов сопутствующих товаров, пунктов питания, приводит к развитию каскадного пожара (20 %);

– часто пожары на АЗС заканчиваются взрывами АЦ с образованием моря огня («огненного шара») с последующими катастрофическими последствиями. Возможность взрыва АЦ связано с отсутствием возможности перекрыть течь ГСМ из-за отсутствия на АЦ управляемых дистанционно донных клапанов, а на самой автозаправочной станции систем ограничивающих аварийный разлив топлива в сочетании с автоматическими системами пожаротушения (1,3%).

Мы можем констатировать, что результаты обработки статистических данных о пожарах на АЗС, доказывают, что вероятность аварии связанная с разгерметизацией АЦ и выбросом ГСМ в окружающую среду АЗС составляет $2,8 \cdot 10^{-3}$ год, что превышает аналогичный показатель в других областях Центрального округа Российской Федерации.

До настоящего времени исследования по прогнозированию пожаровзрывоопасных ситуаций на АЗС Брянской области не проводились, нормативные документы по пожарной безопасности АЗС региона в полной мере не оформлены. Требования пожарной безопасности при проведении сливных операций, требования к запорной арматуре АЦ, требования к площадке для установки АЦ, требования по обустройству аварийного резервуара, системами автоматического пожаротушения и другие требования пожарной безопасности, отсутствуют.

Таким образом, значительные негативные социально-экономические последствия техногенных аварий и пожаров, произошедших на АЗС, а также отсутствие современной нормативно-технической базы, ставят проблему предупреждения чрезвычайных ситуаций, обусловленных, в первую очередь, аварийными разливами топлива при проведении сливных операций, и как следствие, разработки адекватных защитных мер, в ряд важных проблем для региона.

В настоящее время реализацию ГСМ на территории Брянской области осуществляют 2100 АЗС, расположенных во всех районах области. В зависимо-

сти от суммарного объема, согласно ГОСТ 4530-1998, АЗС подразделяются на категории (таблица 1).

Таблица 1 – Категории автозаправочных станций

Категория	Общая вместимость резервуаров, м ³
I	от 61 до 150
II	от 16 до 61
III	менее 16

Основными сооружениями АЗС являются стальные горизонтальные резервуары (РГС), выполняемые в наземном и подземном, исполнении, объем таких резервуаров составляет 5 ... 25 м³. Сведения о вместимости стальных горизонтальных резервуаров, их основные параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика РГС расположенных на АЗС

Вместимость РГС, м ³	Длина РГС, м	Диаметр РГС, м	Диаметр люка, м	Диаметр патрубка приема ЖМТ, м
25	5,25	2,52	0,75	0,06 – 0,08
20	4,51	2,40	0,75	0,06 – 0,08
15	4,50	2,11	0,75	0,06 – 0,08
12	4,50	1,91	0,75	0,06 – 0,08
10	3,75	1,89	0,75	0,06 – 0,08
8	3,75	1,68	0,75	0,06 – 0,08
6	3,00	1,62	0,60	0,05 – 0,08
5	3,00	1,48	0,60	0,05 – 0,08

Доставка жидкого моторного топлива (ЖМТ) на автозаправочных станциях осуществляется автомобильными цистернами преимущественно российского производства, представлены на рисунке 1, основные характеристики которых представлены таблице 3.



Рисунок 1 – Автоцистерны для перевозки ГСМ

Таблица 3 – Основные характеристики автоцистерн

Вместимость, м ³	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Диаметр люка, м	Диаметр патрубка выдачи ЖМТ, м
16,0	6,10	2,38	1,55	0,60	0,075
12,0	4,76	2,22	1,22	0,60	0,075
10,0	4,60	2,14	1,18	0,60	0,075
9,6	4,32	2,32	1,20	0,60	0,075
8,0	3,35	2,46	1,05	0,60	0,075
7,5	3,35	2,15	1,08	0,60	0,075
5,0	3,00	2,05	1,08	0,50	0,075
4,0	3,00	1,95	0,95	0,50	0,065
2,0	2,50	1,95	0,82	0,50	0,065

Литература

1. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Транспорт и окружающая среда: монография: Брянск: Изд-во БГАУ, 2012. 196 с.
2. Сакович Н.Е. Методы и средства ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов: монография: Брянск: Изд-во БГАУ, 2012. 198 с.
3. Теоретические основы анализа состояния безопасности движения за определенный период эксплуатации / Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Никитин А.М., Случевский А.М. / Вестник Брянского государственного технического университета. 2015. № 1 (45). С. 67-72.
4. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Безопасность транспортных работ в АПК / Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2007. -№ 6. -С. 55-56.
5. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Самусенко В.И. Влияние надежности транспортного средства на безопасность дорожного движения / Тракторы и сельхозмашины. -2008. -№ 2. -С. 50-51.
6. Сакович Н.Е. Математическое моделирование в обеспечении безопасности дорожного движения: монография. -Брянск: Изд-во БГАУ, 2011.-176 с.
7. Перепечина Ю.И. Послепожарное состояние лесов в хозяйственно-лесорастительных районах курганской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 2 (320). - С. 66-70.

УДК. 628.3

ПРОМЫШЛЕННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ

*Ромащенко М.М. д.т.н, профессор Нестерова Н.В.,
Белгородский государственный аграрный университет, Россия*

INDUSTRIAL WATER TREATMENT

*Romashchenko M.M. Doctor of Technical Sciences, Professor Nesterova N.V.
Belgorod GAU., Russia*

Аннотация. В статье представлены способы очистки воды от различного рода загрязнений, которые могут нанести вред, как человеку, так и окружающей среде. Главной причиной загрязнения воды является непосредственно жизнедеятельность человека, так как вода используется, как для бытовых нужд, так и является неотъемлемой частью для любого предприятия.

***Annotation.** The article presents various methods of water purification from various kinds of pollution that can harm both humans and the environment. The main cause of water pollution is directly the vital activity of man, since water is used as well as for domestic needs, and is an integral part of any enterprise*

Ключевые слова: очистка, вода, промышленные установки, сточные воды, очистительные установки.

***Key words:** cleaning, water, installations, industrial, waste.*

Водоочистка – это процесс, смысл которого заключается в удалении различных примесей, которые угрожают здоровью человека и благосостоянию окружающей среды. Водоподготовка - это очистка воды и приведение ее качества к специфическим требованиям пользователя. Водоподготовка на предприятиях используется для получения качественных технологических процессов. Во время промышленной очистки воды можно удалить определенные примеси или обогатить их необходимыми солями. После водоподготовки вода отправляется на тепловые электростанции или промышленные предприятия. После очистки вода подается в систему водоснабжения для подачи ее потребителю [1].

У каждого промышленного объекта свои требования к используемой воде. Существуют определенные правила, которые необходимо соблюдать. Необходимо использовать соответствующие методы очистки, качественное оборудование и установки, соблюдать технологический процесс.

Существуют различные способы очистки воды в промышленных масштабах.

Обратный осмос широко распространен не только в бытовой фильтрации, но и в промышленной очистке воды. После промышленных фильтров обратного осмоса вода становится чище и пригодной для бытовых целей и может быть использована в качестве питьевой воды [2].

Данный способ очистки исключает использование дополнительной дезинфекции с использованием хлора и его соединений. Это связано с тем, что по-

лупроницаемая мембрана не пропускает вирусы или бактерии. Вода после обратного осмоса практически стерильна. Основные недостатки: используемые мембраны очень дорогие, скорость очистки медленная.

Хлорирование является наиболее популярным способом очистки воды в странах СНГ. Основные преимущества: простая технология, незначительные расходы, высокая эффективность в борьбе со многими бактериями. Из-за этих преимуществ большинство стран по-прежнему предпочитают хлорирование. Основной недостаток: высокая токсичность хлора, который не полностью удаляется из воды [3].

Озонирование очень эффективно для очистки воды. Метод направлен на удаление различных бактерий и органических соединений. Способ основан на разложении озона, который является катализатором большинства окислительных реакций. В результате образуются нетоксичные продукты разложения: атомарный и молекулярный кислород. Высокая стоимость способа не позволяет полностью перенести его на промышленную очистку воды.

Угольные фильтры эффективны в борьбе с органическими и неорганическими соединениями, в том числе с хлором. Их недостатком являются большие размеры установок, в которых предусмотрено несколько слоев активированного угля. Угольные фильтры требуют профессионального обслуживания: для предотвращения появления вредных бактерий фильтрующую массу промывают горячей водой.

Высокую эффективность по удалению примесей показывает комбинированный метод очистки: активированный уголь и ультрафиолет. Но данный способ очистки не используют в промышленных масштабах, так как себестоимость очищенной воды слишком высока [4].

В промышленности используются системы очистки воды из скважин, для этого необходимо знать требования к воде, необходимые для всех процессов.

Масштабная очистка технической воды проводится различными способами. Первым этапом является механическая фильтрация для удаления крупных загрязняющих частиц. Второй этап очистки необходим для предприятий нуждающихся в высокой очистке воды из скважин. Так для пищевой промышленности и медицинских учреждений используют озонирование и обратный осмос. Обратный осмос производит практически дистиллированную воду, а озонирование сохраняет основные свойства воды.

Огромные объемы очищаемой воды промышленной очистки сточных вод, и круглосуточная работа очистительных систем требуют некоторой автоматизации. Бытовые системы направлены на очистку только поступающей воды. Промышленные системы очистки фильтруют и выходящую воду, так как в сточных водах присутствует высокая концентрация токсичных соединений. Если не производить очистку сточных вод, то она нанесет огромный вред экологии на большой территории. Недостаток воды обуславливает необходимость обеспечения ее циркуляции - повторной очистки [5].

Существует несколько типов промышленных систем очистки воды. Гидроциклон или сепаратор – первая стадия промышленной очистки. Удаляются нерастворимые крупные частицы: ржавчина, песок, металл и т.д. С высокой надежностью это довольно просто и эффективно. Сетчатые сепараторы практически не используют, хотя они эффективны при низком давлении. В дисковых сепараторах используются пластиковые детали, которые не подвержены коррозии и идеально очищают воду.

Жировые уловители представляют собой простые разборные конструкции, которые используются для очистки воды в пищевых целях. Эффективность очистки достигает 70%.

Смягчители воды удаляют соли из воды и снижают ее жесткость. Деминерализованная вода необходима для отопительного оборудования. Для ее по-

лучения используют ионный обмен, испарение и замораживание. Новым и перспективным является метод кристаллогидрата, который не требует значительных затрат и высоких температур.

Ультрафиолетовая дезинфекция считается деликатным методом очистки. Ультрафиолетовые лучи уничтожают микроорганизмы без реагентов. Мощность излучения влияет на эффективность очистки.

Адсорбционные системы используются после первых этапов очистки и основаны на осаждении многих примесей на поверхности пористых материалов.

Деструктивные методы удаляют ценные органические соединения путем окислительных или восстановительных реакций.

Биологические методы основаны на естественном возобновлении воды. Микроорганизмы «поедают» органические соединения.

Таким образом, необходимость очистки воды неотъемлемая часть работоспособности любого предприятия, дефицит воды связан с постоянным ростом ее потребления, вынуждая находить все более новые и совершенные промышленные методы очистки и дезинфекции.

Литература

1. Нестерова, Н.В. Методология анализа риска чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, С.А. Кеменов, Ю.В. Ветрова // Научные механизмы решения проблем инновационного развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. – С. 8-10.
2. Павленко, А.В. Системы управления природной, техногенной и социальной безопасностью населения [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Павленко // Символ науки. №1. – 2016 – С.49-51.
3. Степанова, А.В. Математическое моделирование состояния безопасности объектов [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Харыбин // Инновационные процессы в научной среде. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-14.
4. Дрога, А.А. Использование информационных технологий для оптимального распределения сил и средств, предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, А.А. Дрога, А.Ю. Дорохин // Проблемы информационного обеспечения деятельности правоохранительных органов. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-15.

5. Мануйленко, А.Н. Проблемы энергетического сбережения и энергетической эффективности жилых зданий на территории РФ [Текст] / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Горского ГАУ. –2018. – С. 331-334.

УДК 656.11

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЦЕПНЫХ АВТОПОЕЗДОВ БОЛЬШОЙ ГАБАРИТНОЙ ДЛИНЫ

д.т.н. Сакович Н.Е.,

*магистранты Самси С.С., Мазепин Н.В., Василенко П.В., Пригаро М.А.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

PERSPECTIVE OF APPLICATION OF TRAILED TRAIN TRAINS OF GREAT DIMENSIONAL LENGTH

Doctor of Technical Sciences Sakovich N.E.

*undergraduates Samsy S.S., Mazepin N.V., Vasilenko P.V., Prigaro M.A.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрены вопросы эксплуатации многозвенных автотранспортных средств на дорогах Российской Федерации, исследованы проблемы стоящие перед грузоперевозчиками, в первую очередь связанные с обеспечением безопасности движения, обеспечения надежных и безопасных тормозных устройств, систем обеспечения устойчивости и управляемости при торможении

Annotation. *The issues of operation of multi-tier vehicles on the roads of the Russian Federation are considered, the problems faced by cargo carriers, primarily related to traffic safety, ensuring reliable and safe braking devices, stability and manageability systems when braking are investigated*

Ключевые слова: безопасность, автомобиль, тормозное устройство, антиблокировочная система, датчик

Keywords: *safety, car, braking device, anti-lock system, sensor*

Введение.

Сегодня в мире перед грузоперевозчиками стоит проблема увеличения грузоперевозок, при этом главное внимание уделяется применению автомобилей большой габаритной длины – автопоездов. Однако состояние дорог, мостов, во многих странах вводит ограничения ограничительные меры для данных автомобилей

Результаты исследований

На сегодняшний день в странах Европейского Союза (ЕС) действуют общие законодательные ограничения габаритной длины автопоезда, проиллюстрированные на рисунке 1.

Из рассмотрения рисунка 1 можно сделать вывод, что суммарная длина полезной площади допускаемых к эксплуатации в Европе прицепных автопоездов превышает длину полезной площади полуприцепа седельного автопоезда не менее чем на 2м. При этом грузоподъемность такого автопоезда может быть увеличена на 12м³. По некоторым оценкам, в 2010 году объем перевозок в Европе вырос вдвое, и поэтому ведутся дебаты о законодательном увеличении длины автопоезда.

Одновременно с общеевропейским законодательством в отдельных странах существуют национальные законодательные ограничения. Некоторые страны допускают эксплуатацию трехзвенных автопоездов длиной 22 м (Турция, Венгрия, Польша и Румыния).

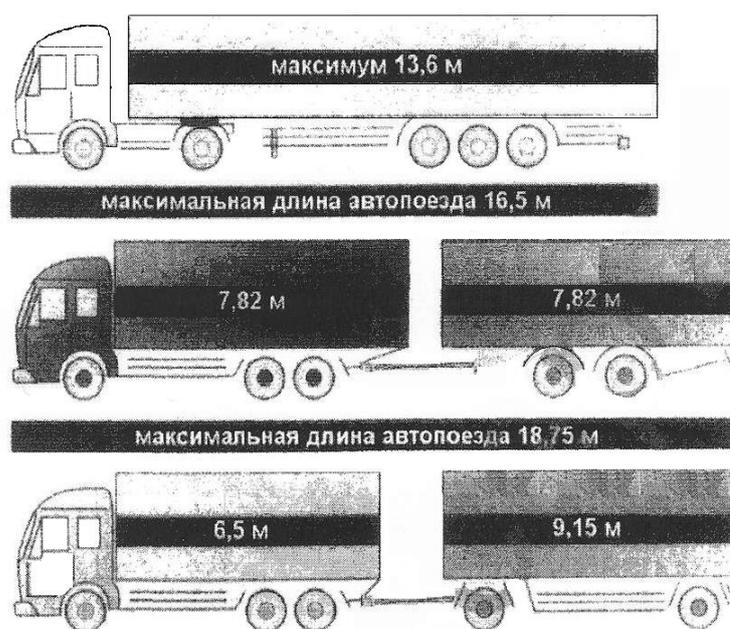


Рисунок 1 – Европейские законодательные ограничения общей длины автопоезда

В Болгарии длина трехзвенного автопоезда ограничивается до 20 м. В Швеции допускались к эксплуатации автопоезда общей длиной до 24 м, а сегодня эта норма увеличена до 25,25 м. Такие же ограничения приняты в Финляндии. На рисунке 2 приводятся варианты допускаемых к эксплуатации прицепных автопоездов (по данным Министерства транспорта и коммуникаций Финляндии).

Многие производители грузовых транспортных средств разрабатывают перспективные конструкции автопоездов. Так, в 1998 году на выставке в Ганновере шведская компания "Scania" совместно с немецкой фирмой "Krone" представили перспективный автопоезд полной массой 64 тонны при длине 28м. Производители этого автопоезда утверждают, что его применение при условии использования тягача с мощным современным дизелем мощностью 420 л.с. и более, позволяет перевозить за один рейс на 50% больше груза, снизить затраты топлива на тонну перевозимого груза на 20 % и снизить количество вредных выбросов на 25%.

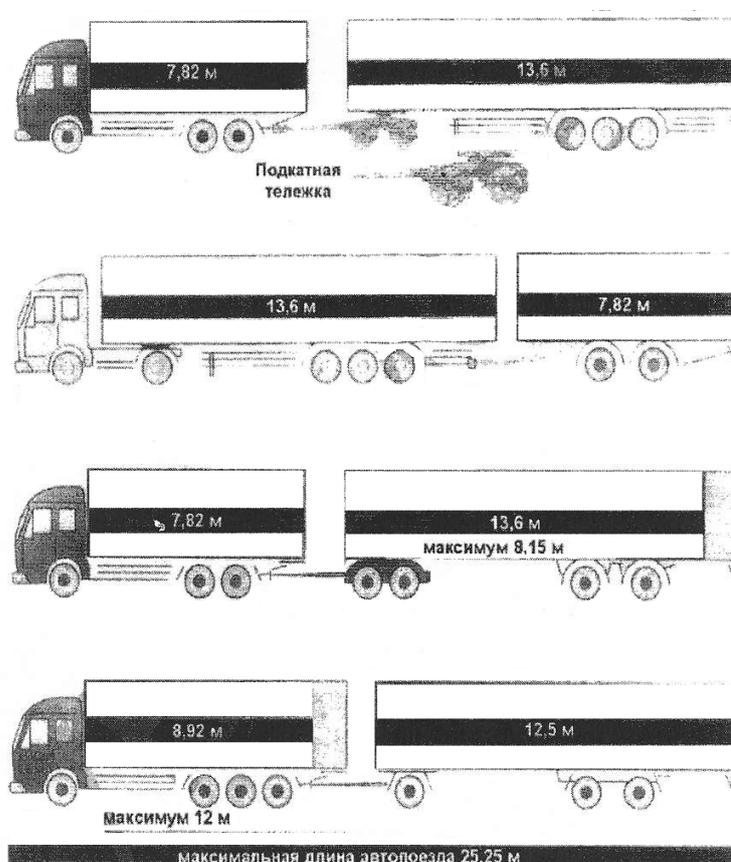


Рисунок 2 – Варианты прицепных автопоездов

Авторы разработки утверждают, что для эффективной эксплуатации таких автопоездов на магистралях они должны иметь возможность движения со скоростью от 80 до 90 км/ч и поэтому особое внимание должно быть уделено безопасности и в первую очередь надежной и эффективной тормозной системе. На рисунке 3 приведена фотография такого автопоезда.

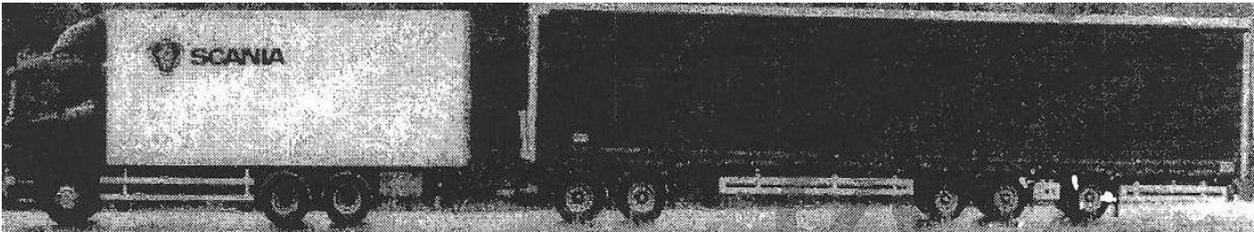


Рисунок 3 – Автопоезд Triple Unit Concept совместной разработки Scania и Knorr имеет длину 28 метров

Трех и четырехзвенные автопоезда допускаются к эксплуатации в отдельных штатах США, но лидирует в области применения большегрузных автопоездов большой длины Австралия. В соответствии с законодательством этой страны на дорогах общего пользования могут эксплуатироваться автопоезда длиной до 36,5 м с полной массой до 79 т. На отдельных дорогах, перечень которых утверждается правительственными организациями, допускаются к эксплуатации прицепные автопоезда длиной до 53,5 м и полной массой до 115 т.

На рисунке 4 показан один из вариантов австралийского автопоезда. Очевидные преимущества от применения многозвенных автопоездов рассматривались в ряде источников.



Рисунок 4 – Автопоезд на дорогах Австралии

Рассматриваются вопросы применения многозвенных автопоездов и в Российской Федерации, в частности фирма КАМАЗ уже много лет использует автомобили с прицепом (рисунок 5).



Рисунок 5 – Автопоезд фирмы КАМАЗ

Однако при широком применении автомобилей большой грузоподъемности, в условиях возрастающей интенсивности движения, проблема безопасности на дорогах приобретает особую актуальность. В первую очередь, для обеспечения безопасности движения, необходимо обеспечить автопоезда тормозными свойствами, отвечающими современным требованиям. В перспективе совершенствование тормозных систем связано с установкой антиблокировочных систем (АБС), дисковых тормозных устройств, позволяющих достичь высокого быстродействия, стабильности характеристик в широком диапазоне температур и давлений. Тормозные системы должны обеспечить высокую эффективность торможения транспортного средства, в том числе и многозвенных, без заноса и опрокидывания, без опасного нарушения поперечной устойчивости его звеньев.

Авторы предлагают тормозное устройство представленное на рисунке 6.

Тормоз работает следующим образом. При подаче давления рабочее тело (сжатый воздух, гидравлическая жидкость) через штуцер 16 подается в кольцевой канал 4 к поршням 6, которые начинают двигаться, перемещая прижимной диск 12 в осевом направлении. При этом пакет дисков сжимается, на фрикционных поверхностях возникают силы трения и, следовательно, тормозной момент, пропорциональный давлению в приводе тормозной системы.

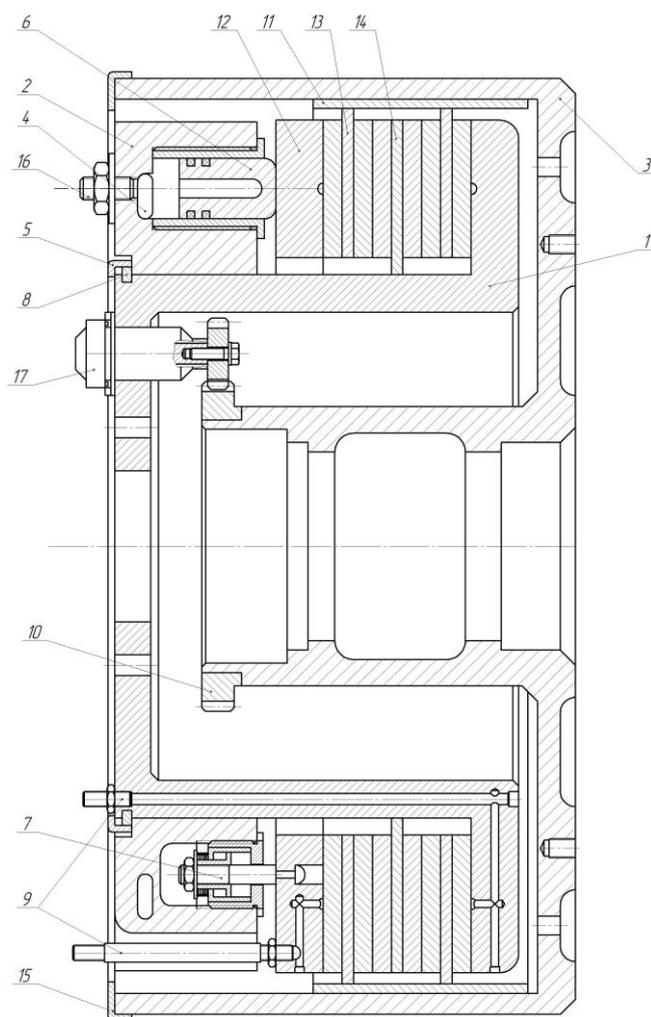


Рисунок 6 – Тормозное устройство: 1 – корпус; 2 – блок цилиндров; 3 – тормозной барабан; 4 – кольцевой канал; 5 – крышка кольца; 6 – поршень; 7 – регулятор зазоров; 8 – стопорное кольцо; 9 – форсунки для жидкостного охлаждения; 10 – зубчатое кольцо для датчика АБС; 11 – направляющие барабана; 12 – прижимной диск; 13 – подвижный диск; 14 – неподвижный диск; 15 – крышка; 16 – штуцер для подсоединения тормозного привода; 17 – датчик АБС

Тормозное устройство при небольших температурах охлаждается потоком набегающего воздуха, при увеличении температуры включаются форсунки, подавая жидкость на охлаждение тормоза. Включаются форсунки в работу электронным устройством, на основе терморезистора и компаратора, которое при превышении допустимого значения температуры автоматически включает систему охлаждения.

Для данного тормозного устройства разработана система антиблокировочная система принципиальная схема которой, изображена на рисунке 7 (патент №107736).

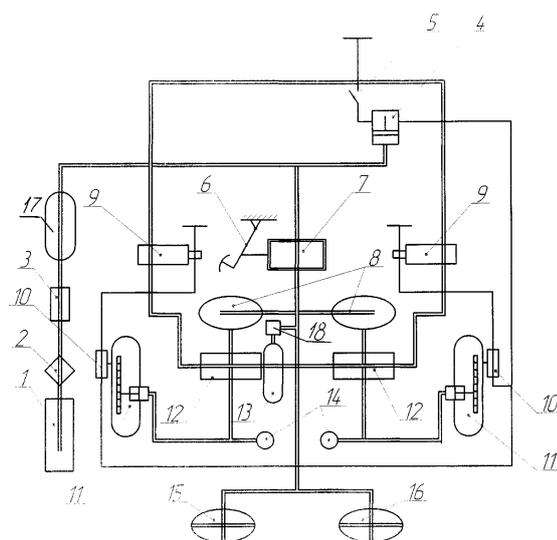


Рисунок 8 – Схема антиблокировочной системы: 1 – компрессор; 2 – воздушный фильтр; 3 – редуктор давления; 4,5 – включателей; 6 – педаль управления тормозами; 7 – тормозной кран; 7, 8 – тормозные камеры передних колес; 9 – электромагнитные клапана (в соответствии с числом колес.), 10 – инерционный датчик (в соответствии с числом колес), 11 – тормоз колеса; 12 – переключатели; 13 – пневмоаккумулятор; 14 – датчик давления в тормозной системе;

15,16 – тормозные камеры задних колес; 17 – ресивер; 18 – ускоритель

АБС состоит из двух контуров: I – й – пневматический контур; II – электрический.

Система работает следующим образом. При включении включателя 5 электрическая система АБС включается в систему электрообеспечения транспортного средства. После запуска двигателя компрессор 1 начинает нагнетать сжатый воздух в пневматическую систему транспортного средства. Через фильтр 2 и редуктор 3 воздух под давлением накапливается в ресивере и дежурит у тормозного крана. При нажатии на педаль управления тормозной системой, сжатый воздух подается в тормозную систему, включается включатель 4, при этом запитываются электрической энергией электромагнитные клапаны 9 и инерционные датчики 10 – электрический контур антиблокировочной системы готов к работе.

Воздух также через ускоритель 18 запитывает пневмоаккумулятор 13, через переключатели 12 подается к тормозам 11, колеса затормаживаются. При появлении блокировки колес (юз) на любом из колес срабатывает инерционный датчик 10 данного колеса, при этом замыкаются электрические контакты инерционного датчика 10, которые подают электрический сигнал на электро-

магнитный клапан 9. Электромагнитный клапан срабатывает, сжатый воздух стравливается из тормозной системы, давление в тормозе данного колеса уменьшается, юз прекращается, система АБС колеса возвращается в исходное рабочее состояние. В случае отказа основного тормозного контура давление воздуха, находящегося в пневмоаккумуляторе, через переключатели 11 поступает в тормоз колеса, колесо затормаживается.

Главным элементом системы АБС является датчик (рисунок 8). Датчик инерционного типа, реагирующий на угловое замедление колеса ε_K , возникающее при появлении избыточного момента торможения (при появлении проскальзывания). Рассмотрим работу датчика.

Валик датчика 3 находится в зацеплении с зубчатым венцом, укрепленным на барабане колеса, и вращается с угловой скоростью $\omega_D = n_D \omega_K$, пропорциональной угловой скорости колеса ω_K , (n_D – передаточное число).

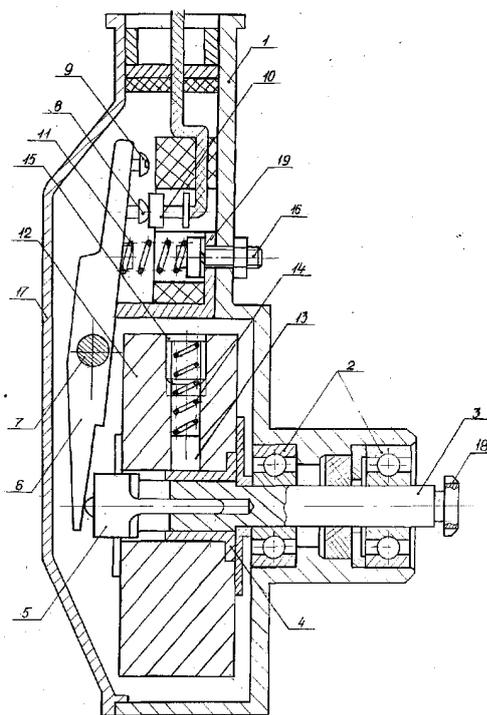


Рисунок 8 – Датчик антиблокировочной системы: 1 – корпус; 2 – шарикоподшипники; 3 – фасонный валик; 4 – фасонная втулка; 5 – толкатель – лопатка; 6 – коромысло; 7 – ось; 8,9 – винт; 10 – контакт выключателя; 11 – пружина; 12 – маховик; 13 – башмак; 14 – пружина; 15 – заглушка; 16 – винт; 17 – крышка; 18 – шестерня; 19 – кронштейн

Соответственно $\varepsilon_D = n_D \varepsilon_K$. На валике установлен маховик 12 с моментом инерции I_D , для проворачивания которого относительно валика необходимо преодолеть момент трения M_1 , величина которого определяется специально тарированной пружиной 11. Если инерционный момент маховика $M_D = I_D \varepsilon_L$, возникающий при угловом замедлении вращения колеса, становится равным $M_D = M_1$, маховик проворачивается на валике вместе со втулкой 4, скосы которой выдвигают толкатель – лопатку 5, нажимающий на коромысло 6, подающее через контакт 9 сигнал электрическому клапану на растормаживание колеса, стравливание давления из тормоза. Момент M_{TOP} уменьшается, и под действием силы T_K^{MAX} , которая действует до тех пор, пока имеется проскальзывание, возникает угловое ускорение колеса, оно набирает угловую скорость, и возникший инерционный момент маховика обратного знака возвращает его в исходное положение.

Датчик был изготовлен и прошел испытания на работоспособность. Основные технические данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические данные датчика

Напряжение питания, В	24±10%
Угловое замедление колеса на которое реагирует датчик, рад/с ²	450±50
Продолжительность электрического импульса при резкой остановке валика, с	0,55

Выводы

Практическое применение АБС с разработанными тормозными устройствами позволяет улучшить характеристики устойчивости и управляемости АТС при торможении. Снизить тормозной путь, в сложных погодных условиях до 20%, при этом исключить занос АТС при торможении.

Литература

1. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Безопасность транспортных работ в АПК / Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2007. -№ 6. -С. 55-56.
2. Христофоров Е.Н. Предотвращение аварийности и травматизма водителей сельскохозяйственных транспортных средств путем инженерно-технических мероприятий. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / ФГБОУ ВО «Санкт-петербургский государственный аграрный университет», Санкт-Петербург, Пушкин, 2009.
3. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Шкрабак Р.В. Теоретический анализ обеспечения безопасности транспортных работ в АПК /Тракторы и сельхозмашины. -2009. -№5.- С.55-56.
4. Воронин В.А., Лумисте Е.Г., Христофоров Е.Н. Тормозное устройство механических транспортных средств // Патент Россия №2258162. 2001. Бюл. №22.

УДК 614.84

О ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

*к.т.н., доцент Туманова Н.И., Кольпиков И.В.,
Владимирский государственный университет, Россия*

ON INCREASING THE LEVEL OF FIRE SAFETY IN A GENERAL EDUCATIONAL INSTITUTION

*Ph.D., Associate Professor Tumanova N.I., Kolpikov I.V.
Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs, Russia*

Аннотация. Выполнен общий обзор здания школы, ее территориальное расположение и основные подъезды к зданию; проведены расчеты по определению сил и средств необходимых для тушения пожара на объекте, расчет времени прибытия подразделений пожарной охраны к месту пожара с целью анализа динамики развития пожара.

Annotation. A general overview of the school building, its territorial location and main entrances to the building; calculations were carried out to determine the forces and means necessary for extinguishing a fire at the facility, the calculation of the time of arrival of the fire protection units to the site of fire in order to analyze the dynamics of fire development.

Ключевые слова: пожар, время прибытия подразделений пожарной охраны, план тушения пожара, расход воды, гарнизонное расписание выездов.

Keywords: fire, time of arrival of fire brigade units, fire extinguishing plan, water consumption, garrison departure schedule.

Введение

Пожар - чрезвычайная ситуация, которая влечет за собой человеческие или иные жертвы, порчу имущества и нанесение вреда окружающей среде.

Одним из направлений минимизации последствий пожара является разработка генерального плана тушения пожара (ПТП).

Планы тушения пожара создаются в целях повышения готовности подразделений пожарной охраны к тушению пожаров в организациях (на объектах), населенных пунктах на территории Российской Федерации.

ПТП должен предусматривать: предварительное планирование организации боевых действий подразделений пожарной охраны, прибывших на место пожара и действия персонала объекта, их взаимодействие; рациональную расстановку сил и средств, привлекаемых для тушения пожара; своевременное обеспечение руководителя тушения пожара (далее РТП) и штаба пожаротушения оперативной и справочной информацией об особенностях объекта, возможного масштаба развития пожара, а также применения средств тушения и обеспечения необходимых мер безопасности [6].

Разработке ПТП предшествует глубокий анализ оперативно-тактических особенностей объекта и его противопожарного состояния с прогнозированием места возникновения и развития возможных ситуаций, а также масштабов их последствий, материалы крупных пожаров на аналогичных объектах.

Особенно значимо разрабатывать ПТП для зданий с массовым пребыванием людей, особенно детей и подростков. К таким зданиям относятся общеобразовательные школы, в которых обстановка усложняется недостаточным уровнем подготовки, организованности, стрессоустойчивости подростков [4].

ПТП предназначены для: определения руководителем мер и порядка действий обслуживающего персонала при пожаре; обеспечения руководителя тушения пожара информацией об оперативно-тактической характеристике организации, предварительного прогнозирования возможной обстановки в организации при пожаре, планирования основных действий подразделений пожарной охраны по тушению пожара; повышения теоретической и практической подготовки личного состава (работников) подразделений пожарной охраны и их органов управления; информационного обеспечения при исследовании (изучении) пожара.

С целью повышения уровня пожаробезопасности был проведен анализ муниципального бюджетного учреждения г.Владимира средней общеобразовательной школы № 19.

Здание МБОУ СОШ №19 расположено в Октябрьском районе г. Владимира. С северо-востока от объекта проходит оживлённая транспортная маги-

страль. На юго-западе от здания расположена зона школьного сада и огорода. С запада и с востока - жилые зоны.

Здание отдельно стоящее, кирпичное, 4-этажное. С юго-востока от школы расположено одноэтажное кирпичное здание, в котором имеются гараж 29,3 кв.м, сарай 58,7 кв.м и склад 63,3 кв.м.

Ограждение по периметру территории школы (с востока, юга и запада) выполнено в виде: металлического забора, высотой 1,8 м и протяжённостью 366,3 метра и железобетонного забора, высотой 3,5 метра, протяжённостью 150,5 м. С северной части здания (с фасада) ограждение не предусмотрено. Ворота и калитки расположены справа и слева от фасада здания, закрыты на навесные замки. Калитки всегда открыты; ворота, расположенные с восточной стороны, постоянно закрыты, ключи находятся у заместителя директора по АХР и дежурного вахтёра. Ворота, расположенные с западной стороны, открываются сотрудниками учреждения для обеспечения подъезда специализированной техники пожарных отделений. Ключи от ворот находятся у заместителя директора по АХР и дежурного вахтёра.

Площадь территории составляет 12463 м². Здание 4-х этажное, с техническим подвалом, II-й степени огнестойкости. Размеры здания 57х25х15м.

Фундамент – сборные железобетонные блоки; стены – кирпичные; перегородки – кирпичные; перекрытия – железобетонные. Кровля – шифер, уложенный по деревянной обрешетке. Здание имеет один главный вход и три запасных выхода.

Возможные места возникновения пожара - актовый зал на 4-м этаже и библиотека на 2-м этаже. Пожары в данных помещениях потребуют привлечения наибольшего количества сил и средств, для их ликвидации [3].

При пожаре в актовом зале на 4-м этаже: огонь будет распространяться по внутренней отделке и имуществу зала, далее через дверные проёмы по напольному покрытию в помещения 4-го этажа.

При пожаре в библиотеке на 2-м этаже: огонь будет распространяться по имуществу и внутренней отделке библиотеки, через технологические отверстия в перекрытиях и оконные проёмы в смежные помещения 3-го этажа [2].

Анализ динамики развития пожара

С целью анализа динамики развития пожара был произведен расчет времени прибытия подразделений пожарной охраны к месту пожара (таблица 1)

Таблица 1

Пожарная часть	Расстояние от ПЧ до объекта	Расчет времени следования	Время следования
ПЧ-2	1,7 км.	$t \text{ сл.} = 60 \times 1,7/45$	2,3 мин.
ОП1 ПЧ-2	0,7 км.	$t \text{ сл.} = 60 \times 0,7/45$	1 мин.
ОП1 ПЧ-3	3,1 км.	$t \text{ сл.} = 60 \times 3,1/45$	4,1 мин.
ПЧ-3	7,5 км.	$t \text{ сл.} = 60 \times 7,5/45$	10 мин.
ПЧ-1	4,3 км.	$t \text{ сл.} = 60 \times 4,3/45$	5,7 мин.

Далее определялось необходимое количество сил и средств, для ликвидации пожара. Результаты расчета представлены в таблицах №2 и №3.

Таблица 2

Тактический замысел: пожар в актовом зале на 4-м этаже, в дневное время.		
время свободного развития пожара	$t_{св}$	11 мин
путь, пройденный огнём за 11 мин	R	6 м
площади пожара и тушения на момент Ч+11 мин	$S_{п}, S_{т}$	119,5 м ² 49,8 м ²
требуемый расход воды на тушение пожара и защитные действия	$Q_{тр. \text{ туш.}}$ $Q_{тр. \text{ защ.}}$	7,47 л/с 3,7 л/с
требуемое количество стволов	$N_{ств}$	4 ствола "Б"
путь, пройденный огнём за 15,7 мин	R	13,05 м
площадь пожара на момент Ч+15,7 мин.	$S_{п}$ $S_{т}$	246,012 м ² 49,8 м ²
требуемый расход воды на тушение пожара и защитные действия	$Q_{тр. \text{ туш.}}$ $Q_{тр. \text{ защ.}}$ $Q_{тр. \text{ общ.}}$	7,47 л/с 3,7 л/с 11,17 л/с
требуемое количество стволов	$N_{ств}$	4 ствола "Б"
фактический расход воды на тушение пожара	$Q_{ф}$	14,8 л/с
соответствие условию локализации	$Q_{ф.} > Q_{тр.}$	соблюдено
предельное расстояние по подаче воды	$L_{пр}$	249 м
требуемое количество АЦ для подвоза воды	$N_{АЦ}$	4 АЦ
требуемую численность личного состава	N	24 человек
требуемое количество пожарных подразделений (отделений) основного назначения	$N_{отд.}$	6 отделений

Таблица 3

Тактический замысел: пожар в библиотеке на 2-м этаже, в ночное время.		
время свободного развития пожара	tсв	11 мин
путь, пройденный огнём за 11 мин	R	6 м
площади пожара и тушения на момент Ч+11 мин	S _п	36,18м ²
	S _т	30,15 м ²
требуемый расход воды на тушение пожара и защитные действия	Q _{тр. туш.}	1,81л/с
	Q _{тр. защ.}	3,7 л/с
	Q _{тр.общ.}	5,51 л/с
требуемое количество стволов	N _{ств}	2 ствола"Б"
путь, пройденный огнём за 14 мин	R	10,5 м
площадь пожара на момент Ч+14 мин.	S _п	49,87 м ²
	S _т	30,15 м ²
требуемый расход воды на тушение пожара и защитные действия	Q _{тр. туш.}	1,81л/с
	Q _{тр. защ.}	3,7 л/с
	Q _{тр.общ.}	5,51 л/с
требуемое количество стволов	N _{ств}	2 ствола"Б"
фактический расход воды на тушение пожара и защитные действия	Q _ф	11,1 л/с
соответствие условию локализации	Q _{ф.} >Q _{тр.}	соблюдено
предельное расстояние по подаче воды	L _{пр}	508 м
требуемое количество АЦ для подвоза воды	N _{АЦ}	3 АЦ
требуемую численность личного состава	N	16 человек
требуемое количество пожарных подразделений (отделений) основного назначения	N _{отд.}	4 отделения

Исходя из расчетов, представленных в таблице 2, согласно гарнизонному расписанию выездов, можно сделать вывод о необходимости привлечения на пожар сил и средств по рангу – вызов №2. В случае возникновения пожара в библиотеке (таблица3), согласно гарнизонному расписанию выездов, можно сделать вывод о необходимости привлечения на пожар сил и средств по рангу – вызов №1-БИС.

Рекомендации должностным лицам

Для спасания и эвакуации учащихся требуется использовать максимальное количество технических средств (трехколенные лестницы, лестницы палки, спасательные веревки). Спасание детей по возможности проводить через окон-

ные проемы (если пути эвакуации сильно задымлены). При создании реальной угрозы от огня и дыма, если пути эвакуации отрезаны, то первый прибывший РТП вводит все основные силы и средства для защиты путей эвакуации. В первую очередь эвакуируют детей из помещений, где возможно быстрое проникновение продуктов сгорания и повышение температуры. Любое возгорание в помещениях школы будет являться опасным для жизни детей и сложным в оперативно-тактическом отношении. Все действия по спасанию детей и тушению пожара будут требовать как от личного состава ФПС, так и от персонала школы слаженных и быстрых действий, направленных в первую очередь на эвакуацию детей [1]. Наиболее сложно эти действия будет выполнять в холодное время года, когда требуется одевать детей.

Тушение пожаров в детских учреждениях является сложной задачей для служб пожаротушения, так как при пожаре возможен панический испуг детей, неуправляемость или укрытие их в труднодоступных местах.

Так же при тушении пожара необходимо:

- установить связь с обслуживающим персоналом учреждения;
- выяснить меры принятые персоналом по эвакуации детей из опасных помещений;
- назначить конкретное лицо, из обслуживающего персонала учреждения, ответственного за учет эвакуируемых детей;
- уточнить количество и возраст детей, места их вероятного нахождения;
- организовать совместно с педагогами, обслуживающим персоналом эвакуацию детей, в первую очередь младшего возраста, обеспечив защиту путей эвакуации;
- проверить тщательно наличие детей в: подсобных помещениях, в шкафах, за занавесками и различной мебелью.

Требования охраны труда при тушении пожара в непригодной для дыхания среде заключаются в следующем:

1. На каждое звено ГДЗС выставляется пост безопасности.

2. Место расположения поста безопасности определяется оперативными должностными лицами на пожаре в непосредственной близости от места входа звена ГДЗС в непригодную для дыхания среду (на свежем воздухе).

3. Выставляется одно резервное звено ГДЗС на каждые три работающих звена, как правило, на КПП. Количество звеньев ГДЗС, направляемых в непригодную для дыхания среду, определяется РТП.

4. Звено ГДЗС должно возвращаться из непригодной для дыхания среды в полном составе.

5. В целях обеспечения безопасного продвижения звено ГДЗС может использовать пожарные рукава, провод переговорного устройства.

6. Для технического обслуживания и ремонта СИЗОД, а также технических средств ГДЗС создаются базы и обслуживающие посты ГДЗС. Технический ремонт СИЗОД производится на базах ГДЗС, а обслуживание СИЗОД - на обслуживающих постах ГДЗС. Все СИЗОД должны быть сертифицированы [5].

Вывод

Проведенный анализ способствует повышению уровня пожаробезопасности объекта, минимизации социального и экономического ущерба в случае возникновения пожара на объекте. Так же, рассмотренные действия руководящего персонала их точность, быстрое время реагирования и принятие решения, все это залог успешного процесса по снижению опасности, возникающей при пожаре.

Литература

1. Акимов В. А., Воробьев Ю. Л. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учебное пособие - М.: Высшая школа, 2006. - 592 с.
2. Астапенко В. М. Кошмаров Ю. А., Молчадский И. С., Шевляков А. Н. Термодинамика пожаров в помещении. - М.: Стройиздат. 1988. -448 с.
3. Меркушкина Т.Г., Романов В.В. Использование математического моделирования для исследования опасных факторов пожара, безопасности людей при пожаре.-М.: ВНИИ-ПО, 1981. С 34-43.
4. Пожаротушение в жилых и общественных зданиях. - Екатеринбург: 000 «Издательство Калан», 2008. -214 с.
5. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров - Екатеринбург.: ООО «Издательство «Калан» , 2010. -512 с.
6. Перепечина Ю.И. Послепожарное состояние лесов в хозяйственно-лесорастительных районах Курганской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 2 (320). - С. 66-70.

УДК 331.452

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*к.т.н. Туманова Н.И., Саханина Е.А.,
Владимирский государственный университет, Россия*

ENSURING SAFE WORKING CONDITIONS IN THE WOOD PROCESSING INDUSTRY.

*Ph.D., Tumanova N.I. Sahanina E.A.
Vladimir State University, Russia*

Аннотация. Представлены результаты анализа условий труда на рабочих местах в деревообрабатывающем цехе, выявлены основные вредные и опасные факторы производственного процесса и их влияние на человека. Оценены условия труда и предложены мероприятия по совершенствованию планирования системы управления охраной труда.

Annotation. *The results of the analysis of working conditions at workplaces in the wood-working workshop are presented, the main harmful and dangerous factors of the production process and their influence on humans are identified. Evaluated working conditions and proposed measures to improve the planning of the occupational safety management system.*

Ключевые слова: условия труда, древесная пыль, валовые выбросы, шум, освещенность.

Key words: *working conditions, wood dust, gross emissions, noise, light intensity.*

Введение

Обеспечение компаний элементами эффективной системы менеджмента охраны труда базируется на стандарте [1], в основу которого положена методология одного из основоположников современных систем менеджмента У.Э. Деминга, известной как цикл Деминга: «Планирование - Действие - Контроль – Доработка». Цикл управления охраной труда начинается с планирования: разработка политики системы ОТ, выявления опасных факторов и оценку рисков. Далее следует «Действие» – это фактическая реализация и применение программы. Последующие этапы цикла: «Контроль» – сбор информации и оценка результата, анализ и установление причин отклонений и «Доработка» – совершенствование и отработки системы во время следующего цикла [2].

Постановка задачи

В рамках первого цикла в работе ставится задача идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов и выявление рисков, связанных с ними.

Исследование технологического процесса

Объектом исследования является деревообрабатывающий цех одного из предприятий Владимирской области.

Пиломатериал, имеющий влажность 6% - 10 %, доставляется в цех автопогрузчиком и укладывается на траверсную тележку. Для повышения эффективности раскроя и качественных заготовок применяется индивидуальный раскрой. С траверсной тележки доски поштучно перекадываются на рольганг и по роликам подводятся к торцовочному однопильному станку. Перед раскроем каждая доска рассматривается, оценивается по качеству и распиливается так, что бы получить максимальный качественный и полезный выход. Полученные заготовки, по размерам, складываются на подстопное место. После проведения операции поперечного раскроя заготовки отправляют на операцию продольного раскроя.

Следующим этапом механической обработки является создание базовых поверхностей заготовок. На одностороннем фуговальном станке заготовки подвергаются операции фугования, причем фугуют одну пластъ и одну кромку каждой заготовки. Сначала создают базовую поверхность, по пласти, заготовки.

Базовая поверхность формируется за несколько проходов через станок, скорость фугования не превышает 5 м/мин., толщина снимаемого слоя за один проход не более 3 мм. Заготовки обрабатываются до тех пор, пока отклонение от базовой поверхности не будет 0,3мм. Создание второй базовой поверхности, по кромке, осуществляется при подаче заготовки по направляющей линейке, по которой скользит базовая пластъ.

После операции фугования заготовки отправляются на подстопное место около рейсмусового станка, где они подвергнутся операции обработки в размер по сечению для получения чистовых размеров по ширине и толщине. Обработка заготовок производится, сначала, по толщине, затем по ширине. Толщина снимаемого слоя 2-4мм., при скорости подачи равной 8-12м/мин. Чем меньше толщина снимаемого слоя и скорость подачи, тем лучше качество поверхности.

Инструментальные исследования

Анализ производственного технологического процесса показывает, что для деревообрабатывающего производства опасные и вредные производственные факторы обусловлены незащищенными подвижными элементами производственного оборудования; передвигающимися изделиями, заготовками, материалами; движущимися машинами и механизмами; повышенной или пониженной температурой поверхностей оборудования; повышенной запыленностью воздуха рабочей зоны; повышенным уровнем вибрации; недостаточной освещенностью рабочей зоны; повышенной или пониженной температурой воздуха рабочей зоны, повышенной или пониженной влажностью воздуха; повышенным уровнем шума на рабочем месте.

При механической обработке древесины в окружающую среду поступают пылевидные отходы – древесная пыль. Результаты расчета валовых выбросов за один год представлены в таблице 1.

Таблица 1

Используемые станки	Время работы, ч	Интенсивность пылевыведения кг/ч	Валовые выбросы кг/год
Торцовочный	684	9,5	1014
Фуговальный	1196	28	5244
Рейсмусовый	1057	48	7947
Фрезерный	925	11	1646
Итого			15851

По паспортным данным эффективность местных отсосов составляет 0,92 следовательно масса древесной пыли оседающей в цехе за год составит 1268,08 кг/год.

Инструментальные исследования воздуха рабочей зоны на нескольких рабочих местах показывают, что концентрация древесной пыли колеблется в пределах 1,6-2,8 ПДК. Состояние воздуха рабочей зоны не отвечает гигиеническим критериям по качеству воздушной среды. Значение ПДК древесной пыли в воздухе рабочей зоны не обеспечивает безопасные условия труда и безопас-

ный стаж работы без риска появления профессиональных заболеваний. Воздействия древесной пыли на человека (в зависимости от породы деревьев, времени воздействия, концентрации и т.п.) достаточно многообразны [3]. Это аллергическое, фиброгенное и токсическое действие, провокация головных болей, дерматитов, кровотечений из носа, горла, заболевания печени, легких, онкологических патологии. Для создания допустимых условий труда деревообработчиков при воздействии на них древесной пыли, вызывающей более десяти наименований заболеваний различной тяжести и этиологии, перед службой охраны труда на деревообрабатывающем предприятии стоит задача разработки эффективной системы управления безопасностью процессов при воздействии на работающих аэрозолей преимущественно фиброгенного действия. Необходимо повышение эффективности действующей аспирационной системы: улучшение герметичности, увеличение мощности вентиляторов.

Исследования уровня шума на рабочих местах свидетельствуют о превышении предельно допустимый уровень на 8 - 14 дБА. Нормативные требования по шуму при специальной оценке условий труда (СОУТ) - 80дБА [4]. Наиболее шумные деревообрабатывающие станки - строгальные деревообрабатывающие станки (фуговальные). Для них характерны аэродинамические и механические шумы вследствие вибрации элементов оборудования, поверхностей станка, защитных кожухов. В спектральном составе шума преобладают высокочастотные составляющие.

Шум влияет не только на слуховой анализатор, но и действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных системах организма. Частота жалоб и степень их выраженности зависят от стажа работы, интенсивности шума, его характера, спектра. Шум приводит к нарушению функции сердечно-сосудистой системы. На развития гипертензивных состояний оказывает широкополосный шум с превалированием высокочастотных составляющих и уровнем свыше 90 дБА.

Обсуждение результатов

Улучшение условий труда по шумозащищенности требует реализации

ряда мероприятий политики охраны труда. Изношенное и морально устаревшее оборудование создает неудовлетворительные условия труда. Замена высокошумного оборудования новым с улучшенными шумовыми характеристиками, строительно-архитектурные методы шумозащиты, использование коллективных и индивидуальных средств защиты (СИЗ) уменьшают негативное влияние шума. В типовых отраслевых *нормах* на СИЗы деревообработчикам не предусмотрены противошумы. Они могут быть рекомендованы по результатам проведения СОУТ после оценки уровня шума (класс 3.1 и выше).

Большинство производственных процессов в деревообрабатывающих цехах сопровождается запыленностью воздуха, занимающих одно из первых мест среди самых опасных факторов техносферы. Обеспечение допустимых условий труда работников деревообрабатывающих производств связано с повышением эффективности мероприятий в управлении охраной труда. Требуется решение задач обеспыливания воздуха рабочей зоны. Фактические значения концентрации пыли превышают ПДК и оказывают негативное влияние на состояние здоровья работников. Условия труда на данном производстве по концентрации древесной пыли в воздухе рабочей зоны соответствуют классу 3 степени.

Политика создания акустической комфортности на рабочих местах в деревообрабатывающем цехе требует снижения уровня шума. На рабочих местах условия труда по уровню шума классифицируются как вредные класса 3 первой и второй степени. Необходимо планирование мероприятий по устранению шума в источнике путем снижения акустической активности оборудования. Совершенствование условий труда на рабочих местах предполагает использование коллективных и индивидуальных средств защиты

Вывод

Наиболее результативным способом достижения обозначенных целей - создание эффективной системы управления охраной труда, начиная с планирования: выявления опасных факторов и оценки их рисков, планирования мероприятий по снижению запыленности воздуха рабочей зоны и по повышению акустической комфортности на рабочих местах.

Литература

1. OHSAS 18001:2007. Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования.
2. Н.И. Туманова, Е.В. Демидова О внедрении системы менеджмента охраны труда и производственной безопасности OHSAS 18001. // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств.-2018.-С. 224-227.
3. Лапкаев А. Г. Создание безопасности и нормальных условий труда в процессах деревообработки по пылевому фактору : дисс. д.т.н : 05.21.05 Красноярск, 2006 – 325 с.
4. Библиотека нормативных документов по охране труда НИИОТ СПб [Электронный ресурс]:// Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт охраны труда: [сайт]. [2015]. URL: <http://www.niiot.ru/doc/docs.htm>.
5. Перепечина Ю.И. Научное обоснование организации хозяйства в лесах на основе их состояния в южном Зауралье: Автореф. дис. доктора сельскохоз. Наук. – Брянск. – 2011. – 18с.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ЗАМЕНА УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНУЮ ЭНЕРГИЮ СОЛНЦА

*студент Харченко А.С., д. т. н, профессор Нестерова Н.В.,
Белгородский государственный аграрный университет, Россия*

ALTERNATIVE ENERGY: REPLACING HYDROCARBONS WITH ENVIRONMENTALLY SAFE ENERGY OF THE SUN

*student Kharchenko A.S. Doctor of Technical Sciences, Professor Nesterova N.V.
Belgorod GAU. Russia*

Аннотация: в данной статье представлен способ по замене углеводородов на альтернативную, экологически безопасную энергию солнца. В ходе исследования данной темы были выявлены, как преимущества, так и недостатки данного перехода, а также нюансы и трудности связанные со строительством данных станций.

Annotation: *this article presents a method for replacing hydrocarbons with alternative, environmentally friendly solar energy. In the course of researching this topic, both advantages and disadvantages of this transition, as well as nuances and difficulties associated with the construction of these stations were identified.*

Ключевые слова: энергетика, углеводород, возобновляемость, инновации.

Keywords: *energy, hydrocarbon, renewability, innovation.*

Введение

Интенсивное развитие энергетики и промышленности приводит к увеличению потребления углеводородного топлива, а, следовательно, и количества продуктов сгорания, выбрасываемых в атмосферу. По данным мониторинга, количество химических соединений, вредных для окружающей среды, веществ и элементов продуктов сгорания, выбрасываемых в атмосферу, удваивается

каждые 12-14 лет, и поэтому проблема загрязнения атмосферы при сжигании углеводородов является одной из глобальных проблем нашего времени. А также из аспектов нынешнего экологического кризиса имеет место ограниченное количество не возобновляемых ресурсов. Этот вопрос напрямую определяет перспективы человеческого сообщества [1].

Методы исследования и результаты

Солнце играет важную роль в жизни Земли. Весь органический мир нашей планеты обязан Солнцу своим существованием. Оно является не только источником света и тепла, а также источником большинства других видов энергии. Каждый час Земля получает огромное количество солнечной энергии, которая не полностью и даже не на половину используется человечеством. С древних времен ученые искали возобновляемые источники энергии. Регулярно большое количество проектов, направленных на замену нефти, природного газа, угля, на энергию солнца, ветра, приливов. Малое количество этих проектов воплощено в жизнь. Один из таких проектов связан с созданием гигантских солнечных элементов. Аккумуляторы для отопления можно использовать в многоквартирных домах. В современных солнечных панелях используют закаленное стекло и уплотнения для отопления дома фланцы с уникальным дизайном, поэтому они абсолютно устойчивы к погодным явлениям и механическим повреждениям. Солнечная энергия имеет несколько преимуществ: возобновляемость, экологическая безопасность, энергоэффективность, выступает инновационной технологией. Недостатки солнечных источников: высокая стоимость, низкая мощность [2].

В настоящее время используется лишь малая часть солнечной энергии, поскольку существующие солнечные панели имеют относительно низкую эффективность, а также дорогие в изготовлении. Однако не следует отказываться от почти неисчерпаемого источника чистой энергии: по мнению экспертов, одна только солнечная энергия может покрыть все потребности человечества в энергии на тысячи лет вперед. Имеется возможность повысить эффективность солнечных электростанций в несколько раз, и, разместив их на крышах домов и

рядом с ними, обеспечить отопление жилья, подогрев воды и эксплуатацию бытовых приборов, даже в умеренных широтах, не говоря уже о тропиках.

Для нужд отрасли, которая требует большого количества энергии, можно использовать километровые пустоши и пустыни, полностью заполненные мощными солнечными электростанциями. Но солнечная энергия сталкивается со многими трудностями при строительстве, размещении и эксплуатации солнечных электростанций, занимает десятки тысяч квадратных километров земной поверхности. Поэтому общая доля солнечной энергии была и останется довольно скромной, по крайней мере, в обозримом будущем [3,4].

Большое внимание следует уделить тому факту, что производство энергии, являющейся необходимым средством существования и развития человечества, влияет на природу и окружающую среду. С одной стороны, в повседневной жизни и человеческом производстве тепло и электричество настолько прочно введены, что человек даже не представляет своего существования без него и потребляет неисчерпаемые ресурсы. С другой стороны, человек все больше концентрирует свое внимание на экономическом аспекте энергии и требует производства чистой энергии. Это говорит о необходимости решения комплекса вопросов, в том числе перераспределения средств для удовлетворения потребностей человечества, для использования практических достижений в народном хозяйстве, поиска и разработки новых альтернативных технологий производства тепла и электроэнергии [5].

Таким образом, несмотря на сложности использования альтернативной энергии, современное общество переживает очередной глобальный переход к новой энергии, которая началась примерно в начале 90-х годов прошлого века. Определяющей характеристикой современного этапа является его экологическая направленность, стремление избавиться от зависимости использования ископаемых ресурсов, добыча и использование которых истощает и загрязняет природу. Предполагается, что развитие альтернативных источников энергии все еще остается вопросом завтрашнего дня, фактически в некоторых областях технологическая революция уже произошла. Более того, возможности этих ис-

точников практически безграничны, что дает надежду на своевременное решение человечеством экологических проблем.

Литература

1. Нестерова, Н.В. Методология анализа риска чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, С.А. Кеменов, Ю.В. Ветрова // Научные механизмы решения проблем инновационного развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. – С. 8-10.
2. Мануйленко, А.Н. Проблемы энергетического сбережения и энергетической эффективности жилых зданий на территории РФ [Текст] / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Горского ГАУ. –2018. – С. 331-334.
3. Павленко, А.В. Системы управления природной, техногенной и социальной безопасностью населения [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Павленко // Символ науки. №1. – 2016 – С.49-51.
4. Шульженко, В.Н. Стадии развития чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, В.Н. Шульженко, С.А. Кеменов // «Научные исследования и разработки в эпоху глобализации». Сборник статей международной научно-практической конференции. г. Волгоград. Ч.3. 2017. – С. 20-23.
5. Харыбин, А.В. Математическое моделирование состояния безопасности объектов [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Харыбин // Инновационные процессы в научной среде. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-14.

УДК 656.11

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ АНТИБЛОКИРОВОЧНЫХ СИСТЕМ

*д.т.н. Христофоров Е.Н.,
магистранты Прудникова С.С., Мазетин Н.В., Василенко П.В.,
Пригаро М.А.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

TO THE QUESTION OF THE DEVELOPMENT OF ANTIBLOCKING SYSTEMS

*Doctor of Technical Sciences Khristoforov E.N.
undergraduates Prudnikova S.S., Mazepin N.V., Vasilenko P.V., Prigarov M.A.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Представлены этапы развития антиблокировочных систем позволяющих улучшить характеристики устойчивости и управляемости автотранспортного средства при торможении, частности из-за недопущения юза, в сложных дорожных условиях.

Annotation. The stages of the development of anti-blocking systems are presented which make it possible to improve the characteristics of stability and controllability of a vehicle when braking, in particular due to the avoidance of a vehicle, in difficult road conditions

Ключевые слова: водитель, автомобиль, торможение, антиблокировочная система, тормозной путь, юз, управление, модулятор, датчик

Keywords: driver, car, braking, anti-lock system, braking distance, control, control, modulator, sensor

Введение

Получить минимальный тормозной путь при торможении (в сложных дорожных условиях), сохранив при этом управляемость и курсовую устойчивость возможно при установке на автотранспортное средство антиблокировочной системы, дающей следящий управляющий эффект за тормозной силой, подводимой к тормозам.

Результаты исследований

Над проблемой создания антиблокировочных систем (АБС) в России на протяжении многих лет работает ряд организаций и ВУЗов, в числе которых КамАЗ, НАМИ, НИИАЭ, МАМИ, ГТУ МАДИ, СибАДИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана и другие.

Конкретные результаты этих работ нашли отражение в публикациях таких исследователей, как: В. В. Иваненко, В.И. Иларионов, Н.Т. Катанаев, Г.М. Косолапов, Н. Г. Мальцев, Б.И. Морозов, Я.Н. Нефедьев, Э.Н. Никульников, А. И. Попов, Н. К. Пчелин, А.А. Ревин, В.И. Сальников, Д.А. Соцков, Л. К. Фрумкин, А.А. Юрчевский и других. Активно работают над созданием АБС зарубежные фирмы, лидируют в этом направлении фирмы «БОШ» и «ВАБКО».

Сложность разработки автомобильных АБС обусловлена тем, что изменение условий сцепления колеса с дорогой имеет характер, трудно поддающийся математическому описанию. Отсюда следует, что АБС для автотранспортных средств должна обладать широкими адаптивными свойствами, что в свою очередь требует для ее создания достаточно развитой теории и довольно сложной аппаратной реализации.

Антиблокировочная система предназначена для того, чтобы вне зависимости от условий торможения обеспечивать такое относительное движение колес, при котором создается оптимальное сочетание их устойчивости и тормозной эффективности. Ни водитель, ни регулятор тормозных сил не способны достаточно точно решить эту задачу. Для такого решения необходимо, чтобы управляющее устройство, способное быстро и правильно регулировать давление в тормозном приводе, получало бы информацию от колеса, объекта,

непосредственно воспринимающего реакции дороги. Другими словами, необходима обратная связь от объекта регулирования к такому управляющему устройству.

На рисунке 1 показана структурная схема типичной АБС, состоящей из следующих элементов:

- объекта регулирования, куда входят исполнительный орган привода, тормозной механизм и контактирующее с дорогой колесо;
- датчиков угловой скорости колес (в зависимости от принятого закона регулирования в АБС могут использоваться и другие датчики: ускорения колеса, ускорения автомобиля, давления в приводе и т. п.); управляющего блока;
- модуляторов давления в тормозном приводе.

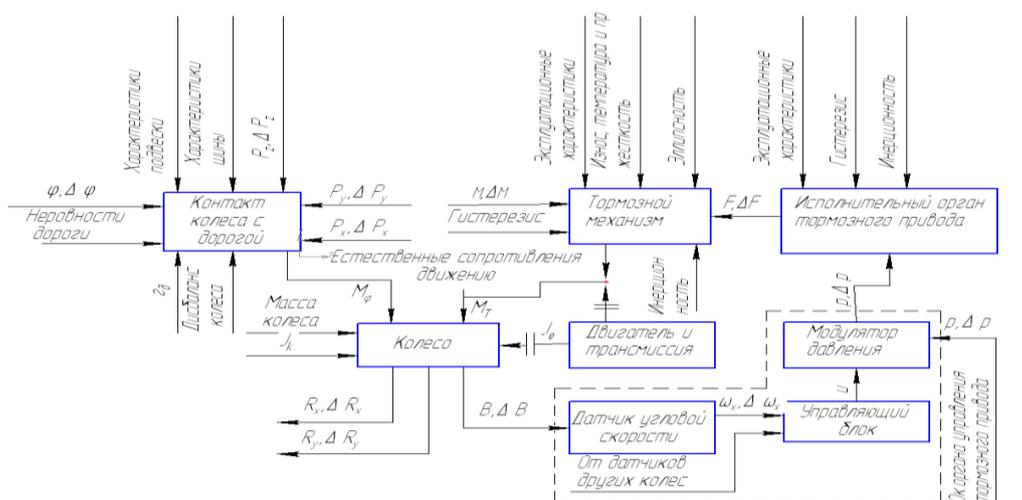


Рисунок 1 – Схема типичной антиблокировочной системы

Последние три элемента, обведенные на рисунке 1 пунктиром, являются принципиально новыми в конструкции автомобиля.

Из рассмотрения рисунка 1 становится ясно, что АБС, вопреки распространенному мнению, не является частью рабочей тормозной системы автомобиля, эти системы лишь частично совпадают по своей структуре.

В настоящее время разработкой и внедрением АБС заняты практически все крупные автомобильные и тормозные фирмы мира: GMC, Chrysler, Ford,

Bendix, Girling, Rootes, Westinghouse, FIAT, DBA, Knorr, Bosch и многие другие. Некоторые конструкции прошли испытания, и начато их внедрение. Ученными сформулированы технические требования, которым должны удовлетворять эти системы.

1. АБС должна обеспечивать автотранспортному средству сохранение курсовой и траекторной устойчивости движения в любых условиях торможения. Выполнение этого требования позволит водителю не только удержать автомобиль на прямой, но и объехать возникшее препятствие, а при торможении на повороте избежать заноса.

2. АБС должна по возможности улучшать тормозную эффективность автомобиля.

3. АБС не должна препятствовать нормальной работе тормозного управления автотранспортного средства. При любом ее отказе водитель должен иметь возможность затормозить автомобиль обычным способом. Кроме того, специальное устройство должно сигнализировать ему об отказе АБС. Для того чтобы АБС не препятствовала остановке автомобиля, нижний предел ее срабатывания по скорости ограничивают величиной от 5 до 12 км/ч.

4. АБС в течение некоторого времени должна выполнять свои функции при выключенном двигателе, т. е. при неработающем источнике энергии, питающем АБС сжатым воздухом, вакуумом или тормозной жидкостью.

5. Работа АБС не должна значительно ухудшать комфортабельность автомобиля. Резкое изменение тормозных сил на колесах, особенно если эти изменения совпадают по фазе, приводит к весьма чувствительным для пассажиров толчкам.

6. АБС не должна усложнять и удорожать обслуживание и ремонт автомобиля.

7. АБС не должна требовать изменения навыков управления автомобилем. Здесь следует сказать об одной негативной стороне АБС: ее применение неизбежно приведет к тому, что оператор привыкнет в любых дорожных усло-

виях излишне смело управлять тормозами и внезапный отказ АБС будет чреват транспортным происшествием.

Существующие АБС далеко не всегда отвечают всем этим требованиям. Однако даже самые примитивные АБС обеспечивают безопасное торможение лучше среднего водителя.

Первые варианты АБС появились в начале 1970-х годов. Эти системы вполне справлялись со своими "обязанностями", но были построены на аналоговых процессорах, а потому оказались дорогостоящими в производстве и недостаточно надежными в эксплуатации. Поэтому работы над ними продолжались, и следующим шагом конструкторов стала замена аналогового процессора более надежными и недорогими цифровыми электронными блоками управления, выполненными на интегральных схемах. И первым автомобилем, получившим АБС второго поколения (правда не в серийной комплектации, а как дополнительное, за отдельную плату, оборудование), стал "Мерседес-Бенц 450 SEL", выпущенный в 1978 г. Примененная на нем схема АБС приведена на рисунке 2.

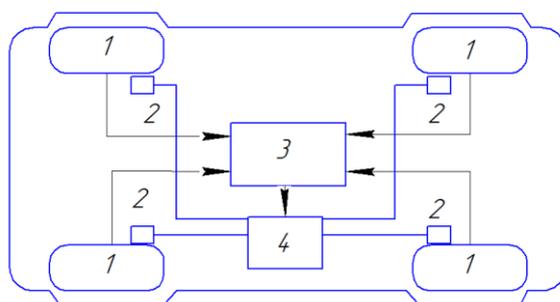


Рисунок 1 – Схема традиционной АБС: 1 – датчики угловой скорости колес автомобиля; 2 – исполнительные механизмы гидравлического блока; 3 – электронный блок управления; 4 – гидравлический блок (модулятор)

В нее входили: электронный блок 3 управления, установленный сразу после главного тормозного цилиндра, гидравлический блок 4 (модулятор тормозного давления), датчики 1 угловой скорости колес и исполнительные механизмы 2 гидравлического блока.

АБС приводилась в рабочее состояние после включения зажигания и достижения автомобилем некоторой скорости движения. Ее работа шла по до-

вольно простому алгоритму: как только датчик 1 определял, что колесо начинает блокироваться, электронный блок 3, получив и обработав соответствующий сигнал, выдавал управляющий сигнал на электромагнитные клапаны гидравлического блока 4, который, открывая, закрывая или прикрывая свои электромагнитные клапаны, регулировал давление жидкости в контурах тормозной системы.

Однако в последующем практика эксплуатации АТС выявила ряд их недостатков:

- такая АБС не улучшала сцепления колес с дорогой, тем самым в известной мере создавая у водителя иллюзию безопасности;
- она не гарантировала уменьшения тормозного пути, особенно на сухих и не очень скользких дорогах;
- она не всегда верно могла распознать опасную ситуацию;
- в некоторых случаях даже снижала безопасность (например, при преодолении подъема с сыпучим песком она воспринимала резкое торможение, препятствующее "сползанию" автомобиля назад, как команду разблокировать колеса. Для неопытного водителя данная ситуация становилась серьезным испытанием, особенно, если сзади находились другие автомобили.)

В итоге возникла необходимость совершенствования АБС, возложения на нее дополнительных функций, выполняемых по законам, в какой-то мере соответствующим интеллектуальной (нечеткой) или близкой к ней логике. Общая схема такой АБС приведена на рисунке 3.

В нее, как видим, кроме элементов традиционных АБС, входит контроллер 4 с нечеткой логикой (нечеткий контроллер), который способен адекватно идентифицировать ту или иную ситуацию и принять правильное решение по дополнительной информации, учитывающей не только угловые скорости вращения колес, но и продольный профиль дороги (уклон), состояние дорожного покрытия, темп (степень) нажатия на педаль 1 тормоза. Эта информация описывается соответствующими производственными правилами нечеткого контроллера, на основе которых блоком 5 в совокупности с базовой программой управления

формируются дополнительные сигналы, парирующие ложные управляющие воздействия (в частности, неумелые действия водителя) и предписывающие защитные и запретные мероприятия. В результате система управления тормозами становится "интеллектуальной", что значительно повышает безопасность движения, помогая в сложной ситуации действиям даже неопытного водителя. Данная АБС, как и всякая система управления, распознает сигналы датчиков. Кроме того, она адаптируется к ним, причем даже может обучаться (для реализации обучающих алгоритмов используют такие интеллектуальные технологии, как искусственные нейронные сети или генетические алгоритмы).

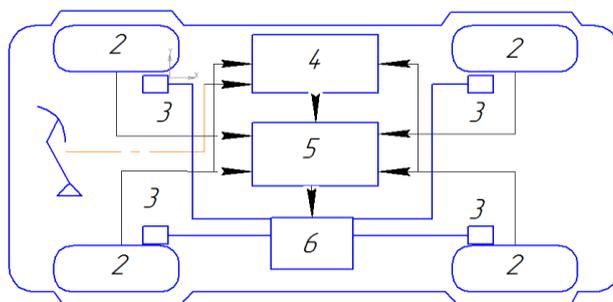


Рисунок 3 – Схема модернизированной АБС: 1 – тормозная педаль; 2 – датчики угловой скорости колес; 3 – тормозные механизмы колес; 4 – контроллер; 5 – блок управления; 6 – модулятор.

Типичная (применяют очень многие автомобилестроительные фирмы, в том числе "Дженерал Моторс", "Ниссан", "Тойота", "Вольво" и другие) схема интеллектуальной системы управления торможением колеса, выполненная на основе нечеткой логики, приведена на рисунке 4.

В ней реализуется традиционная логика, основанная на том, что при превышении скольжения, соответствующего максимальному сцеплению, скорость вращения колеса резко, вплоть до $\infty = 0$, уменьшается. Но нечеткий контроллер 8 данной системы содержит базу знаний, включающую продукционные правила нечеткого управления. Данные правила регламентируют формирование поправок к управляющим сигналам, направляемым модулятору 4, в зависимости от величин угловой скорости и углового замедления колеса, а также степени нажатия на педаль 7 тормоза.

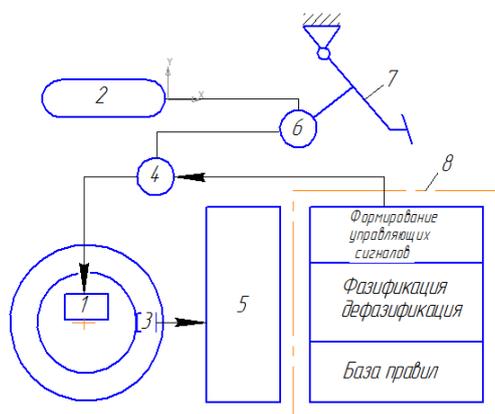


Рисунок 4 – Принципиальная схема интеллектуальной системы торможения: 1 – тормозной цилиндр; 2 – ресивер; 3 – датчик угловой скорости колеса; 4 – модулятор; 5 – микроконтроллер; 6 – главный тормозной цилиндр (кран); 7 – тормозная педаль; 8 – нечеткий контроллер

Эти переменные учитываются так.

При нажатии на педаль тормоза давление в приводе возрастает. В результате увеличиваются тормозной момент и угловое замедление колеса. И когда, последнее достигает порогового значения, блок управления направляет в модулятор 4 соответствующий сигнал микроконтроллера 5, в результате чего полость тормозного цилиндра 1 соединяется с атмосферой. При этом в памяти микроконтроллера 5 фиксируется величина давления в тормозном цилиндре. Таким образом, система создает пульсирующий тормозной момент, обеспечивающий качение колеса со скольжением, близким к оптимальному, то есть принцип ее работы, по сути, не отличается от традиционного. Но в ней используется и обрабатывается не только одна (угловая скорость каждого из колес), но и другие информационные переменные: величина проскальзывания, замедление колеса, скорость автомобиля, тормозной момент. Это улучшает ее приспособляемость, повышает эффективность при торможении в сложных условиях (при большой скорости, на поворотах, скользкой дороге и других). Причем большинство из переменных не измеряются непосредственно, а вычисляются. Например, проскальзывание колеса – по угловой скорости его вращения и измеренной с помощью радио- или акустических доплеровских локаторов, оптических устройств и т.п., скорости автомобиля относительно опорной поверхности дороги.

Одна из схем работы таких систем приведена на рисунке 5.

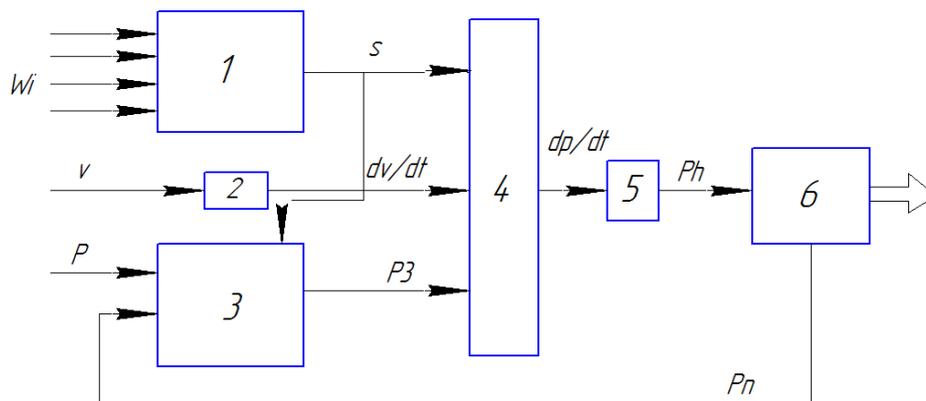


Рисунок 5 – Схема работы интеллектуальной системы торможения: 1 – устройство обработки сигналов ω_i ; 2 – устройство обработки сигналов v ; 3 – устройство обработки сигналов p ; 4 – нечеткий контроллер; 5 – устройство объединения сигналов dp/dt и $1/s$; 6 – тормозной привод

В ней используются сигналы датчиков угловых скоростей колес (ω_i), скорости автомобиля (v), давлений p и p_n в тормозном приводе. Вычислительное устройство рассчитывает величины скольжений s колеса, значения давлений p_z в процессе замыкания тормозных дисков, производные скоростей и давлений.

Вся снимаемая датчиками информация обрабатывается (сигнал ω_i превращается в сигнал s , сигнал v — и dv/dt , сигнал p — в p_z) и поступает в нечеткий контроллер 4, который в режиме реального времени вырабатывает управляющие сигналы для исполнительных механизмов (тормозного привода). Данная информация учитывается в базе знаний, то есть продукционных правилах нечеткого управления.

Поскольку системой используются не только значения угловых скоростей колес, но и дополнительная информация, величины скольжения s производных скоростей и давлений в тормозной системе, то появляется возможность учитывать и контролировать динамику и характер процесса торможения, а также тенденции развития этого процесса. В результате регулирование давления p в тормозной системе и давления p_z замыкания тормозных дисков осуществляется в соответствии с требованиями текущей дорожной ситуации, что значительно улучшает тормозные свойства АТС.

Ряд элементов искусственного интеллекта, применяемых в тормозных системах, выполняют, как уже упоминалось, функции распознавания движущихся и неподвижных объектов, находящихся в опасной зоне; дублирования системой аварийного торможения работы основной тормозной системы; защиты системы экстренного торможения от ложных срабатываний; включения системы экстренного торможения при достижении определенной скорости; заблаговременного обнаружения и распознавания сигналов, исходящих от препятствий; парирования сторонних сигналов, получаемых при мгновенном вредном облучении объектов, и т.д.

В качестве еще одного примера разработок в области автоматизации тормозов можно привести тормозную систему фирмы "Бош", предназначенную для прицепов и наделенную элементами искусственного интеллекта (рисунок 6).

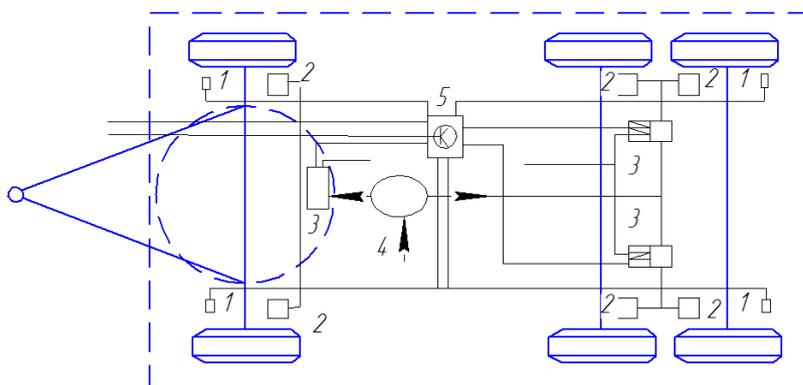


Рисунок 6 – Схема интеллектуальной тормозной системы фирмы «Bosch»: 1 – датчики угловой скорости вращения колес прицепа; 2 – тормозные механизмы колес прицепа; 3 – модулятор; 4 – ресивер; 5 – микроконтроллер

Система, как видно из рисунка, содержит датчики 1 угловой скорости вращения колес, микроконтроллер 5, модуляторы 3, тормозные механизмы 2 и ресивер 4. Работает она следующим образом.

В соответствии с показаниями датчиков 1 микроконтроллер 5 анализирует текущую ситуацию и рассчитывает управляющие сигналы, которые поступают на клапаны 3. Последние срабатывают и устанавливают требуемое давление в тормозных цилиндрах 2. Адаптивный алгоритм управления системы со-

ставлен таким образом, что микроконтроллер задействует эти клапаны только в том случае, когда при слишком интенсивном торможении он идентифицирует режим "блокировка колес".

Своевременное распознавание интеллектуальной системой данной ситуации и быстрая обработка исполнительными механизмами тормозов управляющих сигналов микроконтроллера обеспечивают безопасность, устойчивость и управляемость автопоезда

Современные АБС выполняются в виде дополнения к существующей тормозной системе и представляют собой набор из следующих основных элементов: колесных датчиков, блока управления и модуляторов давления рабочей среды в тормозном приводе.

С точки зрения обеспечения эффективности торможения каждое из тормозящих колес должно быть охвачено антиблокировочным управлением. Но высокая пока стоимость АБС, а также ряд других факторов, связанных с устойчивостью автотранспортного средства при различных по бортам условиях сцепления, привели к большому разнообразию в схемах применения АБС. Большинство изготовителей формирует комплектность своих систем, исходя из возможности синхронного управления колесами одной оси, В зависимости от этого в комплект входит различное количество датчиков и модуляторов.

На рисунке 7 изображен гипотетический седельный автопоезд, все оси которого снабжены АБС, имеющими различные схемы применения.

Схема 22 (передняя ось). Цифровое обозначение показывает, что в схему входят два колесных датчика (первая цифра) и два модулятора (вторая цифра). Данная схема обеспечивает индивидуальное управление колесами, т.е. электронный блок содержит два идентичных канала управления. При такой схеме на однородной дороге обеспечивается максимальная устойчивость и эффективность торможения. Однако на дороге с бортовой неравномерностью возникает возмущающий момент, обусловленный разностью тормозных реакций колес. Возможности водителя не всегда оказываются достаточными для удержания автомобиля на желаемой траектории.

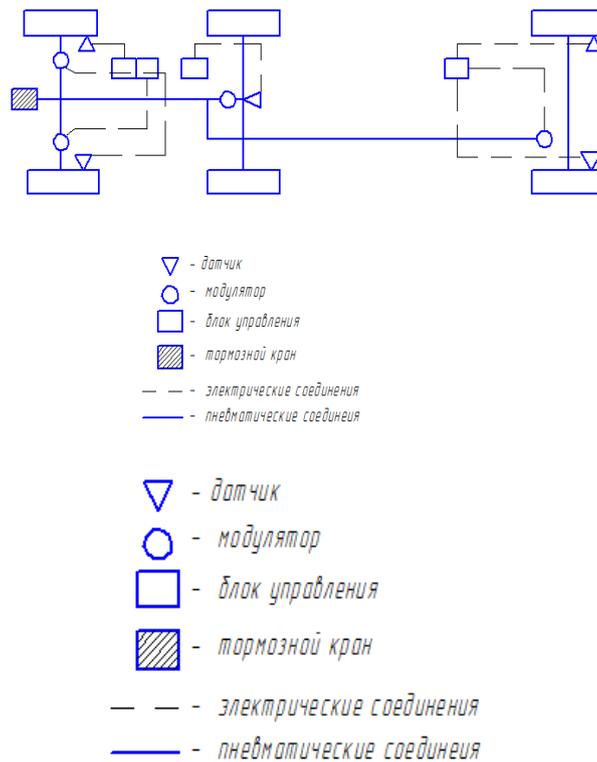


Рисунок 7 – Схемы применения ABS: передняя ось – схема 22; средняя ось – схема 11; задняя ось – схема 21

Схема 21 является более простой, так как содержит меньше элементов и всего один канал управления в электронном блоке. Стоимость такой схемы на 30÷40% меньше предыдущей. Однако, поскольку давление в тормозных камерах обоих колес одинаково (управляется с помощью одного модулятора), в случае бортовой неравномерности приходится выбирать для формирования команды информацию с одного из колес. В случае выбора колеса, находящегося на дороге с большим коэффициентом сцепления (сильное колесо), другое (слабое) колесо блокируется, что приводит к уменьшению устойчивости транспортного средства.

В отличие от рассмотренной схемы select high более распространена схема select low, то есть работающая по информации с колеса, находящегося на скользкой дороге. Такая схема препятствует блокированию обоих колес, обеспечивает более высокую устойчивость, но за счет недотормаживания «сильного» колеса снижает эффективность торможения.

Введенная здесь терминология недостаточно устоялась в отечественной литературе, но является общепринятой в зарубежной.

Схема 11 простейшая, применяется лишь на ведущей задней оси (задняя ось тягача). Эта схема соответствует по своей эффективности усовершенствованному регулятору тормозных сил. Однако эффективность такой схемы зависит от идентичности тормозных механизмов, участвующих в создании общего тормозного момента.

Выводы

Выбор на автомобиле количества управляемых осей часто предоставляется потребителю. При этом различные оси одного автомобиля могут оборудоваться по различным схемам.

Известны также и такие схемы, в которых от одного модулятора (или нескольких, работающих синхронно) управляются колеса нескольких осей (схема 01). Обычно такие схемы применяются в автопоездах для управления колесами прицепа по информации, получаемой от колес тягача.

Изучение известных, в том числе зарубежных, материалов показывает, что выбор схемы применения пока производится путем прямого экспериментального сравнения различных вариантов.

Литература

1. Сакович Н.Е. Математическое моделирование в обеспечении безопасности дорожного движения: монография. -Брянск: Изд-во БГАУ, 2011.-176 с.
2. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Безопасность транспортных работ в АПК / Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2007. -№ 6. -С. 55-56.
3. Сакович Н.Е. Обеспечение безопасности транспортных работ в сельскохозяйственном производстве за счет снижения аварийности сельскохозяйственной транспортной техники. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2012
4. Баранов Ю.Н., Сакович Н.Е., Самусенко В.И. Разработка тормозного устройства для повышения тормозных качеств автотранспортных средств / Мир транспорта и технологических машин. 2014. № 3 (46). С. 47-52.
5. Христофоров Е.Н., Букина М.А., Самусенко В.И., Сакович Н.Е. Тормозное устройство автомобиля // Патент Россия №82173. 2008. Бюл. №11.
6. Сакович Н.Е. Совершенствование системы управления и обеспечение безопасности дорожного движения автотранспортным предприятием: монография. Брянск: Изд-во БГАУ, 2011. 176 с.

СПЕЦИФИКА МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОГРУЗКЕ И ВЫГРУЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

*магистранты Тищенко Е.В., Феськова Г.И.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

SPECIFICS OF SAFETY MEASURES DURING LOADING AND UNLOADING OF DANGEROUS GOODS

*undergraduates Tishchenko E.V., Feskova G. I.,
Bryansk state agrarian University, Russia*

Аннотация. В материалах рассмотрены и выявлены специфика и особенности мер безопасности при погрузке и выгрузке опасных грузов.

Annotation. *The materials considered and identified the specifics and features of safety measures for loading and unloading of dangerous goods.*

Ключевые слова: опасные грузы, меры безопасности, погрузочные работы, разгрузочные работы.

Keywords: *dangerous goods, safety measures, loading operations, unloading operations.*

Введение. Постановка задачи

Погрузку и выгрузку опасных грузов; способных к образованию взрывчатых смесей (селитры), сжатых и сжиженных газов (аммиака, сернистого ангидрида, и др.), самовозгорающихся веществ (алюминиевой пудры, магниевого порошка, и др.), легковоспламеняющихся жидких и твердых веществ (ацетона, бензина, и др.), едких веществ (кислот различного вида), ядовитых веществ должны производить в специально отведенных местах, оборудованных в соответствии с действующими нормами и правилами [1-6]. Поэтому задачей исследований является рассмотрение специфики мер безопасности при погрузке и выгрузке таких грузов. (Работа носит обзорный характер).

Решение задачи

Подъемные механизмы для работы с разрядными грузами должны быть оборудованы двумя тормозами. Нагрузка на грузоподъемные машины не должна превышать норм, предусмотренных технической документацией.

При наличии одного тормоза на лебедке подъема груза, а у стреловых кранов и на лебедке подъема стрелы нагрузка не должна превышать 75 % грузоподъемности, разрешенной для данного механизма.

Работа с разрядными грузами производится специально разрешенным к производству работ с подобными грузами приспособлениями и оборудованием образующими при ударе искру. Применение стальных строп и других стальных захватных приспособлений, а также всех видов стальных сеток воспрещается.

Погрузка (выгрузка) грузов крупных размеров, когда необходимо применять стальные стропы и другие стальные захватные приспособления, разрешается с использованием погрузочных приспособлений, предусмотренных технической документацией.

Места с разрядными грузами нельзя подвергать толчкам, ударам и тряске. Переносить эти грузы можно только на руках или носилках.

Для работы с разрядными грузами назначаются бригады, специализирующиеся на переработке опасных грузов и проинструктированные перед началом работы. При работе с отравляющими веществами и газами рабочих снабжают противогазами.

Работы с опасными грузами выполняются в дневное время. В виде исключения, в ночное время при условии освещенности мест работ по установленным нормам светильниками во взрывобезопасном исполнении.

При погрузке и выгрузке взрывоопасных и легковоспламеняющихся грузов запрещается пользоваться приборами с открытым пламенем и металлическим искрообразующим инструментом.

Поврежденные ящики с грузом завертывают в брезент и относят от места выгрузки не менее чем на 100 м. Просыпанное взрывчатое вещество необходимо собрать деревянной лопатой в мешок или ящик и также отнести от места выгрузки на расстояние не менее 100 м и пол начисто вытереть.

Опасные грузы обезвреживают специалисты грузовладельца, которые обязаны присутствовать при погрузке и выгрузке.

При разгрузке газов или отравляющих веществ необходимо перед началом работ открыть двери с двух сторон вагона и не менее 30 мин проветривать его также необходимо проветривать перед началом работы помещения, где хранятся такие грузы.

Обнаружив неисправность у баллонов ответственное за выгрузку лицо, обязано дать указания рабочим надеть противогазы. Неисправные баллоны неядовитыми газами следует отнести от вагона или склада на свободное место на расстояние не менее 100 м и оставить там до полного выхода или испарения газа.

Неисправные баллоны с ядовитыми газами нужно быстро отнести от места работы и опустить вентилем вниз:

- баллоны с хлором, фосгеном, сернистым газом — в бочку с известковым раствором;
- баллоны с аммиаком — в бочку с водой.

Заполнение и слив цистерн с легковоспламеняющимися жидкостями в обязательном порядке осуществляться механизированным способом.

Для перекачки в пути следования грузов из цистерн, на дорогах при необходимости оборудуют передвижные или стационарные устройства. Грузы перекачивают в определенных местах, согласованных с органами санитарного надзора и пожарной охраной, под руководством ответственного лица.

Места работы с жидкостями оборудуют взрывобезопасным освещением, обеспечивающим производство работ круглосуточно, и снабжают противопожарным оборудованием.

Применение открытого огня и курение ближе 50 м от места налива или слива опасных грузов запрещается.

Электродвигатели и пусковая электроаппаратура к насосам должны быть герметически закрытыми и во взрывобезопасном исполнении.

В целях защиты от разрядов статического электричества должно быть предусмотрено заземление.

На электрифицированных участках все сливо-наливные устройства и хранилища для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей должны быть оборудованы и содержаться в соответствии с требованиями технических указаний по проектированию устройств и защиты от искрообразования на сооружениях.

Персонал работающий с горючими материалами сдает экзамены и назначается из числа работников, знающих их особенности.

Строго запрещен спуск, людей в цистерны для их осмотра.

Специальные вагоны и цистерны после перевозки кислот, ядохимикатов и других вредных грузов по списку, утвержденному МПС, подвергаются очистке и промывке на заводах, к которым они приписаны, а также в специально назначенных пунктах промывки.

При работе с бензином необходимо выполнять меры и требования, изложенные в специальной инструкции.

При обнаружении течи бензина под цистерны подставить емкости. Если бензин пролился на пол вагона, то эти места следует дегазировать хлорным молоком и засыпать опилками, которые затем собрать и сжечь.

Погрузку и выгрузку кислот и других едких веществ, перевозимых в таре, должны производить в специальных складах, пол которых находится на уровне с полом вагона.

Перед выгрузкой кислот и других химических веществ. вагоны следует предварительно проветрить в течение не менее 30 мин.

Работа с кислотой должна осуществляться в защитной спецодежде, и каждый рабочий снабжается противогазом.

Начало работы сопровождается тщательным осмотром каждого места груза.

Разбитые бутылки, ящики, пролитую кислоту или рассыпанное едкое вещество убирают в противогазах. Пролитую кислоту нейтрализуют известковым раствором, затем на залитое место посыпают песок, который осто-

рожно убирают и зарывают в землю, а очищенное место на складе или в вагоне промывают, большим количеством воды.

Тару с химическими веществами разрешается перемещать только на тележках.

Места погрузки и выгрузки кислот должны освещаться низковольтными электрическими лампами напряжением не более 12 В.

Вагоны, в которых перевозились кислоты и другие химические вещества в таре, после разгрузки очищают и направляют для промывки на специальные промывочные пункты.

Погрузку и выгрузку пека и изделий, покрытых массой, содержащей пек, производят в соответствии с действующими санитарными правилами при транспортировке и работе с пеками.

Все работы с этими грузами полностью механизуются. Ручная работа допускается только в исключительных случаях.

Хранение пека и изделий, покрытых массой, содержащей пек, в общих пакгаузах воспрещается.

Рабочие участвующие в погрузке и выгрузке пека и изделий в состав которых входит пек, обязаны быть в спецодежде, предусмотренной нормами.

Погрузка и выгрузка пека без тары на местах общего пользования не допускаются.

Погрузку и выгрузку пека и изделий, содержащих пек, должны производить в ночное время. В виде исключения допускается погрузка и выгрузка в несолнечный день (только под навесом).

Во избежание образования пыли во время погрузки и выгрузки пек и изделия, покрытые пекосодержащей массой, смачивают водой.

Вагоны и другие транспортные средства, в которых перевозились пек и изделия, покрытые пекосодержащими веществами, а также площадки, где хранились эти вещества, необходимо тщательно очищать и промывать струей горячей воды.

Выводы:

1. Рассмотрена специфика мер безопасности при погрузке и выгрузке опасных грузов.
2. Выявлены особенности мер безопасности при погрузочно-разгрузочных работах грузов способных к образованию взрывчатых смесей, сжатых и сжиженных газов, самовозгорающихся веществ, легковоспламеняющихся жидких и твердых веществ, ядовитых веществ.

Литература

1. ГОСТ19433-88*. Грузы опасные. Классификация и маркировка (с изменением 1-ХП-92).
2. ГОСТ 12.3.009-76* ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (с изменением 1-ХИ-82).
3. Гловацкий Г.И., Гончаренко П.С. Безопасность транспортирования опасных веществ железнодорожным транспортом, включая их погрузку и выгрузку // методические рекомендации / [Гловацкий Г. И., Гончаренко П. С.] ; Федеральное агентство железнодорожного транспорта, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Петербургский гос. ун-т путей сообщения", Ин-т повышения квалификации и переподготовки. Санкт-Петербург - 2008. – 22с.
4. Зайцев Е.Н., Конилова Е.В., Тецлав И.А., Шайдуров И.Г. Комплексная безопасность транспортно-логистической системы смешанных перевозок // Бюллетень результатов научных исследований. - 2017. - № 4. С. - 101-119.
5. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Безопасность транспортных работ в АПК // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2007. - № 6. С. - 55-56.
6. Сакович Н.Е., Случевский А.М., Беззуб Ю.В. Повышение надежности и безопасности транспортных и грузоподъемных машин // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2014. - № 1 (41). - С. 51-57.

СОПУТСТВУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 622.233

К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ ГЛУБИНЫ ЗАБОЯ ПРИ БУРЕНИИ БОКОВЫХ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СТВОЛОВ СКВАЖИН

к.т.н., Антонов К.В.,

Башкирский государственный университет, Россия

TO THE QUESTION OF THE DEPTH CONTROL OF THE DOWNHOLE WHILE DRILLING THE LATERAL DIRECTIONAL WELLBORE

Ph.D., Antonov K. V.

Bashkir State University, Russia

Аннотация. При бурении боковых стволов скважин иногда происходят ошибки в подсчетах длины бурильного инструмента, что приводит к несовпадению фактической и проектной глубины. В работе представлено обоснование и последовательность выполнения расчетов, приведены примеры расчетов, представляющие собой формулу, в которой остается неизменным принцип, а меняются числовые значения.

Annotation. When drilling lateral wells, errors sometimes occur in calculating the length of the drilling tool, which leads to a mismatch between the actual and the design depth. The paper presents the rationale and sequence of the calculations, presents examples of calculations, which are a formula in which the principle remains unchanged, and the numerical values change.

Ключевые слова: скважина, основной ствол, боковой ствол, бурильный инструмент, «реперный патрубок», забой скважины, комплект труб, стол ротора.

Key words: well, main hole, lateral hole, drilling tool, «marker joint», bottom hole, set of pipes, rotor table.

Введение

В настоящее время значительное количество нефтяных месторождений в мире, а в том числе и в России вступило в позднюю или завершающую стадию разработки, когда продукция части работающих скважин обводнилась, либо дебит скважин снизился, а часть скважин не работает по техническим причинам ввиду невозможности или нецелесообразности ликвидации аварий. В этой ситуации бывает целесообразно нижнюю часть скважины ликвидировать и пробурить из основного ствола скважины боковой наклонно-направленный ствол на удаление, обеспечивающее включение в разработку застойных зон того же объекта или вовлечение в разработку ранее не разрабатывавшихся, по разным причинам, продуктивных пластов. Кроме того, новый ствол может иметь горизонтальное окончание, что существенно повышает диапазон зоны охвата разра-

батываемой залежи. В связи с этим требуется высокая точность бурения бокового ствола как по глубине, так и соответствующей горизонтальной плоскости, что крайне важно для тонких пластов, ранее не вовлеченных в разработку или пластов, насыщенных трудно извлекаемым флюидом. Геофизическая наземная техника и скважинная аппаратура позволяют осуществлять такой контроль проводки и управление траекторией бокового наклонно-направленного ствола скважины вполне успешно.

Постановка задачи

Рассмотрим некоторые важные детали бурения боковых стволов скважин подробнее, где одной из ключевых позиций является точное определение положения скважины в каждой очередной точке по мере углубления забоя скважины. Вопрос этот, казалось бы, элементарно прост, однако практика выполнения работ свидетельствует о том, что в расчетах меры бурильного инструмента, а значит и глубины бокового ствола часто допускаются ошибки, а при обсуждении возникают споры в порядке расчета меры бурильного инструмента после замены буровой установки. Причиной тому обычно, является низкая квалификационная подготовленность буровой бригады, что и становится следствием возникающих ошибок расчетов.

Методика проведения исследований

Методика исследований базируется на собственном опыте автора при бурении боковых стволов в скважинах бездействующего и аварийного фонда скважин, с целью возвращения их в категорию действующих, а также обработке и анализе материалов бурения и геофизических исследований основных и боковых стволов скважин, что позволяет уверенно выполнить все обоснования, расчеты и сделать конкретные выводы.

Все глубины основного ствола скважины отсчитывались от стола ротора буровой установки которой бурилась скважина. При этом до начала бурения определялась абсолютная отметка стола ротор (альтитуда ротора – превышение стола ротора над уровнем мирового океана, который принят за нулевую отметку) инструментальным способом (теодолит, нивелир и др.) привязкой к высот-

ной геодезической сети. Зная альтитуду ротора и удлинение ствола легко определить абсолютную отметку, а вместе с географическими координатами пространственное положение в любой точке скважины. Это является ключевым моментом в контроле кривизны при проводке скважины, так как знание этих данных обеспечивает контроль точности проектной траектории в географических координатах и предупреждение пересечения с стволами ранее пробуренных скважин.

После завершения бурения буровая установка демонтируется. Устье скважины освобождается от бурового оборудования и на нем монтируется устьевая арматура и оборудование под соответствующий способ эксплуатации скважины (фонтанный, ЭЦН, штанговый и др.). По завершению эксплуатации скважины и подготовке её к бурению бокового ствола устьевая арматура демонтируется и над устьем монтируется буровая установка, как правило, другого типа, у которой в силу известных причин (конструктивных особенностей) стол ротора будет находиться на другом уровне от нулевой отметки (уровня моря), чем у предыдущей буровой установки, значит и абсолютная отметка стола ротора новой установки будет отличаться от абсолютной отметки стола ротора предыдущей буровой установки, соответственно и отсчет глубины будет отличаться от первоначального. В этом случае для исключения разночтений и ошибки в замере глубины забоя скважины при бурении бокового ствола осуществляется «привязка» меры бурильного инструмента к глубинам основного ствола скважины до начала работ по установке клина-отклонителя и вырезанию окна в обсадной колонне под забуривание бокового ствола.

«Привязка» бурильного инструмента к глубине основного ствола скважины осуществляется с целью обеспечения единства измерений и прямого (сквозного) отсчета глубин основного и бокового ствола скважины.

Процедура «привязки» предусматривает следующие действия:

При планировании работ по привязке к заявленному времени на скважину прибывает геофизическая партия. В компановку бурильного инструмента

включается «реперный патрубок» длиной 1-3 м и производится спуск бурильного инструмента на запланированную глубину.

Геофизическая партия осуществляет запись ГК + локатор муфт и путем наложения производится совмещение вновь записанной кривой ГК на ранее записанную кривую ГК при производстве каротажа основного ствола до полного соответствия по известным реперам, а при отсутствии таковых, другим контрастными фрагментам разреза. По каротажной диаграмме локатора муфт, зафиксировавшей «реперный патрубок» снимается отсчет глубины головы (муфты) «реперного патрубка» начальником геофизической партии (исполнителем работ) и передается буровому мастеру. Результаты «привязки» оформляются актом, который передается в геологическую службу для приобщения в дело скважины.

Длина спущенного в скважину и замеренного рулеткой инструмента от стола ротора до головы «реперного патрубка» и длина инструмента по «привязке» в момент ее выполнения в общем случае не должны и не будут совпадать.

С этого момента длина комплекта бурового инструмента, замеренная рулеткой от стола ротора до муфты «реперного патрубка» аннулируется, и новая длина принимается согласно выполненной «привязке».

Буровым мастером в буровом журнале делается соответствующая запись о длине фиксированного «привязкой» комплекта труб с указанием использования ее в последующих расчетах забоя скважины.

С этого момента все расчеты длины спускаемого в скважину инструмента осуществляются от длины «привязанного» комплекта труб (свечей): к длине фиксированного комплекта прибавляется длина компоновки, присоединяемой в нижней части, в верхней части прибавляется длина наращиваемых труб и величина входа ведущей трубы (квадрата) на уровне стола ротора.

При замене из фиксированного комплекта одной или нескольких труб их длина вычитается, а длины включенных вместо них новых труб прибавляется, при этом новая фиксированная длина комплекта будет отличаться от привязочной на величину разницы длины удаленных и включенных труб с соответ-

ственно в большую или меньшую сторону, а последующие расчеты длины инструмента должны идти от вновь подсчитанной величины.

Результаты исследований и их обсуждение

Пример расчета глубины забоя бокового ствола скважины с подстановкой числовых значений:

Пример 1. Определение глубины забоя скважины.

1. Измеренная рулеткой глубина спущенной в скважину компоновки равна 2996,83 м. Голова «реперного патрубка» находится на глубине 2957,61 м.

2. По «привязке» голова «реперного патрубка» на глубине 2958,73 м. С этого момента в качестве расчетной принимается длина фиксированного комплекта труб равная 2958,73 м.

3. В нижней части находится компоновка (долото, переводник, теле-система, УБТ) с общей длиной равной 30,83 м.

4. При бурении в верхней части (на устье) нарастили 4 трубы общей длиной 48,56 м, заход ведущей бурильной трубы (квадрата) составил 3,5 м.

5. При этом глубина забоя скважины составит:

$$\begin{array}{ccccccccc} 2958,73 \text{ м} & + & 30,83 \text{ м} & + & 48,56 \text{ м} & + & 3,5 \text{ м} & = & 3041,62 \text{ м} \\ \text{длина} & & \text{длина} & & \text{длина} & & \text{заход} & & \text{глубина} \\ \text{фиксированного} & & \text{нижней} & & \text{наращенных} & & \text{квадрата} & & \text{забоя} \\ \text{комплекта труб} & & \text{части} & & \text{труб} & & & & \\ \text{по привязке} & & \text{компоновки} & & & & & & \end{array}$$

Таким образом, глубина забоя скважины составляет 3041,62 м.

Пример 2. Замена труб или иных элементов компоновки бурильной колонны из фиксированного комплекта на новые.

1. Длина фиксированного комплекта труб по «привязке» равна 2958,73 м.

2. Из данного комплекта изъяли трубы общей длиной 36,72 м.

3. Вместо изъятых труб добавили новые трубы общей длиной 37,20 м.

4. Новая длина фиксированного (рабочего) комплекта труб составит:

2958,73 м	-	36,72 м	+	37,20 м	=	2959,21 м
длина		длина		длина		новая длина
фиксированного		изъятых		добавленных		фиксированного
комплекта труб		труб		труб		комплекта труб

Таким образом, длина фиксированного комплекта труб с учетом замены будет равна 2959,21 м. В дальнейших расчетах используем полученную длину, остальное согласно примера 1.

Представленный материал обсуждался на научно-техническом совете бурового предприятия на материалах которого выполнена данная работа. По результатам обсуждения принято решение о представлении данного материала в форме рабочего документа (РД, инструкции, методических указаний или памятки) инженерно-техническому персоналу, буровому мастеру и буровой бригаде по сквозной увязке глубин основного и бокового ствола при вырезании «окна» и бурении боковых стволов из основного ствола скважины, для реализации в производственном процессе.

Выводы

Соблюдение изложенной последовательности действий и расчетов в сочетании с выполнением технико-технологических и геологических требований, предусмотренных геолого-техническим нарядом, обеспечит точно рассчитанное и успешное бурение бокового ствола скважины до проектной глубины и выведения его в центр круга допуска, как по кровле продуктивного пласта (горизонта), так и по проектному забою бокового ствола. Диаметр круга допуска определяется размером сетки разработки нефтяного месторождения, или заказчиком из условия конкретной, поставленной перед данным боковым стволом геологической задачи.

Литература

1. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учебник для вузов/ А.Н. Попов, А.И. Спивак, Т.О. Акбулатов и др.; Под общ. ред. А.И Спивака и Л.А. Алексева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 508 с.

**АНАЛИЗ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ УСЛОВИЙ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ***д.т.н., Вендин С.В., к.т.н., Ульянцев Ю.Н.,**Белгородский государственный аграрный университет, Россия***ANALYSIS OF PROPERTIES OF HEAT-INSULATING MATERIALS
FOR CONDITIONS OF UNSTEADY HEAT TRANSFER***Doctor of Technical Sciences, Vendin S.V., Ph.D., Ulyantsev Yu.N.**Belgorod State Agrarian University, Russia*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы применимости различных теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи. При современных технологиях строительства толщина стенки ограждающих конструкций ограничивается экономическими соображениями и использованием специальных искусственных теплоизолирующих материалов, которым присущи свои достоинства и недостатки. Главной функцией любого утепления служит предотвращение тепловых потерь. Различные виды теплоизоляционных материалов по-разному справляются с этой задачей. Эффективность применения теплоизоляционных материалов определяют их специфические характеристики. Одним из путей решения этого вопроса является создание недорогих многокомпонентных (многослойных) теплоизоляционных материалов. Установлено, что скорость изменения температуры в слое будет тем меньше, чем больше будет постоянная времени процесса τ , или чем меньше коэффициент температуропроводности слоя a_i . Отсюда следует важный вывод о том, что при резкой смене внешних температур на поверхности объекта (стенки) определяющая роль отводится не коэффициенту теплопроводности λ_i , а коэффициенту температуропроводности слоя a_i , который зависит от коэффициента теплопроводности λ_i , плотности ρ_i и массовой теплоемкости c_i слоя. Согласно полученным результатам можно отметить, что из рассмотренных материалов наименьшим коэффициентом температуропроводности обладают материалы на деревянной основе, а из искусственных материалов – пенополиуретан. Следовательно их наиболее целесообразно включать в теплоизоляционные покрытия для условий резкой смены температуры окружающей среды.

Annotation. The article discusses the applicability of various heat-insulating materials for unsteady heat transfer conditions. With modern construction technologies, the wall thickness of the enclosing structures is limited by economic considerations and the use of special artificial insulating materials, which have their own advantages and disadvantages. The main function of any insulation is the prevention of heat loss. Different types of insulation materials cope with this task in different ways. The effectiveness of the use of thermal insulation materials is determined by their specific characteristics. One of the ways to solve this issue is to create low-cost multi-composite (multi-layer) insulation materials. It has been established that the rate of temperature change in the layer will be the smaller, the longer the process time constant τ will be, or the smaller the thermal diffusivity of the layer a_i . This implies an important conclusion that with an abrupt change of external temperatures on the object surface (wall), the decisive role is not played by the thermal conductivity coefficient λ_i , but by the thermal diffusivity of the layer a_i , which depends on the thermal conductivity λ_i , density ρ_i , and mass heat capacity of the layer a_i . According to the obtained results, it can be noted that among the materials considered, materials on a wooden base have the lowest thermal diffusivity, and from synthetic materials, polyurethane foam. Therefore, it is most expedient to include them in heat-insulating coatings for conditions of a sharp change in ambient temperature.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, нестационарная теплопередача, коэффициент теплопроводности, коэффициент температуропроводности.

Keywords: *thermal insulation materials, non-stationary heat transfer, thermal conductivity, thermal diffusivity.*

Введение

Снижение потерь теплоты в зданиях, сооружениях и объектах сельскохозяйственного назначения и создание эффективных теплоизолирующих материалов является актуальной проблемой [1, 2]. Значение высокотехнологичных теплоизоляционных материалов в вопросах повышения энергоэффективности на самом деле очень трудно переоценить. Надежная теплоизоляция зданий позволяет экономить значительное количество энергии, расходуемой в зимнее время на обогрев помещений, а в летнее время – на охлаждение и кондиционирование. По статистике 40% всей электроэнергии используется в зданиях и 2/3 ее расходуется на отопление и охлаждение.

В настоящее время рынок насыщен различными искусственными теплоизолирующими материалами. Современные ограждающие конструкции зданий, сооружений и объектов сельскохозяйственного назначения также нуждаются в эффективной теплоизоляции для сохранения тепла в холодное время и для предотвращения перегрева в теплое время. Использование высокотехнологичных качественных теплоизоляционных материалов позволяет уменьшить толщину ограждающих конструкций, что дает возможность увеличить полезную площадь помещений и уменьшить нагрузку на основание.

При современных технологиях строительства толщина стенки ограждающих конструкций ограничивается экономическими соображениями и использованием специальных искусственных теплоизолирующих материалов, которым присущи свои достоинства и недостатки.

Основные характеристики теплоизоляционных материалов

Главной функцией любого утепления служит предотвращение тепловых потерь. Различные виды теплоизоляционных материалов по-разному справляются с этой задачей. Эффективность применения теплоизоляционных материалов определяют их специфические характеристики [3]:

- влажность — ее значение должно быть минимальным, для обеспечения минимальных потерь тепла;
- пористость — чем она выше, тем легче материал и выше теплоизоляция;
- плотность, теплоемкость;
- паропроницаемость — ее высокое значение требует обустройство дополнительной пароизоляции;
- водопоглощение – это способность удерживать впитываемую влагу, при ее повышении свойства будут ухудшаться;
- максимальная температура эксплуатации — это предел, при котором сохраняются необходимые качества теплоизолятора.

Все эти факторы влияют на главный качественный показатель – теплопроводность, который служит основным критерием при выборе. Она определяется количеством тепла, отданным 1 м² площади.

Практика показала, что нельзя однозначно определиться с необходимым изделием. Следует выбирать, тот материал, у которого совпадает максимальное количество требуемых показателей.

Одним из путей решения этого вопроса является создание недорогих многокомпонентных (многослойных) теплоизоляционных материалов.

Отметим также, что на настоящее время основной характеристикой теплоизоляционных материалов является коэффициент теплопроводности λ , так как в сочетании с толщиной материала δ он определяет величину термического сопротивления R_λ :

$$R_\lambda = \delta / \lambda. \quad (1)$$

Такой подход справедлив при допущении, что на свободных поверхностях в течение длительного времени поддерживаются стационарные граничные условия (неизменные температуры и условия теплообмена на поверхности).

В настоящее время на рынок поставляются слоистые теплоизоляционные материалы, так называемые «сэндвичи». Оценка эффективности их теплоизо-

ляционных свойств проводится при стационарных условиях с учетом суммарного коэффициента теплопередачи.

Однако для реальных условий эксплуатации характерны нестационарные стационарные граничные условия, когда температура и условия теплообмена на поверхности могут сильно изменяться в течение короткого времени. В этом случае эффективность передачи теплоты (теплоизоляции) и скорость изменения разницы температур между внешней и внутренней средой и будет зависеть от размеров объекта и от коэффициента температуропроводности a , зависящего не только от коэффициент теплопроводности λ , но и от плотности ρ и теплоемкости c стенки и внутренней среды

$$a = \lambda / \rho c. \quad (2)$$

Поэтому задача состоит в том, чтобы на основе имеющихся материалов обеспечить высокие теплоизоляционные свойства, прочность и долговечность теплоизоляции в условиях нестационарного тепломассообмена. Ниже приведен анализ влияния теплофизических параметров материала на скорость изменения температуры при нестационарной теплопередаче.

Анализ применимости теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи

Решение задач нестационарной теплопроводности в слоистых средах представляет определенные технические трудности. В общем случае для объемных тел она не решена до настоящего времени [4]. Однако многие практические задачи могут рассматриваться как одномерные, т.е. зависящие от одной координаты, определяющей объемную характеристику тела. Решения таких задач имеются в работах [5-8].

В общем случае необходимо решить задачу теплопроводности Фурье при определенных начальных условиях, условиях сопряжения на границах раздела слоев и внешних граничных условиях.

Решение, получаемое методом разделения переменных, как правило представляет сумму ряда по собственным функциям задачи. Тогда выражение для температуры любого слоя $T_i(r, t)$ n -компонентной системы имеет вид:

$$T_i(r, t) = \sum_{m=0}^{\infty} A_m F_{i,m}(\mu_{i,m} r) \exp(-\mu_{i,m}^2 a_i t), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

где $A_m, F_{i,m}(\mu_{i,m} r), r, \mu_{i,m}, t, a_i$ - соответственно постоянные коэффициенты, собственные функции задачи, пространственная координата, собственные числа задачи, координата времени и коэффициент температуропроводности i -го слоя.

Решение вида (3) может быть преобразовано к виду:

$$T_i(r, t) = T_{y,i}(r)(1 - \exp(-\mu_i^2 a_i t)), \quad (4)$$

где $T_{y,i}(r)$ – установившееся температурное поле в рассматриваемом слое.

В этом случае скорость изменения температуры в слое будет равна:

$$T_i(r, t)/dt = \mu_i^2 a_i T_{y,i}(r) \exp(-\mu_i^2 a_i t). \quad (5)$$

Выражение (5) может быть представлено следующим образом:

$$\frac{T_i(r, t)}{dt} = T_{y,i}(r) (\exp(-t/\tau))/\tau. \quad (6)$$

где τ – постоянная времени процесса:

$$\tau = 1/\mu_i^2 a_i. \quad (7)$$

Заметим, что скорость изменения температуры в слое будет тем меньше, чем больше будет постоянная времени процесса τ , или чем меньше коэффициент температуропроводности слоя a_i . Отсюда следует важный вывод о том, что при резкой смене внешних температур на поверхности объекта (стенки) определяющая роль отводится не коэффициенту теплопроводности λ_i , а коэффициенту температуропроводности слоя a_i , который согласно (2) зависит от коэффициента теплопроводности λ_i , плотности ρ_i и массовой теплоемкости c_i слоя.

Ниже в таблице 1 приведены характеристики некоторых видов теплоизоляционных материалов [1].

На рисунке 1 приведены номограммы расчетных значений коэффициента температуропроводности a_i , рассчитанные с учетом таблицы 1 по выражению (2).

Таблица 1 – Теплофизические характеристики некоторых видов теплоизоляционных материалов

Изоляция	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/м °С	Теплоемкость, Дж/кг·°С
Древесноволокнистая плита	160	0,04	1800
Щепа	90	0,055	2520
Пробка дробленая	100	0,045	1512
Целлюлозная вата	70	0,045	2160
Целлюлозная вата	55	0,04	2160
Пенополиуретан	30	0,03	1560
Перлит вспученный	90	0,05	800
Шерсть овечья	20	0,04	1800
Полистирол	20	0,04	1440
Полиэфирные волокна	15	0,045	480
Хлопок	25	0,04	576
Минеральная вата	18	0,04	1200
Сталь углеродистая	7800	29,1	690

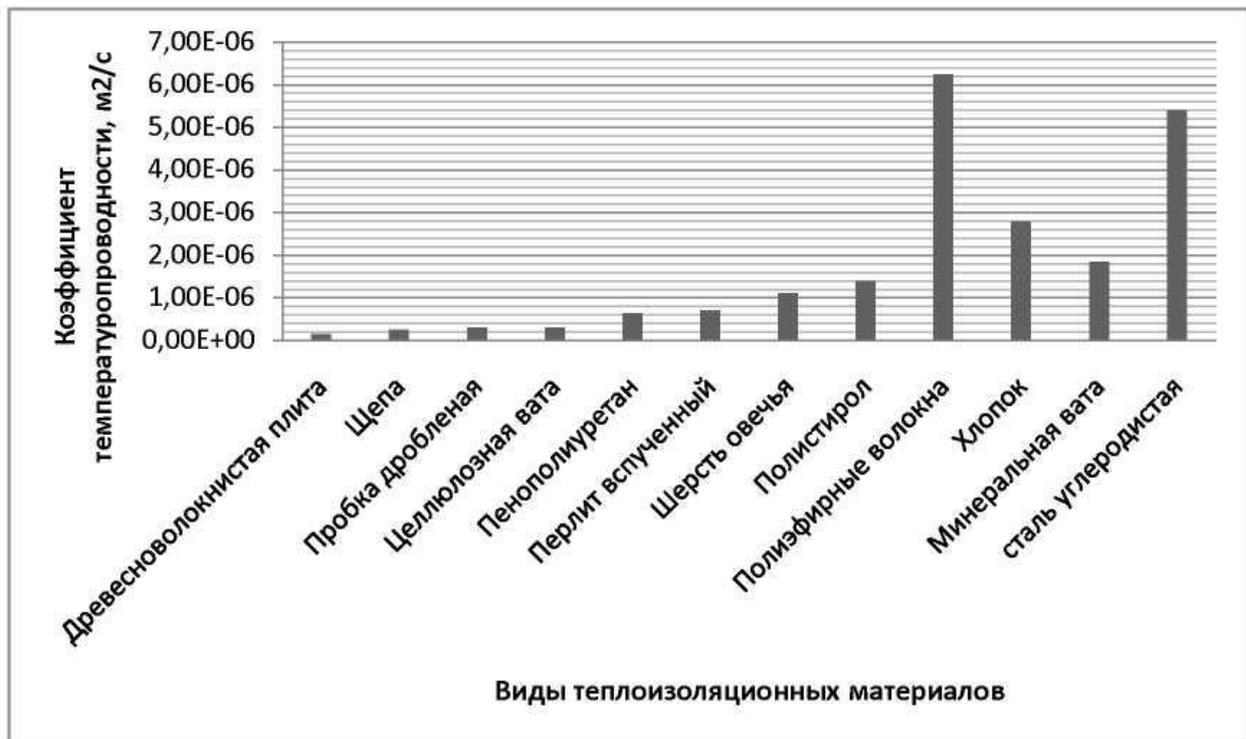


Рисунок 1 – Коэффициент температуропроводности (рассчитано по данным таблицы 1).

Согласно полученным результатам можно отметить, что из рассмотренных материалов наименьшим коэффициентом теплопроводности обладают материалы на деревянной основе, а из искусственных материалов – пенополиуретан. Следовательно их наиболее целесообразно включать в теплоизоляционные покрытия для условий резкой смены температуры окружающей среды.

Выводы

1 При современных технологиях строительства толщина стенки ограждающих конструкций ограничивается экономическими соображениями и использованием специальных искусственных теплоизолирующих материалов, которым присущи свои достоинства и недостатки.

2 В настоящее время на рынок поставляются слоистые теплоизоляционные материалы, так называемые «сэндвичи». Однако оценка эффективности их теплоизоляционных свойств проводится при стационарных условиях с учетом суммарного коэффициента теплопередачи.

2 Установлено, что скорость изменения температуры в слое будет тем меньше, чем больше будет постоянная времени процесса τ , или чем меньше коэффициент теплопроводности слоя α_i .

3 При резкой смене внешних температур на поверхности объекта определяющая роль отводится коэффициенту теплопроводности слоя α_i .

4 Из рассмотренных материалов наименьшим коэффициентом теплопроводности обладают материалы на деревянной основе, а из искусственных материалов – пенополиуретан.

Литература

1. Горелик П.И. Современные теплоизоляционные материалы и особенности их применения/ П.И. Горелик, Ю.С. Золотова // Строительство уникальных зданий и сооружений.- 2014.- №3(18).- С.93-103.

2. Ватин Н.И., Немова Д.В., Горшков А.С. Сравнительный анализ потерь тепловой энергии и эксплуатационных затрат на отопление для загородного частного дома при различных минимальных требованиях к уровню тепловой защиты ограждающих конструкций / Н.И. Ватин, Д.В. Немова А.С. Горшков. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.- 2013.- № 1 (168).- С. 36-39.

3. Гурув А.В., Пономарев С.В. Измерение теплофизических свойств материалов методом плоского «мгновенного» источника теплоты: монография / А.В. Гурув, С.В. Пономарев; под науч. Ред. С.В. Пономарева.- Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ».- 2013.- 100 с.

4. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел / Э.М. Карташов. Учеб. Пособие.- Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2001. 550 с.: ил. — ISBN 5-06-004091-7.

5. Вендин С.В. К расчету нестационарной теплопроводности в многослойных объектах при граничных условиях третьего рода// ИФЖ, 1993.- Т.65, №2.- С.249-251.

6. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind/ S.V. Vendin / Journal of Engineering Physics and Thermophysics.- 1993. Т. 65. № 2.- С. 823.

7. Вендин С.В. К решению задач нестационарной теплопроводности в слоистых средах / С.В. Вендин, И.А. Щербинин //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.- 2016.- №3.- С. 96-99.

8. Vendin S. On the Solution of Problems of Transient Heat Conduction in Layered Media / S. Vendin // International Journal of Environmental and Science Education.- 2016.- V. 11. N. 18.- p.12253-12258.

УДК 628.981

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА ОТ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОСВЕЩЕНИЯ

к.т.н., Киндеев Е.А.,

Владимирский государственный университет, Россия

LIGHT FROM VARIOUS SOURCES SPECTRAL STRUCTURE RESEARCH

Ph.D. Kindeyev E.A.,

Vladimir State University, Russia

Аннотация: В статье приводится сравнительная характеристика спектрального состава света от различных источников освещения. Свет от разных источников – прямой солнечный свет, естественный рассеянный свет, свет от лампы накаливания, свет люминесцентной лампы, свет светодиодной лампы – имеет разный спектральный состав. Автор анализирует степень соответствия по спектральному составу света от различных источников искусственного освещения естественному освещению.

The summary: *In article the comparative characteristic of spectral structure of light of various sources of illumination is resulted. Light from different sources – the direct sunlight, a natural diffused light, light from an incandescence lamp, light of a luminescent lamp, light of a light-emitting diode lamp – has different spectral structure. Author analyze conformity of spectral structure of light of various sources of illumination to natural illumination.*

Ключевые слова: спектральный состав, свет, источники освещения, естественное освещение.

Keywords: *spectral structure, light, the illumination sources, natural illumination.*

Введение

В настоящее время происходит процесс постепенной замены бытовых ламп накаливания на более экономичные энергосберегающие и светодиодные лампы. Так, с первого января 2011 года запрещены к производству и продаже лампы накаливания мощностью 100 Вт и более. Постепенно происходит вытес-

нение из оборота и менее мощных ламп накаливания. В связи с этим имеет смысл произвести сравнительный анализ спектрального состава света от различных источников освещения, а именно: рассеянный дневной свет, прямой солнечный свет, свет лампы накаливания, свет люминесцентной лампы, свет светодиодной лампы.

Основная часть

При измерении освещенности от различных источников света использовалось следующее оборудование [1, 2]:

1. Люксметр «ТКА-ПКМ» (предназначен для измерения освещенности, создаваемой электрическими источниками света и естественным светом в диапазоне от 10 до 200000 лк с основной относительной погрешеностью измерения не более $\pm 8\%$);

2. Набор светофильтров с длинами волны: красный (660-760 нм), оранжевый (610-660 нм), желтый (560-610 нм), желто-зеленый (510-560 нм), зеленый (460-510 нм), голубой (440-460 нм), синий (420-440 нм), фиолетовый (380-420 нм);

3. Источники искусственного света: лампа накаливания (мощностью 100 Вт), люминесцентная лампа (LF36W/33), светодиодная лампа-трубка (T8-9W).

Была измерена освещенность каждого из пяти источников с использованием восьми светофильтров, указанных выше (таблица 1).

Таблица 1 - Измеренная освещенность для светофильтров, лк

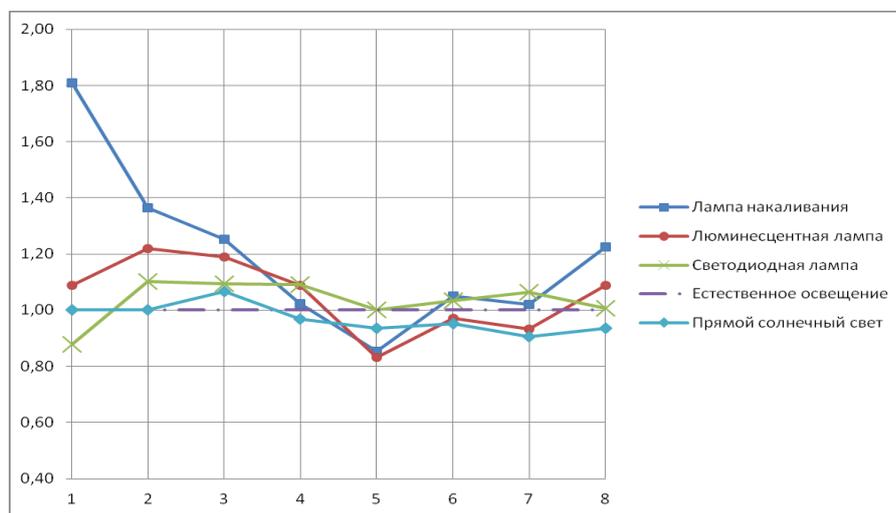
Светофильтры	Лампа накаливания	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа	Естественное освещение	Прямой солнечный свет
Красный	93	56	96	96	11200
Оранжевый	205	184	353	281	32800
Желтый	246	234	457	367	45700
Желто-зеленый	205	219	466	375	42400
Зеленый	84	82	210	184	20100
Голубой	123	114	258	219	24300
Синий	59	54	131	108	11400
Фиолетовый	129	115	226	197	21500
Белый	381	382	811	712	83100

Затем все результаты были приведены к освещенности естественным рассеянным светом отдельно для каждого цвета (таблица 2).

Таблица 2 - Коэффициенты различия между освещенностью от рассеянного дневного света и освещенностью от других источников света.

Светофильтры	Лампа накаливания	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа	Естественное освещение	Прямой солнечный свет
Красный	1,81	1,09	0,88	1,00	1,00
Оранжевый	1,36	1,22	1,10	1,00	1,00
Желтый	1,25	1,19	1,09	1,00	1,07
Желто-зеленый	1,02	1,09	1,09	1,00	0,97
Зеленый	0,85	0,83	1,00	1,00	0,94
Голубой	1,05	0,97	1,03	1,00	0,95
Синий	1,02	0,93	1,06	1,00	0,90
Фиолетовый	1,22	1,09	1,01	1,00	0,94

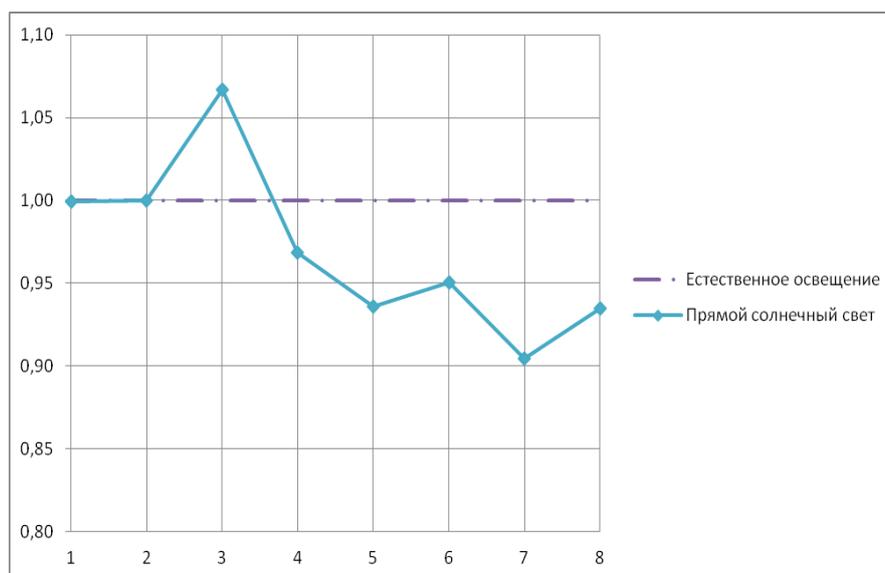
Результаты расчетов представлены на следующем рисунке:



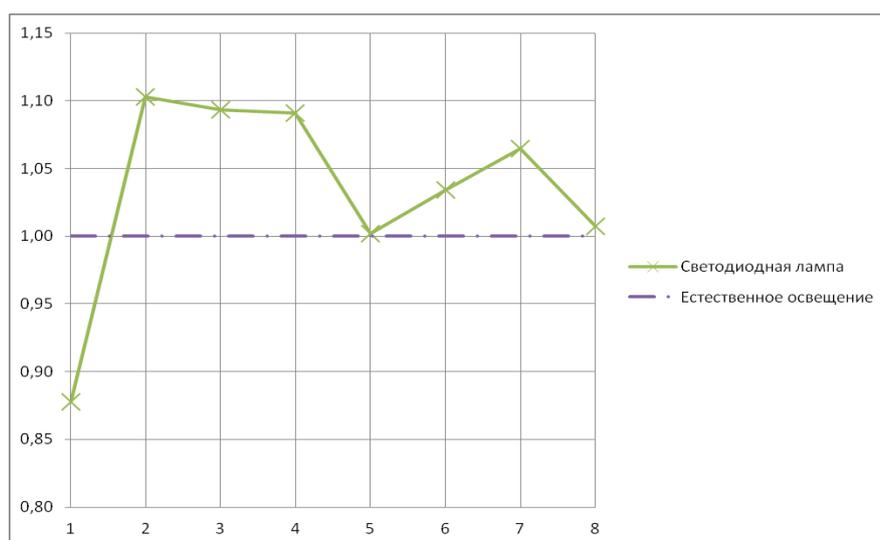
Ось абсцисс: цвета светофильтров 1 – красный светофильтр (660-760 нм); 2 – оранжевый светофильтр (610-660 нм); 3 – желтый светофильтр (560-610нм); 4 – желто-зеленый светофильтр (510-560); 5 – зеленый светофильтр (460-510 нм); 6 – голубой светофильтр (440-460 нм); 7 – синий светофильтр (420-440 нм); 8 – фиолетовый светофильтр (380-420 нм)

По результатам исследования можно выделить следующие особенности:

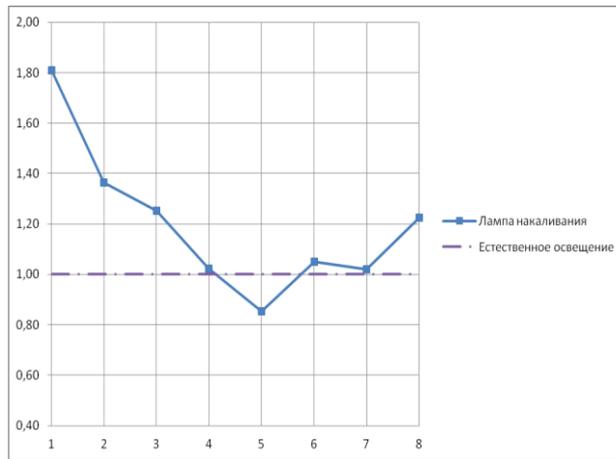
1. Рассеянный дневной свет (естественное освещение пасмурный день) имеет более сходный спектральный состав с прямым солнечным светом, чем с любыми искусственными источниками света.



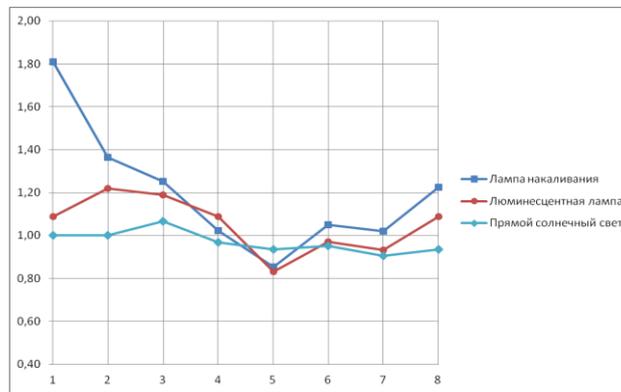
2. Свет светодиодной лампы из всех искусственных источников света наиболее близок по спектральному составу к рассеянному дневному свету.



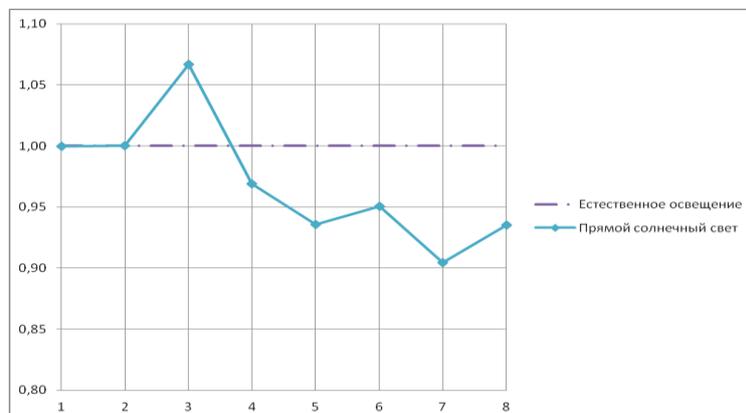
3. В спектральном составе света лампы накаливания по сравнению с рассеянным дневным светом значительно преобладают оранжевая и красная составляющие.



4. Люминесцентная лампа по спектральному составу занимает промежуточное положение между лампой накаливания и прямым солнечным светом.



5. В спектральном составе прямого солнечного света содержится меньшее количество коротковолнового электромагнитного излучения, особенно с длиной волны (450-480 нм), соответствующих синему цвету спектра, чем в естественном рассеянном свете.



Выводы

1) Свет светодиодной лампы наиболее близок по спектральному составу к рассеянному естественному свету, что означает, что светодиодная лампа наиболее предпочтительна в системах искусственного освещения.

2) Свет люминесцентной лампы по спектральному составу занимает промежуточное положение между лампой накаливания и прямым солнечным светом, т.е. по спектральному составу достаточно близок к естественному освещению.

3) В спектральном составе прямого солнечного света содержится меньшее количество электромагнитного излучения с длиной волны (450-480 нм), соответствующих синему цвету спектра, чем в естественном рассеянном свете. Это происходит потому, что вода, содержащаяся в атмосфере, изменяет спектральный состав прямого солнечного света, лучше поглощая длинноволновое излучение (красно-желтый участок спектра) и пропускает более коротковолновое электромагнитное излучение (зеленый – фиолетовый участок спектра).

Литература

1. ГОСТ Р 55702-13 Источники света электрические. Методы измерений электрических и световых параметров.
2. ГОСТ Р 55703-13 Источники света электрические. Методы измерений спектральных и цветовых характеристик.

УДК 628.161.1

ПРОМЫШЛЕННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ

Ромащенко М.М.

д.т.н., профессор Нестерова Н.В.,

Белгородский государственный аграрный университет, Россия

INDUSTRIAL WATER TREATMENT

Romashchenko M.M.

Doctor of Technical Sciences, Professor Nesterova N.V.

FSBEI HE Belgorod GAU. V.Ya. Gorina, Maisky, Russia

Аннотация. В статье представлены способы очистки воды от различного рода загрязнений, которые могут нанести вред, как человеку, так и окружающей среде. Главной причиной загрязнения воды является непосредственно жизнедеятельность человека, так как вода используется, как для бытовых нужд, так и является неотъемлемой частью для любого предприятия.

Annotation. The article presents various methods of water purification from various kinds of pollution that can harm both humans and the environment. The main cause of water pollution is directly the vital activity of man, since water is used as well as for domestic needs, and is an integral part of any enterprise

Ключевые слова: очистка, вода, промышленные установки, сточные воды, очистительные установки.

Key words: cleaning, water, installations, industrial, waste.

Введение

Водоочистка – это процесс, смысл которого заключается в удалении различных примесей, которые угрожают здоровью человека и благосостоянию окружающей среды. Водоподготовка - это очистка воды и приведение ее качества к специфическим требованиям пользователя. Водоподготовка на предприятиях используется для получения качественных технологических процессов.

Цель

Во время промышленной очистки воды можно удалить определенные примеси или обогатить их необходимыми солями. После водоподготовки вода отправляется на тепловые электростанции или промышленные предприятия. После очистки вода подается в систему водоснабжения для подачи ее потребителю [1].

Методика

У каждого промышленного объекта свои требования к используемой воде. Существуют определенные правила, которые необходимо соблюдать. Необходимо использовать соответствующие методы очистки, качественное оборудование и установки, соблюдать технологический процесс.

Существуют различные способы очистки воды в промышленных масштабах.

Обратный осмос широко распространен не только в бытовой фильтрации, но и в промышленной очистке воды. После промышленных фильтров обратного осмоса вода становится чище и пригодной для бытовых целей и может быть использована в качестве питьевой воды [2].

Данный способ очистки исключает использование дополнительной дезинфекции с использованием хлора и его соединений. Это связано с тем, что полупроницаемая мембрана не пропускает вирусы или бактерии. Вода после обратного осмоса практически стерильна. Основные недостатки: используемые мембраны очень дорогие, скорость очистки медленная.

Хлорирование является наиболее популярным способом очистки воды в странах СНГ. Основные преимущества: простая технология, незначительные расходы, высокая эффективность в борьбе со многими бактериями. Из-за этих преимуществ большинство стран по-прежнему предпочитают хлорирование. Основной недостаток: высокая токсичность хлора, который не полностью удаляется из воды [3].

Озонирование очень эффективно для очистки воды. Метод направлен на удаление различных бактерий и органических соединений. Способ основан на разложении озона, который является катализатором большинства окислительных реакций. В результате образуются нетоксичные продукты разложения: атомарный и молекулярный кислород. Высокая стоимость способа не позволяет полностью перенести его на промышленную очистку воды.

Угольные фильтры эффективны в борьбе с органическими и неорганическими соединениями, в том числе с хлором. Их недостатком являются большие размеры установок, в которых предусмотрено несколько слоев активированного угля. Угольные фильтры требуют профессионального обслуживания: для предотвращения появления вредных бактерий фильтрующую массу промывают горячей водой.

Высокую эффективность по удалению примесей показывает комбинированный метод очистки: активированный уголь и ультрафиолет. Но данный способ очистки не используют в промышленных масштабах, так как себестоимость очищенной воды слишком высока [4].

В промышленности используются системы очистки воды из скважин, для этого необходимо знать требования к воде, необходимые для всех процессов.

Масштабная очистка технической воды проводится различными способами. Первым этапом является механическая фильтрация для удаления крупных загрязняющих частиц. Второй этап очистки необходим для предприятий нуждающихся в высокой очистке воды из скважин. Так для пищевой промышленности и медицинских учреждений используют озонирование и обратный осмос. Обратный осмос производит практически дистиллированную воду, а озонирование сохраняет основные свойства воды.

Огромные объемы очищаемой воды промышленной очистки сточных вод, и круглосуточная работа очистительных систем требуют некоторой автоматизации. Бытовые системы направлены на очистку только поступающей воды. Промышленные системы очистки фильтруют и выходящую воду, так как в сточных водах присутствует высокая концентрация токсичных соединений. Если не производить очистку сточных вод, то она нанесет огромный вред экологии на большой территории. Недостаток воды обуславливает необходимость обеспечения ее циркуляции - повторной очистки [5].

Существует несколько типов промышленных систем очистки воды. Гидроциклон или сепаратор – первая стадия промышленной очистки. Удаляются нерастворимые крупные частицы: ржавчина, песок, металл и т.д. С высокой надежностью это довольно просто и эффективно. Сетчатые сепараторы практически не используют, хотя они эффективны при низком давлении. В дисковых сепараторах используются пластиковые детали, которые не подвержены коррозии и идеально очищают воду.

Жировые уловители представляют собой простые разборные конструкции, которые используются для очистки воды в пищевых целях. Эффективность очистки достигает 70%.

Смягчители воды удаляют соли из воды и снижают ее жесткость. Деминерализованная вода необходима для отопительного оборудования. Для ее получения используют ионный обмен, испарение и замораживание. Новым и перспективным является метод кристаллогидрата, который не требует значительных затрат и высоких температур.

Ультрафиолетовая дезинфекция считается деликатным методом очистки. Ультрафиолетовые лучи уничтожают микроорганизмы без реагентов. Мощность излучения влияет на эффективность очистки.

Адсорбционные системы используются после первых этапов очистки и основаны на осаждении многих примесей на поверхности пористых материалов.

Деструктивные методы удаляют ценные органические соединения путем окислительных или восстановительных реакций.

Биологические методы основаны на естественном возобновлении воды. Микроорганизмы «поедают» органические соединения.

Вывод

Таким образом, необходимость очистки воды неотъемлемая часть работоспособности любого предприятия, дефицит воды связан с постоянным ростом ее потребления, вынуждая находить все более новые и совершенные промышленные методы очистки и дезинфекции.

Литература

1. Нестерова, Н.В. Методология анализа риска чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, С.А. Кеменов, Ю.В. Ветрова // Научные механизмы решения проблем инновационного развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. – С. 8-10.
2. Павленко, А.В. Системы управления природной, техногенной и социальной безопасностью населения [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Павленко // Символ науки. №1. – 2016 – С.49-51.
3. Степанова, А.В. Математическое моделирование состояния безопасности объектов [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Харыбин // Инновационные процессы в научной среде. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-14.
4. Дрога, А.А. Использование информационных технологий для оптимального распределения сил и средств, предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, А.А. Дрога, А.Ю. Дорохин // Проблемы информационного обеспечения деятельности правоохранительных органов. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-15.
5. Мануйленко, А.Н. Проблемы энергетического сбережения и энергетической эффективности жилых зданий на территории РФ [Текст] / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Горского ГАУ. –2018. – С. 331-334.

УДК 556.5+55(470.57)

ПОТЕНЦИАЛ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ И РУСЛОВЫХ ПОТОКОВ ТЕРРИТОРИИ БАШКОРТОСТАНА

*студенты Фаррахова А.И., Косаева С.И., к.т.н. Антонов К.В.,
Башкирский государственный университет, Россия*

POTENTIAL OF ARTIFICIAL RESERVOIRS AND CHANNEL FLOWS OF THE BASHKORTOSTAN TERRITORY

*student Farrakhova A.I., student Kasaeva S.I., Ph.D., Antonov K.V.
Bashkir State University, Russia*

Аннотация. Рассмотрены водохранилища, пруды, водоемы, приведены их классификации определены их роль, назначение и использование в хозяйственных и промышленных целях. Установлены как положительные, так и отрицательные стороны процессов, протекающих в искусственных водоемах и их влияние на окружающую среду. В вопросах накопления, практического использования и регулирования потенциала водных объектов главная роль отводится человеку.

Annotation. Reservoirs, ponds, reservoirs are considered, their classifications are given, their role, purpose and use in economic and industrial purposes are defined. Both positive and negative sides of the processes taking place in artificial reservoirs and their impact on the environment are established. In matters of accumulation, practical use and regulation of the potential of water bodies, the main role is assigned to man.

Ключевые слова: водохранилище, пруд, водоем, водные ресурсы, вода, реки, озёра.
Key words: reservoir, pond, water body, water resources, water, river, lake.

Введение

Водные ресурсы являются одним из основных элементов природной среды и играют большую роль в развитии человеческого общества. Ограниченность запасов пресной воды, их неравномерное распределение во времени и пространстве требуют бережного отношения к этому ценному природному богатству. Между тем, потребление воды человеком возрастает, что приводит к количественному и качественному изменению речного стока, запасов пресных водоемов, а также гидрологического режима элементов гидрографической сети. Число рек с преобразованным стоком увеличивается с каждым годом в связи с ростом водопотребления, вызванного в свою очередь увеличением промышленного производства, численности населения и использованием воды в сельском хозяйстве в целях орошения. Более напряженным становится водохозяйственный баланс крупных городов и экономически развитых районов.

Постановка задачи

Ограниченность запасов пресной воды и неравномерное распределение ее территориально и в различные временные периоды года требует рационального использования и охраны водных ресурсов, вызывает необходимость оценки потенциала для рационального распределения и использования.

Методика проведения исследований

Предусматривался сбор, обработка и всесторонний анализ материалов, обеспечивающих получение объективных данных.

Результаты исследований

Годовой сток всех рек Башкортостана составляет в среднем 35 куб. км. Из них на реку Белую приходится около 30 куб. км в средний по водности год. В маловодные годы сток Белой может уменьшаться до 23 и до 17 куб. км. Обеспеченность водными ресурсами республики ниже, чем в среднем по России. Так, на 1-го жителя Башкортостана в сутки приходится 25 м³, а по России - 50 м³.

Водные ресурсы распределяются неравномерно. Более богаты ими горные, наиболее увлажненные районы. На горный Башкортостан и его северо-восточную окраину приходится 48 % общих ресурсов воды, а водопотребление из-за малочисленности населения в этих районах составляет лишь 7 % от общего объема забора вод. Редки и маловодны реки и озера в засушливых районах на юго-западе республики, а также в Башкирском Зауралье.

В целом водные ресурсы Башкортостана богаты и вполне достаточны для нормального водоснабжения. Однако распределяются они по сезонам года крайне неравномерно. Так, в западных районах весенний сток составляет в среднем 70 % всего годового стока. Значит, основная часть воды в реках стекает в весеннее половодье. Летом же, когда вода особенно нужна для водоснабжения и полива, ее может и не хватать, особенно в малых реках.

Для формирования более равномерного стока на реках Башкортостана построены крупные водохранилища и пруды.

Поверхностные водные объекты республики являются основными источниками водоснабжения всех отраслей экономики и населения. Развитие водо-

емких отраслей промышленности обуславливает высокую степень использования поверхностных водных объектов как для забора воды, так и для сброса сточных вод. Следствием этого является высокая антропогенная нагрузка на поверхностные водные объекты [1].

Водоохранилищем называется искусственный водоем, образованный водонапорным сооружением в целях хранения воды и регулирования стока специальными сооружениями. Общий объем водохранилищ мира составляет примерно 6000 км³. Общее их число достигает 30 тыс. Ежегодно появляется до 500 новых водохранилищ.

По величине объема водохранилища классифицируются на малые (1-10 млн. куб. м.), небольшие (10-100 млн. куб. м.), средние (100-1000 млн. куб. м.), крупные (1000-10000 млн. куб. м.). Искусственные водоемы с объемом менее 1 млн. куб. м. называют прудами.

Наиболее важные особенности водохранилищ:

1. Водоохранилища – антропогенные, управляемые человеком объекты, но они испытывают также сильнейшее воздействие природных фактов, поэтому как объекты изучения, использования и управления занимают промежуточное положение между «чисто природными» и «чисто техническими» образованиями. Это даёт право именовать их геотехническими системами.

2. Водоохранилища заметно, а нередко значительно воздействуют на окружающую среду, вызывая изменения природных и хозяйственных условий на прилегающих территориях. Естественно, что наряду с заранее запланированными благоприятными последствиями возникают также и последствия негативного, неблагоприятного характера.

3. Водоохранилищам свойственна особая система так называемых внутри-водоёмных процессов: гидрологических, гидрофизико-химических и гидробиологических.

4. Водоохранилища – водоёмы, наиболее интенсивно используемые различными отраслями хозяйства.

5. Для водохранилищ как природно-хозяйственных объектов характерна чрезвычайно высокая динамичность развития (эволюция). Таким образом, водохранилища являются специфической постоянно контролируемой человеком геотехнической системой.

Более 30 тыс. водохранилищ земного шара, эксплуатируемых в настоящее время, существенно различаются между собой по параметрам, режимным характеристикам, направлению хозяйственного использования и воздействию на окружающую среду. В основу типизации водохранилищ может быть положен, прежде всего, признак генезиса, указывающий на способ их образования: водохранилища в долинах рек, перегороженных плотинами; наливные водохранилища; зарегулированные озера; водохранилища в местах выхода грунтовых вод и в карстовых районах; водохранилища прибрежных участков моря и эстуариев.

В зависимости от рельефа местности различают водохранилища равнинных, предгорных, плоскогорных и горных областей. В зависимости от геометрических параметров водохранилища подразделяются по объему и площади зеркала и по глубине: исключительно глубокие (более 200 м); очень глубокие (100-200 м); глубокие (50-99 м); средней глубины (20-49 м); неглубокие (10-19 м); мелководные (менее 10 м). Наиболее глубокие: Нурекское (глубиной около 300 м) и Рогунское (глубиной более 300 м) [2, 3].

Пруд – это искусственный водоем, создаваемый с целью водоснабжения, ведения прудового рыбного хозяйства и разведения водоплавающих птиц. Раннее пруды создавались у населенных пунктов, где отсутствовали естественные водоемы (реки, озера).

Пруд – водохранилище, объемом менее 1 млн. куб. м. Создается для накопления и последующего использования воды (орошения, водоснабжения, рыбоводства, рекреации, закачка в продуктивные горизонты для поддержания пластового давления при добыче нефти, в системы водоснабжения промышленных предприятий и т.д.), регулирования стока, а также в целях рыбоводства, водопоя скота, пожаротушения, входит в систему противоэрозионных гидро-

технических сооружений. Различают пруды сезонного, недельного и суточного регулирования.

Назначение и роль прудов разнообразны; они регуляторы водных ресурсов: задерживая талую воду и сохраняя ее про запас, они создают дополнительный паек поверхностных вод и пополняют запасы подземных.

Обычно пруды устраивают для водопоя скота. Реже их сооружают у населенных пунктов для комплексного использования — водоснабжения животноводческих ферм, разведения водоплавающей птицы, летнего отдыха населения и других целей. Создаваемые пруды обычно зарыбляются серебряным и золотым карасем, карпом, пескарем, окунем, щукой и другими видами. На прудах поселяются утки, камышницы, лисухи, трясогузки, цапли; берега "зарастают" рогозом, камышом, тростником и другими влаголюбивыми растениями.

По способу создания, пруды можно разделить, как выкопанные на глубину от 3-х до 5-ти метров, так и созданные путем построек плотин в долинах рек, ручьев или балок и оврагов.

Если рассматривать отличительные особенности пруда от других видов водоемом, то можно выделить такие:

- как правило площадь пруда составляет не более 1 квадратного километра;
- уклон дна не должен быть крутым, а ложе дна должно быть устойчивое к размыву.

Сами берега могут иметь относительную крутизну:

- возможно сильное колебание уровня воды (в жаркую погоду снижается и после дождей повышается);
- для необходимости спуска излишней воды при строительстве плотин предусматриваются водосливы (земляные каналы, укрепляемые дерном или камнем).

Водосливы возможны как закрытые, так и открытые. Во избежание ухода рыбы, на водосливах предусматривается рыбозаградители:

- в прудах, где нет подпитки грунтовыми водами, в зимнее время возможно полное промерзание воды, а в жаркое время пересыхание;

- учитывая практически одинаковый уровень воды и степень её прогрева во всей акватории пруда, состав воды, растительный и животный мир одинаков.

Пруды относятся к антропогенным ландшафтным комплексам. Но человек создает только плотину, все остальное связано с природными процессами. Интенсивное заполнение прудов водой происходит во время весеннего снеготаяния, а также за счет атмосферных осадков и подземных вод. Пруды создаются по балкам, лощинам, ложбинам, используются с этой целью и антропогенные формы рельефа, такие как карьеры.

По способу сооружения пруды могут быть: русловыми, пойменными, балочными, копанями, овражными.

Русловые пруды получаются в результате перегораживания реки плотиной, которая подпирает уровень воды перед плотиной, в верхнем бьефе, до расчётных отметок. При этом аккумуляция воды может происходить в пределах русловой части реки без выхода её на пойму или затоплением части, или всей поймы. Сооружаются обычно в целях использования энергии текущей воды электростанциями, мельницами, для механизации приготовления кормов на животноводческих фермах и т. д. Это сильно вытянутое, глубокое (более 5-8 м), с крутыми берегами русло реки. Как правило, такие водоемы заселены малоценной, хищной и сорной рыбой: щукой, окунем, плотвой и другими.

Пойменные пруды образуются путём затопления части поймы реки, отгороженной от русла реки оградительной дамбой. Заполнение пруда и сброс воды из него осуществляется, как правило, самотёком (из реки и назад в реку ниже по течению).

Балочные пруды образуются при перегораживании балки или ущелья плотиной. Наполнение балочных прудов происходит за счет местного стока, то есть стока воды с поверхности водосборной площади для выбранного створа плотины. Оно, как правило, происходит в период весеннего снеготаяния или

интенсивных дождевых осадков, иногда наполнение этих прудов может осуществляться путём подачи воды насосами (машинный водоподъем) из рек, озёр, других водохранилищ.

Пруд – копань - небольшой искусственный водоем в специально выкопанном углублении на поверхности земли, предназначенный для накопления и хранения воды для различных хозяйственных целей.

Пруды-копани получают путём открытия в намеченном месте котлована необходимой глубины и формы в плане. Под пруды-копани обычно отводятся территория с наиболее высокими отметками, так называемыми командными.

Овражные пруды. Сооружаются на сухих или маловодных лощинах, пологих оврагах. Это наиболее распространенный тип прудов. Как правило, они находятся вблизи селений, и сооружаются для различных хозяйственных нужд: водоснабжения, полива огородов, стирки белья, и называются хозяйственными.

Овражные пруды - небольшие по площади: от 0,5 и более гектара с глубиной в среднем 1-1,5 м, а у плотины 2-3 м. Вода в этих прудах, обычно непроточных или слабопроточных, хорошо прогревается солнцем. Здесь обильно развивается водная растительность, дно илистое. Овражные пруды - наилучшие водоемы для разведения карпа. В этих прудах можно разводить вместе с карпом линя, карася, судака, ряпушку и других рыб. Приспособление таких прудов под нагул рыбы состоит в очистке дна водоема, установке донного трубчатого водоспуска и вылове сорной рыбы.

Классифицировать пруды можно по различным признакам: возрасту и стадиям развития, биологической продуктивности, морфологическим характеристикам, геоморфологическим особенностям и т.д. В предлагаемой функционально-генетической классификации все пруды рассматриваемой территории подразделяются на шесть классов: по функциональному назначению, способу сооружения, морфологическим характеристикам, геоморфологическим особенностям, эволюционно-возрастным показателям, источникам питания и водному

режиму. Внутри классов, исходя из специфических особенностей, выделяют соответствующие группы прудов, которые подразделяются на типы и в необходимых случаях на подтипы.

Пруды, водохранилища и другие водные объекты в Башкортостане, используются не только в водохозяйственных, но и в рекреационных целях. В то же время в районах, отличающихся интенсивным проявлением эрозионных процессов, имеются и пруды с преимущественно противоэрозионным назначением. В республике Башкортостан насчитывается более 350 прудов. По территории Республики распределяются неравномерно, большинство в освоенных в хозяйственном отношении западном (Дюртюлинском – 33, Аургазинском – 18, Илишевском – 14, Туймазинском – 13, Альшеевском – 12, Давлеканском – 11 и др.) и южном (Ишимбайском – 14, Куюргазинском – 12, Кугарчинском – 10, Баймакском – 8 и др.). Наиболее зарегулированы стоки рек Дема, Сюнь - 11 прудов, Тюрюшля - 16 прудов, Таналык - 13 прудов, Уршак - 17 прудов, Усень - 31 пруд, Чермасан - 42 пруда. В пределах Уфимского плато и горного Башкортостана количество прудов незначительно [3, 4, 5].

Выводы

Различная степень обеспеченности территории Башкортостана водными ресурсами определенно требует учета, рационального распределения и контроля их использования исходя из источника (накопителя) водного потенциала. В Башкортостане уделяется большое внимание решению проблемы дефицита и загрязнения водных ресурсов. В целях решения этих проблем действуют различные программы.

Литература

1. Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. – Уфа: «Китап», 2001. – 258 с.
2. Водоохранилища / А.Б. Авакян, В. П. Салтанкин, В.А. Шарапов. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
3. Каганов Г.М., Румянцев И.С. Гидротехнические сооружения: Учебник для техникумов. В 2-х кн. Кн.2 — М.: Энергоатомиздат, 1994. – 272 с.
4. Природа и хозяйство Хайбуллинского района. Учебное издание. / Составители Х.А. Биккужина, В.З. Идрисова и др. Акъяр. - 1999. – 320 с.
5. Хайбуллинская энциклопедия /гл. редактор Р.Х. Ибрагимов. – Уфа: Х15. Башк. энциклопедия, 2015. – 646 с.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ЗАМЕНА УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНУЮ ЭНЕРГИЮ СОЛНЦА

*Харченко А.С., д.т.н, профессор Нестерова Н.В,
Белгородский государственный аграрный университет, Россия*

ALTERNATIVE ENERGY: REPLACING HYDROCARBONS WITH ENVIRONMENTALLY SAFE ENERGY OF THE SUN

*Kharchenko A.S.
Doctor of Technical Sciences, Professor Nesterova N.V.
Belgorod GAU, Russia*

Аннотация: в данной статье представлен способ по замене углеводородов на альтернативную, экологически безопасную энергию солнца. В ходе исследования данной темы были выявлены, как преимущества, так и недостатки данного перехода, а также нюансы и трудности связанные со строительством данных станций.

Annotation: *this article presents a method for replacing hydrocarbons with alternative, environmentally friendly solar energy. In the course of researching this topic, both advantages and disadvantages of this transition, as well as nuances and difficulties associated with the construction of these stations were identified.*

Ключевые слова: энергетика, углеводород, возобновляемость, инновации.
Keywords: *energy, hydrocarbon, renewability, innovation.*

Введение

Интенсивное развитие энергетики и промышленности приводит к увеличению потребления углеводородного топлива, а, следовательно, и количества продуктов сгорания, выбрасываемых в атмосферу. По данным мониторинга, количество химических соединений, вредных для окружающей среды, веществ и элементов продуктов сгорания, выбрасываемых в атмосферу, удваивается каждые 12-14 лет, и поэтому проблема загрязнения атмосферы при сжигании углеводородов является одной из глобальных проблем нашего времени. А также из аспектов нынешнего экологического кризиса имеет место ограниченное количество не возобновляемых ресурсов. Этот вопрос напрямую определяет перспективы человеческого сообщества [1].

Цель

Выявить, преимущества и недостатки перехода на Солнечную энергию, а также рассмотреть трудности связанные со строительством данных станций.

Методика

Солнце играет важную роль в жизни Земли. Весь органический мир нашей планеты обязан Солнцу своим существованием. Оно является не только источником света и тепла, а также источником большинства других видов энергии. Каждый час Земля получает огромное количество солнечной энергии, которая не полностью и даже не на половину используется человечеством. С древних времен ученые искали возобновляемые источники энергии. Регулярно большое количество проектов, направленных на замену нефти, природного газа, угля, на энергию солнца, ветра, приливов. Малое количество этих проектов воплощено в жизнь. Один из таких проектов связан с созданием гигантских солнечных элементов. Аккумуляторы для отопления можно использовать в многоквартирных домах. В современных солнечных панелях используют закаленное стекло и уплотнения для отопления дома фланцы с уникальным дизайном, поэтому они абсолютно устойчивы к погодным явлениям и механическим повреждениям. Солнечная энергия имеет несколько преимуществ: возобновляемость, экологическая безопасность, энергоэффективность, выступает инновационной технологией. Недостатки солнечных источников: высокая стоимость, низкая мощность [2].

В настоящее время используется лишь малая часть солнечной энергии, поскольку существующие солнечные панели имеют относительно низкую эффективность, а также дорогие в изготовлении. Однако не следует отказываться от почти неисчерпаемого источника чистой энергии: по мнению экспертов, одна только солнечная энергия может покрыть все потребности человечества в энергии на тысячи лет вперед. Имеется возможность повысить эффективность солнечных электростанций в несколько раз, и, разместив их на крышах домов и рядом с ними, обеспечить отопление жилья, подогрев воды и эксплуатацию бытовых приборов, даже в умеренных широтах, не говоря уже о тропиках.

Для нужд отрасли, которая требует большого количества энергии, можно использовать километровые пустоши и пустыни, полностью запол-

ненные мощными солнечными электростанциями. Но солнечная энергия сталкивается со многими трудностями при строительстве, размещении и эксплуатации солнечных электростанций, занимает десятки тысяч квадратных километров земной поверхности. Поэтому общая доля солнечной энергии была и останется довольно скромной, по крайней мере, в обозримом будущем [3,4].

Большое внимание следует уделить тому факту, что производство энергии, являющейся необходимым средством существования и развития человечества, влияет на природу и окружающую среду. С одной стороны, в повседневной жизни и человеческом производстве тепло и электричество настолько прочно введены, что человек даже не представляет своего существования без него и потребляет неисчерпаемые ресурсы. С другой стороны, человек все больше концентрирует свое внимание на экономическом аспекте энергии и требует производства чистой энергии. Это говорит о необходимости решения комплекса вопросов, в том числе перераспределения средств для удовлетворения потребностей человечества, для использования практических достижений в народном хозяйстве, поиска и разработки новых альтернативных технологий производства тепла и электроэнергии [5,6].

Вывод

Таким образом, несмотря на сложности использования альтернативной энергии, современное общество переживает очередной глобальный переход к новой энергии, которая началась примерно в начале 90-х годов прошлого века. Определяющей характеристикой современного этапа является его экологическая направленность, стремление избавиться от зависимости использования ископаемых ресурсов, добыча и использование которых истощает и загрязняет природу. Предполагается, что развитие альтернативных источников энергии все еще остается вопросом завтрашнего дня, фактически в некоторых областях технологическая революция уже произошла. Более того, возможности этих источников практически безграничны, что дает надежду на своевременное решение человечеством экологических проблем.

Литература

1. Нестерова, Н.В. Методология анализа риска чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, С.А. Кеменов, Ю.В. Ветрова // Научные механизмы решения проблем инновационного развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. – С. 8-10.
2. Мануйленко, А.Н. Проблемы энергетического сбережения и энергетической эффективности жилых зданий на территории РФ [Текст] / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Горского ГАУ. –2018. – С. 331-334.
3. Павленко, А.В. Системы управления природной, техногенной и социальной безопасностью населения [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Павленко // Символ науки. №1. – 2016 – С.49-51.
4. Шульженко, В.Н. Стадии развития чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, В.Н. Шульженко, С.А. Кеменов // «Научные исследования и разработки в эпоху глобализации». Сборник статей международной научно-практической конференции. г. Волгоград. Ч.3. 2017. – С. 20-23.
5. Харыбин, А.В. Математическое моделирование состояния безопасности объектов [Текст] / Н.В. Нестерова, М.Н. Степанова, А.В. Харыбин // Инновационные процессы в научной среде. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-14.
6. Дрога, А.А. Использование информационных технологий для оптимального распределения сил и средств, предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций [Текст] / Н.В. Нестерова, А.А. Дрога, А.Ю. Дорохин // Проблемы информационного обеспечения деятельности правоохранительных органов. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 11-15.

УДК: 130.2

СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*д. филос. н., профессор Шустов А.Ф.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

SOCIAL ASPECTS OF DEVELOPMENT OF TECHNICAL ACTIVITY

*Shustov A.F., doctor of philosophy, Professor
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. В статье рассмотрены и проанализированы социальные аспекты развития технической деятельности, включающие с себя социальную оценку, социальную ответственность. Определен круг этических проблем, связанных непосредственно с современными формами техники.

Annotation. *The social aspects of development of technical activity, including from itself a social estimation, social responsibility, are considered in the article and analysed. The circle of the ethical problems related directly to the modern forms of technique is certain.*

Ключевые слова. Социальная оценка, социальная ответственность, техника, техническая деятельность, инженерная этика, культура.

Key words. *Social assessment, social responsibility, technology, technical activity, engineering ethics, culture.*

Сегодняшняя ситуация в социальной жизни показывает, что уровень развития технической деятельности радикальным образом преобразует природу, общество и человека, также вносит порой непоправимые и трагические последствия в развитие человеческой культуры и цивилизации.

Для социально-философского познания особый интерес представляет социальная оценка, выражающая соответствие того или иного предмета, его свойств интересам и потребностям социального субъекта. Оценка в свою очередь, имеет сложную структуру, в которую входят: а) оценочное отношение как эмоциональное переживание, соотнесение объективных свойств с основанием материальной или духовной потребности, б) оценочное суждение как логическую форму осознания и фиксации результата оценочного отношения.

Такого рода оценка всегда сочетает знание об объекте, его ценности для социального субъекта со знанием о самом субъекте, его интересах и потребностях. Адекватность социальной оценки заключается в степени ее соответствия интересам и потребностям социального субъекта. Социальная оценка – это не одномоментный акт в развитии техники. Она должна носить систематический характер и информировать общество о предвидимых последствиях функционирования тех или иных технических объектов, указывать на альтернативные подходы их создания и функционирования. Т.е. социальная оценка это соответствующая отрасль междисциплинарных исследований последствий научно-технического развития. Оценка техники как исследование есть определенного рода рефлексия над феноменом техники и научно-технической деятельности, а именно рефлексия, связанная с соотнесением с определенными ценностями или даже с целой ценностной иерархией.

Предметом оценки техники является научно-техническое развитие и его последствия. Однако и само это развитие не может рассматриваться абстрактно или односторонне, только как научно-технический прогресс. Анализ процессов получения нового знания и его применения для производства технических артефактов, разработки качественно новых и совершенствования уже имеющихся технологий, описание этих процессов с точки зрения роста технического могу-

щества человечества не являются достаточными в случае оценки техники. Необходимым здесь становится понимание технического развития как процесса изменения техники, сопряженного с изменениями в природе и обществе. Суть этого понимания лаконично сформулирована Ж. Бодрийяром: «Люди и техника, потребности и вещи взаимно структурируют друг друга – к лучшему или к худшему»[1].

Начало социальной оценки техники в широком социокультурном контексте проявилось в философии 20 века. Так, О. Шпенглер говорит о «предательстве техники», которая из орудия, послушного человеку, превратилась в самостоятельную область действий, развитие которой угрожает природной среде. Другие, как К. Ясперс, обвиняют современную цивилизацию в том, что технические средства в ней служат массовому уничтожению людей и человекоубийству. Э. Мунье, например, видит в развитии техники и в индустриализации источник социальной дезинтеграции.

Более развернутую социальную оценку развития техники дает Ж. Эллюль, который вскрывает пороки современной технической цивилизации: разрушение природной среды обитания человека и ее замещение техносферой, в которой отпадает необходимость и возможность что-то осмысливать и оценивать, поскольку здесь осуществляется диктат технической рациональности и нет свободы выбора; тотальную технизацию всей человеческой культуры, которая становится одномерно и рационально ориентированной, выполняя лишь «конформирующую роль»; порабощение человека техникой во всех сферах социальной действительности[2].

При этом понятие «техника» трактуется им предельно широко – как вся совокупность формально-рациональных методов деятельности, связанных с современной наукой и обеспечивающих достижение эффективного результата в любой сфере деятельности. Это превращение техники в универсальную социальную технологию делает ее особо опасной для современного мира, так как в жестких границах технической системы невозможна иная логика, иное мировоззрение, цели и задачи, кроме тех, которые диктуются техникой.

Мы далеки от мысли во всех бедах современности винить только технику, мы также далеки и от мысли во всём на нее полагаться, считая ее воплощением только добра или только зла. Зло вход в мир только через человека, его поступки, волю, как и добро, утверждается в мире благодаря ему.. И носителем ответственности за продукты технической деятельности может быть только человек. Т.е. те, кто винит технику, снимая социальную ответственность с человека и способствуют его деморализации. Более того, необходимо ясно осознать, что значительное количество проблем, которые встали перед человечеством, можно разрешить, только путем дальнейшего развития техники. При этом в ней должна органично присутствовать социальная оценка ее результатов.

Социальная оценка должна носить комплексный, многоплановый характер и включать в себя учет и прогнозирование не только технических, экономических, но и социальных. Экологических и эстетических параметров.

При социальной оценке техники следует соблюдать следующую иерархию приоритетов: 1) воздействие техники на перспективы жизни населения данной страны и мира в целом; 2) воздействие техники на здоровье людей и природную среду; 3) удовлетворение жизненных потребностей населения; 4) оптимизацию соотношения технического и социального развития страны; 5) оптимизацию отношений между техникой и человеком.

В действительности контроль ограничивается непосредственным выполнением инженерно-технических функций. Поэтому технический объект, изготовленный в духе инструментальной рациональности, без учета социальных и культурных процессов, выпускается в свободное функционирование, где и проявляются неконтролируемые неподдающиеся предвидению негативные моменты, выходящие за пределы первоначального целеполагания.

Синтез знаний о социокультурных составляющих в развитии техники должен осуществляться на уровне то только общественного, но и индивидуального сознания. Такой синтез – важный резерв повышения социальной эффективности развития техники. Поскольку способен с ее первых этапов ориентировать разработку новых технических средств на основе оптимальных проектных ре-

шений. Так, например. А Хунинг считает: в настоящее время «экономическое благосостояние не является больше критерием релевантности» [3].

Одна из главных задач сегодняшней философии техники является рефлексия целей и ценностей и их приоритетов и предпочтений. Возникает проблема формирования новой парадигмы развития техники. А именно, гуманистической направленности ее становления. Т.е. гуманистическая направленность это переход к новому качеству ее роста, где приоритетную роль будет играть культура, а также в корне изменится содержание, формы и методы образования [4].

Проблема социальной оценки тесно связана с социальной ответственностью. Необходимость их единства обусловлена взаимозависимостью их друг от друга. Вне комплексной социальной оценки, социальная ответственность становится абстрактной, а социальная оценка вне социальной ответственности бессмысленная.

Проблема ответственности за способы получения и последствия применения результатов технической деятельности, об определении субъекта, условий и характера этой ответственности, осознается все более широким кругом людей, как практически и мировоззренчески значимая. Ответственность как характеристика человека, проявляющаяся в различных видах его деятельности, всегда была присуща субъектам занимающимся изобретением технических устройств и способов их использования. Ответственность является непосредственным феноменом культуры, наиболее ярко выражающим ее духовно-практическую природу. Выполняя функцию упорядочивания в поведении субъекта, а стало быть, и в жизни общества. Ответственность всегда выражает конкретно исторический характер взаимосвязи индивида и общества. Она является обязательным условием свободной деятельности человека и любой социальной группы.

Таким образом, ответственность как духовно-практическая категория может быть понята как внутренний контроль и побудитель сознательного выбора действий, раскрывающих и реализующих потребности и интересы субъекта, соотнесенные с объективной необходимостью. В рамки ответственности входит

система мировоззренческих ориентиров, нравственные идеалы и ценности и сами практические действия с помощью тщательно отобранных и аксиологически выверенных средств.

Из этого следует, что ответственный выбор, выражающийся на субъективном уровне в предпочтении одних возможностей другим, объективно является средством упорядочивания, оптимизации и определенности в развитии технической деятельности. Ответственность выбора усугубляется тем, что однажды внедренная технология укореняется и приобретает мощную и устойчивую тенденцию дальнейшего развития, инерция которой как бы выходит из-под контроля человека. Способствует этому и специфика научно-технического мышления, которое в постоянном стремлении к повышению эффективности легко пренебрегает такими неколичественными параметрами, как красота и справедливость. Ответственность всегда носит конкретно-исторический характер, так как абстрактной ответственности нет и быть не может.

Именно в связи с этим поднимается проблема меры, внутренней и внешней регуляции деятельности техников. Врачи издавна подчинялись профессиональным стандартам (клятва Гиппократова), регламентирующим их деятельность. Позже они получили право самим определять условия членства в медицинских союзах. Идеал профессиональной регуляции, по крайней мере, среди врачей сохранился до наших дней. Вопрос об ответственности в инженерии традиционно решался подчинением инженеров социальной организации. Первоначально инженером в древнем Риме назывался тот, кто создает таран, катапульты, другие «машины войны» и управлял ими. Инженерия была, с начала своего возникновения и до конца 17 века преимущественно военной. Поведение инженера, как и любого военнослужащего, определялось, прежде всего, принципом повиновения, первейшая ответственность состояла в том, чтобы выполнять приказы.

Появление в 18 веке гражданской инженерии, связанной с проектированием общественных работ, не изменило этой ситуации. Но как только техническая власть, находящаяся в руках инженеров начинает расти, усиливается напря-

женность между подчиненными, инженерами и стоящими над ними контролирующими органами. В связи с этим обсуждается проблема ответственности инженеров, появляются первые кодексы инженерной этики. Их специфика заключалась в том, что ответственность инженеров определялась по отношению к работодателю. С середины столетия понятие, ответственности приобретает новый смысл. Ответственность мыслится, как ответственность за результаты деятельности.

По содержанию она проявляется в различных видах, самые распространенные из них: юридическая, профессиональная, религиозная и моральная ответственность. По форме она выражается на уровне субъекта, группы, сообщества. «Есть три формы, в которых определяется ответственность инженеров за использование техники и за ее результаты. Первая форма - это индивиды в повседневной практике их работы, вторая - это группы в технических обществах и третья - вынесение вопросов, ранее бывших компетенцией только специалистов, на публичное обсуждение в связи с угрожающими проблемами, вырастающими из деструктивных применений техники»[5]

Вынесение наиболее значимых решений по созданию и функционированию технических объектов на коллективные и публичные обсуждения позволит более точно оценить их параметры с целью избежать негативного их воздействия на человека, природную среду и культуру. И такой положительный опыт уже имеется в организации технической деятельности на предприятиях Японии, когда тот или иной вопрос, ранее бывший компетенцией узкого круга специалистов, выносится на коллективное публичное рассмотрение.

Значение этих видов и форм ответственности возрастает пропорционально с увеличением технической мощи человека. Разработка сложных технических систем требует усилия многих субъектов технической деятельности, как на личностном, так и коллективном уровне. В связи с этим встает проблема ответственности за последствия их внедрения и функционирование. Естественно ответственность не может быть возложена на одного человека, но ее и нельзя абстрактно “навесит” на всех как некое общее понятие.[6]

Фундаментальный вопрос, касающийся ответственности в сфере информационной технологии вообще, можно сформулировать следующим образом: Может ли компьютерная обработка информации быть полностью контролируемой человеком, и если нет, то имеет ли смысл говорить о деятельности по производству и использованию компьютеров как области морально релевантной? Полная передача ответственности машине за контроль протекания процессов в той или иной технической системе, отстраняет нас от ответственности, воплощает в себе торжество зла. Ибо, если все делается за нас, если мы более ни за что не несем ответственности, то нас уже нельзя считать людьми.

Суммируя выше сказанное можно сделать вывод, что сегодня с новой силой звучит просветительское положение Канта И., о том, что человек должен нести ответственность за созданные им искусственные технические орудия производства и должен это оправдать и обосновать перед «судом благоразумия».

Философское осмысление технической деятельности включает в себе ряд онтологических, гносеологических, аксиологических и других проблем. В данной статье мы попытаемся осмыслить ее морально-этическое измерение. Выдвинутое утверждение требует своего обоснования в той связи, что точки соприкосновения техники и этики не очевидны: в значительной своей части техника – это сфера сущего, фактически обнаруживаемый феномен, где господствует целесообразность, прагматичность. Область этики – это нравственно-ценностное восприятие мира, сфера должного, идеалов. Данное положение основано на представлении о разделении сущего и должного, бытия и ценностей, теоретического разума и практического, берущем свое начало в философиях Д. Юма и И. Канта. Указанное разделение послужило основанием для идеи моральной нейтральности науки и техники. Проблема отношений техники и нравственности является одной из древнейших в философии и этике. Истоки проблемы взаимосвязей техники и нравственности имеют давнюю историю. В своем сегодняшнем развитии техника породила множество новых проблемных этических ситуаций и сместила многие акценты о нравственных ценностях выработанных обществом исторически. Область этики значительно расширилась

- это становится наиболее очевидным, если мы обратимся к таким новым областям техники как ядерная, биомедицинская, компьютерная, электронных средств массовой коммуникации и др.

Нравственность и технику необходимо рассматривать в рамках единого культурного пространства. И противоречия между техническими и нравственными решениями сегодня возникают внутри единой социокультурной целостности, и проявляются они в доминировании значения технических объектов над веками, выработанными моральными ценностями. Симптоматично, что по отношению к отживающий свой век технике мы употребляем термин “морально устаревшая”, полагая и связывая добро только с технически новым, которое является более совершенным, эффективным, экономичным.

Опираясь на динамическое развитие науки, техника не только онаучивается ускоряет ритм жизни общества и человека, порождая в ней небывалую интенсивность. В то же время биологическая природа человека осталась практически неизменной – в своих изменениях и он не успевает за развитием технической деятельности, особенно духовная жизнь человека, прежде всего этическая ее сторона. Именно в названных выше противоречиях коренится природа этических проблем, связанных с современной техникой.

В. Хесле пишет: «В самом деле, некоторые формы рациональности, особенно техническая рациональность, развиваются достаточно быстро; более того, они нарастают по экспонате, тогда как другие, традиционно называемые мудростью, иными словами, связанные с усмотрением ценностей, ныне не развиваются совершенно и даже претерпевают регресс» [7].

Отсюда вытекает требование: рассмотрение этических вопросов должно быть одним из ведущих при решении технических, или они должны решаться в тесном единстве. Приоритетная разработка этических норм техники следует из осознания факта глобальных техноэкологических проблем, на пороге которых оказалось человечество. Последние обусловлены тем, что в ходе совместной эволюции природы и общества наступило время, когда технические возможности общества оказались соизмеримыми с силами природы, что и привело к ан-

тагонизму между стихийно сформированной биосферой и созданной разумом человека техносферой .

Применительно к содержанию техники понятие «этика» употребляется как синоним самой морали общества, или той или иной профессиональной группы. Существование профессиональной морали объективно обусловлено исторически сложившимся профессиональным разделением труда. Данное обстоятельство породило потребность в определении границ профессиональных обязанностей и выработке соответствующего отношения к ним - как со стороны представителей той или иной профессии, так и со стороны членов общества, не входящих в данную профессиональную группу.

Профессиональная мораль призвана обеспечить морально должный и ответственный выбор профессионального решения, его практическую реализацию, учитывающую необходимость сочетания общественных и личных интересов. Она призвана корректировать социальную ориентацию личности, обеспечивая человека конкретизированными, с точки зрения специфики профессии, принципами или нормами деятельности. Аккумулируя моральные ценности, характерные для профессии, обеспечивая преемственность нравственных традиций, профессиональная мораль представляет и охраняет авторитет профессии.

Существование и социальная значимость инженерной этики связана с широким кругом нравственных явлений и отношений. Во-первых, с отношениями различных инженерно-технических групп и каждого специалиста в отдельности к обществу и общественной жизни. Нравственная сторона этих отношений находит свое конкретное выражение в понятиях профессионального долга и профессиональной чести. Во-вторых, с формированием моральных качеств личности инженера, как специалиста, обеспечивающих наилучшее выполнение им профессионального долга. В-третьих, со спецификой нравственных взаимоотношений внутри профессиональной инженерной среды и теми нравственными нормами, которые выражают эту специфику. В-четвертых, с влиянием про-

фессиональной деятельности инженеров на нравственные качества членов общества. В-пятых, с особенностями воспитания молодых инженеров.[8]

Следующий шаг нашего исследования состоит в определении круга этических проблем, связанных непосредственно с современными формами техники. Среди них: 1) Целый ряд нравственных проблем связанных с развитием электронных средств массовой коммуникации и их влиянием на поведение и сознание человека.

2) Наиболее противоречивые и острые этические проблемы связаны с ядерной технологией, как в сфере вооружений, так и в использовании ядерной энергии в мирных целях. При всех экономических и стратегических выгодах ядерной энергетики ее существование представляет угрозу самой жизни на Земле. Даже в условиях мирного существования огромное разрушительное воздействие оказывают высокотоксичные вещества, смертоносное воздействие которых будет длиться в течении многих тысячелетий.

3) Не менее противоречива и оценка этических перспектив развития генетических технологий. Ни одно из предшествующих поколений не имело возможности искусственно создавать новые формы жизни, включая человека, что связано с огромной моральной ответственностью, как в случае использования этих возможностей, так и в случае отказа от их реализации. Конечно, это представляет собой совершенно новое измерение этической проблематики. Имеет ли право человек на искусственное создание другой жизни и самого себя - и приведет ли это к лучшему?

Обозначив круг качественно новых этических проблем, связанных с современным развитием техники, отметим, что путь их снятия и разрешения в большинстве случаев лежит через нравственный аспект самосознания субъекта технической деятельности. Почему мы выделяем нравственный аспект в качестве доминанты? Во-первых, потому что нравственное самосознание рассматривается как особый атрибут развития сознания, через нравственное самосознание прослеживается способность человека контролировать свои поступки и действия и автономно оценивать их, регулировать свои техниче-

ские потребности и пути их реализации. Во-вторых, вне сферы морали профессиональное совершенствование теряет свой позитивный и человеческий смысл. История XX века преподнесла ряд уроков «просвещенного и профессионального зла».

На сегодняшний день несколько меняется традиционная направленность морали - от борьбы с проявлением природных стихий, вожделений в человеке к защите от античеловеческих форм знания, способных принести гораздо больший урон человечеству[9]. Самоценность морали является полем добровольной и самостоятельной реализации сил, способностей, размышлений, ценностных и волевых устремлений человека[10], которые выражают его сущностную природу. И в этом смысле моральные ценности стоят выше экономических, политических, технических и др. В этом смысле субъект технической деятельности понимается как самостоятельная действующая сила, способная трансцендировать социальные, культурные и технические условия своего бытия.

Нравственное самосознание субъекта технической деятельности означает способность соотносить свои пути реализации технических задач со значимостью социальных и культурных условий, в которые они включены. Воспитание нравственного самосознания субъекта технической деятельности есть процесс, который сопровождает его в течение всей профессиональной деятельности и на каждом ее этапе требует духовных усилий.

Литература

1. Бодрийяр Ж. Система вещей. - М., 1999. 224 с.
2. Эллюль Ж. Друга революция //Новая технократическая волна на Западе. - М., 1986. 453 с.
3. Хунинг А. Инженерная деятельность с точки зрения этической и социальной ответственности//Философия техники в ФРГ.- М., 1986. 528 с.
4. Шустов А.Ф. Социальная оценка развития техники//Вестник Брянской ГСХА № 6.- 2014,- С. 3-5.
5. Митчем К. Что такое философия техники? М.1995. 149 с.
6. Шустов А.Ф. Социальная ответственность в развитии технической деятельности// Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии 2015. №6(52). С. 66-70
7. Хесле В. Философия и экология. М.: Наука, 1993. 202 с.

8. Шустов А.Ф. Формирование гуманистического идеала культуры// Проблемы и тенденции развития социокультурного пространства России: история и современность. Материалы международной научно-практической конференции. Брянск, 2015. С. 48-53

9. Свидерский А.А. Природа в системе ценностей современной культуры // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Иваново, 2018. С. 1390-1394.

10. Осадчая О.А. Проблемы и принципы экологизации образования в высшей школе // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Брянск, 2018. С. 1383-1387

УДК 630.22:630

ПОРОДНЫЙ СОСТАВ ПОДПОЛОГОВЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ПОСЛЕ ВЫБОРОЧНЫХ САНИТАРНЫХ РУБОК

Дзубан В.И.,

Брянское управление лесами, Россия

PODPOMOGOVA SPECIES COMPOSITION OF FOREST CULTURES AFTER SELECTIVE SANITARY FELLING

V. I. Juban

Management of forests in Bryansk, Russia

Аннотация. Приведен породный состав древесно-кустарниковой растительности для подпологовых лесных культур лесопарковой зоны г. Брянска после выборочных санитарных рубок от короеда-типографа по преобладающим почвенно-грунтовым условиям.

Annotation. *The species composition of tree and shrub vegetation for sub-geological forest cultures of the forest Park zone of Bryansk after selective sanitary cuttings from bark beetle on the prevailing soil and soil conditions is given.*

Ключевые слова: выборочные санитарные рубки, лесные культуры, лесопарковая зона, короед-типограф.

Key words: *selective sanitary cuttings, forest crops, forest Park zone, , bark beetle.*

В Брянской области еловые насаждения или насаждения с высокой долей ели в составе в 2010-2015 гг. были повреждены короедом-типографом.

Анализ данных по выборочным санитарным рубкам (ВСР) в лесопарковой зоне г. Брянска в ГКУ БО «Учебно-опытное лесничество» за 2010-2015 гг. показал, что на насаждения с полнотой 0,6 и ниже приходилось 67,8% площади всех видов санитарных рубок. ВСР от короеда-типографа были сильно изрежены (до полноты 0,3 и ниже).

Особую значимость для рекреации имеют леса лесопарковой зоны, где повышение лесокультурными приемами сомкнутости насаждений изреженных

в процессе проведения ВСП, имеет дополнительные сложности по сравнению с эксплуатационными лесами. Эти сложности связаны, в первую очередь, с подбором древесно-кустарниковых видов, позволяющих сформировать устойчивые, разновозрастные, многоярусные, смешанные, долговечные и декоративные насаждения лесопарковой зоны.

При планировании проведения реконструктивных мероприятий низкополнотных насаждений после ВСП от короеда-типографа в лесопарковых лесах путем создания реконструктивных ландшафтных лесных культур и обоснования их видового состава необходимо знать лесорастительные условия объектов реконструкции. Ель европейская в I ярусе насаждений Брянского лесного массива произрастает в лесорастительных условиях от простой субори до дубравы.

ВСП в насаждениях, поврежденных короедом-типографом, в условиях простой субори занимают 20,1% общей площади. На сложные свежие и влажные субори приходится 64,1% площади, на дубравы – 15,2%. Столь грубое деление лесорастительных условий вполне приемлемо для выбора основных лесообразователей при обосновании целевого состава лесных культур в эксплуатационных лесах.

Видовой состав насаждений сложной субори в этих условиях определяется особенностями строения почвенно-грунтовой толщи [10]. По мере возрастания плодородия и расширения видового состава основных лесообразователей, было выделено 5 групп лесорастительных условий: сложная суборь, сложная суборь – сурамень, сурамень, сурамень – судубрава, судубрава. Для каждой группы лесорастительных условий был установлен целевой состав I яруса насаждения наивысшей продуктивности. Для сложной субори – 8С2Е, для переходных условий от сложной субори к сурамени – 4С5Е1Кл, для сурамени – 6Е1С1Д2Кл, для переходных условий от сурамени к судубраве – 7Е2Д1Б, для судубравы – 4Д3Е1Б2Кл. Очевидно, что упомянутые древесные виды должны входить в состав реконструктивных ландшафтных культур и ландшафтных культур для улучшения состава древостоя.

Участки лесного фонда, пройденные ВСП в борьбе с короедом-типографом, принципиально отличаются от малоценных участков леса, на которых были проведены реконструктивные рубки. Если реконструктивная рубка направлена на формирование древостоя с заданными параметрами (видовой состав древостоя, его сомкнутость, наличие полян, их очертание и др.), то после проведения ВСП мы имеем стихийно сформированное насаждение, обусловленное природным расположением поврежденных короедом деревьев ели (преимущественно). Групповое расположение поврежденных деревьев приводит к образованию прогалин, центры и конфигурацию которых можно с высокой точностью распознавать на отечественных космоснимках разрешением менее 1 м/пкс [9]. После проведения указанных ВСП могут формироваться крайне неоднородные по полноте, составу и даже возрасту фрагменты древостоя в пределах бывшего одного таксационного выдела, особенно если его площадь превышает 1 га, что характерно для лесопарковой зоны г. Брянска.

Видовой состав ландшафтных лесных культур при их создании после проведения ВСП в основном определяют: почвенно-грунтовые условия, параметры насаждения после рубки (полнота, состав, сомкнутость, возраст) потенциальная посещаемость участка (доступность), декоративность, долговечность, устойчивость, быстрота роста, газоустойчивость, стоимость создания и содержания, историческая или культурная значимость местности (памятники природы и культуры), особенности рельефа, близость к водным объектам, благоустройство территории [1,4,6].

С учетом многолетних исследований ряда ученых БГИТУ [3,7,8,11, 5], и рекомендаций по видовому составу пейзажных групп [2] предложен видовой состав подпологовых ландшафтных культур для наиболее распространенных типов почвенно-грунтовых условий, где в основном проводились ВСП по борьбе с короедом-типографом (таблица 1)

Таблица 1 – Породный состав древесно-кустарниковой растительности для подпологовых лесных культур лесопарковой зоны после ВСП

Почвенные условия	Древесные породы
Дерново-подзолистая почва на двучленных отложениях флювиогляциальных песках (ФГП) и кварцево-глауконитовых песках (КГП), ФГП подстилаемых КГП	Сосна обыкновенная, сосна Банкса, сосна Муррея, береза повислая, сосна Веймутова, ель европейская, дуб красный, рябина обыкновенная, лох узколистный и серебристый, черемуха вергинская, яблоня Недзвецкого, слива колючая, боярышник сибирский
Перегнойно-карбонатная почва на меловом рухляке, дерново-подзолистая почва на ФГП и меловом рухляке, смеси ФГП и элювия глинистой опоки, смеси ФГП, элювия глинистой опоки и мелового рухляка (сл.суборь – сурамень)	Сосна обыкновенная, сосна Банкса, сосна кедровая сибирская, лиственница сибирская, дуб красный, ель европейская, береза повислая, ель колючая, сосна Веймутова, калина обыкновенная, вишня обыкновенная, груша обыкновенная, черемуха обыкновенная, арония черноплодная
Дерново-подзолистая почва на: элювии глинистой опоки, двучленных отложениях элювия глинистой опоки и мелового рухляка, элювии глинистой опоки, подстилаемой меловым рухляком (сурамень)	Сосна обыкновенная, лиственница сибирская, сосна Веймутова, ель европейская, береза повислая, дуб красный, дуб черешчатый, липа мелколистная, клен ясенелистный, фундук краснолистный (сорт пурпурный, сорт первенец), клен татарский, лох серый
Дерново-подзолистая почва на: КГП с фосфоритами; смеси ФГП и КГП с фосфоритами; смеси ФГП и элювия глинистой опоки; двучленных отложениях ФГП и элювия глинистой опоки и КГП; отложениях КГП, элювия глинистой опоки и мелового рухляка; двучленных отложениях ФГП и элювия глинистой опоки; подстилаемых элювием глинистой опоки (сурамень – судубрава)	Лиственница сибирская, сосна обыкновенная, сосна Веймутова, ель европейская, пихта бальзамическая, дуб черешчатый, дуб красный, тополь белый, липа мелколистная, вяз гладкий, груша обыкновенная, клен остролистный, вяз шершавый, черемуха маака, ива белая, клен татарский, фундук краснолистный (сорт Московский ранний, сорт сахарный)
Дерново-подзолистая почва на: ФГП, КГП и альбский слюдястый суглинок (АСС); ФГП и глауконитовом мелу; КГП и АСС	Сосна обыкновенная, лиственница сибирская, ель европейская, ель колючая, ель аянская, дуб черешчатый, дуб красный, тополь берлинский, клен Гиннала, пихта сибирская, фундук краснолистный (сорт Екатерина, сорт академик Яблоков)

Предложенный ассортимент позволяет формировать насаждения с высокой рекреационной ценностью (богатое разнообразие пород, многоярусность, наличие старовозрастных деревьев, оставшихся после проведения ВСП), фитонцидностью (сосна обыкновенная, лиственница сибирская, ель обыкновенная, дуб черешчатый, дуб красный, липа мелколистная), хорошей ионизацией воздуха (сосна обыкновенная, береза бородавчатая (повислая), рябина обыкновенная).

Наличие в насаждении плодовых и декоративных видов, в том числе сортового фундука краснолистного, повысит рекреационную привлекательность лесов лесопарковой зоны в осенний период.

Литература

1. Перепечина Ю.И., Глушенков О.И., Глушенков И.С. Государственная инвентаризация российских лесов // Лесотехнический журнал. - 2014. - Т. 4. № 2 (14). - С. 60-67.
2. Боговая, И.О., Фурсова Я.М. Ландшафтное искусство / И.О. Боговая, Я.М. Фурсова. -М.: Агропромиздат, 1988 – 223 с.
3. Перепечина Ю.И. Хозяйственно-лесорастительное районирование лесов лесостепи южного Зауралья (на примере Курганской области) // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 2 (320). - С. 40-45.
4. Перепечина, Ю.И. Основы лесопаркового хозяйства: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 «Лесное дело» (уровень бакалавриат) / Ю.И. Перепечина. – Брянск: БГИТУ, 2017. – 87 с.
5. Рубцов, В.И. Итоги работы по интродукции и семеноводству на опытных и учебных объектах Брянского опытного лесничества. 100-летие Брянского опытного лесничества / В.И. Рубцов, Е.Н. Самошкин, А.Н.Ткаченко – БГИТА, Брянск, 2006 – С. 144-151
6. Тарасов, А.И. Рекреационное лесопользование / А.И. Тарасов.- М.: Агропромиздат, 1986 – 176 с.
7. Перепечина Ю.И. Научное обоснование организации хозяйства в лесах на основе их состояния в южном Зауралье: Автореф. дис. доктора сельскохозяйств. Наук. – Брянск. – 2011. – 18с.
8. Граборов, А.В. Особенности сезонного развития дуба северного в Брянской области / А.В. Граборов, В.И. Шошин // Лесотехнический журнал. – Воронеж: ВГЛТА, 2014.- № 4. - Т. 4. - С. 83-92.
9. Шошин, В.И. Выявление низкополотных насаждений после санитарно-оздоровительных мероприятий дистанционным зондированием в Брянском лесном массиве / В.И. Шошин, В.И. Дзубан, В.В. Вечеров // Лесотехнический журнал. – Воронеж: ВГЛТА, 2017.- № 2 (14). - Т. 7. - С. 135-141.
10. Шошин, В.И. Оптимизация продуктивности насаждений на почвенно-геологической основе Брянского опытного лесничества. 100-летие Брянского опытного лесничества БГИТА [Текст] / В.И. Шошин, В.А. Егорушкин // Брянск: БГИТА, изд-во ГУП "Клиновская городская типография", 2006. - С.171-190.
11. Шошин, В.И. Лесовосстановление и лесоразведение с участием сосновых интродуцентов в Брянской области / В.И. Шошин, И.А. Приставка. – Брянск, БГИТА, 2013 – 107 с.

УДК: 621. 873:338.45

КОНСОЛЬНЫЕ КРАНЫ И ИХ БЕЗОПАСНОСТЬ

*магистранты Тищенко Е.В., Феськова Г.И.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

JIB CRANES AND THEIR SAFETY

*undergraduates Tishchenko E.?, Feskova G. I.,
Bryansk state agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрена возможность использования консольных кранов с учетом обеспечения надежности работы, технической и технологической безопасности и снижения трудозатрат относится к перспективным направлениям в погрузочно-разгрузочном хозяйстве.

Annotation. The possibility of using cantilever cranes to ensure reliability, technical and technological safety and reduce labor costs refers to promising areas in the loading and unloading economy.

Ключевые слова: консольный кран, безопасность работы, надежность, эффективность, классификация кранов.

Keywords: *cantilever crane, safety, reliability, efficiency, classification of cranes.*

Введение. Постановка задачи

Проведение погрузочно-разгрузочных работ широкого спектра грузов привело к созданию не менее широкой линейки кранового оборудования [1,2]. Среди многочисленных технических средств (кранов) отдельное место занимают консольные краны в силу их специфики функционального назначения [3,4]. Особо широкое распространения эти механизмы получили в случае выполнения работ в стационарных условиях. Однако до настоящего времени рассмотрения их устройств с точки зрения безопасности проведения работ нельзя назвать достаточным [5,6].

Поэтому в задачу работы входило рассмотрение ряда устройств таких кранов в аспекте их безопасности.

Решение задачи

Консольные стационарные краны (на колонне) (рисунок 1) предназначены для выполнения подъемно-транспортных работ при обслуживании технологического оборудования, погрузочно-разгрузочных работ и т.п. в помещениях при температуре окружающего воздуха от -20 до $+40^{\circ}\text{C}$. Угол поворота стрелы крана - 270 или 360° . Скорость подъема груза и перемещения талей соответствуют скоростям примененных талей. Конструкция консольно-поворотного крана состоит из колонны, закрепленной на ней консоли и грузоподъемного механизма (тали или лебедки). Рабочая зона консольно-поворотного крана определяется максимальным значением вылета стрелы (консоли) и углом ее поворота.

В основном консольный кран используется для выполнения погрузочно-разгрузочных работ в ограниченных пространствах, примыкающим к стенам различных сооружений. Краны данного типа можно применять в заводских ангарах, складах промышленных предприятий и складах железнодорожного транспорта. Также консольный кран находит применение на строительных

площадках, при передаче грузов из одного пролета в другой. Отдельные модели консольных кранов используются для обслуживания крупногабаритного промышленного станков и другого оборудования, установленного в цехах машиностроительных предприятий. Эксплуатация консольных кранов допустима не только в помещениях, но и на открытых рабочих площадках.

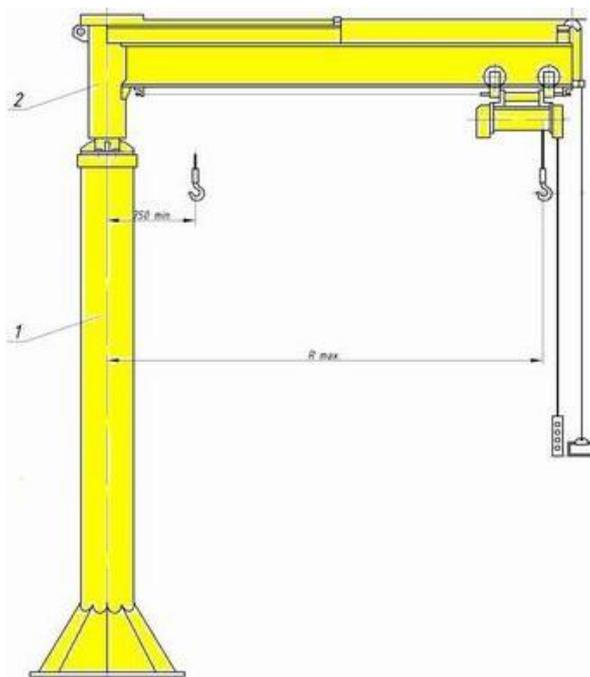


Рисунок 1 – Консольный кран

Консольный кран классифицируется на настенные и двухплечевые агрегаты. Также различают краны с ручным и электрическим поворотом консоли.

Настенный консольный кран состоит из верхней и нижней опор, стрелы, тали, грузозахватного механизма и некоторых других вспомогательных узлов и агрегатов. Его опоры крепятся специальными кронштейнами к стене помещения, в котором кран эксплуатируется. Консольный кран данного типа обладает достаточно большим максимальным вылетом стрелы (до 6,3 м), увеличенной высотой подъема (до 6) м.

В двухплечевых кранах стрела состоит из двух соединительных звеньев (внешнего и внутреннего), соединенных шарнирно. При этом подъемный механизм в данных кранах монтируется на внешнем звене. Консольный кран этого

типа обладает большей маневренностью, вследствие чего широко применяется в ограниченных по площади рабочих помещениях.

Поворот консоли данных кранов может осуществляться посредством электропривода, либо вручную, с использованием грузовой тяговой цепи. Рабочее напряжение моделей с электроприводом – 380 В.

Также консольные краны могут быть классифицированы на стационарные и передвижные. Опоры стационарных модели монтируются к стенам сооружений посредством кронштейнов, вследствие чего не могут изменять своего местоположения. Передвижные краны, напротив, имеют возможность передвигаться по специальным рельсовым путям, уложенным в цехах или складах.

От других разновидностей грузоподъемных агрегатов консольный кран отличается сравнительно простой конструкцией, поэтому довольно прост и неприхотлив в эксплуатации. Он оптимально подходит для выполнения работ, недоступных для других кранов.

Также консольный кран характеризуется небольшим весом, высокой маневренностью, не требует какого-либо специфического технического обслуживания. Он достаточно быстро собирается и столь же легко демонтируется. Стоимость большинства консольных кранов существенно ниже других грузоподъемных агрегатов.

Важнейшим техническим параметром консольного крана является его грузоподъемность. Она зависит от модели, сферы использования и конструктивного исполнения и составляет от 500 кг. до 10 тонн. Стоит отметить, что наибольшей грузоподъемностью обладают двухплечевые краны, наименьшей – отдельные разновидности настенных.

Другими важными характеристиками консольного крана являются:

- вылет стрелы;
- высота подъема;
- температурный диапазон эксплуатации.

Вылет стрелы – рабочее пространство крана, расстояние от его оси до оси груза. В среднем консольный кран обладает вылетом стрелы в диапазоне от 2,5 до 5 м. Также существуют настенные модели с вылетом стрелы до 6,3 м.

Высота подъема кранов данного типа сравнительно невелика и находится в пределах от 3,5 до 6 м. Некоторые производители выпускают краны с высотой подъема до 10 м.

Консольный кран в общепромышленном исполнении может эксплуатироваться при температурах окружающей среды от -20 до $+40^{\circ}\text{C}$. Краны в низкотемпературном исполнении допускают эксплуатацию при более низких температурах, до -40°C .

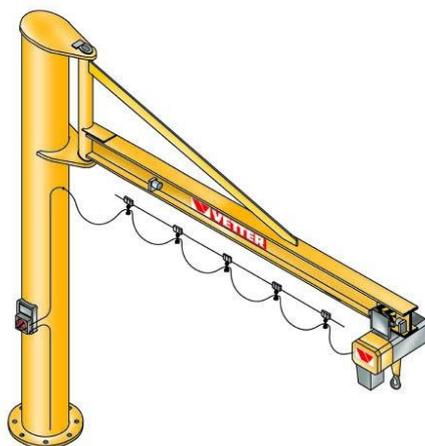


Рисунок 2 - Кран серии Praktikus

В последнее время широкое распространение получили краны с увеличенным поворотом стрелы до 270° системы Praktikus ps (рисунок 2), что позволяет расширить зону обслуживания и особенно важно для погрузочно-разгрузочных работ в пакгаузах.

На ряду с консольным исполнением кран серии PRAKTIKUS может изготавливаться и в настенном исполнении (рисунок 3). Высота консольного крана может соответствовать индивидуальным требованиям.



Рисунок 3 – Кран серии Praktikus в настенном исполнении

В последнее время поворотные краны в различном их исполнении получили весьма широкое распространение в том числе и на железнодорожном транспорте. Это обусловлено рядом причин:

- простота конструкции
- возможность работы в замкнутом пространстве
- не сложность в управлении
- снижение доли ручного труда при подъеме и перемещении грузов
- высокая надежность
- увеличение производительности погрузочно-разгрузочных работ
- достаточная грузоподъемность.

Однако высокая степень индивидуального применения требует проведения конструкторских работ и прочностных расчетов, а также расчетов на надежность конструкции.

Выводы:

Применение консольных кранов с учетом обеспечения надежности работы, технической и технологической безопасности и снижения трудозатрат относится к перспективным направлениям в погрузочно-разгрузочном хозяйстве.

Литература

1. Зуева Е.П. Автоматизация проектирования консольных стационарных кранов: Автореферат дис. канд. техн. наук. – Брянск, 2007. – 18с.
2. Черная А.С., Калеев Д.Н., Барсуков Е.А. Исследование устойчивости консольных кранов // В сборнике: 49-я студенческая научно-техническая конференция Белорусско-Российского университета Материалы конференции. - 2013. - С. 226.
3. Ковалев Е.С., Черная А.С., Калеев Д.Н. Моделирование падения консольного крана // В сборнике: 49-я студенческая научно-техническая конференция Белорусско-Российского университета Материалы конференции. - 2013. - С. 103-104.
4. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Случевский А.М. Повышение надежности гидроприводов дорожно - транспортных и грузоподъемных машин // Мир транспорта и технологических машин. - 2014. - № 1 (44). - С. 62-68.
5. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Безопасность транспортных работ в АПК // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2007. - № 6. С. - 55-56.
6. Сакович Н.Е., Случевский А.М., Беззуб Ю.В. Повышение надежности и безопасности транспортных и грузоподъемных машин // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2014. - № 1 (41). - С. 51-57.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАГРУЗКИ ЕМКостей СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*д.т.н. Купреенко А.И., к.э.н. Исаев Х. М. Аспирант Бычков И.Е.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

IMPROVING THE EFFICIENCY OF LOADING OF TANKS FOR AGRICULTURAL PURPOSES

*Ph.D. in Engineering Kupreenko A.I., Ph.D. in Economics Isaev Kh.M.,
doctoral student Bychkov I.E., Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по повышению эффективности загрузки шнековым транспортером-распределителем емкостей сельскохозяйственного назначения.

Annotation. *The article presents the results of theoretical and experimental studies to improve the efficiency of loading screw conveyor-distributor of agricultural containers.*

Ключевые слова: шнековый транспортер-распределитель, загрузка сыпучих материалов, загрузочно-распределительное устройство, бункер, хранилища, форма высыпающего отверстия, равномерность распределения материала, эффективность загрузки.

Keywords: *screw conveyor-dispenser, loading bulk materials, the boot-switchgear, bunker, the vault, the shape of the eruptive vents, the uniformity of the material distribution, loading efficiency.*

Введение

Традиционно загрузка зерна в бункеры малой высоты и кузова транспортных средств осуществляется путем подачи зерна сверху компактной струей. Основными недостатками данного способа являются сегрегация зерна и невы-

сокий коэффициент заполнения емкости. Эти недостатки увеличивают расходы на транспортировку зерна на всех этапах его движения от поля до потребителя.

Цель исследования

Рассмотрим и сравним классический способ загрузки емкости компактной струей и предлагаемый способ с помощью шнекового транспортера-распределителя [6].

Материалы, методы исследования и их обсуждение

На рисунке. 1 изображена форма насыпи зерна в кузове транспортного средства, полученная методом загрузки компактной струей [1].

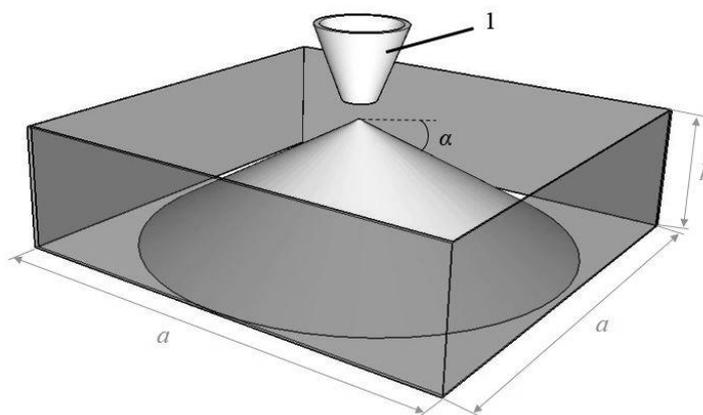


Рисунок 1 - Форма насыпи зерна в кузове транспортного средства при загрузке компактной струей (форма - конус): 1 – загрузочный бункер

Для простоты сравнительных расчетов, форму кузова транспортного средства, в его основании, возьмем в виде квадрата со стороной a и высотой h . Засыпанное компактной струей зерно сформировало насыпь в виде конуса с углом естественного откоса α . В основании конуса лежит окружность диаметром D , равным стороне квадрата $D=a$. Рассчитаем коэффициент заполнения емкости $k_{\text{конус}}$.

$$k_{\text{конус}} = V_{\text{конус}} / V_{\text{кузов}}; \quad (1)$$

$$V_{\text{кузов}} = a^2 h; \quad (2)$$

$$V_{\text{конус}} = \frac{1}{3} \pi R^2 h = \frac{1}{12} \pi a^2 h, \quad (3)$$

где R – радиус основания конуса, $R = D/2$;

h – высота конуса, равная высоте кузова;

a – сторона кузова.

Подставляя выражения (2) и (3) в уравнение (1) находим:

$$k_{\text{конус}} = \frac{1}{4}. \quad (4)$$

Без использования дополнительных средств выравнивания насыпи при загрузке компактной струей коэффициент заполнения емкости составляет 25% от общего объема емкости при условии равенства высоты насыпи высоте бортов емкости.

При загрузке этого же кузова транспортного средства предлагаемым нами шнековым транспортером-распределителем насыпь формируется в виде треугольной призмы (рисунок 2).

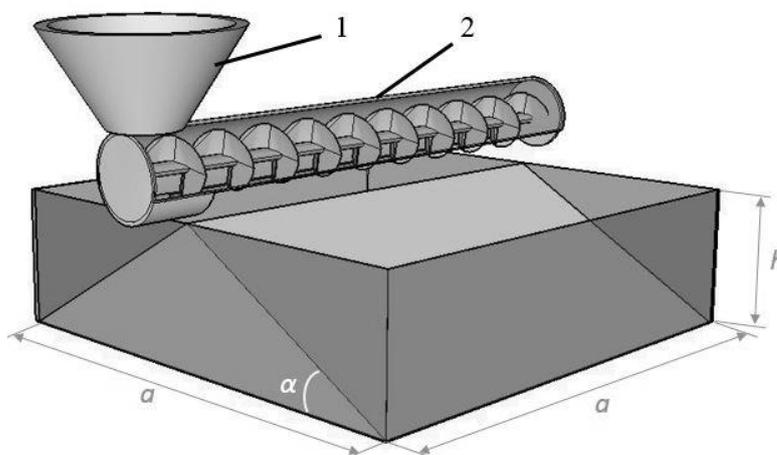


Рисунок 2 - Форма насыпи зерна в кузове транспортного средства с использованием шнекового транспортера-распределителя (форма - треугольная призма): 1 – загрузочный бункер; 2 – шнековый транспортер-распределитель

Рассчитаем коэффициент заполнения объема емкости $k_{\text{приз}}$.

$$k_{\text{приз}} = V_{\text{приз}} / V_{\text{кузов}}; \quad (5)$$

$$V_{\text{приз}} = \frac{1}{2} a^2 h, \quad (6)$$

Подставляя выражения (2) и (6) в уравнение (5) находим:

$$k_{\text{приз}} = \frac{1}{2}. \quad (7)$$

Без использования дополнительных средств выравнивания насыпи при загрузке шнековым транспортером-распределителем коэффициент заполнения емкости составляет 50% от общего объема емкости. Это в 2 раза больше чем при загрузке компактной струей.

При загрузке шнековым транспортером-распределителем емкости, основание которой располагается под углом к горизонту равному углу естественного откоса зерна, емкость будет заполнена на 100% (рисунок 3).

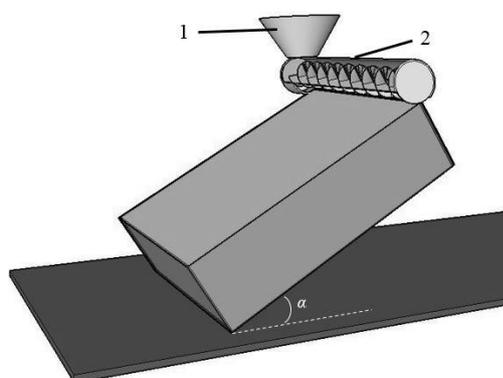


Рисунок 3 - Вид расположения емкости под углом α : 1 – загрузочный бункер; 2 – шнековый транспортер-распределитель

Данный способ загрузки является наиболее эффективным и не требующим использования дополнительных средств для выравнивания насыпи. При сравнении этого способа загрузки с загрузкой контейнеров по технологии опрокидывания используемой при транспортировке зерна [5], очевидна высокая экономия нашего способа при тех же результатах.

Принципиальная схема и описание установки шнекового транспортера-распределителя.

На рисунке 4 приведена конструктивная схема шнекового транспортера-распределителя с формой высыпного отверстия [6].

Устройство работает следующим образом: зерно через загрузочный бункер 1 под действием силы тяжести поступает во внутрь кожуха 3 и под действием вращающегося шнека 2, приводимого в движение электродвигателем 5, перемещается вдоль кожуха 3. Проходя над высыпным отверстием 4 зерно начинает высыпаться под действием силы тяжести. Процесс высыпания происходит равномерно по всей длине высыпного отверстия 4 за счет его уникальной формы 6. Тем самым происходит равномерная загрузка емкости по всей ее длине.

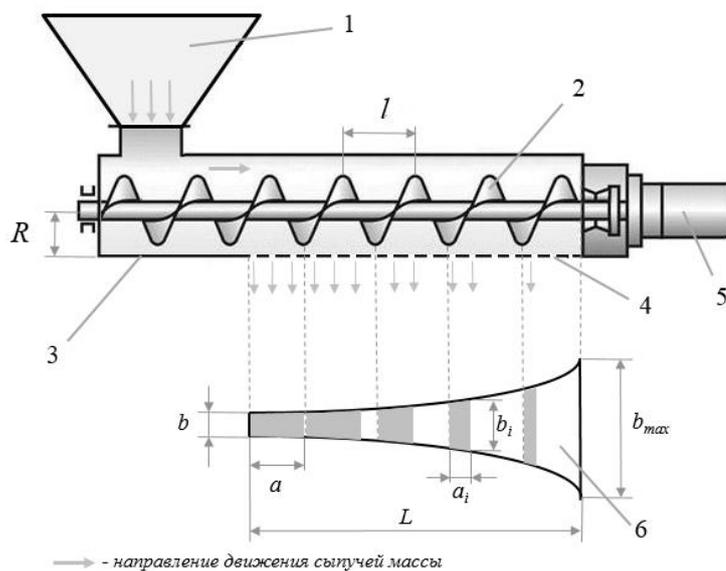


Рисунок 4 Конструктивная схема шнекового транспортера-распределителя: 1 – загрузочный бункер; 2 – шнек; 3 – кожух шнека; 4 – высыпное отверстие; 5 – электродвигатель; 6 – форма высыпного отверстия

Обоснование формы высыпного отверстия.

Рассмотрим движение сыпучей массы от начала его прохождения над высыпным отверстием до его конца. Будем рассматривать движение одного объема V , расположенного между двух витков шнека, т.е. внутри шага шнека. В каждый конкретный момент времени будем рассматривать этот объем V как объект, имеющий массу m , объем V и площадь S соприкосновения его с высыпным отверстием (см. рисунок 4).

Форма высыпного отверстия определяется через его ширину b [2, 3]:

$$b = \frac{0,0621 + \sqrt{0,0621^2 + 4 \cdot 0,0144 \cdot \frac{\rho_z f \pi R^2 l^2 n}{60 a L^2}}}{2 \cdot 0,0144}, \quad (8)$$

где ρ_z – объемная плотность зерна, $\rho_z = 750 \dots 800 \text{ г/дм}^3$;

f – коэффициент заполнения межвиткового пространства шнека, $f = 0,32 \dots 0,4$;

R – радиус шнека, $R = 110 \text{ мм}$;

l – шаг шнека, $l = 65 \text{ мм}$;

n – частота вращения шнека, $n = 309 \text{ мин}^{-1}$;

a – длина загруженной части высыпного отверстия в межвитковом пространстве шнека, величина a меняется от l до 1 мм ;

L – длина высыпного отверстия, $L = 800 \text{ мм}$.

Предположив, что значение a меняется равномерно от величины шага шнека l до 1 мм по уравнению (8) построим зависимость $b = b(a)$ при постоянном потоке $P = 80 \text{ г/мм}^2$. Для визуализации высыпного отверстия, применив простейшие преобразования графика функциональной зависимости (8), такие как сжатие, симметрию относительно координатных осей и параллельный перенос, получили форму высыпного отверстия (рисунок 5).

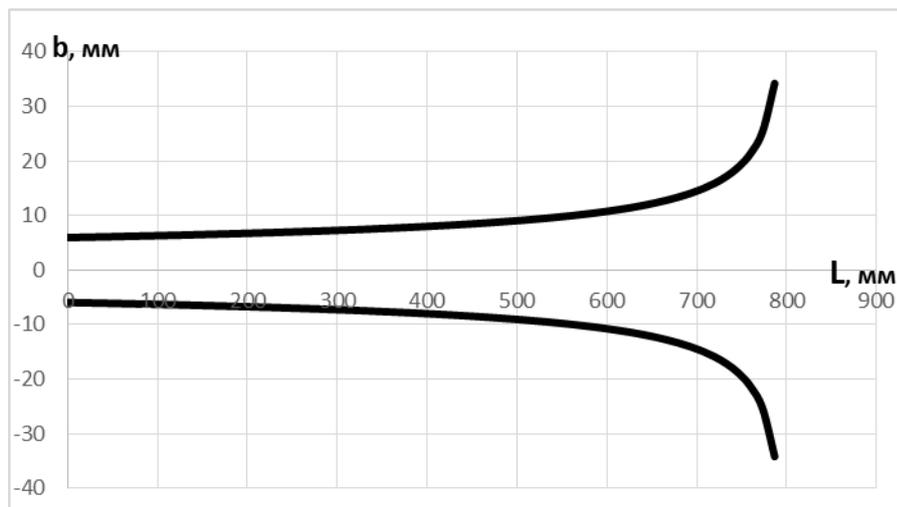


Рисунок 5 - Форма высыпного отверстия

Эксперименты, проведенные в научно-исследовательской лаборатории «Энергосбережения в АПК» в Брянском ГАУ на опытном образце шнекового транспортера-распределителя полностью подтвердили теоретические расчеты и предполагаемую форму высыпающего отверстия.

Результаты экспериментов наглядно демонстрируют равномерное распределение зерна в загрузочную прямоугольную емкость с прозрачной стенкой (рисунок 6) и равномерное распределение зерна на наклонной плоскости, имитирующей загрузку лотков в сушильной камере гелиосушилки [4] (рисунок 7).

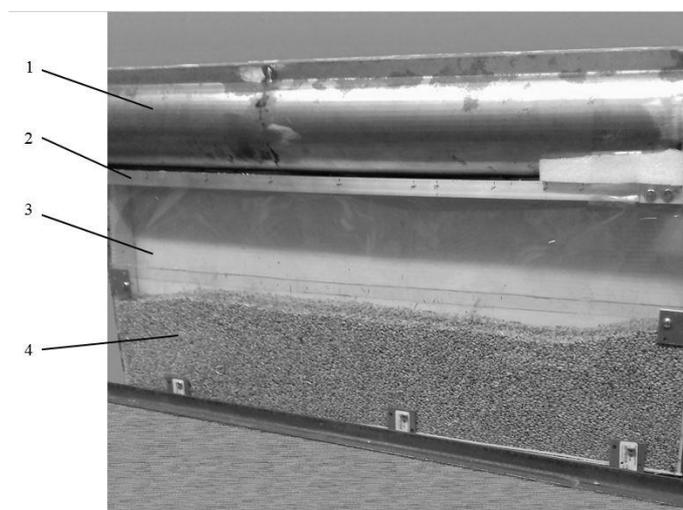


Рисунок 6 - Загрузка прямоугольной емкости с прозрачной стенкой: 1 – кожух шнека; 2 - пластины регулировки ширины высыпающего отверстия; 3 – емкость с прозрачной стенкой; 4 – зерно.

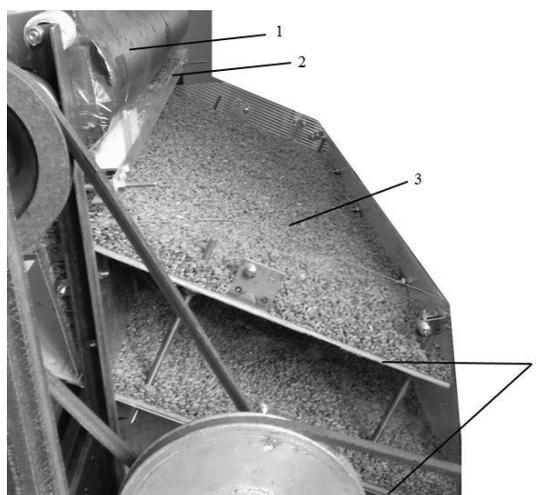


Рисунок 7 - Загрузка наклонный лотков: 1 – кожух шнека; 2 - пластины регулировки ширины высыпающего отверстия; 3 – зерно; 4 – наклонные лотки.

Выводы

Таким образом, предлагаемый шнековый транспортер-распределитель обеспечивает максимальный коэффициент заполнения емкостей при равномерном поверхностном распределении материала.

Литература

1. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна. Перевод с английского В. И. Дашевского. – М.: Агропромиздат, 1991. – 608 с.
2. Горюшинский И.В. Эффективное заполнение емкостей в транспортнотехнологических системах: Монография / Под общей ред. Г.М. Третьякова – Самара: СамГАПС, 2003. – 138 с.
3. Бычков И.Е. Обоснование ширины высыпного отверстия шнекового транспортера-распределителя / И.Е. Бычков, А.И. Купреенко, Т.В. Бычкова, Х.М. Исаев. // Тракторы и сельхозмашины. – 2018 г. - №6. – С. 40-44.
4. Гелиосушилка: патент на полезную модель 159524 Рос. Федерация: МПК F26B 9/06 (2006/01), F26B 3/28 (2006/01) / Чашинов В.И., Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М., Ченин А.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. - 2015132774; заявл. 05.08.2015; опубл. 10.02.2016. Бюл. № 4 – 2 с.
5. Интернет ресурс: <http://www.silmash.ru/content/1>
6. Пат. на полезную модель 169064 РФ, МКИЗ В65G 65/32. Устройство для загрузки емкости сыпучим материалом / А.И. Купреенко, И.Е. Бычков, Х.М. Исаев. - № 2016128176; заявлено 11.07.16; опубл. 02.03.17, Бюл. № 7.

УДК 621.867.2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ

*к.т.н. Самусенко В.И., к.с.-х.н. Орехова Г.В., инженер Лавров В.И.,
к.с.-х.н. Гапонова В.Е.*

Брянский государственный аграрный университет, Россия

MATHEMATICAL MODELS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE CONVEYOR BELT

*candidate of technical Sciences Samusenko V.I., candidate of agricultural Sciences
Orehova G.V.*

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. В статье приведен критический обзор работ о напряженно-деформированном состоянии конвейерной ленты. Рассмотрены различные подходы к определению напряженно-деформированного состояния конвейерной ленты конвейеров различной конструкции. Показано, что известные математические модели напряженно-деформированного состояния конвейерной ленты слишком сложны для практического применения и в основном относятся к традиционным конструкциям конвейеров. Сделан вывод о необходимости дальнейших исследований в данном направлении.

Annotation. The article provides a critical review of work on the stress-strain state of the conveyor belt. Various approaches to the determination of the stress-strain state of a conveyor belt of conveyors of various designs are considered. It is shown that the well-known mathematical models of the stress-strain state of a conveyor belt are too complex for practical application and mainly

relate to traditional designs of conveyors. The conclusion about the need for further research in this direction.

Ключевые слова: ленточный конвейер, трубчатый конвейер, конвейерная лента, напряженно-деформированное состояние.

Key words: *belt conveyor, pipe conveyor, conveyor belt, stress-strain state.*

Введение

Ленточные и другие типы конвейеров (транспортёров) находят широкое применение в агропромышленном комплексе и дорожном строительстве для транспортировки сельскохозяйственных грузов и строительных материалов (зерно, удобрения, песок, щебень, гравий, асфальтобетонная смесь). Их достоинствами являются высокая производительность, простота конструкции, возможность полной автоматизации.

Недостатками конвейерного транспорта являются ограниченный угол наклона, неспособность работать на искривленных трассах (огибать препятствия), просыпи, пылеобразование, частичная потеря груза.

В связи с этим в течение многих лет ведутся разработки более совершенных конструкций конвейеров полностью или частично исключая выше перечисленные недостатки традиционных. Это, например, так называемые беспросыпные конвейеры – ленточные конвейеры с подвесной лентой, лента которых на участке транспортирования принимает форму глубокого желоба, вплоть до полностью замкнутого сечения (в форме мешка), а также трубчатые конвейеры с жестким ставом [1, 2].

Наибольший интерес для исследования представляют переходные участки данных конвейеров – участок формирования глубокого желоба (трубы) [3], участки вертикальных и горизонтальных поворотов [4], так как работа прямолинейных участков конвейеров традиционной конструкции (с плоской лентой или лентой, представляющей собой неглубокий желоб) достаточно изучена.

Основную сложность представляет напряженно-деформированное состояние системы груз-лента, которое определяет устойчивость их совместного движения, нагрузки на несущие элементы, сопротивление движению. Подходы к определению напряженного состояния сыпучего груза на конвейерной ленте

были рассмотрены в [5, 6]. Как правило, считается, что формообразующим элементом в этой системе является лента, так как сыпучий груз может принимать любую форму, а для ленты существуют ограничения: она не должна схлопываться под действием натяжения, не должно быть перенатяжения бортов или отставания средней части от барабанов, не должно быть потерь контакта с роlikоопорами.

На сегодняшний момент существует множество исследований посвященных напряженно-деформированному состоянию конвейерной ленты, некоторые из них рассмотрены и проанализированы ниже.

Анализ методов исследований напряженно-деформированного состояния конвейерной ленты

Конвейерная лента имеет некоторую первоначальную конструктивно задаваемую форму поперечного сечения (например, плоскую, в виде желоба или трубы) - предварительная деформация. При набегании и сходе с роlikоопор, горизонтальных и вертикальных поворотах конструктивная форма поперечного сечения ленты несколько изменяется в ту или иную сторону – дополнительная (текущая) деформация. Первоначальная форма и текущие деформации ленты определяют напряженно-деформированное состояние насыпного груза.

В большинстве работ конвейерная лента представляется как оболочка с анизотропными упруго-вязкими свойствами. Напряженно-деформированное состояние плоской, а также желобчатой ленты моделируется с использованием линейной теории гибких оболочек. При рассмотрении плоской координаты x , y располагают в срединной плоскости ленты в ее недеформированном состоянии. Ось x направлена вдоль движения ленты; ось z перпендикулярна плоскости ленты (x , y). Перемещения точек относительно координат x , y и z - u , v и w соответственно. Деформации удлинения обозначены - ε_x и ε_y , сдвига - γ .

Складывая деформации растяжения, сжатия и изгиба срединной плоскости ленты получают уравнения деформации, которые для плоской ленты имеют вид

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2, \quad (1)$$

$$\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2, \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y}. \quad (3)$$

Дифференцируя уравнение (1) дважды по координате y , уравнение (2) дважды по координате x , а уравнение (3) один раз по координате x , другой раз по координате y , после соответствующих преобразований получают уравнение совместности или по-другому неразрывности деформаций

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \gamma}{\partial x \partial y} = \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}. \quad (4)$$

Напряжения в ленте при этом представляются как сумма напряжений равномерно распределенное по толщине и напряжений изгиба.

Для ленты, имеющей форму желоба оси x и y совпадают с продольной и поперечной кривизной срединной поверхности ленты, ось z - по нормали к срединной поверхности ленты. Первоначальные кривизны K_x , K_y . В данной задаче лента считается принципиально криволинейной, хотя изначально она имеет плоскую форму.

По аналогии с предыдущим случаем, уравнения деформаций и их совместности (неразрывности) для ленты в форме желоба имеют вид

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} - K_x w + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2, \quad (5)$$

$$\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} - K_y w + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2, \quad (6)$$

$$\gamma = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y}, \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \gamma}{\partial x \partial y} = \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - K_x \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - K_y \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}. \quad (8)$$

Уравнения движения выводятся из системы уравнений равновесия элементарного объема конвейерной ленты. При этом для координат x и y исходят из недеформированного состояния, для координаты z - как для деформированного состояния. В данной работе учтены лишь силы, вызванные небольшими текущими деформациями u , v и w относительно первоначально желобчатой срединной поверхности ленты.

Уравнения движения конвейерной ленты могут быть выведены на основе энергетического метода Остроградского-Гамильтона, согласно которому действительные траектории движения точек ленты отличаются от всех возможных выполнением условия

$$\int_{t_0}^{t_1} (\delta K - \delta \Pi + \delta W) dt = 0, \quad (9)$$

где K – кинетическая энергия системы; Π – потенциальная энергия системы; δW – сумма элементарных работ внешних сил.

Если силы, действующие на ленту, имеют потенциал, уравнение будет иметь вид:

$$\delta S = \delta \int_{t_0}^{t_1} (K - \Pi) dt = 0, \quad (10)$$

где S – действие по Гамильтону.

Потенциальная энергия в этом случае равна сумме энергий деформаций растяжения-сжатия срединной поверхности ленты, деформации изгиба и поперечного сдвига. Кинетическая энергия – сумма энергии поступательного и энергии вращательного движения ленты. Работа внешних сил задается интенсивностями внешних нагрузок q приложенных к элементарному объему ленты

в соответствующих направлениях. В рассмотренной задаче внешние нагрузки по координате x отсутствуют.

Для учета несовершенства упругих свойств ленты вводится абсолютный модуль упругости. Находя частные вариации потенциальной и кинетической энергии по очереди для каждого линейного и углового перемещений, и после необходимых преобразований, выводится система дифференциальных уравнений, аналогичная с полученной в предыдущей рассмотренной работе. Аналитическое решение данной сложной системы нелинейных дифференциальных уравнений практически невозможно, поэтому для ее решения предлагается численный метод конечных разностей. В данной работе принято допущение, что при сходе с роlikоопоры до точки максимального провеса ленты с грузом давление постоянно, а затем линейно растет до момента набегания на следующую роlikоопору. Давление в каждой точке ленты определяется по формулам, аналогичным (1, 2) из [6]. Так как напряжения и деформации взаимосвязаны, предлагается решать задачу итерационным методом на ЭВМ.

Для приближенного решения системы нелинейных дифференциальных уравнений напряженно-деформированного состояния конвейерной ленты может быть использован комбинированный метод, сочетающий вариационную процедуру Бубнова-Галеркина с методом коллокаций. Решения ищут в виде суммы полинома второго порядка и тригонометрических функций и их квадратов, что является общепринятым в нелинейной теории пластин и оболочек.

В работе [7] рассмотрена упругая реакции первоначально плоской конвейерной ленты при ее свертывании в цилиндрическую оболочку. Также используется нелинейная теория гибких оболочек. Лента изогнутая до цилиндрической формы описывается криволинейными координатами α_1, α_2 , между которыми и координатами x, y существует некое взаимно-однозначное соответствие. Суть подхода в том, что если координаты x, y выразить через координаты α_1, α_2 , то уравнения для перемещений найденных для плоской ленты будут справедливы для ленты в деформированном состоянии.

Ортотропные свойства конвейерной ленты учтены с помощью двух модулей упругости E_1 и E_2 по соответствующим направлениям x и y .

На основе аналогии уравнений равновесия ленты в криволинейной системе координат и уравнений равновесия цилиндрических оболочек в недеформированном состоянии, определяется удельное давление q , при котором лента изогнутая до цилиндрической формы находится в равновесии

$$q = \frac{T_1}{R_1} + \frac{T_2}{R_2} - \frac{1}{A_1 A_2} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha_1} \frac{1}{A_1} \left(\frac{\partial A_2 M_1}{\partial \alpha_1} + \frac{1}{A_1} \frac{\partial A_1^2 H}{\partial \alpha_2} - \frac{\partial A_2}{\partial \alpha_1} M_2 \right) + \frac{\partial}{\partial \alpha_2} \frac{1}{A_2} \left(\frac{\partial A_1 M_2}{\partial \alpha_2} - \frac{1}{A_2} \frac{\partial A_2^2 H}{\partial \alpha_1} M_1 \right) \right], \quad (11)$$

где R_1, R_2 – радиусы кривизны ленты;

A_1, A_2 – параметры Ляме;

T_1, T_2, M_1, M_2 , – усилия и моменты приходящиеся на единицу длины срединной поверхности.

Для определения напряженного состояния сыпучего груза на ленте конструктивно задаваемая форма ленты (ее предварительная деформация) и лишь направления дополнительных текущих деформаций u, v и w (пассивное или активное напряженное состояние груза). Поэтому представляет интерес направление q и ее величина, в сравнении с внешней нагрузкой.

В данной работе рассмотрены также обратные задачи расчета нагрузок на сплошные обжимающие оболочки или роlikоопоры при заданной форме ленты (цилиндрическая кругового, эллипсоидного и параболического сечения).

Имеет место вопрос о возможных сочетаниях геометрических и силовых краевых условий для конвейерных лент как изгибаемых оболочек первоначально прямоугольной выкройки. Конвейерная лента не может принимать любую геометрическую форму ввиду ограниченности относительных удлинений по основе и утку. Кроме того, используемые в расчетах линеаризованные уравне-

ния не отражают ни нелинейности упругих свойств при больших положительных деформациях, ни возможной потери устойчивости формы (смятие, схлопывание) при больших отрицательных деформациях. Особенно это важно учитывать при задании формы поперечного сечения ленты на переходных участках конвейеров глубокой желобчатости и трубчатых конвейеров.

В экспериментальных исследованиях польских ученых [8] рассматривалась резинотросовая лента с переменной по ширине изгибной жесткостью без груза. Ленту сходящую с барабана пропускали через кольцевые роlikоопоры, за которыми находилось натяжное устройство. При прикладывании натяжения поперечное сечение ленты принимало практически круговую форму даже в пространстве между роlikоопорами. Было обнаружено, что вблизи барабана, наряду с уменьшением кривизны, имеет место некоторое выпучивание вверх средней части сечения ленты (поперечное сечение ленты принимает ω -образную форму). Этот эффект усиливается при подъеме оси барабана относительно роlikоопор, с увеличением натяжения ленты, а также при сокращении длины участка сворачивания.

Выводы

1. Известные математические модели напряженно-деформированного состояния конвейерной ленты слишком сложны для практического применения и в основном относятся к традиционным конструкциям конвейеров (с плоской лентой или лентой, представляющей собой неглубокий желоб). Напряженно-деформированное состояние ленты конвейеров, лента которых на участке транспортирования принимает форму глубокого желоба, вплоть до полностью замкнутого сечения (в форме мешка), а также трубчатых конвейеров исследовано недостаточно. Наибольший интерес для исследования представляют переходные участки данных конвейеров – участок формирования глубокого желоба (трубы), участки вертикальных и горизонтальных поворотов.

2. Поскольку при решении задачи напряженно-деформированного состояния груза на ленте на участке формирования желоба трубчатого ленточного конвейера представляет интерес в основном форма желоба ленты в целом и

направление движения ее точек, необходимо исследовать кинематику процесса обжатия сыпучего груза лентой, задаваясь формой поперечного сечения определенной экспериментальным путем (близкой к дуге окружности).

Литература

1. Ивченко В.Н., Куров С.В. Беспросыпные ленточные конвейеры // Горная промышленность. - 2005. - № 4 (62). - С. 39-42.
2. Толкачев Е.Н. Особенности определения усилий, приложенных к подвескам конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом, в зависимости от их пространственной конфигурации на трассе // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. - 2015. - № 2. - С. 44-52.
3. Дьяченко А.В. Выбор основных геометрических параметров участка формирования желоба трубчатого ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ, 2007. - № 10. - С. 229–231.
4. Кулагин Д.С. Обоснование допустимых радиусов изгиба трасс ленточных трубчатых конвейеров в горизонтальной плоскости : дис. ... канд. техн. наук. М., 2007. - 159 с.
5. Дмитриев В.Г., Дьяченко А.В. Методы анализа объемного напряженного состояния сыпучего груза в закрытом желобе трубчатого ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ, 2004. - № 12. - С. 241–243.
6. Самусенко В.И., Орехова Г.В. Критический обзор работ о напряженном состоянии насыпного груза на конвейерной ленте // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 5 (63). - С. 47-51.
7. Черненко В.Д. Разработка методов расчета крутонаклонных конвейеров : автореф. дис. ... докт. техн. наук. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1992. - 42 с.
8. Gladisiewicz L., Wozniak D. Badania pola przemieszczen i stanu naprezen w tasmie na odcinku przejsciowym przenosnika rurowego. Podstawowe problemy transportu kopalnianego, № 75, Seria 17, Wroclaw, 1994, p. 109-118.

УДК 621.867.2

КИНЕМАТИКА ПРОЦЕССА СВРАЧИВАНИЯ ЛЕНТЫ ТРУБЧАТОГО КОНВЕЙЕРА В ТРУБУ

*к.т.н. Дьяченко А.В., к.э.н. Гринь А.М., инженер Киселева Л.С.,
к.б.н. Слезко Е.И., Мысшакова Н.В.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

KINEMATICS OF THE TURNING TAPE OF THE PIPE CONVEYOR INTO THE PIPE

*candidate of technical Sciences Dyachenko A.V., Candidate of Economic Sciences
Grin A.M.*

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. В статье рассмотрена кинематика процесса сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу. Показано, что если принять что процесс сворачивания ленты с грузом в трубу происходит так, что поперечное сечение ленты в любой момент времени является дугой окружности, то траектории движения всех точек поверхности ленты представляют собой характерные кривые – кохлеоиды. На основе кинематики процесса сделаны предположения о направлении главных напряжений в грузе вблизи поверхности ленты.

Annotation. The article describes the kinematics of the process of folding the ribbon of a tubular conveyor into a pipe. It is shown that if we assume that the process of rolling the tape with a

load into a pipe occurs so that the cross section of the tape at any time is an arc of a circle, then the trajectories of motion of all points on the surface of the tape are characteristic curves - cochleoids. On the basis of the kinematics of the process, assumptions were made about the direction of the main stresses in the load near the belt surface.

Ключевые слова: ленточный конвейер, трубчатый конвейер, конвейерная лента, напряженно-деформированное состояние.

Key words: *belt conveyor, pipe conveyor, conveyor belt, stress-strain state.*

Введение

Ленточные конвейеры находят широкое применение в сельском хозяйстве и дорожном строительстве, как транспортеры или перегружатели насыпных грузов, таких как зерно или дорожно-строительные материалы (песок, гравий, щебень, асфальтобетонная смесь).

В России и за рубежом ведется непрерывная работа по усовершенствованию конструкций ленточных конвейеров: в частности созданию конвейеров с лентой в форме трубы (трубчатые) или с подвесной лентой в форме глубокого желоба (мешка), исключая или уменьшающие пылеобразование и потерю груза, способных работать при значительных углах наклона и допускающие изгиб трассы в горизонтальной и вертикальной плоскости [1].

Основную сложность представляет исследование напряженно-деформированного состояния системы груз-лента на переходных участках – участка сворачивания ленты в трубу (трубчатые конвейеры [2, 3, 4]), формирования глубокого желоба (мешка) [5], криволинейных участков [6].

Поскольку сыпучий груз может принимать любую форму, формообразующим элементом в этой системе является лента – движение точек ее поверхности будет определять напряженно-деформированное состояние груза. В связи с этим является актуальным исследование кинематики процесса обжатия сыпучего груза лентой при формировании трубы (глубокого желоба).

Исследование кинематики процесса сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу

Напряженно-деформированное состояние груза в поперечном сечении определяется его собственными физико-механическими свойствами, коэффициентом трения груза о ленту и граничными условиями деформирования, которые задаются кинематикой процесса сворачивания.

Если принять поперечное сечение сворачиваемой ленты симметричным относительно вертикальной оси. Поскольку на напряженное состояние груза влияют только перемещения его частиц относительно друг друга и ленты, удобно принять за опорную точку A , лежащую на пересечении вертикальной оси симметрии и контура ленты. Эту точку примем за начало координат. Примем также, что процесс сворачивания ленты с грузом в трубу происходит так, что поперечное сечение ленты в любой момент времени является дугой окружности (рисунок 1).

Радиус этих окружностей r изменяется от некоторого его значения R_{\max} в точке загрузки до радиуса окончательно сформированной трубы R_{\min} :

$$R_{\min} = B_p / 2\pi, \quad (1)$$

где B_p – рабочая ширина ленты (за вычетом нахлеста бортов).

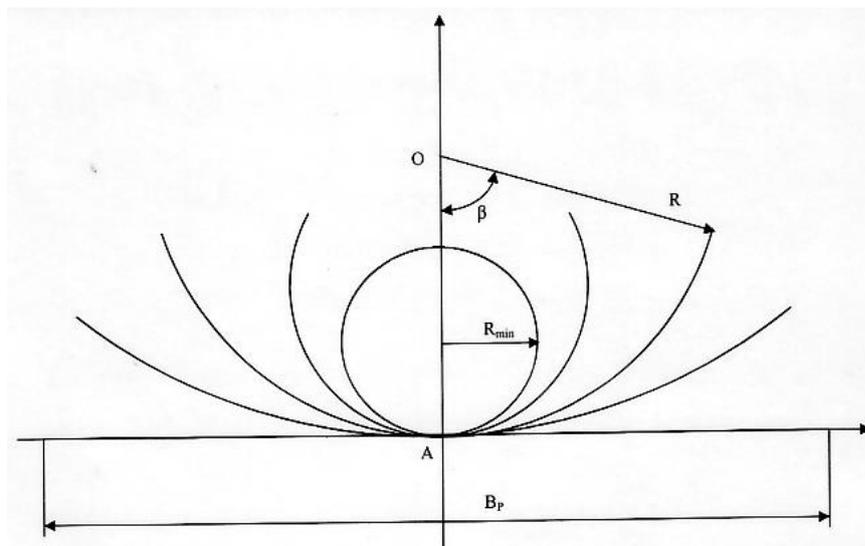


Рисунок 1 - Процесс сворачивания ленты с грузом в трубу.

Текущее значение радиус в любой момент времени равно

$$R = B_p / 2\beta_{\max}, \quad (2)$$

где β_{\max} - центральный угол, на который опирается текущая дуга поперечного сечения ленты характеризующий текущую фазу процесса сворачивания и изменяющийся от некоторого начального значения до π .

Из предварительного анализа кинематики процесса сворачивания можно сделать вывод, что на границе контакта груза с лентой будут иметь место хотя бы малые касательные напряжения и, поэтому напряженно-деформированное состояние груза нельзя считать однородным по всему поперечному сечению желоба, как это обычно принято.

Поперечное сечение груза на ленте представляет собой плоское сыпучее тело, имеющее две границы. Первая – это свободная поверхность груза, на которую не действуют ни какие силы, кроме сил тяжести самого груза, стремящихся к нулю при приближении к поверхности. Вторая граница – это линия контакта груза с лентой. Вдоль этой линии касательные напряжения ограничены коэффициентом трения груза о ленту, а направление главных нормальных напряжений зависит от соотношения коэффициента внутреннего трения груза и коэффициента внешнего трения груза о ленту. Как уже было отмечено ранее, ввиду симметрии относительно вертикальной оси, можно рассматривать только одну половину сечения (правую). Рассмотрим два крайних случая: случай когда коэффициент внешнего трения не меньше коэффициента внутреннего трения, и когда трение груза о ленту пренебрежимо мало.

В первом случае, согласно теории пластического течения [7] можно считать, что вблизи поверхности контакта груза с лентой наибольшие главные напряжения направлены внутрь груза по касательным к траекториям движения точек ленты. В процессе сворачивания активными являются силы давления ленты на груз, а силы тяжести груза – пассивными. При этом, очевидно, что направления движения точек ленты относительно груза в каждый момент времени дают нам направления наибольших главных напряжений на линии контакта груза с лентой. Уравнения траекторий движения точек ленты определяем из расчетной схемы изображенной на рисунок 2.

Для полярной системы координат с полюсом в точке А длина радиус-вектора r , из треугольника АОВ, определяется по формуле

$$r = 2R \sin \beta , \quad (3)$$

Таким образом, при принятой кинематике сворачивания ленты, траектории движения всех точек ее поверхности представляют собой спиралевидные кривые одного и того же вида – так называемые кохлеоиды [8].

В случае если коэффициент внешнего трения не меньше коэффициента внутреннего трения груза и имеется полное сцепление груза с лентой, граничные условия на линии контакта груза с лентой заданы для углов между возможным направлением главных напряжений и направлениями координат. Наименьшее значение из этих углов имеет угол ψ между направлением наибольшего главного напряжения и касательной к дуговой координате в системе полярных координат r, α с полюсом в нижней точке поперечного сечения желоба ленты. Поэтому, в дальнейшем, целесообразно использовать эту систему координат. При этом, очевидно, тангенциальное нормальное напряжение σ_θ больше, чем радиальное σ_r , если ψ - угол между касательными к окружности радиуса r и к кохлеоиде в точке их пересечения. Тангенс угла ψ определяется исходя из того, что перемещение каждой точки ленты в рассматриваемой системе координат состоит из двух взаимно перпендикулярных составляющих – радиальной и тангенциальной. Тогда, учитывая, что $(dr/d\alpha) < 0$ при движении вдоль кохлеоиды,

$$\operatorname{tg} \psi = - \frac{dr}{rd\alpha}, \quad (9)$$

где, согласно уравнению кохлеоиды,

$$r = b \frac{\sin \alpha}{\alpha}, \quad (10)$$

$$dr = b d\left(\frac{\sin \alpha}{\alpha}\right) = b \frac{\alpha \cos \alpha - \sin \alpha}{\alpha^2} d\alpha, \quad (11)$$

Поэтому получаем, что

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (12)$$

При $\alpha \rightarrow 0$, $\psi = \psi_{\min} \rightarrow 0$, а при $\alpha \rightarrow \pi/2$, $|\operatorname{tg} \psi| \rightarrow 1/\alpha = 2/\pi$, $\psi = \psi_{\max} \cong 32,5^\circ$. Поэтому с высокой степенью точности можно считать, что $\psi \cong \alpha/3$. При

некотором критическом значении угла $\alpha = \alpha_{кр}$ направление движения точек поверхности ленты в данный момент времени горизонтально. При этом можно предположить, что траектория наибольшего главного напряжения является здесь горизонтальной прямо линией. Условие горизонтальности:

$$| \operatorname{tg} \psi | = \operatorname{ctg} \alpha ; \quad (13)$$

откуда

$$\operatorname{tg} \alpha_{кр} = 2\alpha, \text{ или } \alpha_{кр} \cong 67^0. \quad (14)$$

В то же время, точки ленты находятся на окружности, которая имеет некий текущий радиус кривизны R , а их положение в полярных координатах R , β , связанных с текущим центром кривизны характеризуется центральным углом $\beta = 2\alpha$. Поэтому для горизонтальной координаты (вдоль оси X) любой точки на границе поверхности ленты и груза можно записать:

$$x_{ГР} = r_{ГР} \cos \alpha_{ГР} = R \sin 2\alpha_{ГР}, \quad (15)$$

Откуда

$$r_{ГР} = 2 R \sin \alpha_{ГР}. \quad (16)$$

Поэтому выражение для $\operatorname{tg} \psi$ можно записать и через граничное значение радиуса r , выразив через него величину α :

$$\operatorname{tg} \psi_{ГР} = \frac{1}{\arcsin \frac{r_{ГР}}{2R}} - \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{r_{ГР}}{2R}\right)^2}}{\left(\frac{r_{ГР}}{2R}\right)}. \quad (17)$$

В другом крайнем случае граничных условий, если трение о ленту пренебрежимо мало, по сравнению с внутренним трением в грузе, следует считать, что на поверхности контакта груза и ленты

$$\psi_{ГР} = \alpha_{ГР} = \arcsin (r_{ГР}/2R). \quad (18)$$

При этом, очевидно, тангенциальное нормальное напряжение σ_{θ} не всегда больше, чем радиальное σ_r .

Приведенные выше рассуждения касаются только той части желоба ленты, которая заполнена грузом (находится в контакте с грузом). В связи с

этим встает задача определить положение крайней точки на ленте, до которой в данный момент дошел груз в процессе сворачивания. Положение точки пересечения свободной поверхности груза с контуром ленты, необходимо искать исходя из равенства площади поперечного сечения трубы конечного радиуса R_{\min} площади поперечного сечения груза в произвольный момент времени, которая представляет собой площадь сегмента (свободную поверхность груза принимаем горизонтальной).

Выводы

1. Если принять что процесс сворачивания ленты с грузом в трубу происходит так, что поперечное сечение ленты в любой момент времени является дугой окружности, то траектории движения всех точек ее поверхности будут представлять собой спиралевидные кривые одного и того же вида – кохлеоиды.

2. При некотором критическом значении угла $\alpha = \alpha_{кр} \cong 67^0$ направление движения точек поверхности ленты в данный момент времени горизонтально, а траектория наибольшего главного напряжения является здесь горизонтальной прямо линией.

Литература

1. Ивченко В.Н., Куров С.В. Беспросыпные ленточные конвейеры // Горная промышленность. - 2005. - № 4 (62). - С. 39-42.
2. Дмитриев В.Г., Дьяченко А.В. Методы анализа объемного напряженного состояния сыпучего груза в закрытом желобе трубчатого ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ, 2004. - № 12. - С. 241–243.
3. Дьяченко А.В. Выбор основных геометрических параметров участка формирования желоба трубчатого ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ, 2007. - № 10. - С. 229–231.
4. Самусенко В.И., Орехова Г.В. Критический обзор работ о напряженном состоянии насыпного груза на конвейерной ленте // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 5 (63). - С. 47-51.
5. Толкачев Е.Н. Особенности определения усилий, приложенных к подвескам конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом, в зависимости от их пространственной конфигурации на трассе // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. - 2015. - № 2. - С. 44-52.
6. Кулагин Д.С. Обоснование допустимых радиусов изгиба трасс ленточных трубчатых конвейеров в горизонтальной плоскости : дис. ... канд. техн. наук. М., 2007. - 159 с.
7. Работнов Ю.Н. Сопротивление материалов. – М.: Физматгиз, 1962. -456 с.
8. Математический энциклопедический словарь. // Под ред. Ю.В. Прохорова. – М.: «Советская энциклопедия», 1988. – 846 с.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТАЮЩИХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОРМОВ

*Магистранты Лукашук Л.В., Михеева В.Ю.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

PROBLEMS OF ENSURING THE SAFETY OF THE WORKERS IN PRODUCTION AGRICULTURAL FEED

*Undergraduates L.V. Lukashuk, Mikheeva V.Yu.,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. В России насчитывается более 260 тыс. крестьянских, фермерских хозяйств и до 16 млн личных подсобных хозяйств, которые производят в стране свыше 57% всей валовой продукции сельского хозяйства. Работники этих хозяйств с минимальным количеством машин и оборудования выполняют весь цикл технологических работ, работая на тракторах и другой технике, механизатор часто нарушает правила безопасности, а на рабочем месте отсутствуют нормальные условия труда.

Annotation. *In Russia, there are more than 260 thousand peasant farms and farms and up to 16 million personal subsidiary farms that produce in the country more than 57% of the total gross agricultural output. The workers of these farms with the minimum number of machines and equipment perform the whole cycle of technological work, working on tractors and other equipment, the mechanic often violates safety rules, and there are no normal working conditions at the working place.*

Ключевые слова: травматизм, кормоуборочная техника, травмоопасные виды работ, условия труда, сельскохозяйственные корма.

Keywords: *injuries, forage harvesting equipment, traumatic types of work, working conditions, agricultural feed.*

Введение. Постановка задачи

В сельскохозяйственных предприятиях продолжает уменьшаться парк машин и механизмов, необходимых для ведения производственного процесса. Когда наступил срок списания техники, и не было возможностей покупки непропорционально подорожавшей у сельхозпроизводителей новой техники. В последние годы этот процесс стал несколько замедляться.

Из таблицы 1 видно, что за период с 2012 по 2018 годы (по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики РФ по Брянской области) количество пресс-подборщиков планомерно уменьшалось, так например в Брянской области в 2012 году их было 546 шт., то на конец 2018 года эта цифра составила 449 шт.

Если проанализировать отдельно наличие пресс-подборщиков по Брянской области, то можно заметить снижение количество техники по всем районам Брянской области (таблица 1). Снизилась обеспеченность пресс-подборщиками в 18 районах, из них особенно значительно – в Климовском, Трубчевском, Жуковском, Новозыбковском районах (на 20-50 %).

Таблица 1 – Количество пресс-подборщиков в АПК по Брянской области,

Районы	Пресс-подборщики										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Брянская обл.	499	434	409	433	546	518	400	400	447	461	449
Брасовский	22	19	20	19	15	14	11	12	38	36	37
Брянский	28	27	26	30	28	31	31	25	24	26	25
Выгоничский	7	5	6	6	5	5	5	4	4	4	5
Гордеевский	12	11	11	13	11	11	9	7	7	8	8
Дубровский	31	24	21	21	16	16	15	23	30	34	24
Дятьковский	7	5	5	5	4	4	4	1	1	3	4
Жирятинский	10	7	7	8	7	6	3	2	1	4	6
Жуковский	20	18	16	18	18	15	12	10	4	8	9
Злынковский	8	8	5	7	6	5	3	4	8	5	5
Карачевский	16	15	9	8	8	5	4	3	5	7	3
Клетнянский	10	9	9	10	9	7	7	7	4	3	2
Климовский	26	20	18	14	11	8	7	7	5	27	4
Клинцовский	22	20	16	18	16	12	11	11	27	13	34
Комаричский	23	23	25	23	20	17	8	6	13	18	19
Красногорский	16	14	11	11	9	9	9	9	9	7	7
Мглинский	12	11	12	13	12	11	10	10	9	38	38
Навлинский	12	10	7	8	5	5	4	4	41	3	3
Новозыбковский	30	28	23	23	23	19	17	14	4	9	9
Погарский	28	26	30	35	28	27	23	23	10	16	13
Почепский	19	17	19	18	15	14	15	14	18	41	41
Рогнединский	7	6	5	5	4	4	9	15	41	35	38
Севский	22	22	19	20	17	17	15	15	36	15	16
Стародубский	62	54	55	51	53	48	45	40	14	39	37
Суземский	6	3	3	1	1	1	1	1	37	1	1
Суражский	16	12	13	12	9	11	12	11	1	12	13
Трубчевский	14	7	6	25	187	187	102	114	12	44	43
Унечский	13	13	12	11	9	8	8	8	37	5	5

Несмотря на сокращение пресс-подборщиков по областям увеличиваются показатели по заготовкам сена, сеянных и естественных трав, сенажа, что видно по показателям таблицы 3 (по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики РФ по Брянской области), из которых видно, что пик заготовки кормов пришелся на 2016 год, но в некоторых районах наблюдается незначительное, но уменьшение с 2016 по 2018 гг. заготовки кормов.[3]

Таблица 2 – Количество комбайнов в АПК по Брянской области,

Районы	Комбайны кормоуборочные										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Брянская обл.	425	373	364	358	329	314	280	249	234	248	245
Брасовский	15	14	12	10	9	9	7	6	13	11	11
Брянский	25	21	24	27	27	26	26	17	14	17	19
Выгоничский	6	6	7	7	8	7	7	4	3	3	3
Гордеевский	13	11	12	14	11	8	8	6	4	5	7
Дубровский	16	13	14	16	16	17	15	11	10	8	11
Дятьковский	10	6	5	5	4	4	4	3	2	4	4
Жирятинский	2	2	2	3	4	3	2	4	7	7	7
Жуковский	15	12	10	10	10	10	9	9	10	8	8
Злынковский	4	4	5	5	3	1	1	1	1	1	1
Карачевский	9	6	8	8	9	7	6	4	5	5	4
Клетнянский	5	5	5	6	5	3	3	3	2	2	1
Климовский	20	15	14	9	9	7	6	5	7	9	3
Клинцовский	20	18	18	19	16	15	14	9	9	8	16
Комаричский	21	19	19	21	19	16	8	6	6	13	12
Красногорский	17	15	12	12	11	11	10	9	8	6	6
Мглинский	20	18	17	17	16	16	13	8	12	12	12
Навлинский	8	7	5	6	2	2	2	2	1	1	1
Новозыбковский	33	32	26	20	17	15	12	9	8	8	9
Погарский	20	20	20	19	13	13	14	13	11	11	8
Почепский	15	13	18	15	13	14	13	13	15	17	17
Рогнединский	7	7	8	9	8	8	6	5	7	6	7
Севский	16	16	12	13	13	13	11	8	8	7	5
Стародубский	62	57	63	58	56	51	49	48	45	44	37
Суземский	5	3	3	2	1	1					
Суражский	13	9	8	8	8	7	5	5	6	5	5
Трубчевский	11	9	5	6	8	14	15	28	9	23	26
Унечский	17	15	12	13	13	12	12	11	9	5	5

Таблица 3 – Сбор сеянных и естественных трав на сено по районам Брянской области, ц

Районы	Сбор урожая сеянных и естественных трав на сено в										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Брянская обл.	1362935	1231122	1033043	1362494	1513144	1498839	1547208	1081622	1286105	761608	1099111
Брасовский	43524	46137	45703	53072	45748	57646	33020	58210	52296	25434	45078
Брянский	122794	84105	88136	91715	86175	62658	75078	43829	62027	36335	73670
Выгоничский	20441	19214	14868	16070	14700	12025	13180	9190	10956	12540	15832
Гордеевский	93090	86280	72400	69680	68091	55400	48837	42290	41460	37050	52770
Дубровский	55356	48756	51800	54166	47703	40332	51015	35658	41954	42270	56558
Дятьковский	26649	19955	17470	20662	16315	13380	14204	8891	9530	4500	15368
Жирятинский	14022	13843	11530	28631	19748	35020	27974	9278	18420	5830	12551
Жуковский	58987	48996	44757	54450	59119	63121	45068	37175	53951	27734	30765
Злынковский	22920	25010	19650	21720	18800	19050	19000	16800	14500	26700	29573
Карачевский	41555	31214	22660	28956	29744	29599	70183	22304	46932	36623	43233
Клетнянский	30715	20820	25720	27680	33950	26782	27603	17090	24710	7770	14746
Климовский	68980	59638	45151	53429	53479	51504	152515	229188	116413	31191	27995
Клинцовский	5891454636	54636	42741	50674	45986	36654	122235	26960	35325	29073	32742
Комаричский	82005	80413	69097	72925	46724	53366	60995	64430	58056	49325	48202
Красногорский	19908	20849	14777	17579	17494	17108	17627	13300	14470	15350	16040
Мглинский	34220	28460	25260	55280	96885	70150	68400	38818	64152	42199	44329
Навлинский	47457	59901	22694	34910	30260	28274	30068	19594	30094	38801	37403
Новозыбковский	55764	47654	40915	43918	43915	38450	40472	30038	74510	28660	37520
Погарский	76715	72708	69382	70378	66377	89229	87028	48281	130638	18237	66010
Почепский	66305	62308	53612	109588	10842	195901	167760	61792	104033	49082	67667
Рогнединский	34116	28796	28439	23539	25070	41310	21931	19940	24396	12612	37722
Севский	35558	23178	15662	23849	17029	21272	33035	16101	19721	9042	12176
Стародубский	129585	130758	102220	120426	120022	156497	130992	76515	100255	81392	88125
Суземский	14250	6300	900	1686		45819	4770	12839	1150	7063	5913
Суражский	44725	439920	38050	36778	78955	72140	54880	49841	36911	28944	49268
Трубчевский	26150	22657	17556	129518	149116	107290	85553	49901	62668	42189	68608
Унечский	38230	44616	31893	51215	90897	58862	43485	233369	36577	15662	69247

Анализ травматизма в зонах карданных валов сельскохозяйственных агрегатов

Основными травмируемыми машинами карданными валами в целом по АПК Российской Федерации являются подборщик-копнитель прицепной ПК-1,6А, раздатчик кормов прицепной КТУ-10А, водораздатчик прицепной, пресс-подборщик прицепной ПРП-1,6, ППЛ-1,6, картофелеуборочный комбайн ККУ-2А всех модификаций, пресс-подборщик прицепной «Киргистан» ПС-1,6, ПСБ-1,6. На долю пресс-подборщиков всех приведенных типов и подборщиков копнителей приходилось максимальное количество травм с летальным исходом от захвата карданными валами.

Анализ летального травматизма пресс-подборщиками по видам работ и травмирующим объектам, % от всего травмированных пресс-подборщиками в АПК России определил наиболее травмоопасный вид работ – прессование сена, соломы, льна, на что приходится 70,62 % летально травмированных, подбор валков, сволакивание сена, соломы – 19,91 %, погрузочно-разгрузочные работы в животноводстве – (3,79 %), а основными травмирующими объектами являются вал отбора мощности, карданный вал (38,39 %), прессующие ремни (27,96 %), подборщик (9,48 %), ходовая часть (4,74 %). [3]

Проблемы обеспечения безопасности работающих при производстве сельскохозяйственных кормов

В России насчитывается более 260 тыс. крестьянских, фермерских хозяйств и до 16 млн личных подсобных хозяйств, которые производят в стране свыше 57% всей валовой продукции сельского хозяйства. Развитие малых форм хозяйствования в АПК направлено на скорейшее решение продовольственной проблемы, повышение эффективности использования с/х техники в небольших коллективах и поддерживается приоритетным национальным проектом «Развитие АПК», разработанным Минсельхозом РФ в соответствии с поручением президента России и поддержанным правительством и Федеральным собранием. Работники этих хозяйств с минимальным количеством машин и оборудования выполняют весь цикл технологических работ как в земледелии, так и животноводстве. Работая на тракторах и другой технике, механизатор часто нарушает правила безопасности, а на рабочем месте отсутствуют нормальные условия труда. Кроме того, зачастую по экономическим соображениям, а также из-за так хорошо знакомого нам бездорожья и удаленности от ремонтно-обслуживающей базы в крестьянских и фермерских хозяйствах создаются ремонтные пункты (мастерские), самостоятельно проводится ремонт и обслуживание техники. Однако из-за недостаточного знания правил безопасности эксплуатации техники работники крестьянских хозяйств нередко нарушают требования безопасности труда, в результате чего в отдельных коллективах возрастает уровень производственного травматизма. [1]

Начиная с 2008 года, на фоне ускоряющегося сокращения посевов сеянных трав, а также возросшего поступления техники (благодаря созданию МТС) и замедлению их списания, в области отмечалось также повышение оснащённости сельского хозяйства техникой, однако уровня начала 2011 года этот показатель так и не достиг, а за последние годы он вновь упал.

На протяжении практически всех последующих лет соотношение индексов цен также складывалось в пользу промышленного производства, что ещё больше усугубило положение в сельском хозяйстве. Далеко не каждое предприятие сможет приобрести пресс-подборщики и в этой ситуации поступление техники на село резко сократилось. За десять лет (с 2008 по 2018 гг.) поступление основных видов техники снизилось на 50 – 90%. Тем не менее, решающего изменения в технической оснащённости сельхозпредприятий пока не произошло. Обновление машинотракторного парка за годы реформ сократилось до минимума, Нехватка техники пользоваться старыми и изношенными или же восстановленными собственными силами машинами, которые, понятно, являются потенциальными источниками повышенного травматизма

Кардинальное улучшение положения в сельском хозяйстве области, наращивания объёмов производства конкурентоспособных, экологически чистых отечественных недорогих продуктов питания невозможно без решения проблем технической оснащённости сельскохозяйственных предприятий. Однако в условия такой вопиющей несоразмерности цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, самим сельхоз товаропроизводителям это не под силу, нужны совершенно новые подходы и приоритеты. [5]

Выводы

Не занимаясь созданием безопасных и безвредных условий труда, невозможно решить указанные проблемы, новые техника и технологии потребует совершенствования системы обеспечения безопасности работающих, если этим не заниматься, то мы опять столкнемся с прошлыми проблемами, и уровни производственного травматизма в сельскохозяйственном производстве опять дойдут до прежних показателей, а может и увеличатся. Ведь ситуация сниже-

ния показателей за предыдущие годы не связана с решением вопросов безопасности, здесь имеют место чисто объективные процессы, происходящие в Российской Федерации: новые экономические отношения, поступление продуктов питания из других стран, отток работающих из села, не престижность сельскохозяйственного труда и др.

В связи с этим, остается проблема разработки новых видов методов и средств, повышающих безопасность работающих при производстве сельскохозяйственных кормов: обеспечение работающих на существующей технике созданием технических средств защиты от воздействия опасных производственных факторов и разработка новых видов сельскохозяйственной техники со снижением насыщенности не огражденными вращающимися частями и деталями указанных машин.[4]

Литература

1. Технологические рекомендации по обеспечению безопасности труда при эксплуатации МТП в личных подсобных и крестьянских (фермерских) хозяйствах, Черноиванов В. И., Колчин А. В., Буренко Л. А., Ивлева И. Б./ 2008.—С. 120;
2. Тайны машинного двора. Обеспечение безопасности труда при эксплуатации, техобслуживании и ремонте техники в крестьянских и фермерских хозяйствах. Л. А. Буренко, Е. М. Филиппова, И. Б. Ивлева (№1, 2012) / Л. А. Буренко, Е. М. Филиппова, И. Б. Ивлева./ 2012. – С. 48.
3. Официальные статистические публикации ТОГС, Статистический ежегодник «Брянская область 2018». Режим доступа. - <http://bryansk.gks.ru>
4. Проблемы обеспечения безопасности работающих при производстве сельскохозяйственных кормов Букин С.В./ . – С. 4.
5. Обеспечения безопасности при производстве кормов в агропромышленном комплексе . Букин С.В., Белова Т.И./ . – С. 1.

УДК 621.74

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ПРИ ЗАГОТОВКЕ КОРМОВ (СЕНО, СЕНАЖ, СОЛОМА И Т.Д.)

*Магистранты Лукашук Л.В., Михеева В.Ю.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

ANALYSIS OF INDUSTRIAL INJURIES WHEN PREPARING FODDER (HAY, SENAGE, STRAW, ETC.)

*Undergraduates Lukashuk LV, Mikheeva V.Yu.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Основными источниками травматизма в механизированных процессах растениеводства являются мобильные машины и транспортные средства, на долю которых от общего количества погибших в растениеводстве с 2015 по 2018 гг. в среднем приходилось

***Annotation.** The main sources of injury in the mechanized processes of crop production are mobile vehicles and vehicles, which account for the total number of those killed in crop production from 2015 to 2018 on average, 50% accounted for, and about 30% of such injuries were associated with the operation of combines.*

Key words: injuries, forage harvesting equipment, cardan shaft, traumatic types of work, working conditions. 50 %, причем около 30 % от таких травм были связаны с эксплуатацией комбайнов.

Ключевые слова: травматизм, кормоуборочная техника, карданный вал, травмоопасные виды работ, условия труда.

Введение. Постановка задачи

Работы по заготовке кормов в организациях агропромышленного комплекса (далее — организации АПК) являются одними из самых ответственных и продолжительных.

Сегодня предъявляются принципиально новые требования к технологии и качеству заготавливаемых кормов. Современные технологии заготовки кормов предусматривают применение сложных механизмов и агрегатов, энергонасыщенных сельскохозяйственных машин. При этом своевременное и качественное проведение кампании по заготовке кормов зависит от реализации работодателями организационно-технических мероприятий, включающих в себя также и мероприятия по обеспечению охраны труда.

На всех этапах проведения работ требуется обеспечивать безопасные условия труда путем соблюдения установленных для должностных лиц и иных работников требований охраны труда, трудовой и производственной дисциплины.

Анализ производственного травматизма в крестьянских, фермерских хозяйствах показал, что большинство несчастных случаев, связанных с производством, происходит у механизаторов, выполняющих различные работы в полеводстве, на заготовке кормов и раздаче их на ферме. Наиболее травмоопасными являются профессии тракториста-машиниста, слесаря, занятых ремонтными работами. Чаще всего источники травматизма механические - это падение узлов, инструмента и вращающихся деталей, рабочих органов машин и оборудования, несоблюдение мер безопасности на различных работах. Из-за несовершенства технологического оборудования или его отсутствия имеются случаи професси-

ональных заболеваний. Из-за загазованности и выделения вредных паров при работе на сварочных, устаревших моечных машинах у работающих наблюдаются частые респираторные заболевания.

При опросе фермеров установлена тенденция роста производственного травматизма фермеров-механизаторов в связи с возникшей нагрузкой, связанной с выполнением ими многих работ в земледелии и животноводстве, а также при использовании несовершенного оборудования и приспособлений при техническом обслуживании, ремонте, устранении отказов и неисправностей сельскохозяйственной техники. Поэтому наша задача найти способ как улучшить условия труда работников при заготовке кормов для уменьшения случаев производственного травматизма.[1]

Примеры травматизма в период заготовки кормов

Проведенный анализ документов проведенных специальных расследований несчастных случаев, происшедших в 2017 году, показывает, что в период заготовки кормов со стороны отдельных руководителей и специалистов организаций не обеспечивались должная организация производства работ и эффективный контроль за соблюдением работающими требований безопасности, регламентированных нормативными правовыми актами, локальными нормативными правовыми актами по охране труда.

Так, 01 июня 2017 г. несчастный случай, приведший к тяжелой производственной травме, произошел с трактористом-машинистом сельскохозяйственного производства открытого акционерного общества «Х».

В день несчастного случая потерпевший выполнял работы по кошению трав с использованием комплекса для заготовки кормов КГ-6, состоящего из комбайна кормоуборочного полунавесного КПК-3000А и средства энергетического универсального УЭС-2-250А. Во время движения по полю из питающего аппарата комбайна стала плохо выходить измельченная травяная масса. Для устранения неисправностей потерпевший покинул кабину энергосредства, спустился к жатке и стал производить очистку вальцов питающего аппарата от скошенной

травы, не заглушив при этом двигатель. В какой-то момент произошел захват вращающимися вальцами правой кисти и ее травмирование.

Специальным расследованием установлено, что главным инженером организации был допущен к эксплуатации кормоуборочный комплекс в технически неисправном состоянии, заключающемся в нарушении электрической связи между органами управления в кабине энергосредства и исполнительного механизма управления коробки передач жатки комбайна.

Кроме того, со стороны потерпевшего усматривается грубое нарушение требований инструкции по охране труда, выразившееся в очистке вручную вальцов питающего аппарата комбайна от растительной массы при работающем двигателе.

15 июля 2017 г. при выполнении работ по регулировке абразивного бруска заточного устройства ножей измельчающего аппарата комплекса кормоуборочного высокопроизводительного ПОЛЕСЬЕ в результате воздействия вращающихся ножей тяжелую травму правой руки получил тракторист-машинист.

Потерпевший выполнял работы, будучи направленным в командировку из ОАО «Х» в СХФ «У», без прохождения первичного инструктажа на рабочем месте, стажировки и проверки знаний по вопросам охраны труда.

Лицом, допустившим нарушения законодательства о труде и об охране труда, определен директор ОАО «Х», не организовавший проведение потерпевшим инструктажа по охране труда при направлении в командировку, стажировки и проверки знаний по вопросам охраны труда.

Несчастный случай, приведший к тяжелой производственной травме, произошел 25 августа 2017 г. с трактористом-машинистом сельскохозяйственного производства филиала «Z» унитарного сельскохозяйственного предприятия «F».

В связи с массовой заготовкой кормов руководителем организации был издан приказ об организации трамбовки сенажной массы в ночное время. Следует отметить, что график работы трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства в дневное и ночное время составлен не был, в связи с чем потер-

певший привлекался к выполнению работ по трамбовке заготавливаемых кормов в ночное время в течение 10 дней без соблюдения минимальной продолжительности ежедневного отдыха между сменами и без выходных.

В день несчастного случая, отработав более 9 часов в ночное время, потерпевший во время кратковременного перерыва решил навесить на радиатор погрузчика «Т» сетку для защиты его от мусора. После выполнения данной операции при спуске с погрузчика от накопившейся усталости у него закружилась голова, он потерял сознание и упал с высоты собственного роста на асфальтное покрытие, в результате чего получил открытую черепно-мозговую травму.

Причиной несчастного случая установлено несоблюдение исполняющим обязанности управляющего отделением, ответственного за организацию круглосуточной трамбовки заготавливаемых кормов, режима труда и отдыха работников. [2]

Статистика несчастных случаев за 2015-2018 года

За период времени с 2015 по 2018 гг. в агропромышленном производстве (АПК) Брянской области в результате несчастных случаев погибли 34 работника, из которых 82,4 % составили мужчины трудоспособного возраста. Из всех несчастных случаев произошедших в АПК Брянской области за 2015-2018 гг. в 2015 году произошло 8 несчастных случаев, 4 со смертельным исходом, 2 тяжелых и 2 легких. Возраст пострадавших составляет 20-30 лет – 1 чел., 31-40 лет- 1 чел., 41-50 лет- 4 чел., 51-60 лет- 2 чел. В 2018 году произошло 9 несчастных случаев, 3 со смертельным исходом, 6 тяжелых несчастных случая. Возраст пострадавших составляет 20-40 лет – 3 чел., 41-50 лет- 3 чел., 51-60 лет- 3 чел. Наибольшая доля случаев приходится на сельское хозяйство. Наиболее опасными отраслями являются растениеводство, животноводство, выполнение ремонтных работ и технического обслуживания машин и оборудования.

Основными источниками травматизма в механизированных процессах растениеводства являются мобильные машины и транспортные средства, на долю которых от общего количества погибших в растениеводстве с 2015 по

2018 гг. в среднем приходилось 50 %, причем около 30 % от таких травм были связаны с эксплуатацией комбайнов. [3]

В таблице 1 приведены уровни летально травмированных в Брянской области.

Таблица 1 - Анализ летального травматизма в АПК в Брянской области

Регион	Количество несчастных случаев								
	Всего	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%
Брянская область	13	4	30,7	4	30,7	2	15,4	3	23

Анализ источников травмирования в АПК

Проблема повышения безопасности операторов механизированных процессов в различные периоды развития агропромышленного производства была актуальна. Анализ травматизма с тяжелым и смертельным исходом с 2015 г. по настоящее время проводился с учетом одного травмирующего объекта – карданного вала, захват которым, как правило, приводит к таким видам травм.

Источниками травмирования с 2015 по 2018 годы являлись соответственно по России, Украине, Белоруссии и Брянской области:

- подборщики-копнители ПК-1,6А, пресс-подборщики ПС-1,6, ПСБ-1,6 – 25,6 %, картофелеуборочные машины – 6,3 %, мобильные кормораздатчики КТУ-10 – 7,5 %, разбрасыватели удобрений – 8,8 %;

- тракторы – 43,3 %, зерноуборочные комбайны, зерноочистительные агрегаты, зернопогрузчики – 12,65 %, картофелеуборочные комбайны ККУ-2А – 8,8 %;

- картофелеуборочные комбайны – 16,6 %, тракторы - 14,8 %, картофелесортировальные пункты КСП-15 – 7,4 %;

- картофелеуборочные комбайны ККУ-2А – 40,3 %, картофелесортировальные пункты КСП-15 – 10,3 %, тракторы, пресс-подборщики, косилки-измельчители, разбрасыватели жидких удобрений – по 4,9 %.

Травматическая ситуация от захвата неогражденным карданным валом была связана в основном с забиванием рабочих органов сельскохозяйственных машин и их устранением (ККУ-2, ККУ-2А, КИР 1,5, ПС-1,6, ПСБ 1,6), привлечением дополнительных рабочих (КСП-15), с ремонтом тракторов при включенном ВОМ трактора (К-700, Т-150К, Т-74, МТЗ-80, МТЗ-82).

С 2015 по 2018 годы травмирование неогражденными карданными валами несколько изменилось: доля летальных травм в среднем уменьшилась, по России составила 3,18 %, в Брянской области – 2,30 %. Такое положение не говорило об улучшении ситуации, т.к., в частности, в условиях Брянской области снижение доли летальных травм в последние годы было связано с уменьшением возделываемых площадей под картофель и, соответственно, со снижением количества картофелеуборочных машин (в 2018 году по сравнению с 2015 годом снизилось примерно в 2 раза).

Исследование летального травматизма по травмирующим объектам от всего травмируемых по АПК РФ позволило выявить наиболее травмоопасные объекты в АПК Брянской, Орловской областей и в целом в РФ соответственно:

- транспортер; битек кормораздатчика; ходовая часть; ВОМ и карданный вал; трос, ковш, люлька, стропа, крюк, на что приходится соответственно 4,23%; 2,20%; 2,03%; 1,76%, 1,71% в Брянской области;

- шнек жатки, ходовая часть, транспортер, кабина, кузов, на что приходится соответственно 3,61%; 2,34%; 2,11%; 2,08%; 1,73% в Орловской области;

- ходовая часть; корпус, рама; кабина; кузов; ВОМ и карданный вал, на что приходится соответственно 41,92%; 22,11%; 11,87%; 7,93%; 3,19% в целом по РФ.

Вывод

Для улучшения условий труда работников в агропромышленном комплексе, а именно уменьшения травматизма при производстве кормов, требуется своевременное обновление машинотракторного парка. Создание безопасных и безвредных условий труда невозможно решить без новой техники и технологий. Если это упустить, то мы опять столкнемся с прошлыми проблемами, и

уровни производственного травматизма в сельскохозяйственном производстве опять дойдут до прежних показателей.

Литература

1. Тайны машинного двора. Обеспечение безопасности труда при эксплуатации, техобслуживании и ремонте техники в крестьянских и фермерских хозяйствах. Л. А. Буренко, Е. М. Филиппова, И. Б. Ивлева (№1, 2012) [Текст] / Л. А. Буренко, Е. М. Филиппова, И. Б. Ивлева./ 2012. – С. 48.
2. Информационное письмо «О предупреждении несчастных случаев на производстве, происшедших при выполнении работ по заготовке кормов». Режим доступа. - <http://gorki.gov.by>
3. Официальные статистические публикации ТОГС, Статистический ежегодник «Брянская область 2018». Режим доступа. - <http://bryansk.gks.ru>
4. Обеспечения безопасности при производстве кормов в агропромышленном комплексе [Текст] Белова Т.И., Букин С.В./ . – С. 6.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Панова Т.В., Панов М.В.	5
Механизация процесса компостирования	
Астапенко И.М.	9
Анализ установок для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур	
Кузнецова Л.В.	13
Адаптированная технологическая карта выращивания кукурузы на зерно в калужском регионе с учетом использования её в кормлении КРС	
Рыжко Н.Ф., Рыжко Н. В., Рыжко С.Н. Карпова О.В.	20
Модернизация и реконструкция орошаемых участков саратовской области	
Ожерельев В.Н., Сомин В.В	28
Формирование системы машин для возделывания земляники садовой в фермерском хозяйстве	
Старовойтов С.И., Ахалая Б.Х., Гринь А.М,	34
Конструктивные особенности газоструйного излучателя	
Суринский Д.О., Савчук И.В., Басуматорова Е.А.	39
Преимущества интегрированного способа защиты растений от насекомых-вредителей	
Молчанов В.П.	45
Способы повышения экологичности опрыскивателей	
Михальченков А.М., Феськов С.А., Жуков А.Б., Осадчий Р.В.	51
Анализ функциональных особенностей орудий для глубокого рыхления	
Степук Л.Я., Петровец В.Р., Дудко Н.И	56
Теоретические исследования по повышению равномерности объемного дозирования минеральных удобрений	
Щукин С.Г., Белозеров В.Ю., Головатюк В.А., Леонидов Д.В.	66
Улучшение зяблевой обработки почвы по стерневым фонам	
Щукин С.Г., Головатюк В.А., Леонидов А.А.	73
Улучшение почвенных условий полос отвода вдоль дорог	

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

Валюженич Г.А.	82
Анализ тенденций развития машин и технологий экологически совместимых с почвой	
Нестерова Н.В., Камышникова Е.М.	90
Вулканизация шин, как экологический аспект безопасности в техносфере	

Коршунов В.Я.	94
Оценка по КПД энергетической эффективности процессов абразивной обработки деталей при изготовлении и ремонте двигателей и сельхозмашин	
Кузьменко И.В.	101
Дефекты посадочных мест подшипников и причины их возникновения	
Немцев А.Е., Деменов И.В., Коптева И.В.	105
Требования к надёжности машин	
Пастухов А.Г., Бережная И.Ш., Кравченко И.Н.	111
Критериальный подход к выбору электрода для электроискровой обработки	
Потапов С.В.	118
Функционирование коренных подшипников при пуске дизельного двигателя	
Скрябин М.Л.	125
Упрочнение поршневых алюминиевых сплавов	
Михальченкова М.А., Кожухова Н.Ю., Рыжик В.Н., Лавров В.И.	130
Интенсивность изнашивания лемехов компании «Кун» с упрочненной областью наиболее вероятного износа	
Питенов А.А., Пузевич К.Л.	135
Система промывки световентиляционного конька в коровнике	

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКЦИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Гращенков Д.В., Вернер А.В.	138
Оптимизация многокомпонентных рецептов для организации детского питания	
Исаев С.Х.	145
Сушильная установка аэродинамического подогрева с гелиоутилизатором теплоты	
Гапонова В.Е., Слезко Е.И., Киселева Л.С.	150
Некоторые аспекты потребления молока и молочных продуктов студентами ВУЗа	
Кокорева Л.А., Листратова Н.А.	155
Резистентный крахмал – перспективный функциональный ингредиент	

КОНСТРУИРОВАНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ

Астахов В.С., Петровец В.Р.	163
К вопросу разработки широкозахватных посевных агрегатов с использованием пневматических систем группового дозирования	

Курзенков С.В.	167
Определение параметров и условий формирования потока сыпучего компонента в вибрационной рабочей камере смешивания установки консервирования зерна с перфорированной распределительной поверхностью	
Петровец В.Р., Курзенков С.В., Дудко Н.И., Греков Д.В.	179
Исследования однодисковых сошников с симметричными двухсторонними ребордами-бороздкообразователями для узкорядного посева	
Петровец В.Р., Ильин В.И., Гайдуков В.А.	189
Определение зависимости глубины бороздки однодискового сошника с опорно-прикапывающим катком от угла атаки диска, его наклона и усилия нажимной пружины	
Мищенко В.Я., Щербакова М.П., Березина Л.В., Мищенко Е.В.	194
Разработка компьютерной программы для имитационного моделирования главного рычажного механизма сита	
Мищенко В.Я., Щербакова М.П., Березина Л.В., Мищенко Е.В.	200
Разработка САУ приводами квадрокоптера с постоянным вектором тяги для агропромышленного комплекса	
Сидоров С.А.	205
Обоснование высоты установки распылителей при совмещении механических и химических операций обработки гребней	
Слюсаренко В.В., Русинов А.В., Акпасов А.П.	211
Влияние конструктивных параметров дефлекторной насадки с кольцевой канавкой на качество дождя	
Ожерельев В.Н., Сомин В.В.	217
Конструирование при формировании технической системы для возделывания земляники садовой в условиях брянской области	
Самсонов В.Л., Журавский А.В., Симонов Д.В.	223
Испытания материалов и технических систем	
Николаенко В.Л., Ковзан А.А., Шалыгин Н.Г., Николаенко В.Л.	230
Составное зубчатое колесо	
Алексеенко А.С., Цайц М.В.	234
Разработка роторного бильно-вычесывающего устройства льна	
Ужик В.Ф., Радомский А.Н.	241
К расчету мощности на привод разравнивающего устройства для сушильных установок	
Лабух В.М., Молчанов В.П.	246
Способ снижения накопления радиоизотопов сельскохозяйственными культурами	
Сысоев А.А.	249
Аналитические исследования и обзор технологий возделывания картофеля	
Титенок А.В., Титенок И.А.	255
Зубчатое зацепление	

Улахович А.Е.	260
Обоснование диаметра вальцов и их межцентрового расстояния расположения в вальцовом молотильном устройстве	
Шкуратов С.С., Гордеенко О.В.	266
Обоснование угла подъема растений стеблеподъем-ником жатки зерноуборочного комбайна	
Витупоренко В.С., Пузевич К.Л.	271
Система вентиляции в коровнике	

ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Козлов С.И., Бортник С.А.	276
Структурный анализ автоматизированных систем управления сельскохозяйственной техники	
Козлов С.И., Кузюр В.М.	281
Использование экспандера для переработки зерна ржи с целью повышения качества производства комбикормов	
Крупенин П.Ю., Гупало Д.К.	287
Экспериментальное определение тепловых потерь вакуумного насоса водокольцевого типа	
Ожерельев В.Н.	291
Результаты изучения размерно-весовых и инерционных параметров клубней картофеля	
Скрябин М.Л.	299
Упрочнение поршневых алюминиевых сплавов	
Скрябин М.Л.	304
Исследование камневидного излома литой стали у сельскохозяйственных машин	
Козарез И.В., Тюрева А.А., Осадчий Р.В.	310
Некоторые результаты натуральных испытаний восстановленных и упрочненных лемехов для глубокой вспашки	
Михайличенко С.М.	315
Сравнительный анализ хронометражных замеров и моделирования работы мобильного кормоцефа	

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Панова Т.В., Панов М.В.	322
Управление техносферной безопасностью в детских садах (на примере дс «Светлячек»)	
Медведева Ж.В., Белокурченко С.А., Дорохова Н.Д., Кобцева Л.В.	326
Проблема экологической безопасности при использовании пестицидов и агрохимикатов	

Кожевин С.А., Нестерова Н.В.	334
Биоэнергетика, как безопасность в техносфере	
Маринина Д.С., Шмидт З.В., Сидорович К.А., Сиволоб М.А., Полехина А.М.	338
Предохранительные и блокировочные устройства для самосвальных платформ	
Маринина Д.С., Шмидт З.В., Сидорович К.А., Сиволоб М.А., Полехина А.М.	348
Пожарная безопасность автоцистерн	
Маринина Д.С., Шмидт З.В., Сидорович К.А., Сиволоб М.А., Полехина А.М.	354
Пожарная безопасность автозаправочных станций региона	
Ромащенко М.М., Нестерова Н.В.	358
Промышленная очистка воды	
Сакович Н.Е., Самси С.С., Мазепин Н.В., Василенко П.В., Пригаро М.А.	363
Перспектива применения прицепных автопоездов большой габаритной длины	
Туманова Н.И., Кольпиков И.В.	372
О повышении уровня пожаробезопасности в общеобразовательном учреждении	
Туманова Н.И., Саханина Е.А.	378
Обеспечение безопасных условий труда в деревообрабатывающей промышленности	
Харченко А.С., Нестерова Н.В.	384
Альтернативная энергетика: замена углеводов на экологически безопасную энергию солнца	
Христофоров Е.Н., Прудникова С.С., Мазепин Н.В., Василенко П.В., Пригаро М.А.	387
К вопросу развития антиблокировочных систем	
Тищенко Е.В., Феськова Г.И.	400
Специфика мер безопасности при погрузке и выгрузке опасных грузов	

СОПУТСТВУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Антонов К.В.	406
К вопросу контроля глубины забоя при бурении боковых наклонно-направленных стволов скважин	
Вендин С.В., Ульяновцев Ю.Н.	412
Анализ свойств теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи	
Киндеев Е.А.	419
Исследование спектрального состава света от различных источников освещения	
Ромащенко М.М.	424

Промышленная очистка воды	
Фаррахова А.И., Косаева С.И., Антонов К.В.	429
Потенциал искусственных водохранилищ и русловых потоков территории Башкортостана	
Харченко А.С.	437
Альтернативная энергетика: замена углеводов на экологически безопасную энергию солнца	
Шустов А.Ф.	440
Социальные аспекты развития технической деятельности	
Дзубан В.И.	452
Породный состав подпологовых лесных культур после выборочных санитарных рубок	
Тищенко Е.В., Феськова Г.И.	456
Консольные краны и их безопасность	
Купреенко А.И., Исаев Х.М., Бычков И.Е.	462
Повышение эффективности загрузки емкостей сельскохозяйственного назначения	
Самусенко В.И., Орехова Г.В., Лавров В.И., Гапонова В.Е.	469
Математические модели напряженно-деформированного состояния конвейерной ленты	
Дьяченко А.В., Гринь А.М., Киселева Л.С., Слезко Е.И., Мышякова Н.В.	477
Кинематика процесса сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу	
Лукашук Л.В., Михеева В.Ю.	485
Проблемы обеспечения безопасности работающих при производстве сельскохозяйственных кормов	
Лукашук Л.В., Михеева В.Ю.	491
Анализ производственного травматизма при заготовке кормов	

CONTENT

TECHNICAL SYSTEMS IN AGRICULTURE AND PROCESSING PRODUCTION

Panova T.V., Panov M.V.	5
Mechanization of the composting process	
Astapenko I.M.	9
Analysis of plants for presowing treatment of seeds of agricultural crops	
Kuznetsova L.V.	13
Adapted technological map of growing corn for grain in the Kaluga region, taking into account its use in feeding cattle	
Ryzhko N.F., Ryzhko N.V., Ryzhko S.N., Karpova O.V.	20
Modernization and reconstruction of irrigated plots of the Saratov region	
Ozherelev V.N., Somin V.V.	28
Formation of a system of machines for the cultivation of strawberry in the farm	
Starovoytov S.I., Akhalaya B.Kh., Grin A.M.	34
Design features of a gas-jet radiator	
Surinsky D.O., Savchuk I.V., Basumatorova E.A.	39
Advantages of an integrated plant protection method against insect pests	
Panova T.V., Panov M.V.	45
Mechanization of the composting process	
Astapenko I.M.	51
Analysis of plants for presowing treatment of seeds of agricultural crops	
Kuznetsova L.V.	56
Adapted technological map of growing corn for grain in the Kaluga region, taking into account its use in feeding cattle	
Ryzhko N.F., Ryzhko N.V., Ryzhko S.N., Karpova O.V.	66
Modernization and reconstruction of irrigated plots of the Saratov region	
Ozherelev V.N., Somin V.V.	73
Formation of a system of machines for the cultivation of strawberry in the farm	

TECHNICAL SERVICE IN AIC

Valyuzhenich G.A.	82
Analysis of trends in the development of machines and technologies ecological compatible with the soil	
Nesterova N.V., Kamyshnikova E.M.	90
Vulcanization of tires as an environmental aspect of safety in the technosphere	

Korshunov V.Ya.	94
Evaluation of the efficiency of the energy efficiency of the processes of abrasive machining of parts in the manufacture and repair of engines and agricultural machinery	
Kuzmenko I.V.	101
Defects of bearing seats and their causes	
Nemtsev A.E., Demenok I.V., Kopteva I.V.	105
Requirements for the reliability of machines	
Shepherds A.G., Berezhnaya I.Sh., Kravchenko I.N.	111
Criterion approach to the choice of electrode for electric spark treatment	
Potapov S.V.	118
The operation of the main bearings during the start of the diesel engine	
Scriabin M.L.	125
Hardening of piston aluminum alloys	
Mikhailchenkova M.A., Kozhukhova N.Yu., Ryzhik V.N., Lavrov V.I.	130
The wear rate of plowshares of the company "Kun" with hardened area of the most likely wear	
Pitenov A.A., Puzevich K.L.	135
Light Ventilation Skate Washing System in the Barn	

PRODUCT TECHNOLOGY AND ORGANIZATION CATERING

Grashchenkov D.V., Werner A.V.	138
Optimization of multicomponent formulations for the organization of baby food	
Isaev S.Kh.	145
Drying unit of aerodynamic heating with helio-utilizer of warmth	
Gaponov V.E., Slezko E.I., Kiseleva L.S.	150
Some aspects of the consumption of milk and dairy products by university students	
Kokoreva L.A., Listratov N.A.	155
Resistant starch is a promising functional ingredient	

CONSTRUCTION, MATHEMATICAL METHODS AND COMPUTER TECHNOLOGIES IN ENGINEERING CALCULATIONS

Astakhov V.S., Petrovets V.R.	163
On the issue of developing wide-range sowing units using pneumatic systems of group dosing	
Kurzenkov S.V.	167
Determination of parameters and conditions for the formation of the flow of the bulk component in the vibrating working chamber of the mixing installation for preserving grain with a perforated distribution surface	

Petrovets V.R., Kurzenkov S.V., Dudko N.I., Grekov D.V.	179
Investigations of single-disk coulters with symmetrical double-sided ribs-furrows for narrow sowing	
Petrovets V.R., Il'in V.I., Gaidukov V.A.	189
Determination of the dependence of the groove depth of a single-disk coulter with an anchor-packer roller on the angle of attack of the disk, its inclination and the force of the pressure spring	
Mishchenko V.Ya., Shcherbakova M.P., Berezina L.V., Ph.D. Mishchenko E.V.	194
Development of a computer program for simulation modeling of the main lever mechanism of the sieve	
Mishchenko V.Ya., Shcherbakova M.P., Berezina L.V., Mishchenko E.V.	200
Development of ACS by quadrocopter drives with constant thrust vectoring for the agro-industrial complex	
Sidorov S.A.	205
Justification of the height of the installation of the spray when combining mechanical and chemical processing operations ridges	
Slyusarenko V.V., Rusinov A.V., Akpasov A.P.	211
Influence of the design parameters of the deflector nozzle with a ring groove on the quality of rain	
Ozherelev V.N., Somin V.V.	217
Designing the formation of the technical system for the cultivation of strawberry in the Bryansk region	
Samsonov V.L., Zhuravsky A.V., Simonov D.V.	223
Tests of materials and technical systems	
Kovzan A.A., Shalygin N.G., Nikolaenko V.L.	230
Composite gear wheel	
Alekseenko A.S., Zeitz M.V.	234
Development of a rotary flax trimmer	
Uzhik V.F., Radomsky A.N.	241
To the calculation of power for the drive leveling device for drying plants	
Labuh V.M., Molchanov V.P.	246
The way to reduce the accumulation of radioisotopes crops	
Sysoev A.A.	249
Analytical research and review of potato cultivation technologies	
Titenok A.V., Titenok I.A.	255
Toothed gearing	
Ulakhovich A.E.	260
Substantiation of the diameter of the rollers and their center-to-center distance in the roller threshing device	
Shkuratov S.S., Gordeenko O.V.	266
Justification of the angle of lifting of plants with stem lifting-nick of combine harvester combine	

Vituporenko V.S., Puzevich K.L.	271
The ventilation system in the barn	

TESTS MATERIALS AND TECHNICAL SYSTEMS

Kozlov S.I., Bortnik S.A.	276
Structural analysis of automated control systems for agricultural machinery	
Kozlov S.I., Kuzyur V.M.	281
The use of an expander for processing rye grain to improve the quality of feed production	
Krupenin P. Yu., Gupalo D.K.	287
Experimental determination of heat losses of a water ring vacuum pump	
Ozherelev V.N.	291
The results of the study of the size-weight and inertial parameters of potato tubers	
Scriabin M.L.	299
Hardening of piston aluminum alloys	
Scriabin M.L.	304
Investigation of stone-shaped fracture of cast steel in agricultural machinery	
Mikhailchenkova M.A., Kozhukhova N.Yu., Ryzhik V.N., Lavrov V.I.	310
The wear rate of plowshares of the company "Kun" with hardened area of the most likely wear	
Mikhaylichenko S.M.	315
Comparative analysis of timing measurements and modeling of the mobile feed shop	

ECOLOGY AND SAFETY IN THE TECHNOSPHERE

Panova T.V., Panov M.V.	322
Technosphere safety management in kindergartens	
Medvedeva Z.V., Belokurenko S.A., Dorokhova N.D., Kobtseva L.V.	326
The problem of environmental safety when using pesticides and agrochemicals	
Kozhevin S.A., Nesterova N.V.	334
Bioenergy, as Safety in the Technosphere	
Marinina D.S., Shmidt Z.V., Sidorovich K.A., Sivolob M.A., Polekhina A.M.	338
Safety and interlocking devices for dumping platforms	
Marinina D.S., Shmidt Z.V., Sidorovich K.A., Sivolob M.A., Polekhina A.M.	348
Fire safety of tank trucks	

Marinina D.S., Shmidt Z.V., Sidorovich K.A., Sivolob M.A., Polekhina A.M.	354
Fire safety of gas stations in the region	
Romashchenko M.M., Nesterova N.V.	359
Industrial water treatment	
Sakovich N.E., Samsi S.S., Mazepin N.V., Vasilenko P.V., Prigaro M.A.	363
The prospect of using towed trailers of large overall length	
Tumanova N.I., Kolpikov I.V.	372
On increasing the level of fire safety in the educational institution	
Tumanova N.I., Sakhanina E.A.	378
Ensuring safe working conditions in the woodworking industry	
Kharchenko A.S., Nesterova N.V.	384
Alternative Energy: Replacing Hydrocarbons for Environmentally Safe Energy of the Sun	
Khristoforov E.N., Prudnikova S.S., Mazepin N.V., Vasilenko P.V.	387
To the issue of the development of anti-lock systems	
Tishchenko E.V., Feskova G.I.	400
Specific security measures for the loading and unloading of dangerous goods	

RELATED MATERIALS

Antonov K.V.	406
To the issue of control of the bottomhole depth when drilling lateral directional wellsholes	
Vendin S.V., Ulyantsev Yu.N.	412
Analysis of the properties of thermal insulation materials for the conditions of unsteady heat transfer	
Kindeev E.A.	419
The study of the spectral composition of light from various sources of illumination	
Romashchenko M.M.	424
Industrial water treatment	
Farrakhova A.I., Kosaeva S.I., Antonov K.V.	429
Potential of artificial reservoirs and channel flows of the territory of Bashkortostan	
Kharchenko A.S.	437
Alternative energy: replacement of hydrocarbons for environmentally safe energy of the sun	
Shustov A.F.	440
Social aspects of the development of technical activities	
Dzuban V.I.	452
Species composition of subsurface forest crops after selective sanitary logging	

Tishchenko E.V., Feskova G.I.	
Console cranes and their safety	461
Kupreenko A.I., Isaev Kh.M., Bychkov I.E.	
Improving the efficiency of loading agricultural containers	462
Samusenko V.I., Orekhova G.V., Lavrov V.I., Gaponova V.E.	469
Mathematical models of the stress-strain state of the conveyor belt	
Dyachenko A.V., Grin A.M., Kiseleva L.S., Slezko E.I., Mysshakova N.V.	477
Kinematics of the folding process of a tubular conveyor belt into a pipe	
Lukashuk L.V., Mikheeva V.Yu.	485
Problems of ensuring the safety of agricultural feed	
Lukashuk L.V., Mikheeva V.Yu.	491
Analysis of occupational injuries during feed preparation	

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ
МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

Инженерно-технологический институт

Редактор Павлютина И.П.
Компьютерная верстка Феськов С.А.

ISBN 978-5-88517-169-4



9 785885 171694

Подписано к печати 15.07.2019 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 29,69. Тираж 1000 экз. Изд. № 6418.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ