

**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*

**Брянск 2020**

УДК 631.3.001.66 (082)

ББК 40.72

К 65

Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных работ. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. – 254 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 32 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, 2020

© Брянский ГАУ, 2020

**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 2020**

UDK 631.3.001.66 (082)  
BBK 40.72  
K 65

DESIGN, USE AND AGRICULTURAL MACHINERY SAFETY. COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS. - BRYANSK: BRYANSK STATE UNIVERSITY OF AGRICULTURE PUBLISHER, 2020. - 254 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 ex. 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, 2020

© Bryansk State Agricultural University, 2020

## **ВЛИЯНИЕ ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРМОВОГО ЭНЕРГОСАХАРОПРОТЕИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА**

*д.т.н. Купреенко А.И., к.с-х.н. Гапонова В.Е.  
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **INFLUENCE OF EXTRUSION PROCESSING ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF FODDER ENERGY SUGAR-PROTEIN CONCENTRATE**

*Doctor of Technical Sciences Kupreenko A.I., Candidate of Agricultural Sciences  
Gaponova V.E.  
Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация.** В статье приводятся результаты исследований по оценке влияния экструзионной обработки на химический состав кормового энергосахаропротеинового концентрата и показана её положительная эффективность как кормой добавки.

**Annotation.** The article presents the results of studies evaluating the effect of extrusion processing on the chemical composition of fodder energy sugar-sugar protein concentrate and shows its positive effectiveness as a feed additive.

**Ключевые слова:** люпин, экструдирование, тритикале, протеин, рапс, птица.

**Key words:** *lupine, extrusion, triticale, protein, canola, poultry*

### **Введение. Постановка задачи.**

Разработка новых и совершенствование известных протеиновых кормовых добавок следует отнести к одному из определяющих направлений кормопроизводства, т.к. наличие белковой составляющей в кормах оказывает главенствующее влияние на обмен веществ у животных, птицы [1,2] и соответственно на выход мясной продукции [3,4]. Вследствие этого специалисты уделяют большое внимание составу протеиновых добавок и технологиям их приготовления с точки зрения достижения максимальной эффективности скармливания [5,6]. Особое место в этом случае занимает экструзионная обработка составляющих протеиновых добавок и в частности энергосахаропротеинового концентрата [7]. Однако исследования данного вопроса далеки от завершения [8,9].

Поэтому задачей представляемых изысканий является выявление влияния экструзионной обработки на химический состав кормового энергосахаропротеинового концентрата.

## **Методика исследований**

В экспериментах использовался энергосахаропротеиновый концентрат на основе следующих компонентов: люпина в оболочке и без нее, рапса озимого тритикале.

Сравнительную оценку изучаемых компонентов энергосахаропротеинового концентрата проводили путем определения химического состава в лаборатории физиологии ГНУ ВНИИ люпина.

Зерно и семядоли люпина были подвергнуты экструдированию на установке ЭТР-15/11-К. Температура в напорной части, в зоне наивысшего нагрева продукта 110-170<sup>0</sup> С, давление в напорной части (4-6 МПа), время обработки корма в режиме экструдирования 3-4 с. Измельчение проводилось на кормодробилке КД-2А.

Основным деталями экструдера являются: шнек, лопатки, пальцы.

Шнек забирает исходный материал, поступающий в загрузочную горловину. В канале шнека частицы транспортируются, плавятся и пластицируются, затем равномерно подаются в виде гомогенного расплава к головке. Наряду с плавлением происходят процессы генерирования давления и смешивания материала. Продвигаясь по напорному каналу, материал разогревается за счет работы сил внутреннего трения.

По характеру процессов, протекающих на каждом участке шнека его обычно можно разделить по длине на три зоны; питания или загрузочная; сжатия или плавления (пластикация); дозирующая или смешивания.

В зону загрузки концентрат попадает при комнатной температуре в дисперсном состоянии. По мере продвижения он уплотняется и вследствие работы сил трения происходит нагрев до температуры от 60 до 80<sup>0</sup> С. При такой температуре и содержании воды до 30% биополимеры пластифицируются и переходят из стеклообразного состояния в высокоэластическое.

При горячем экструдировании за зоной пластификации образуется зона плавления, в которой температура поддерживается в пределах от 120 до 170<sup>0</sup> С, материал переходит в вязко-текучее состояние, образуя расплав биополимеров.

Под действием высокой температуры, значительных механических усилий и сжатия и сдвига происходит разрушение полимерной структуры основных компонентов крахмалосодержащего сырья: денатурация нативных (нежелатинизированных) белков и декстринизация крахмалов. При этом кристаллические области способных к кристаллизации биополимеров, например амилозы и амилопектина в составе крахмала, плавятся, а аморфные переходят из высокоэластического состояния в вязко-текучее.

В зоне дозирования завершаются процессы перехода биополимеров в вязко-текучее состояние. В начале зоны дозирования температура материала практически равна температуре плавления. Продвигаясь в зоне дозирования, продукт продолжает разогреваться до температуры экструзии. Одновременно идет процесс гомогенизации расплава. Происходит окончательное расплавление мелких не расплавившихся в зоне плавления включений и выравнивание температурного поля.

Наиболее интенсивно структурообразование расплавов биополимеров протекает под действием сил сдвига и сжатия в головке экструдера, что обусловлено изменением реологических условий течения в этих зонах.

Функциональные свойства экструзионных продуктов определены параметрами экструзионного сырья и параметрами процесса экструдирования. Установлено, что функциональные свойства экструзионных продуктов определены переданной энергосахаропротеиновым концентратом удельной механической и тепловой энергией, а также временем пребывания частиц экструдированного сырья в канале экструдера. В свою очередь, эти параметры зависят от параметров процесса - производительности экструдера, угловой скорости лопаток и их геометрии, размеров структурирующих фильер, температуры проведения процесса, влажности экструдированного сырья, его химического и гранулометрического состава.

Параметры процесса контролировали как в период проведения процесса, так и на стадии подготовки сырья. Были установлены значимые функции насыпной массы и индекса расширения от параметров процесса: влажности экструдированного сырья, максимальной температуры проведения процесса экструдирования, степени сжатия материала, диаметра фильеры [10, 11].

Исходные и обработанные образцы зерна были проанализированы по следующим показателям: сухое вещество, сырой протеин, сырой жир, сырая зола, сырая.

### **Результаты экспериментальных исследований**

Снятия оболочки люпина приводит к изменению его химического состава. Так содержание клетчатки в семядолях люпина, после снятия оболочки, снизилось с 14,97% до 1,91%. Содержание сырого протеина после снятия оболочки увеличилось с 32,3 до 37,9%. Подобная закономерность прослеживается и по остальным питательным веществам. Например, содержание жира увеличилось с 5,17 до 6,51%, золы с 3,25 до 3,45%, кальция с 0,41 до 0,61%, фосфора с 0,48 до 0,67% и азота с 4,69 до 5,51%, что положительно отразилось на структуре изготовленного на основе отшелушенного люпина энергосахаропротеинового концентрата.

Для изготовления энергосахаропротеинового концентрата был использован тритикале. Отличительная особенность, которого по сравнению с пшеницей, это высокое содержание сырого протеина. В котором содержание лизина составило 1,2 % это выше чем в других злаковых. Что немало важно при составлении рационов для птицы. Содержание сырого жира составило 1,85%, кальция 0,18%, фосфора 0,36%. Другая, очень важная особенность этой культуры – относительно высокая энергетическая насыщенность (285 ккал/100 г), по которой она уступает кукурузе (330 ккал/100 г). Так же в сравнении со злаковыми культурами тритикале содержит меньше ингибиторов роста или антипитательных факторов. Содержание глюкозидов, мг/г: пшеница – 16, рожь – 39, тритикале – 14.

Семена рапса также являются ценным компонентом энергосахаропротеинового концентрата, так как в муке из семян рапса, по результатам биохимического анализа, содержится 21% протеина, 43,71% жира, 14% клетчатки, 4,17% золы, 0,5% кальция, и 0,78% фосфора. В составе протеина рапса содержится лизина 0,55%, метионина 2,3% и цистина 8%. Поэтому рапс по праву считается культурой, участвующей в решении белковой проблемы в кормопроизводстве.

Сырой жир рапса содержит незаменимые полиненасыщенные жирные кис-



лоты линолевую 25%, линоленовую 10% которыми и определяется биологическая полноценность жиров. Являясь при этом концентрированным источником энергии для энергосахаропротеинового концентрата. Благодаря чему энергосахаропротеиновый концентрат становится энергетически обогащенным.

По результатам биохимического анализа определили оптимальное соотношение компонентов в структуре энергосахаропротеинового концентрата, где на долю люпина приходится 70%, рапса 25% и тритикале 5% с различными способами технологической обработки люпина и смеси в целом.

Проведенные биохимические исследования измельченного энергосахаропротеинового концентрата с оболочкой люпина и без, указывают на более высокую питательную ценность энергосахаропротеинового концентрата в составе, которого присутствовал люпин без оболочки. Это вызвано в частности значительным снижением содержания клетчатки в его структуре. Так, содержание клетчатки в энергосахаропротеиновом концентрате с люпином в оболочке составило 10,94 % тогда как энергосахаропротеиновый концентрат в составе, которого присутствовал люпин без оболочки уровень клетчатки был в пределах 2,48%, содержание сырого протеина в энергосахаропротеиновом концентрате с люпином без оболочки было выше и составило 33,2%, а с люпином в оболочке 31,7%. Подобная закономерность прослеживается и по остальным питательным веществам. Наличие сырого жира в энергосахаропротеиновом концентрате увеличилось с 14,64% - в оболочке до 15,58% без оболочки, сырой золы с 3,41 до 3,55%, кальция с 1,23 до 1,46%, фосфора от 0,47 до 0,63%.

Энергосахаропротеиновый концентрат подвергнутый обработке на экструдере отличался от измельченного повышенной питательностью. Это вызвано более глубокими качественными изменениями в органическом и не органическом веществе компонента. Где, к примеру, содержание клетчатки в экструдированном энергосахаропротеиновом концентрате с люпином в оболочке было ниже на 1,94% в отличие от измельченного. Соответственно с люпином без оболочки содержание клетчатки было ниже 1,5%. Положительное влияние экструзия оказала и на содержание остальных питательных веществ в сухом веществе. Где сырой

протеин в экструдированном энергосахаропротеиновом концентрате с люпином в оболочке был выше на 0,22% в отличие от аналогичного измельченного, в экструдированном без оболочки содержание сырого протеина выше по отношению к измельченному на 4,2%.

Содержание сахара в экструдированном энергосахаропротеиновом концентрате с люпином в оболочке увеличилось с 6 до 9,7% или на 3,7% по отношению к измельченному. В экструдированном энергосахаропротеиновом концентрате с люпином без оболочки соответственно увеличилось с 8,0 до 16,4%.

Положительное влияние на структуру экструдированного энергосахаропротеинового концентрата оказало также предварительное шелушение люпина. Позволившее в экструдированном энергосахаропротеиновом концентрате с люпином без оболочки снизить содержание клетчатки с 9% до 0,98% или на 8,02% чем в экструдированном с оболочкой. Увеличить содержание сырого протеина в экструдированном энергосахаропротеиновом концентрате с люпином без оболочки с 32% до 37,38%. Соответственно сырого жира с 12% до 14%. Сахара с 9,7% с люпином без оболочки до 16,4%.

Как экструдированный, так и не экструдированный энергосахаропротеиновый концентрат представляет и протеино-концентрированный компонент комбикормов, но после экструдирования он приобретает приятный вкус и запах, что повышает поедаемость его птицей.

## **Выводы**

1. Представлен анализ протеиновой кормовой добавки, путем изучения влияния экструзионной обработки на химический состав кормового энергосахаропротеинового концентрата.

2. Энергосахаропротеиновый концентрат подвергнутый обработке на экструдере отличался от измельченного повышенной питательностью, что можно проследить на примере клетчатки, содержание которой в экструдированном энергосахаропротеиновом концентрате с люпином в оболочке было ниже на 1,94% в отличие от измельченного.

3. Отмечается увеличение содержания сахара в экструдированном

энергосахаропротеиновом концентрате с люпином в оболочке, которое будет оказывать положительное влияние на пищеварительную систему, как у сельскохозяйственных животных, так и у птицы, повышая тем самым плотность энергии рациона.

4. Включение в рацион сельскохозяйственных животных и птицы энергосахаропротеинового концентрата позволит улучшить физиологическое состояние, повысить мясную продуктивность, сохранность, а так же улучшить энерго-протеиновую обеспеченность рационов.

### Литература

1. Физиологическое обоснование использования энергосахаропротеинового концентрата в рационах цыплят-бройлеров / С.Е. Ермаков, Г.Н. Бобкова, Е.И. Слезко, А.А. Менькова // Ветеринария и кормление. 2012. № 6. С. 54-56.
2. Слезко Е.И., Менькова А.А. Влияние протеино-энергетического концентрата на мясную продуктивность цыплят-бройлеров кросса "Смена-4" // Вестник Орел ГАУ. 2012. № 1 (34). С. 117-118.
3. Дьяченко О.В., Дронов А.В., Слёзко Е.И. Возделывание многолетних травосмесей как способ эффективного обеспечения кормопроизводства Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 6 (58). С. 29-33.
4. Дронов А.В., Дьяченко О.В., Слёзко Е.И. Роль многолетних травосмесей в кормопроизводстве Брянской области // Агроконсультант. 2016. № 6. С. 10-13.
5. Слезко Е.И. Физиологическое обоснование использования энергосахаропротеинового концентрата в рационах цыплят-бройлеров: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородская ГСХА, 2012. 24 с.
6. Менькова А.А. Влияние уровня минерального питания на переваримость и использование ремонтными телками питательных веществ рационов // Агроконсультант. 2011. № 3. С. 45-49.
7. Установка для мокрого шелушения семян сои и люпина / А.И. Купреенко, В.Е. Гапонова, Е.И. Слезко, О.Н. Кондрашова // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 12-13.
8. Артёмов И.В., Велибеков Э.Б. Интенсивные технологии производства, заготовки и использования высокобелковых рапсовых кормов в животноводстве // Кормопроизводство. 2003. № 9. С. 15-19.
9. Романов Г.А. Животноводству полнорационные корма. М.: «Астра-полиграфия», 2009. С. 402.
10. Новый кормовой продукт из зерна люпина. / И.П. Такунова, Е.А. Ефименко, А.П. Каплицкий и др. // Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2004. С. 156-161.
11. Ханин В.П. Ресурсосберегающий процесс экструзионной обработки зернового сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Оренбург: Изд-во ОГУ, 1999. 19 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

*магистр техн. наук, Сысоев А.А.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

## RESEARCH AND OVERVIEW OF FOREIGN POTATO HARVESTING TECHNOLOGIES

*Sysoev A.A., Master of Engineering Sciences, Senior Lecturer*

*Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus*

**Аннотация.** Рассмотрены некоторые зарубежные технологии возделывания картофеля. Рациональный выбор и разработка технологии возделывания картофеля должна учитывать почвенно-климатические условия, сортовые и биологические особенности культуры, грамотный выбор и настройку используемых машинно-тракторных агрегатов, точный расчёт необходимых доз внесения удобрений.

**Annotation.** Some foreign potato cultivation technologies are considered. The rational choice and development of technology for the cultivation of potatoes should take into account the soil and climatic conditions, varietal and biological characteristics of the culture, the competent selection and tuning of the used machine and tractor units.

**Ключевые слова:** технология, посадка, гребнеобразование, семена.

**Key words:** technology, planting, combing, seeds.

### **Введение**

Технология возделывания картофеля – комплекс организационно-технических мероприятий, выполняемых в строго определенной последовательности с целью получения максимального урожая высококачественных клубней, сохранения плодородия почв и рационального использования энергоресурсов. Разнообразие почвенно-климатических условий, в которых возделывается картофель, привело к разработке и применению значительного числа технологий. Они отличаются использованием междурядий различной ширины, применением сельскохозяйственных машин и рабочих органов разных конструктивных решений; кроме этого предлагаемый аналитический обзор будет полезен в аспекте развития высшего технического образования [1; 2].

### **Аналитический обзор**

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования. Картофель можно выращивать после всех сельскохозяй-

ственных растений. Однако лучшие предшественники для него – озимые зерновые, зернобобовые культуры, оборот пласта многолетних трав, пласт многолетних трав (если поля не заражены проволочником). При внесении удобрений под картофель влияние предшественника на урожай сглаживается.

При обработке почвы для возделывания картофеля требуется создать оптимальный водно-воздушный и питательный режимы, объем гребня, плотность и комковатость в зоне клубнеобразования растений, равномерно распределить органические и минеральные удобрения, уничтожить сорные растения.

Основные этапы подготовки почвы: разделка стерни, вспашка, предпосадочная культивация, нарезка гребней.

Вспашку почвы проводят при внесении органических и минеральных удобрений, возделывании промежуточных культур, на сильно засоренных корневищными сорняками полях внесение глифосатсодержащих гербицидов.

Органические удобрения вносят под предшествующую культуру или осенью в норме 40-60 т/га. Запашка сидеральных культур (редька масличная, рапс, озимая рожь, люпин узколистный) с урожайностью более 200 ц/га эквивалентна внесению 30 т/га органических удобрений. Использование сидератов по фитосанитарным показателям и влиянию на качество клубней предпочтительнее использования органических удобрений.

Нарезку гребней проводят за 3-7 дней до посадки. На легких почвах нарезка гребней нецелесообразна.

Подготовка посадочного материала включает сортировку, калибрование, проращивание, протравливание и обработки клубней стимулирующими веществами. Семенной материал сортируют на фракции по наибольшему поперечному диаметру. Воздушно-тепловой обогрев проводят в течение 10-14 дней. Протравливание проводят за несколько дней до посадки или во время ее.

Оптимальный срок посадки – когда почва на глубине 10-12 см прогреется до +7...+8°C. Проводят посадку поперек направления предпосадочной обработки почвы, лучше всего – с севера на юг; на полях со склонами более 7° – вдоль склона.

Каждый сорт картофеля необходимо высаживать на одном поле в самые короткие сроки (не более 7-8 дней), так как в противном случае обработки растений фунгицидами будут недостаточно эффективны. Способ посадки – рядовой с междурядьями 70 см, в перспективе – 90 см.

Первое довсходовое рыхление междурядий проводят через 5-6 дней после посадки для уничтожения основной массы однолетних сорняков. Вторая обработка – через 6-8 дней после первой до внесения почвенных гербицидов. Третью междурядную обработку на посадках продовольственного и технического картофеля проводят на легких перед смыканием ботвы в междурядьях с целью высокого окучевания и рыхления почвы.

Наиболее распространенными и вредоносными на посадках картофеля являются болезни: фитофтороз, альтернариоз, ризоктониоз, виды парши, черная ножка; вредители: колорадский жук, тли, проволочники.

В зависимости от сорта и погодных условий проводят не менее 1-2 опрыскиваний против колорадского жука. Против фитофтороза проводят 2-5 опрыскиваний: в годы депрессивного развития болезни достаточно двух.

При совпадении сроков обработок против колорадского жука и фитофтороза в суспензии фунгицидов добавляют инсектицид.[3].

*Выращивание картофеля по голландской технологии.* В Западно-Европейских странах с развитым картофелеводством используют голландскую технологию выращивания картофеля. Важное условие выращивания картофеля по голландской технологии – высокая обеспеченность растений картофеля элементами минерального питания. Под картофель отводят участки с содержанием гумуса не менее 2,0-2,5%. Органические удобрения вносят пол предшествующую культуру или пол зябь в лозе 70-100 т/га. Минеральные удобрения вносят только в разброс с последующей неглубокой заделкой в почву. Дозы их по рекомендациям разных фирм в пределах: азота 100-180, фосфора – 120-200 и калия – 150-200 кг/га. Особое внимание обращают на равномерность распределения органических и минеральных удобрений.

При выборе предшественника картофеля предпочтение отдают озимым

зерновым культурам. Картофель на одном поле допускается размещать не ранее, чем через 3-4 года.

Основная обработка почвы включает раннюю зяблевую вспашку и осеннюю культивацию. Вспашку проводят оборотным плугом фирмы «Lemken» (без образования свальных и развальных борозд).

По рекомендациям специалистов некоторых фирм весеннее боронование зяби с целью закрытия влаги не проводят, что дает возможность ускорить подсыхание верхнего слоя почвы. Предпосадочная обработка почвы выполняется фрезерными культиваторами типа «Dominator» с вертикальным вращением ножей. Этот агрегат выполняет одновременно три операции: фрезерование на глубину около 12-14 см, планировку и прикатывание почвы.

Для посадки используют семенные клубни высокой репродукции, 100% сортовой чистоты и всхожести, в диаметре 30-60 мм. Специалисты голландских фирм особое внимание обращают на необходимость проращивания клубней. При посадке ростки должны иметь длину 2-5 мм. Протравливание семенных клубней – обязательный прием технологии в целях борьбы с грибными и бактериальными болезнями.

Посадку картофеля проводят 4-рядными машинами («Structural», «Cramer») с междурядьями 75 см. Норма посадки дифференцируется в зависимости от сорта, назначения посадок и размера посадочных клубней от 40 до 100 тыс. клубней на 1 га (2,7-6,7 т/га). Клубни располагаются в гребне на глубине 4-6 см. Заделывающие диски сажалки формируют гребень высотой 8-10 см и шириной в основании 10-15 см. Остальную часть почвы в междурядьях используют для последующего формирования более объемной гребни при уходе. Междурядную обработку проводят на 14-18-й день после посадки. К этому времени прорастает большинство сорняков, расположенных в верхнем слое почвы, а ростки клубня приближаются к поверхности гребня. Агрегат по уходу представляет собой фрезерный культиватор с гребнеобразователем («Rumptstad» или «Амас»). Фрезерная почва из междурядий гребнеобразователем формируется в трапециевидный гребень высотой 23...25 см, шириной в основании 75 см, по

вершине 15-17 см с площадью поперечного сечения гребня 950-1000 см<sup>2</sup>. После гребнеобразования другие междурядные обработки почвы не проводят.

В борьбе с фитофторозом проводят 5-6 обработок. Для борьбы с колорадским жуком используют высокоэффективные препараты.

Уборке картофеля предшествует уничтожение ботвы химическим способом (десикация), механическое удаление ее или сочетание этих двух операций. После уничтожения ботвы клубни выдерживают в почве 10 и более дней, что способствует получению зрелых, здоровых клубней с окрепшей кожурой. Убирают картофель комбайном фирмы «Амас» или ККУ-2А, КПК-3 [4].

*Выращивание картофеля в Китайской Народной Республике.* По заявлению министерства, в ближайшие годы картофель будет занимать до 30% в продовольственной структуре Китайской Народной Республики, став в один ряд с пшеницей, рисом и кукурузой. Если в последнее время урожаи кукурузы, риса и пшеницы ограничены площадью посадок и водными ресурсами, то картофель становится лучшим выходом для дальнейшего обеспечения продовольственной безопасности. Если рассмотреть динамику производства картофеля, то лидером будет являться Китай.

Китайцы для выращивания картофеля применяют мульчирующую пленку. При правильном использовании оказывает только положительное влияние на качество почвы и полученный урожай. Почву покрывают специальной плёнкой с целью защиты от сорных трав или получения высокой урожайности.

Покрывание обладает рядом полезных свойств:

- Удерживает в земле влагу.
- Не даёт прорасти большому количеству сорняков, что экономит гербициды.
- Сохраняет почву рыхлой, пропускает воздух для проветривания.
- Не даёт промерзнуть грунту в зимнее время и не допускает избыточного перегрева в весенне-летний сезон. Диапазон действия от –40 до +50 градусов.
- Растения имеют большее количество придаточных корней.
- Полученный урожай имеет хороший товарный вид: ягоды не касаются земли, не гниют и не загрязняются.



– Ускоряет сроки созревания ягод и овощей, а некоторые виды материала наоборот, замедляют при необходимости.

В Китае применяют специальную картофелесажалку, которая проводит покрытие мульчирующей пленкой, края которой засыпаются почвой, делает отверстия пленки для выхода ростков в шахматном порядке и укладывают подготовленные клубни для посадки в эти лунки. Некоторые картофелесажалки вносят с картошкой и минеральные удобрения.

Китайцы внимательно относятся к подготовке клубней к посадке. Лучше всего подходят корнеплоды размером с яйцо курицы.

Чтобы активизировать рост глазков, весной картофель подвергают тепловому шоку. Его достают из прохлады и темноты. Затем раскладывают в светлом и тёмном помещении, но вдали от батарей. Позеленевшие клубни с ростками готовы к высадке.

Китайский метод выращивания картошки интересный и необычный. У него есть несомненные плюсы:

- достаточно небольшого участка земли;
- хватит малого количества клубней для посадки;
- не требуется прополка и окучивание;
- реже полив;
- без усилий удаётся защитить кусты от колорадского жука.

Однако посадка по-китайски имеет и недостатки. И самый большой минус – этот метод не гарантирует огромный урожай. Однако это не мешает быть лидером по производству картофеля.

*Выращивание картофеля по широкозахватной технологии (США).* В Северной Америке картофель выращивается преимущественно на легких почвах с 2-, 3-, 4-годовым севооборотом. В последние годы наблюдается тенденция к увеличению временного интервала посадки картофеля в рамках севооборота, в целях улучшения контроля за накапливающимися в почве возбудителями болезней, сорняками, борьбы с уплотнением почвы, а также для стабилизации гумусного баланса. Обработку почвы под картофель обычно начинают осенью.

Для предотвращения ветровой эрозии с помощью дискового культиватора в почву подмешиваются органические остатки предшествующих культур [5]. Следующий шаг – рыхление почвы на глубину 30–40 см с помощью комбинированного тяжелого культиватора. При этом расстояние между лапами последнего ряда разрыхляющих лап культиватора обычно соответствует ширине междурядий при посадке картофеля. При этом расстояние между лапами последнего ряда разрыхляющих лап культиватора обычно соответствует ширине междурядий при посадке картофеля, одновременно производится также и гребнеобразование. Глубокое рыхление почвы производится, как правило, весной, но многие все чаще переносят этот рабочий процесс на осень во избежание возникновения пиковой нагрузки во время весенних работ по подготовке поля к посадке. Внесение удобрений проводится за несколько рабочих операций. 30–50% азотного удобрения, а также значительная часть других питательных веществ вносится до посадки картофеля. С учетом особенностей местности, применяются следующие варианты:

- внесение жидких удобрений или гранулированных удобрений картофелесажалкой при посадке;
- внесение гранул непосредственно перед гребнеобразованием;
- внесение жидких растворов удобрений при поливе с применением ирригационной системы.

В качестве семенного материала почти всегда применяется разрезанный картофель массой 1,5–2,5 унции (43–71 грамм).

Для посадки картофеля используются в основном шести или восьми рядные картофелепосадочные машины, нередко встречаются также и 12-рядные машины. Для уменьшения время простоя машины на краю поля во время заполнения сажалок семенным материалом, наиболее популярными являются телескопические транспортеры-загрузчики. Особенностью американских картофелесажалок, является применение полунавесной системы для агрегатирования с тракторами. Основная нагрузка приходится на опорные колеса с поворачиваемой осью и нижние тяги трактора. За счет этого обеспечивается малый радиус пово-

рота приподнятой впереди машины в конце гона. Кроме того, большая часть американских картофелепосадочных машин имеет расположенные перед высаживающими агрегатами подающие транспортеры с сенсорным управлением, с помощью которых достигается равномерная подача клубней из бункера.

При возделывании картофеля американскими фермерами используется система GPS, являющаяся частью стандартного оснащения тракторов. При этом следует различать два основных вида применения этой системы:

а) управление трактором, а также и картофелепосадочной машиной, окучником, полевым опрыскивателем или картофелеуборочным комбайном; при этом во всех рабочих проходах выставляются заданные параметры движения.

б) регулирование дозы внесения удобрений, жидких пестицидов или же количества высаживаемого семенного материала в соответствии с картой плодородия обрабатываемой площади.

За последние годы широкозахватная технология возделывания картофеля на междурядье 90 см с применением американской техники, все более активно распространяется среди Российских сельхозпроизводителей в различных регионах России. Опыт работы последних лет с американским оборудованием показал значительные преимущества над европейскими аналогами, подтвердив их высокую производительность и надежность, простоту в эксплуатации и обслуживании, бережное отношение к картофелю [5].

### **Заключение**

Анализ показывает схожую направленность развития приведенных технологий, однако существуют и глобальные отличия в подходах к производственным процессам возделывания картофеля в той или иной местности. Особенности технологий основаны на различии почвенных и климатических условий, уровня интенсификации и объемов производства, плодородия почвы и фона питания, применение селекционных сортов, качества семян, назначения продукции и других условий.

При выборе и разработке технологии возделывания картофеля необходимо стремиться к экономии затрат труда и денежных средств, снижению уплотнения почвы, сокращению количества обработок посевов, не допускать внесения по-

вышенных доз органических и минеральных удобрений, применению районированных сортов высокой селекции. Приведенные цели можно достичь за счёт применения современных комбинированных агрегатов, применения интегрированной защиты семян и растений, рациональный выбор предшественника и сортов, использование минимальной и нулевой обработки почвы.

### Литература

1. Шустов А.Ф., Шустова Г.А. Методические основания гуманитаризации высшего технического образования // Трансформация экономики региона в условиях инновационного развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. С. 287-290.
2. Клименко В.И., Петровец В.Р., Чайчиц Н.В. Славянская технология и машины для возделывания картофеля: монография. Горки: Изд-во Белорусская ГСХА, 2008. 192 с.
3. Разведение с основами частной зоотехнии / С.Е. Яковлева, В.В. Кривопушкин, В.Е. Гапонова, А.Е. Рябичева // Метод. пособие по прохождению учеб. практики по разведению с основами частной зоотехнии. Брянск, 2013. 50 с.
4. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / В.С. Некляев и др.; под ред. В.С. Некляева. М.: «Былина», 2000. 555 с.
5. Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: сб. науч. работ междунар. науч.-техн. конф. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2013. С. 16-20.
6. Техника для возделывания картофеля и овощей. [Электронный ресурс] // ООО «Агроинжиниринговая компания», 2018. – Режим доступа: <http://www.aecomp.ru/cultivation.php>. Дата доступа: 06.03.2020.
7. Картофель: биология и технологии возделывания / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, М.В. Котиков, Богомаз О.А., А.В. Богомаз; под общ. ред. В.Е. Торикова и Н.М. Белоуса. Брянск, 2010.

УДК 633.1 (470.318)

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР (НА ПРИМЕРЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

*к.э.н. Кузнецова Л.В.*

*Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Россия*

## TECHNOLOGICAL CARD OF CULTIVATION OF GRAIN CEREAL CROPS (ON THE EXAMPLE OF KALUGA REGION)

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

**Аннотация.** Научная новизна работы состоит в том, что впервые в условиях Калужской области произведен расчет экономической составляющей технологических карт возделывания зерновых колосовых культур на основе адаптивных технологий, включающих в себя использование новейших районированных сортов, высокопроизводительных механизированных аг-

регатив, а также адаптированной системы применения минеральных удобрений и защиты растений, которые позволят производить продукцию конкурентоспособную на внутреннем и внешнем продовольственном рынке.

Из рассчитанных данных Типовых технологических карт по выращиванию зерновых колосовых культур, сделаны экономические выводы, которые позволяют утверждать, что на производство 1 центнера яровых зерновых колосовых культур при плановой урожайности 40 ц/га, потребуется 802,4 руб., а озимых зерновых колосовых культур при плановой урожайности – 45 ц/га – 843,6 руб. На основе полученных в результате исследований показателей эффективности производства с учетом погодного риска и конъюнктуры рынка, можно утверждать, что экономическая эффективность сельскохозяйственных культур (уровень рентабельности), варьируется в зависимости от ценового предложения: по озимым зерновым колосовым - от 0,08 % до +26,3 %; по яровым зерновым колосовым культурам - от – 0,8% до +21,5%. Область применения результатов исследований – сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства Калужской области.

**Abstract.** The scientific novelty of the work is that for the first time in the conditions of the Kaluga Region, the economic component of the technological maps for the cultivation of grain crops has been calculated based on adaptive technologies, including the use of the latest zoned varieties, high-performance mechanized aggregates, as well as an adapted system for applying mineral fertilizers and plant protection that will allow us to produce products competitive in the domestic and foreign food market. From the calculated data of the Model technological maps for the cultivation of cereal crops, economic conclusions are drawn that allow us to state that the production of 1 centner of spring cereal crops with a planned yield of 40 kg / ha will require 802.4 rubles, and winter cereal crops with planned yield - 45 kg / ha - 843.6 rubles. Based on the results of studies of production efficiency indicators taking into account weather risk and market conditions, it can be argued that the economic efficiency of crops (level of profitability) varies depending on the price offer: for winter cereal crops - from 0.08% to +26 3%; in spring cereal crops, from - 0.8% to + 21.5%. The scope of the research results is agricultural organizations and farms of the Kaluga region.

**Ключевые слова:** адаптивная технология; зерновые колосовые культуры; технологическая карта; экономическая эффективность.

**Keywords:** adaptive technology; cereal crops; routing; economic efficiency.

Технология возделывания сельскохозяйственной культуры – это комплекс агротехнических приемов, выполняемых в определенной последовательности, направленной на удовлетворение биологии культуры и получение высокого урожая. Составление агротехнической части технологической карты возделывания культуры – определение перечня операций и приемов, совершаемых над возделываемыми угодьями в порядке их выполнения, с указанием особенностей приема и применяемых при этом материально-технических средств и трудовых затрат. Перечень работ в технологических картах принимается по перспективной технологии с учетом особенности местных условий, достижений науки и передового опыта, обеспечивающих получение максимального урожая при наименьших затратах труда и средств [1].

По технологическим картам с учетом зональных, почвенно-климатических условий обосновывается перспективная технология производства сельскохозяйственных культур, определяется набор машин в хозяйстве, выявляется потребность в технике, дается исходный материал для планирования технической эксплуатации и ремонта машин, определяется размер необходимых капиталовложений, дается исходный материал для исчислений уровня плановой себестоимости, обосновывается выбор наиболее эффективных агрегатов, методов рационального использования техники, осуществляется планирование производственных затрат, обосновываются требования к конструированию, созданию новых и совершенствованию существующих машин и оборудования, определяется потребность в транспортных средствах, механизаторах, вспомогательных рабочих, планируется их загрузка. Используя исходные данные, достижения науки и техники, выбирают наиболее перспективные технологические схемы возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, в соответствии с которыми подбирают рациональные типы тракторов и сельскохозяйственных машин с учетом их эксплуатационных качеств и возможной эффективности использования в конкретных условиях зоны.

Исследования проведены на основе использования методик [2,3,4,5,6], а также работ ученых - агроэкономистов, рекомендаций ведущих технологических и экономических научно-исследовательских учреждений.

**Результаты исследований:** Конкурентоспособность производства продукции в сельскохозяйственных организациях в современных условиях требует экономического расчета на основе использования современных методик анализа, прогнозирования и планирования отраслей производства, соотнесенных к адаптивным нормативам материально-денежных и трудовых затрат.

В сложившихся экономических условиях первостепенное значение приобретает ведение экологически оправданных и экономически целесообразных зональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, способных наиболее полно использовать биоклиматический потенциал местности, где располагается хозяйство, производить продукцию с максимальным использованием всех биологических факторов. При этом разработанные и апробированные тех-

нологии основываются на знании биологии почв и растений, предусматривают экономическое и организационное управление в системах растениеводства.

Представленные результаты основываются на многолетних исследований ФГБНУ «Калужский НИИСХ» и опыта работы ведущих хозяйств области.

По разработанным Типовым технологическим картам инвесторы, собственники, менеджеры и экономисты могут получать развернутую модель использования вкладываемых производственных средств и инвестиционных ресурсов с целью выбора оптимальной технико-экономической технологии.

Таблица 1 – Экономическая составляющая технологии выращивания озимых зерновых колосовых культур

Наименование затрат	Потребность на ед. (площади, объема)	Всего потребность	Цена единицы, руб.	Стоимость всего, т.р.
Семена	200 кг/га	20 т	16000	320,0
Удобрения – нитрофоска	600 кг/га	60 т	20700	1242,0
Гербицид «Раундап»	Норма внесения раствора – 200 л/га, Раундап – 4 л/га x 100 га = 400 л	400 л	550	220,0
Протравливание семян «Иншур Перформ»	Норма внесения раствора – 200 л/га, «Иншур Перформ» 0,5 л/т	10 л	3155	31,5
Гербицид «Агретокс»	Норма внесения раствора – 200 л/га, «Агретокс» - 1,0 л/га	100 л	815	81,5
Инсектицид «Би 58 Новый»	1,0 л/га	100 л	993	99,3
Вода (опрыскивание)	3 раза x 200 л/га = 600 л/га	60 т	30	1,8
ГСМ	х	7644 + 10% = 8409 л	43	361,6
Оплата труда	Количество нормосмен: трактористы/рабочие	71,3/23,1	2400/1440	171,1/33,3
Оплата труда с отчислениями	% отчислений – 30,2	-	-	266,1
Амортизация	согласно расчетам (Приложение А, табл.1)	-	-	496,6
Текущий ремонт	99% от амортизации (по нормативу)	-	-	491,6
Эл. энергия	х	-	-	4,0
<b>ИТОГО ЗАТРАТ:</b>	-	-	-	<b>3615,5</b>
Общхоз. и общепроизв. расходы	в % к затратам	5	-	180,8
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ:</b>	-	-	-	<b>3796,3</b>

На основе методических рекомендаций возделывания зерновых колосовых культур и имеющегося опыта хозяйств области, который предусматривает использование современных технических средств, произведен расчет технологических карт по различным группам сельскохозяйственных культур (озимые и яровые зерновые колосовые культуры) в расчете на 100 га возделываемой культуры, на основе которых базируется экономическая составляющая производства этих культур (таблица 1, 2).

Таблица 2 - Экономическая составляющая технологии выращивания яровых зерновых колосовых культур

Наименование затрат	Потребность на ед. (площади, объема)	Всего потребность	Цена единицы, руб.	Стоимость всего, т.р.
Семена	230 кг/га	23 т	17000	391,0
Удобрения	Нитрофоска 400 кг/га	40 т	20700	828,0
Гербицид «Раундап»	Норма внесения раствора – 200 л/га, Раундап – 4 л/га х 100 га = 400 л	400 л	550	220,0
Протравливание семян «Иншур Перформ»	Норма внесения раствора – 200 л/га, «Иншур Перформ» 0,5 л/т	10 л	3155	31,5
Гербицид «Секатор»	Норма внесения раствора – 200 л/га, «Секатор»- 0,08 л/га	8 л	6350	50,8
Инсектицид «Би 58 Новый»	1,0 л/га	100 л	993	99,3
Вода (опрыскивание)	3 раза х 200 л/га = 600 л/га	60 т	30	1,8
ГСМ	х	7345,4 л+10% = 8080,0	43	347,5
Оплата труда	Количество нормосмен: трактористы/рабочие	68,7/21,4	2400/1440	164,9/30,8
Оплата труда с отчислениями	% отчислений – 30,2	-	-	254,8
Амортизация	согласно расчетам(Приложение А, табл.2)	-	-	416,1
Текущий ремонт	99% от амортизации (по нормативу)	-	-	411,9
Эл. энергия	х	-	-	4,0
<b>ИТОГО ЗАТРАТ:</b>	-	-	-	<b>3056,7</b>
Общхоз. и общепроизв. расходы	в % к затратам	-	-	152,8
<b>ВСЕГО:</b>	-	-	-	<b>3209,5</b>



Таблица 3 - Нормативы затрат в расчете на единицу продукции, площади по возделыванию сельскохозяйственных культур, руб.

Показатели	Нормативы затрат при урожайности согласно технологическим картам (контроль)		Прирост затрат на 1 га при увеличении урожая на 1 ц, руб.	Нормативы затрат при урожайности ниже контроля на 5 ц/га, руб.		Нормативы затрат при урожайности выше контроля на 5 ц/га, руб.	
	на 1 га	на 1 ц продукции		на 1 га	на 1 ц продукции	на 1 га	на 1 ц продукции
Озимые зерновые колосовые	37963	843,6	324,3	36341,5	908,5	39584,5	791,7
Яровые зерновые колосовые	32095	802,4	254,2	30824,0	880,7	33366,0	741,5

В таблице 3 приводятся расчетные показатели нормативных затрат (в расчете на единицу продукции, площади) по возделыванию зерновых колосовых культур с учетом изменения урожайности на 5 ц/га в меньшую и большую стороны от заданной по технологической карте.

Таблица 4 - Эффективность производства с учетом погодного риска и конъюнктуры рынка

Группа	Урожайность, ц/га	Себестоимость 1 кг. продукции, руб. коп.	Вариант 1			Вариант 2		
			цена за ед., руб. коп.	прибыль (убыток) с ед., руб. коп.	рентабельность (убыточность), %	цена за ед., руб. коп.	прибыль (убыток) с ед., руб. коп.	рентабельность (убыточность), %
Озимые зерновые	40	9,08	9	-0,08	-0,9	10	+0,92	+10,1
	45	8,44	9	+0,56	+6,6	10	+1,56	+18,9
	50	7,92	9	+1,08	+13,6	10	+2,08	+26,3
Яровые зерновые	35	8,80	8	-0,80	-9,1	9	+0,20	+2,3
	40	8,02	8	-0,02	-0,2	9	+0,98	+12,2
	45	7,41	8	+0,59	-8,0	9	+1,59	+21,5
	25	9,07	12	+2,93	+32,3	13	+3,93	+43,3
	28	8,30	12	+3,70	+44,6	13	+4,70	+56,6

С целью рассмотрения показателя эффективности производства с учетом погодного риска и конъюнктуры рынка, в таблице 4 произведен расчет получения прибыли (убытка) по различным категориям продукции с учетом изменения урожайности (по трем вариантам) и изменения цены реализации продукции (по двум вариантам).

### **Выводы**

1. На основе рассчитанных данных Типовых технологических карт по выращиванию зерновых колосовых культур, сделаны экономические выводы, которые позволяют утверждать, что на производство 1 центнера яровых зерновых колосовых культур при плановой урожайности 40 ц/га, потребуется 802,4 руб., а озимых зерновых колосовых культур, при плановой урожайности – 45 ц/га – 843,6 руб.

2. Полученные данные позволяют утверждать, что с ростом урожайности озимых зерновых колосовых культур с 4,0 до 5,0 т/га, себестоимость продукции уменьшается с 9,08 до 7,92 руб. за кг, с ростом урожайности яровых зерновых колосовых культур с 3,5 до 4,5 т/га, себестоимость продукции уменьшается с 8,80 до 7,41 руб. за кг.

3. На основе полученных в результате исследований показателей эффективности производства с учетом погодного риска и конъюнктуры рынка можно утверждать, что экономическая эффективность сельскохозяйственных культур варьируется в зависимости от ценового предложения: по озимым зерновым колосовым - от -0,08 % до +26,3 %; по яровым зерновым колосовым культурам - от -0,8% до +21,5%. Данные показатели указывают на то, что эти культуры можно характеризовать, как экономически выгодные в условиях Калужского региона.

### **Литература:**

1. Основы агрономии. [Электронный ресурс]. - URL: [http://k-a-t.ru/agro/51\\_tehnolog\\_2/index.shtm](http://k-a-t.ru/agro/51_tehnolog_2/index.shtm)). Дата обращения 07.08.2019.
8. Методы экономических исследований в агропромышленном производстве / под ред. В.Р. Боева. М.: Рос. акад. с/х наук, 1999.
3. Методические рекомендации по бухгалтерскому учету затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в с.-х. организациях / сост. Е.В. Фастова, О.А. Коваленко, Н.Г. Белов и др. М., 2003. С. 5-178.
4. Ушачев И.Г. Эффективность сельскохозяйственного производства: метод. рекомендации. М.: ФГОУ РосАКО АПК, 2005. С. 5-137.

5. Составление технологических карт по выращиванию основных сельскохозяйственных культур: метод. пособие / сост. М.А. Бункова, В.М. Головач. Калуга, 2008. С. 9-55.

6. Соловьев С.А., Козарез И.В., Феськов С.А. Влияние расположения стрельчатых лап культиваторов посевных комплексов на их износ // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 11. С. 40-42.

УДК 631.354.024/.028

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ГИПОТЕЗЫ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ОЧЕСАННОГО ЗЕРНОВОГО ВОРОХА НА РЕШЕТЧАТОМ ДНИЩЕ НАКЛОННОЙ КАМЕРЫ**

*д.с.-х.н., профессор Ожерельев В.Н., к.т.н., Никитин В.В.,  
к.ф.-м.н. Комогорцев В.Ф.*

*Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **TRANSFORMATION OF THE THEORETICAL HYPOTHESIS OF THE PROCESS OF SEPARATION OF A COOLED GRAIN HEAP ON THE LATTICE BOTTOM OF AN INCLINED CAMERA**

*Ozherelev V.N. Doctor of agricultural Sciences, Professor*

*Nikitin V. V., Ph.D. (Engineering), associate professor*

*Komogortsev V.Ph. Ph.D. (of Physical and Mathematical), associate professor*

*Bryansk State Agricultural University, Russia*

**Аннотация.** В статье рассмотрено несколько версий теоретической гипотезы, объясняющей физическую сущность процесса сепарации очесанного зернового вороха на решетчатом днище наклонной камеры зерноуборочного комбайна. Принятая изначально аналогия с теорией прохождения зерен на решетках зерноочистительных машин оказалась недостаточно адекватной практическому результату. Наиболее приемлемо считать, что ворох соскальзывает в отверстие слоями, перемещаясь под углом внутреннего трения зерен. При этом происходит дезинтеграция слоя, вследствие чего большинство зерен не скользят, а перекатываются вниз по плоскости раздела с ускорением.

**Annotation.** The article discusses several versions of the theoretical hypothesis that explains the physical essence of the process of separating the heaped grain heap on the trellised bottom of the inclined chamber of the combine harvester. The initially accepted analogy with the theory of the passage of grains on sieves of grain cleaning machines turned out to be insufficiently adequate to the practical result. It is most acceptable to consider that the heap slides into the hole in layers, moving at an angle of internal friction of the grains. In this case, the layer is disintegrated, as a result of which most grains do not slip, but roll down along the interface with acceleration.

**Ключевые слова:** очесанный зерновой ворох, сепарация, наклонная камера, теория, зерноуборочный комбайн.

**Keywords:** combed grain heap, separation, inclined chamber, theory, combine harvester.

**Введение.** На протяжении ряда лет мы работаем над несколькими направлениями совершенствования конструкции зерноуборочного комбайна. Наиболее

успешным оказалось технологическое направление по предварительной сепарации очесанного зернового вороха до его поступления в молотилку комбайна [1]. Основная проблема заключается в том, что в очесанном ворохе содержится до 80% свободного зерна, которое сильно повреждается в молотильном пространстве и увеличивает энергоемкость процесса [2, 3]. Последние расчеты показывают, что, например, для комбайна «Вектор» дополнительная мощность, потребляемая барабаном при его избыточном взаимодействии со свободным зерном, составляют порядка 10 кВт. В связи с этим, сведение указанного негативного процесса к минимуму, в частности, посредством более глубокого проникновения в его физическую сущность, является актуальной научно-практической задачей.

**Постановка задачи.** По мнению большинства исследователей, наиболее приемлемым вариантом предварительной сепарации очесанного зернового вороха является выделение из него свободного зерна непосредственно на решетчатом днище наклонной камеры [4, 5]. Мы заметно продвинулись в этом направлении. В частности, была получена двухфакторная регрессионная модель, позволившая оптимизировать основные параметры отверстий решетчатого днища [6].

Опираясь на эти результаты, мы внесли соответствующие изменения в конструкцию наклонной камеры очесывающей жатки, агрегирующей с комбайном «Нива». Экспериментальное оборудование было изготовлено на заводе «Пензмаш» и поступило в университет в августе 2019 года. В настоящее время оно готовится к испытаниям, после чего будет передано одной из машиноиспытательных станций.

Параллельно с осуществлением очередного этапа экспериментальной работы мы значительно продвинулись в теоретическом осмыслении процесса сепарации. Это обусловлено тем, что, в конечном итоге, научная работа считается завершенной только тогда, когда удастся создать теорию, наиболее адекватно объясняющую суть процесса. Как отмечал Галилео Галилей: «Книга природы написана языком математических символов». При этом физическая модель процесса предоставляет более широкие возможности для его совершенствования, чем статистическая (регрессионная).

### **Последовательность формирования версий теоретической гипотезы.**

В качестве прототипа для исходной гипотезы процесса сепарации была принята классическая теория движения и прохода сквозь продолговатое отверстие решета отдельного зерна на зерноочистительной машине [7]. Мы обратились к этой теории для того, чтобы обосновать пределы варьирования параметров экспериментальной (сменной) решетки, использовавшейся для проведения оптимизационного эксперимента. При этом (как и в случае с зерноочистительной машиной) считали, что брошенное под углом к горизонту зерно проходит в отверстие, если центр его тяжести в конце полета окажется ниже поверхности решетки. Исходя из этой предпосылки был осуществлен прогноз минимальной длины отверстия – порядка 80 мм.

Однако, результаты экспериментов показали, что на практике оптимальная длина должна быть в два раза больше [1, 5, 6]. То есть, исходная гипотеза, приемлемая для зерноочистительной машины, оказалась совершенно не адекватной.

В связи с этим она была модернизирована следующим образом. Предполагалось, что процесс сепарации ускорится, если отверстия выполнить с наклоном их боковых кромок по отношению к направлению движения скребкового транспортера. Теоретически процесс описывало дифференциальное уравнение опрокидывания зерна через боковую кромку отверстия. В случае движения единичного зерна теория хорошо согласуется с практикой, но, когда перемещается хаотичная масса разнородного вороха, наличие угла наклона кромки отверстия уменьшает скорость сепарации [8].

В связи с этим была сформулирована третья версия теоретической гипотезы (рисунок 1). В этом случае мы рассматриваем ворох 5 как однородную массу, соскальзывающую в отверстие слоями 4, 6, 8 ..., толщиной в одно зерно, плоскости раздела 7 между которыми сориентированы под углом  $\alpha$  внутреннего трения вороха к горизонту. При этом слои движутся с ускорением до достижения ворохом (вместе со скребком 1) второй кромки отверстия 3. На перемычке между отверстиями процесс останавливается и возобновляется вновь на очередном отверстии.

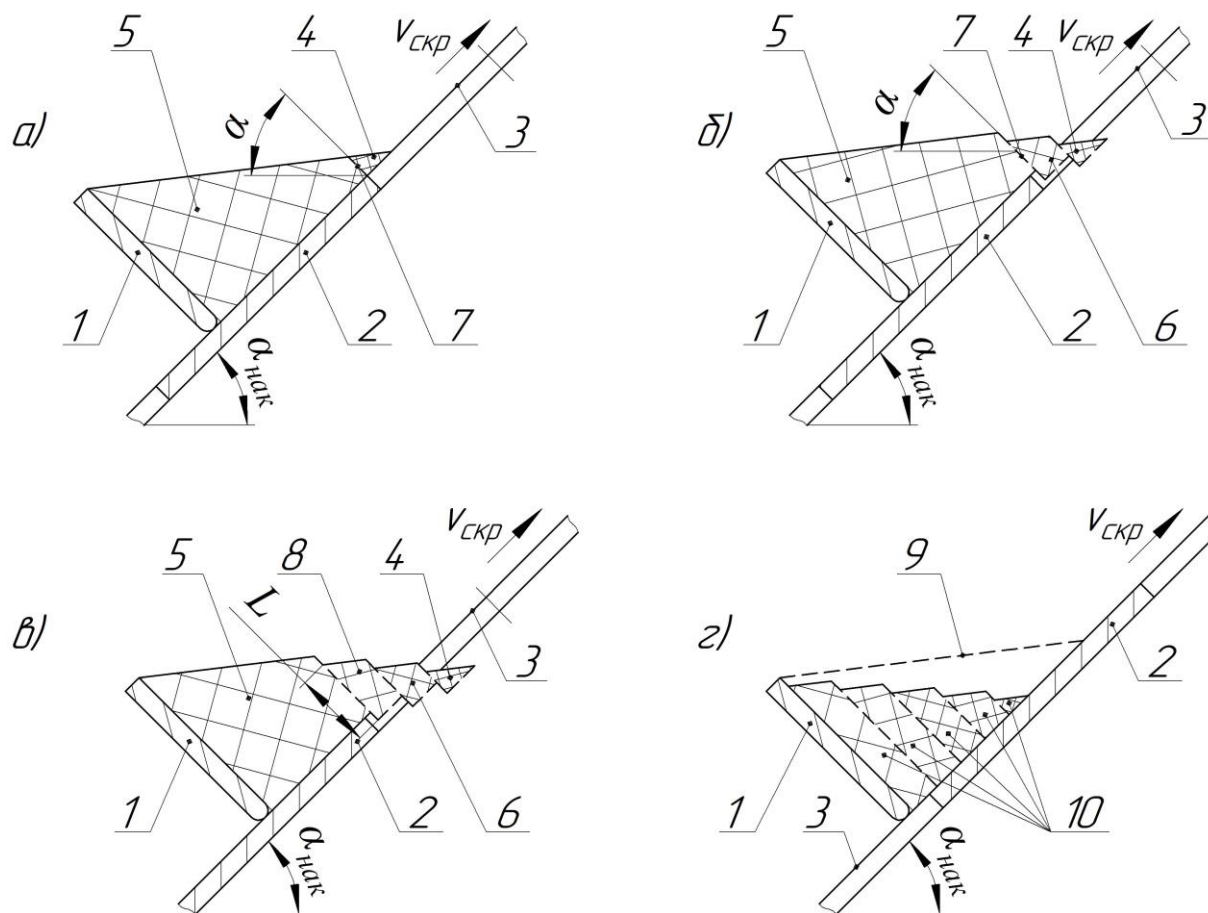


Рисунок 1 – Проход слоев вороха сквозь отверстие: а) – г) – стадии процесса: (1 – скребок; 2 – решетка; 3 – продольное отверстие; 4 – элементарный объем вороха; 5 – очесанный ворох; 6, 8, 10 – второй и последующие слои схода вороха; 7 – поверхность раздела; 9 – первоначальное положение очесанного вороха)

Была подобрана эмпирическая формула определения скорости соскальзывания вороха в отверстие, которая хорошо согласуется с экспериментальным результатом

$$V_{cp} = \frac{1}{2} \sqrt{2gh \sin \varphi} \quad (1),$$

где  $h$  – длина плоскости раздела, м;

$\varphi$  – угол внутреннего трения вороха.

Однако, добиться адекватного объяснения глубинной сущности процесса она не позволяет, поэтому теоретические изыскания были продолжены.

В результате многочисленных лабораторных экспериментов было замечено, что при соскальзывании наклонный слой дезинтегрируется и большая часть составляющих его зерен катится по поверхности раздела с ускорением (рисунок 2).

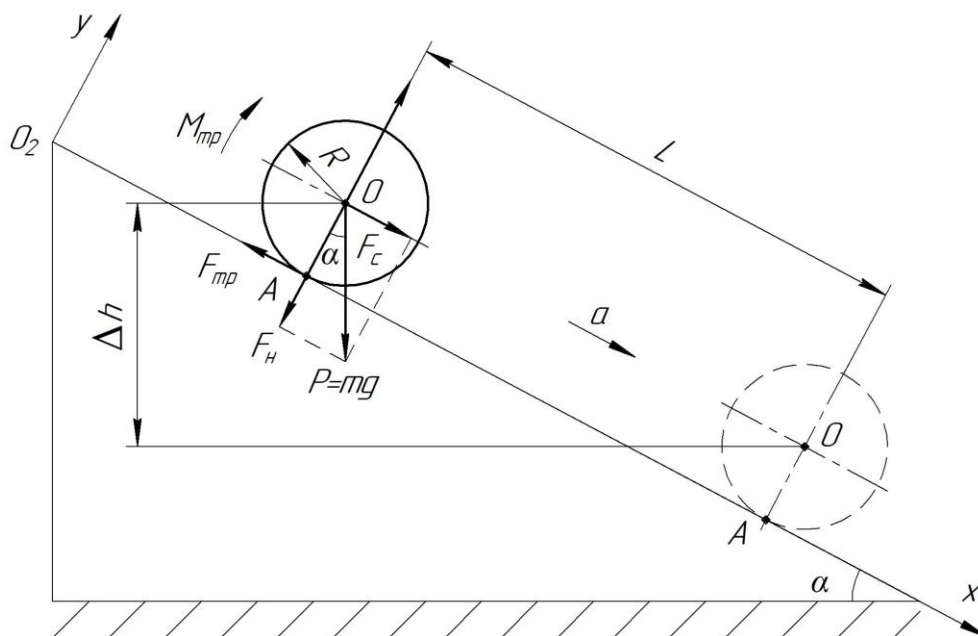


Рисунок 2 – Скатывание по плоскости раздела между слоями вороха зерна округлой формы

Дифференциальное уравнение движения было составлено исходя из закона сохранения энергии. То есть, потенциальная энергия неподвижного зерна (в подвижной системе координат, привязанной к движущемуся скребку), находившегося изначально в верхней части соскальзывающего слоя, переходит, по мере движения, в кинетическую энергию качения и линейного перемещения вдоль плоскости разреза.

Рассматривались два варианта тел качения. В первом (рисунок 2) зерно приняли в качестве полного цилиндра, а во втором – рассматривали его как неполный цилиндр, от поперечного сечения которого отсечен сегмент (рисунок 3). Первый случай характерен для ячменя, а второй – для пшеницы. Кроме того, был рассмотрен вариант скольжения зерна вместе с движущимся слоем. В последнем случае движущую силу генерирует разница между углом внутреннего трения покоя  $\alpha$  и углом внутреннего трения движения  $\alpha_1$ .

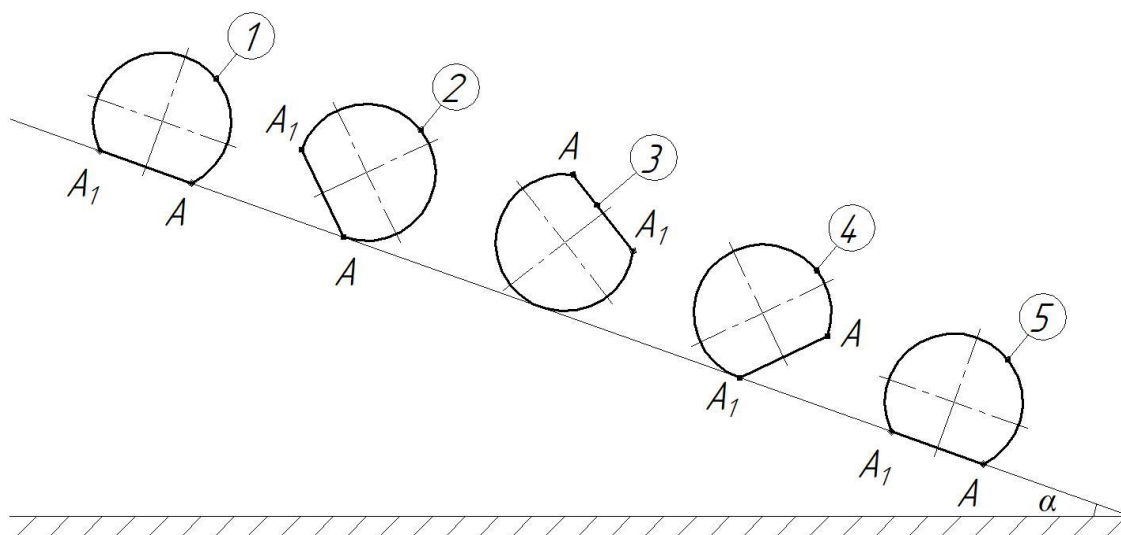


Рисунок 3 – Особенность процесса скатывания зерна пшеницы (неполный цилиндр): 1 – 5 – стадии процесса

В результате расчетов получены уравнения движения по всем трем вариантам движения компонентов вороха. Результаты расчета представлены в таблице.

Если считать, что на практике все рассмотренные выше варианты движения компонентов вороха равно вероятны, то средняя скорость его прохода сквозь отверстие составит 0,146 м/с. Однако учесть, следует учитывать то, что зерно составляет только 80% вороха, а живое сечение отверстий решета следует уменьшить за счет площади перемычек (рисунок 4).

Таблица – Результаты расчета параметров для определения пропускной способности наклонной решетчатой поверхности

Параметры расчета	Круговой цилиндр катится	Обрезанный цилиндр	
		катится	скользит
Время нахождения свободного зерна над отверстием решетчатой поверхности $t_{омв}, с$	0,053	0,053	0,053
Ускорение $a, м/с^2$	4,204	3,075	1,044
Путь, пройденный ворохом $L_{вор}$ за время $t_{омв}, 10^{-3} м$	5,890	4,318	1,466
Скорость сепарации $v_{сен}, м/с$	0,222	0,163	0,055
Средняя скорость сепарации $v_{ср.сен}, м/с$	0,146		



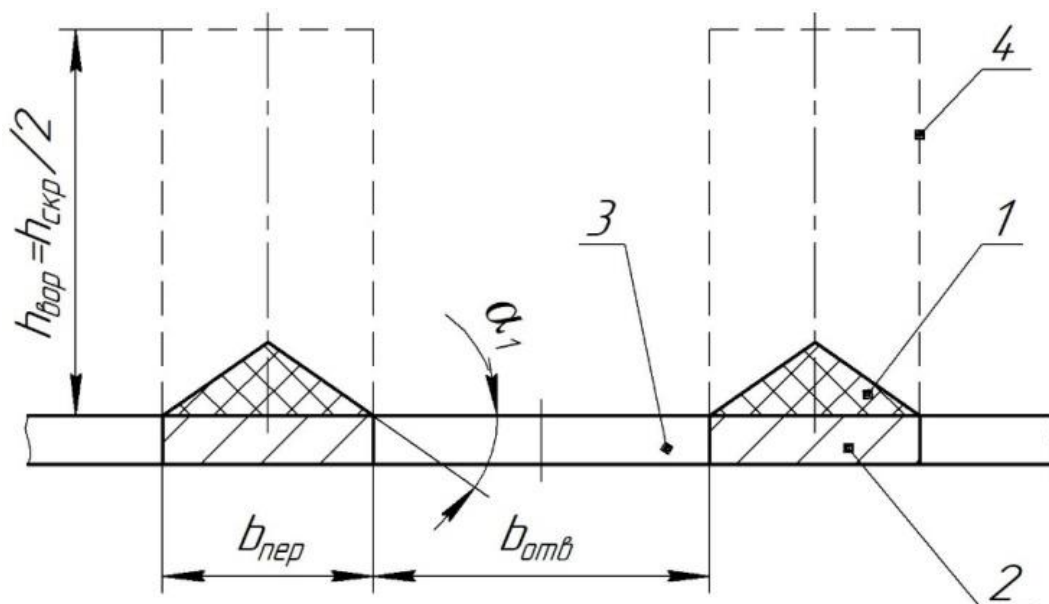


Рисунок 4 - Расчетная схема к определению количества свободного зерна, оставшегося на перемычках между отверстиями: 1 – свободное зерно; 2 – продольные перемычки; 3 – отверстия решетчатой поверхности; 4 – первоначальный объем зерна

Вследствие этого фактическая скорость прохода вороха сквозь отверстия решетки  $v_{фак.цен}$  должна быть меньше рассчитанного выше значения  $v_{ср.цен}$ . То есть

$$v_{фак.цен} = v_{ср.цен} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2, \quad (2),$$

где:  $\eta_1 = 0,8$  – коэффициент замедления сепарации вследствие наличия в очесанном ворохе кроме свободного зерна других компонентов;

$\eta_2 = 0,9$  – коэффициент, учитывающий наличие перемычек, уменьшающих площадь живого сечения отверстий решетки.

Согласно формулы (2) фактическая скорость сепарации должна уменьшиться до 0,105 м/с. Следовательно, для обеспечения прохода вороха при принятой пропускной способности комбайна в днище наклонной камеры необходимо выполнить порядка 5,5 рядов отверстий, то есть примерно 5 поперечных рядов.

**Заключение.** Результат теоретического расчета хорошо согласуется с экспериментальными данными, когда при той же подаче вороха сепарация осу-

ществлялась посредством пяти поперечных рядов отверстий. Это свидетельствует о том, что принятая теоретическая гипотеза адекватно описывает процесс сепарации очесанного зернового вороха на наклонной решетчатой поверхности. Следовательно, теория может быть принята за основу при дальнейшей модернизации конструкции.

#### Литература

1. Perspectives of grain pile separation before it enters the thresh-ER / V.N. Ozherelev, V.V. Nikitin, N.M. Belous, V.E. Torikov // International Journal of Engineering & Technology. 2018. 7 (2.13). P. 114-116.
2. Жалнин Э.В. Уборка с очесом на корню: за и против // Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 10-12.
3. Бурьянов М.А. Параметры и режимы процесса очеса зерновых культур навесной на комбайн жаткой: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Зерноград, 2011. 20 с.
4. Шабанов Н.П. Разработка и обоснование устройства для сепарации очесанного зернового вороха в наклонной камере зерноуборочного комбайна: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Симферополь, 1997. 26 с.
5. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Теория и практика сепарации очесанного зернового вороха на наклонной решетчатой поверхности // Вестник НГИЭИ. 2018. № 7 (86). С. 58-67.
6. Никитин В.В. Определение оптимальной длины днища наклонной камеры зерноуборочного комбайна при очесе // Сельский механизатор. 2018. № 5. С. 8-9.
7. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. М.: КолосС, 2003. 624 с.
8. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. К определению оптимального угла наклона отверстий решетчатого днища наклонной камеры // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 5. С. 40-46.

УДК 621.436

### **ОЦЕНКА СТЕПЕНИ АЭРАЦИИ МАСЛА В МАГИСТРАЛИ ПИТАНИЯ КОРЕННОГО ПОДШИПНИКА КОЛЕНВАЛА ДВС**

*к.т.н. Потанов С.В.,*

*Брянский государственный аграрный университет, Россия*

### **ASSESSMENT OF THE DEGREE OF OIL AERATION IN THE FEED LINE OF THE MAIN BEARING OF THE ENGINE CRANKSHAFT**

*candidate of technical Sciences Potapov S. V.*

*Bryansk state agrarian University, Russia*

**Аннотация.** В статье рассматриваются методика и результаты исследований степени аэрации масла в магистрали питания коренного подшипника тракторного дизеля. Описано устройство прибора для фиксирования степени аэрации масла в смазочной системе тракторного двигателя и способ его встраивания в существующую систему. Приведены результаты экспериментальных исследований аэрации масла на разных режимах работы двигателя.

**Annotation.** The article deals with the methods and results of research on the degree of oil aeration in the feed line of the main bearing of a tractor diesel engine. The device for fixing the degree of oil aeration in the tractor engine's lubrication system and the method of its integration into the existing system are described. The results of experimental studies of oil aeration in different engine operating modes are presented.

**Ключевые слова:** подшипники коленчатого вала, масляный поток, аэрация масла, изнашивание.

**Key words:** crankshaft bearings, oil flow, oil aeration, wear.

## **Введение**

Как известно эффективность работы автотракторных двигателей чаще всего определяется состоянием и особенностями функционирования его отдельных узлов. Наиболее нагруженными и подверженными износу узлами являются его подшипники, в частности подшипники коленчатого вала - коренные и шатунные. Эти узлы смазываются под давлением постоянно прокачиваемого масла, которое циркулирует по замкнутому пути, регулярно взаимодействуя с внутренней газовой средой двигателя и в определенной мере обогащаясь ею. Такое явление носит название аэрация масла и служит основной причиной его вспенивания. И хотя в состав моторного масла входят антипенные присадки, содержащие моющие компоненты и антиокислители [4], существует определенный предел степени аэрации, превышение которого ухудшает качество смазки [3].

Насыщенное газами масло имеет худшие смазывающие свойства, оно химически нестабильно, обладает повышенной коррозионной агрессивностью. Сжимаемое в насосе сильно нагретое насыщенное газами масло подвергается ускоренному окислению. При высоком вспенивании в масляном потоке образуются газовые пробки, приводящие к масляному голоданию смазываемых узлов и усиленному износу поверхностей деталей [1,2].

Окислительные процессы масла необратимы, и при этом его свойства ухудшаются. Наблюдается рост момента трения в подшипниках, ухудшается теплоотвод, растет коррозия.

В литературе крайне незначительны материалы, посвященные исследованиям явлений аэрации масла в двигателях. Поэтому существует необходимость тщательного исследования этого явления, с тем, чтобы выявить влияние различ-

ных факторов и представить рекомендации для специалистов, занимающихся конструированием и эксплуатацией двигателей. Необходимо подробное изучение режимов работы и различных факторов на показатели подшипников коленчатого вала двигателя, в числе которых и степень аэрации поступающего масла.

### **Методика и результаты экспериментальных исследований**

Только наличие у моторных масел определенной совокупности физико-химических показателей должно обеспечивать им при взаимодействии с трущимися поверхностями требуемые свойства. В частности, моторные масла должны обладать на всех режимах работы оптимальными вязкостно-температурными свойствами, хорошими моющими свойствами, достаточной антиокислительной стабильностью, высокими антикоррозийными свойствами, малой пенообразующей способностью и высокой физической стабильностью [4].

Ухудшение эксплуатационных свойств масла происходит при снижении количества вязкостных присадок и накопления в нем продуктов окисления, износа и механических примесей и, кроме этого, в результате испарения легкокипящих углеводородов и за счет попадания в масло топлива [1,2]. По всей видимости, изменение свойств масла в процессе эксплуатации оказывает определенное влияние и на величину степени аэрации. Все это требует своего исследования.

Экспериментальные исследования нами проводились на тракторе ДТ-75МВ с дизелем Д-440. Наряду с другими показателями исследовалась степень аэрации масла. С этой целью в отличие от существующей была изменена схема подачи масла к третьему коренному подшипнику коленчатого вала двигателя. Если в существующей схеме третий коренной подшипник получал питание маслом через канал, соединяющий его с главной масляной магистралью (ГММ) напрямую, то в измененной схеме подача масла к подшипнику производилась через специальный обвод.

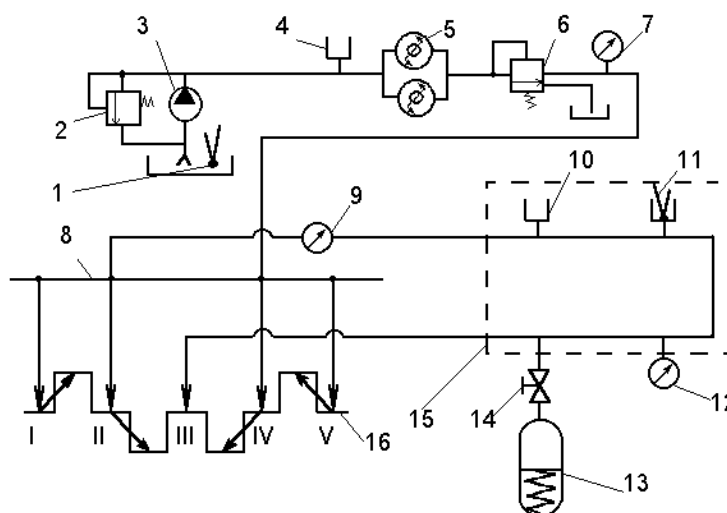


Рисунок 1 – Схема установки датчиков в смазочной системе двигателя: 1,11-термопара ;2-редукционный клапан ;3-насос ; 4,10-датчик давления;5-центрифуга ;6-сливной клапан ;7,12-манометр ;8- ГММ ;9-расходомер ШЖУ-25-6 ;13-гидроаккумулятор ; 14-кран; 15-переходник ;16-коленчатый вал; I...V-коренные шейки.

Обвод организован следующим образом. Канал в перегородке блок-картера, до этого питающий третий коренной подшипник, был заделан пробкой, а масло стало подаваться к нему из главной масляной магистрали через соединительные маслопроводы, аэратор, расходомер и переходник (рисунок 1). В переходник 15 были установлены датчики давления и температуры, штуцер гидроаккумулятора, штуцер манометра. Прибор - аэратор подсоединяют к подающей магистрали между ГММ 8 и расходомером 9. Причем подача организована так, что с помощью использования кранов масло к подшипнику может проходить и через канал прибора, и параллельно ему, минуя прибор.

Прибор - аэратор представлен на рисунке 2. Корпус прибора выполнен из прозрачного органического стекла в виде удлинённой прямоугольной призмы, внутри которой высверлен канал диаметром  $\varnothing 10$  мм и длиной 185 мм. Корпус прибора присоединен к стальному кронштейну, посредством которого закреплен на раме трактора. Прибор располагается вертикально. Через ввёрнутые в призму штуцеры снизу к каналу подаётся, а сверху – отводится масло к третьему коренному подшипнику.

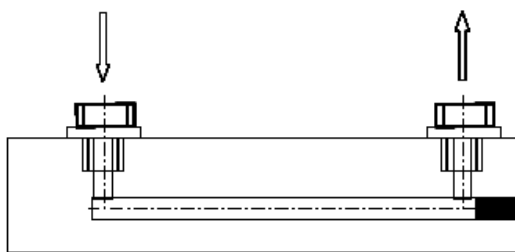


Рисунок 2 – Прибор для определения степени аэрации масла.

Для получения результатов величины степени аэрации масла на каждом режиме, характеризуемом частотой вращения коленчатого вала, уровнем нагрузки ( $P_e$ ), температурой и давлением подачи масла, пропускается поток масла через канал прибора. После того, как поток установился, подача к подшипнику переключается на параллельный поток, минуя прибор. Масло в канале оказывается запертым, и некоторое время его столб подвергается отстаиванию для разделения масла и воздуха. После отстаивания производится замер высоты столба воздуха в канале прибора.

Степень аэрации, выраженная в процентах, высчитывается как отношение высоты столба воздуха в канале после отстаивания ко всей высоте столба.

На рисунке 3 представлена полученная в результате проведения опытов зависимость степени аэрации масла при работе прогретого двигателя на холостом ходу ( $P_e = 0$ ,  $t_m = 90^\circ\text{C}$ ) от частоты вращения коленчатого вала.

Как видно из графика рост оборотов коленвала вызывает рост аэрации масла при одинаковой температуре. Так при оборотах  $n = 1450$  об/мин аэрация  $A = 8,65\%$ , а при  $n = 1875$  об/мин аэрация  $A = 18,38\%$ . Характер зависимости не является линейной функцией. Рост степени аэрации при увеличении оборотов можно объяснить увеличением интенсивности процессов взаимодействия жидкой и газовой сред.

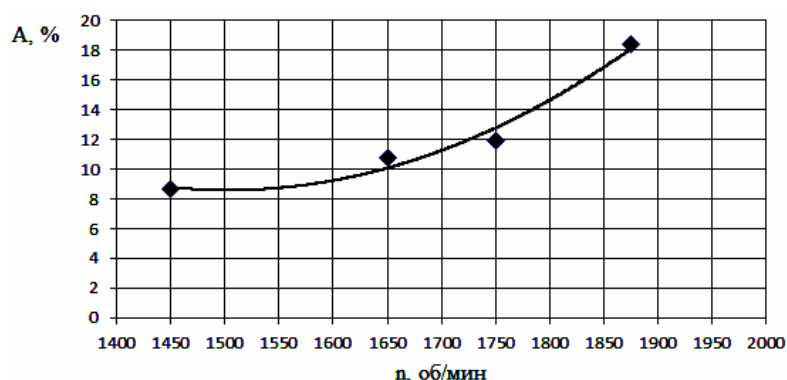


Рисунок 3 – Зависимость степени аэрации масла  $A$  от частоты вращения коленчатого вала  $n$ .

Нагрузка двигателя оказывает влияние на аэрацию. Так при работе трактора на пахоте на первой передаче при  $n = 1800$  об/мин аэрация составила  $A = 8\%$ . В сравнении с этим на холостом ходу при  $1800$  об/мин аэрация составила  $14,5\%$ . По видимому рост нагрузки приводя к повышению гидродинамического давления в масляном слое подшипника, способствует выдавливанию воздуха и это выражается падением аэрации.

Отметим, что при росте температуры масла наблюдается рост аэрации. Так при оборотах коленвала  $n = 1650$  об/мин на холостом ходу при температуре масла  $t_m = 40^\circ\text{C}$  аэрация составила  $A = 8,65\%$ , а при температуре масла  $t_m = 90^\circ\text{C}$  на том же скоростном режиме аэрация составила  $A = 11,9\%$ . Причиной этого по всей видимости является то, что при росте температуры масла его вязкость снижается и это облегчает проникновение воздуха в масло.

### Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Для оценки степени аэрации масла в узлах смазочной системы двигателя можно использовать прибор, описанный здесь.

2. Наряду с очевидной простотой и надежностью самого прибора существуют сложности, состоящие в необходимости проведения дополнительных мероприятий по подключению прибора к исследуемому элементу смазочной системы и необходимость для каждого исследуемого режима двигателя обеспечивать время для отстаивания столба масла, насыщенного воздухом.

3. Полученные результаты экспериментов позволяют оценить влияние отдельных показателей на величину степени аэрации масла.

#### Литература

1. Брыльникова Е.П., Ковриков И.Т., Коваленко С.Ю. Повышение ресурса автомобильных двигателей стабилизацией режима смазывания шатунных подшипников в эксплуатации // Вестник ОГУ. 2014. № 10 (171). С. 15-22.
2. Мясников Ю.Н. Никитин В.С., Равин А.А. Эксплуатационные дефекты судовых дизельных и газотурбинных двигателей // Тр. Крыловского государственного научного центра. СПб.: Изд-во СПГМТУ, 2018. №3 (385).
3. Суркин В.И. Улучшение параметров смазки пар трения тракторных двигателей // Вестник ЧГАА. 2011. Т. 58. С. 158-165.
4. Эксплуатационные материалы: учебник / А.П. Уханов и др. М.: Изд-во "Лань", 2019. 528 с.

УДК 621.873.3:629.114.4

### АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЬНОГО КРАНА

*д.т.н., профессор Христофоров Е.Н.*

*д.т.н., доцент Сакович Н.Е.*

*Брянский государственный аграрный университет, Россия*

### THE ANALYSIS STUDIES THE THERMODYNAMIC STATE OF CAR CRANE SYSTEMS

*doctor of technical Sciences, Professor E. N. Khristoforov*

*doctor of technical Sciences N.E. Sakovich*

*Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы применения гидроприводов строительных автомобильных кранов при низких температурах в районах крайнего Севера, рассмотрены методы для обеспечения работоспособности гидравлических приводов кранов за счет применения некоторых марок рабочей жидкости для гидравлических систем.

**Annotation.** The article deals with the application of hydraulic drives for construction automobile cranes at low temperatures in the far North, and considers methods for ensuring the operability of hydraulic drives of cranes due to the use of certain brands of working fluid for hydraulic systems.

**Ключевые слова:** строительный автомобильный кран, рабочая жидкость, низкая температура, гидропривод, отопитель, кабина.

**Keywords:** construction car crane, working fluid, low temperature, hydraulic drive, heater, cab.



**Введение.** Безопасная эксплуатация грузоподъемных машин (ГПМ) в районах крайнего севера, достаточно проблематична, так как технике приходится работать в условиях критических отрицательных температур достигающих температуры до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Кроме этого высокое значение степени безопасности приобретает социальный характер, связанный с развитием технической деятельности человека [1].

В данной работе авторов интересует работа заготовительных фирм при заготовке древесины. При заготовке древесины применяются большое количество грузоподъемных машин, например автомобильных подъемных кранов. При этом, в первую очередь, озабоченность руководителей составляет работоспособность гидравлического привода машин, особенно в зимнее время.

Для расчетов результатов эффективности работы ГПМ необходимо знать время понижения температуры гидравлической жидкости  $t$ , час, которое определяется по формуле:

$$t = \frac{\sum C_i G_i}{k_T F_T} \ln \left[ \frac{k_i F_i T_0 - Q_i}{k_T F_T T_T - Q} \right] \quad (1)$$

где  $T_T$  – перепад между установившейся, начальной температурой РЖ и окружающим воздухом,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T$  – перепад между конечной температурой РЖ (определяет предел функционирования гидравлический системы) и окружающим воздухом,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$C$  – удельная теплоемкость жидкости и трубопровода,  $\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$ ;

$G$  – масса РЖ и трубопровода,  $\text{kg}$ ;

$F_T$  – площадь гидравлического трубопровода,  $\text{m}^2$ ;

$k_T$  – коэффициент теплопередачи гидротрубопроводов гидропривода;

$Q_T$  – выделяемое РЖ тепло.

Чтобы поддержать оптимальную температуру рабочей жидкости гидравлической системы автомобильного подъемного крана применяют различные ме-

тоды. Как считают авторы, наиболее перспективным, считается метод применения рециркуляционных систем. Такие методы применяются для обогрева кабины машиниста типа ПАП, такие отопители не применяют плазменные, электрические и другие нагреватели, при этом они имеют коэффициент полезного действия (КПД) равный 0,75 ...0,85.

Принцип действия данных отопителей (ПАП) основан на создании замкнутого цикла потока газа, воздуха или жидкости, в котором вся энергия гидропривода и вентилятора центробежного типа превращается в тепло. Главный недостаток рециркуляционных нагревательных установок – повышенная взрывопожароопасность.

Применение рециркуляционных нагревательных установок, требует строгого выполнения требований – не применять установки в технологических процессах, связанных с использованием горючих (ГЖ) и легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) выше параметров допустимой температуры.

Опираясь на исследования Клиндух Н.Ю. «...система рециркуляции потока рабочей жидкости гидропривода основана на способе дросселирования путем изменения проходных сечений каналов, соединяющих полости исполнительного дросселя с напорной и сливной магистралями. Вследствие изменения перепада давления рабочей жидкости, уменьшается или увеличивается расход среды через исполнительный дроссель, это обеспечивает регулирования температуры нагрева рабочей жидкости. Дросселирование потока рабочей среды связано с дополнительной потерей механической энергии на нагрев рабочей жидкости. В дроссельном гидроприводе с замкнутой системой рабочая жидкость со сливной магистрали поступает во всасывающий патрубок насоса с последующей рециркуляцией по гидросистеме. Регулирование процесса дросселирования рабочей жидкости осуществляется управлением перемещения параметра щели дросселя от величины перепада давления на дросселе или уменьшением потока через дроссель» [2,3,4].

В дроссельном гидроприводе с замкнутой системой рабочая жидкость со сливной магистрали поступает во всасывающий патрубок насоса с последующей рециркуляцией по гидросистеме.

Схема дроссельного гидропривода с замкнутой системой потока рабочей жидкости приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Гидравлическая схема рециркуляции потока рабочей жидкости: 1 – гидравлический бак; 2 – всасывающий патрубок; 3 – гидравлический насос; 4 – центральный коллектор; 5 – манометр; 6 – управляемый золотник; 7 – теплообменник; 8 – дроссель; 9 – золотник; 10 – фильтр; 11 – предохранительный клапан;

Дросселирование рабочей жидкости вызывает ее разогрев. За один цикл циркуляции рабочей жидкости она разогревается на  $5,8^{\circ}\text{C}$ . Температура рабочей жидкости на выходе дросселя, имеющего перепад давления не менее  $10,0\text{ МПа}$ , запишется уравнением:

$$T = k\tau \quad (2)$$

где  $\tau$  – коэффициент, эквивалентный времени прокачки всего объема  $N$ : через дроссель;

$k$  – показатель характеристики однократной.

Выделяемое на выходе тепло зависит от перепада давления. Величина перепада давления  $\Delta P_{\phi}$  на дроссельном регуляторе определится по формуле:

$$\Delta P_{\phi} = P_{дР} - P_{ВЫХ} \quad (3)$$

где  $P_{дР}$  – давление в напорной магистрали гидравлического привода;

$P_{ВЫХ}$  – давление на выходе из дросселя.

В процессе дросселирования рабочей жидкости в гидроприводе сопровождается не только увеличением температуры жидкости и ее кавитацией, которая увеличивает шум работы гидропривода. В первую очередь явление кавитации связано результатом неустойчивой работы гидравлических агрегатов гидропривода машины. Кавитация рабочей жидкости возникает потому, что всегда в рабочей жидкости присутствуют пузыри воздуха, которые при условиях  $P < P_{кр}$  теряют свою устойчивость, но приобретают способность к неограниченному росту. Если в неопределенный (случайный) момент времени множество пузырей начинают лопаться, явление кавитации сопровождается сильным шумом с частотой в сотни и даже тысячи Гц.

Кавитация в гидроприводе приводит также к увеличению вязкости рабочей жидкости, а это создает большие гидравлические потери в гидрелиниях гидравлических устройств, а при многократном повторяющемся ударе разрушаются поверхности обтекаемого тела, связанные с возникновением кавитационной эрозии.

Кавитация рабочей жидкости увеличивает гидродинамическое сопротивление, при этом снижается КПД гидравлического привода, возникает вероятность отказа его работы.

Приведенные выше результаты возможного развития кавитации рабочей жидкости, предъявляют особые требования к свойствам рабочей жидкости, температура застывания которой не должна превышать  $-60$  °С. Такая жидкость должна иметь хорошую вязкость, широкий температурный предел ее применения при условии прокачиваемости ее различными типами гидронасосов. Основные параметры для применения в гидроприводах машин рабочих жидкостей, применяемых при низких температурах приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Рабочие жидкости, рекомендуемые для применения

Марка масла	Обозначение по ГОСТ 17479.3-85 17479.4-87	Фирма	ISO класс точности		
			VG 22		VG46
			Группа по DIN 51524		
			HLP	HVLP	HLP
Зимний сорт		SHELL	Shell Tellus		
ВМГЗ	МГ-15-В(с)		Oil 22		
ТУ 38 101479-86	МГ- 15-В	MOBIL	Mobil DTE 22		
МГЕ- 104		BP	Energol		
ТУ 38 101572-75	МГ - 15 Б	ESSO	HLP- HM22 NUTO		
Заменитель			H 22		
АМГ — 10	МГ- 22 - Б	CASTPOL	HYSTIN		
ГОСТ 6794 - 75		SAF	AWS 22 SAF 5W		
АУЛ		MOTOR			
ТУ 38 101 1258-89		OILS			
«Летний сорт»		SHELL		Shell Tel lus	Shell Tel lus
МГЕ - 46В	МГ - 46 В			Oil Г 48	Oil Т 48
ТУ 38 001347-83		MOBIL		Mobil DTE 15	Mobil DTE 25 Mobil Hydraulic
Заменитель	МГ-48 В				Oil Me
МГ-30					dium
ТУ 38 10150-70	И-Г-А-46	BP		Bartran	Energol
И-30 ГОСТ 20799-88		ESSO		HV 46 UNI VIS	HLF-46 NUTOH
				N46	46
		CASTROL		HYSTIN	HYSTIN
				AWH 46	AWH 46
		S-A.JE!		SAE	
		MOTOR		10W30	
		OILS			

**Выводы.** Для обеспечения надежной эксплуатации гидрооборудования автокранов в различных климатических условиях Российской Федерации, для объемных гидроприводов созданы специальные гидравлические масла, основными производителями которых являются Волгоградский и Ново-Уфимский нефтеперерабатывающие заводы.

Для условий крайнего Севера рекомендуется рабочая жидкость марки АМГ – 10. При использовании РЖ марки ВМГЗ при отрицательных температурах требуются специальные системы по обеспечению оптимального температурного режима гидравлического привода.

## Литература

1. Шустов А.Ф. Культурная детерминация ценностно-нормативных аспектов развития технической деятельности // Проблемы современного антропосоциального познания. Брянск, 2008. С. 58-62.
2. Дроздов А.Н. Строительные машины и оборудование: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2012. 448 с.
3. Куликов О.Н., Ролин Е.И. Охрана труда в строительстве: учебник для нач. проф. образования. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 352 с.
4. Клиндух Н.Ю. Совершенствование систем гидропривода для эксплуатации при низких температурах: дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2007. 130 с.

УДК 631.17

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*д.т.н. профессор Нестерова Н.В., Стеба И.П.*

*Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,  
Россия*

## AUTOMATION OF AGRICULTURAL MACHINERY

*Doctor of Engineering Sciences, Professor Nesterova N.V., Steba I. P.*

*Belgorod state agrarian University named after V.YA . Gorin, Russia*

**Аннотация:** Рассмотрены и проанализированы возможности автоматизации сельскохозяйственной техники. Отмечены особенности внедрения автоматизированного управления сельхозтехникой, путем перехода на автопилоты. Отмечена экономическая выгода от данного метода, а также представлен он из вариантов автопилота. Указаны плюсы данного метода.

**Annotation:** the possibilities of automation of agricultural machinery are Considered and analyzed. Features of introduction of automated control of agricultural machinery by switching to autopilots are noted. The economic benefit of this method is noted, as well as it is presented from the autopilot options. The advantages of this method are indicated.

**Ключевые слова:** автоматизация, сельскохозяйственная техника, автонавигатор, E-DRIVE.

**Key words:** automation, agricultural machinery, auto-Navigator, E-DRIVE.

### Введение. Постановка задачи

Вопросы внедрения в сельское хозяйство различных усовершенствованных методов контроля работы предприятий все больше набирают обороты. Основная доля сельского хозяйства — это поля. Как уже известно человеческий труд, пускай и не полностью, но заменяется роботизированными технологиями. И аграрии тоже поддерживая эту инициативу, вводят для сельхозтехники системы автоматического управления агрегатом, по-другому их называют автонавигатор [1].

Автонавигаторы позволяют обрабатывать поля с большей точностью,

нежели под управлением человека. Такая система успешно применяется для обработки почв, посева различных культур, междурядной культивации, опрыскивания и разбрасывания удобрений.

Внедрение этих систем несет за собой большое количество плюсов, таких как: Обеспечивание точного хода и обработка посевов. Курс движения рассчитывается и отображается в реальном времени; Задается необходимая ширина захвата сельскохозяйственным орудием (навеса, сеялки, жатки и т.д.); Наглядно видно обработанную площадь, выделенную на цветном дисплее навигатора, видны пропуски и нахлесты, благодаря этому обеспечивается существенная экономия гербицидов и топлива; Техника перемещается по идеально прямым или наклонным линиям. Точность движения является одним из решающих параметров – машина не должна пропускать посевы и урожай, и тем более, мять их колесами; Проведение работ становится более эффективным за счет получения визуальных и голосовых подсказок. В случае схода трактора с маршрута подается специальный звуковой сигнал; Возможность контроля передвижения по полю помогает подсчитать пройденный путь и предупредить о возможных возникающих на пути препятствиях; В системе заложена возможность возвращения к точке, откуда необходимо продолжить после предыдущей обработки. Это позволяет разной технике обрабатывать одно поле в различное время [2].

Одним из распространённых систем автопилотирования является автопилот AGROCOM E-DRIVE. Преимущество данного автопилота заключается в более точном вождении – до 2,5 см.

Автопилот AGROCOM E-DRIVE предназначен для автоматического вождения трактора, с полной шириной захвата прицепного агрегата до 999 метров по параллельным линиям. При этом у тракториста освобождается время, чтобы следить за другими приборами и работой других агрегатов, что особенно ценно в условиях плохой видимости и ночью. Система позволяет водить трактор по полям с любыми перепадами высот, автоматически учитывая наклон транспортного средства.

Функциональные возможности E-DRIVE:

1. E-DRIVE устанавливается на любые импортные трактора, имеющие гидроусилитель руля;

2. При работе обеспечивается:

- автоматическое отключение при уходе с курса более, чем на 10% (или 180 см, смотря, что больше)

- автоматическое отключение при уменьшении скорости менее 1.6 км/ч или увеличения более 20 км/ч;

3. Гибкая настройка потока гидравлической жидкости в зависимости от условий;

Экономический положительный эффект от внедрения данной системы - уменьшение перекрытий с 0,5 метра до 0,1 метра позволяет экономить при севе от 4 до 10% посевного материала (в зависимости от ширины сеялки). Эффективность экономии только на севе может составить 80-150 тыс. руб. на 10 000 га [3].

Также американская компания John Deere представила трактор с искусственным интеллектом «My John Deere»

С помощью джойстика, сенсорного дисплея и подключения всех компонентов машины, John Deere представляет совершенно новую концепцию управления.

Преимущества использования подобной системы очевидны. Она значительно экономит время – вместо того, чтобы ездить по полям и проверять работу каждого трактора, владелец может находиться в офисе и решать несколько задач одновременно. Кроме того, My John Deere позволяет снизить затраты на ремонт техники и компенсации времени простоя – программа отслеживает продуктивность работы каждой машины и может спрогнозировать возникновение возможных неполадок. Использование интернет-портала также обеспечивает полноценный сбор урожая в максимально удобные сроки – благодаря отслеживанию состояния земли в режиме онлайн земледелец может рассчитать время, необходимое на проведение всех работ.

Подытожив, можно сказать, что внедрение в сельское хозяйство средств автоматизации сельхозтехники положительно скажется на производительность предприятий и сократив время и финансы в несколько раз [4,5,6,7].



## Литература

1. Нестерова Н.В., Камышникова Е.М., Войтов Д.А. Развитие агропромышленного комплекса Белгородской области в современных условиях // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 2018. С. 230-237.
2. Основы сельского хозяйства / ред. И.М. Ващенко. М.: Просвещение, 2014. 576 с.
3. Рунов Б.А. Применение робототехнических средств в АПК // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 2 (18). С. 41-43.
4. Чуба А.Ю., Кирилова О.В. Разработка научно обоснованных систем ведения сельского хозяйства с использованием спутниковых навигационных систем // Агропродовольственная политика России. 2017. № 10 (49). С. 157-162.
5. Войнова Н.Ф. Современное состояние теории, средств и методов автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства // Вестник ВИЭСХ. 2014. № 2 (15). С. 64-67.
6. Соловьев С.А., Козарез И.В., Феськов С.А. Влияние расположения стрельчатых лап культиваторов посевных комплексов на их износ // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 11. С. 40-42.
7. Исследование систем повышения тормозной динамичности автотранспортных средств / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Ю.Н. Баранов, А.М. Гринь, А.С. Бодров // Мир транспорта и технологических машин. 2016. № 3 (54). С. 98-107.
8. Ульянова Н.Д. Информационное обеспечение предприятий АПК // Инновационные подходы к формированию концепции экономического роста региона: материалы науч.-практ. конф. Брянск, 2013. С. 184-189.

## **К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ЛЕМЕХОВ ПЛУЖНЫХ КОРПУСОВ**

*магистрант Гуцан А.А., к.т.н. Тюрева А.А., к.ф.-м.н. Рыжик В.Н.,  
аспирант Паседько Н.С.*

*Брянский государственный аграрный университет, Россия*

### **ON THE CLASSIFICATION OF PLOWSHARES**

*undergraduate Gutsan A. A., candidate of technical Sciences Tyureva A. A., candidate  
of physical and mathematical Sciences. Ryzhik V. N., post-graduate student Pasedko N.S.  
Bryansk state agrarian University, Russia*

**Аннотация.** На основании геометрических параметров и эксплуатационных требований, предложена классификация плужных лемехов.

**Annotation.** Based on the geometric parameters and operational requirements, a classification of plowshares is proposed.

**Ключевые слова:** плужные лемеха, геометрические параметры, эксплуатационные требования.

**Keywords:** plowshares, geometric parameters, operational requirements.

#### **Введение. Постановка задачи**

Развитие обработки почвы при помощи сельхозорудий привело к созданию большого разнообразия плужных лемехов. Это связано со следующими факторами: различным гранулометрическим составом почвы; повышением эксплуатационных показателей (например, увеличение скоростей перемещения пахотных агрегатов); агротехническими требованиями; надежностью [1,2,3]. Существующие классификации данных конструктивных элементов отличаются несовершенством [4,5]. Поэтому, задачей приводимых ниже изысканий является разработка собственной классификации лемехов с кратким анализом достоинств и недостатков отдельных групп этих деталей.

#### **Решение задачи**

Авторами предлагается классифицировать данные изделия по их геометрии и по эксплуатационным показателям. (Под эксплуатационными показателями понимается, прежде всего, величина ресурса). В этом случае лемеха можно классифицировать по геометрической форме, а также как цельнометаллические и составные.

### Классификация по геометрической форме

Как правило, классификация по геометрии распространяется на цельнометаллические лемеха. Они могут быть: трапециевидные, долотообразные, оборотные, треугольные и зубчатые [6].

Трапециевидный лемех (рисунок 1), в большинстве случаев устанавливается на предплужниках и на некоторых видах плугов, работающих на легких почвах. Они технологичны в изготовлении, однако быстрая утрата заглубляющей способности приводит к снижению равномерности глубины вспашки.

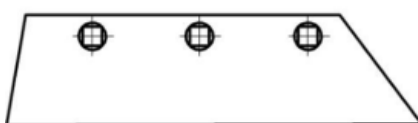


Рисунок 1 – Трапециевидный лемех

Долотообразный лемех (рисунок 2) имеет удлиненный носок в виде долота, благодаря чему он лучше заглубляется и более устойчив в работе.

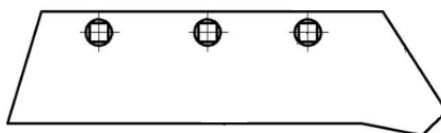


Рисунок 2 – Лемех долотообразный

Оборотный лемех (рисунок 3) [6] имеет форму параллелограмма с режущими кромками на его длинных противоположных сторонах. Два ряда крепежных отверстий позволяют его переворачивать, что в некоторой степени увеличивает ресурс. В то же время, данная конструкция не нашла широкого распространения из-за сравнительно низкой жесткости.

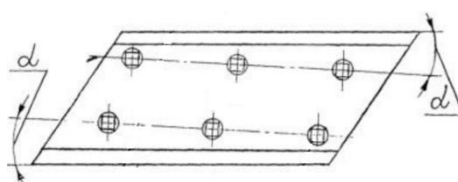


Рисунок 3 - Оборотный лемех

Треугольные лемеха (рисунок 4) применяют на некоторых специальных плугах, картофелекопателях, канавокопателях и рыхлителях, когда требуется создать большое давление лезвия на отрезаемый почвенный пласт [7].

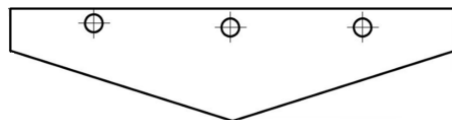
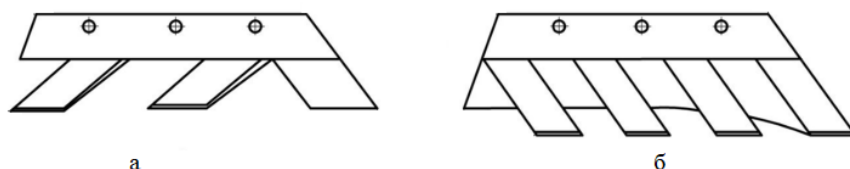


Рисунок 4 – Треугольный лемех

Зубчатый лемех (рисунок 5) имеет прерывистое лезвие [8], благодаря которому происходит частичное подрезание, а также отрыв пласта снизу. Так как сопротивление почвы на отрыв меньше, чем на резание, то при использовании таких лемехов тяговое сопротивление корпуса снижается. Они хорошо зарекомендовали себя на вспашке сухих не каменистых почв, однако на увлажненных и мягких почвах, засоренных камнями, выявились неудовлетворительные результаты, вызванные поломками носового зуба. Кроме того, имеет место забивание межзубового пространства растительными остатками.



а – для тяжелых почв, б – для плотных иссушенных почв

Рисунок 5 – Зубчатый лемех.

Следует отметить общий недостаток описанных конструкций, заключающийся в их невысоком ресурсе, так как они в подавляющем большинстве не подвергаются термической упрочняющей обработке, что создаёт условия для высокой интенсивности изнашивания.

#### *Составные плужные лемеха*

К составным плужным лемехам относятся: трапециевидный со сменным лезвием, долотообразный со сменным долотом (односторонним или двухсторонним).

Конструкция составного лемеха со сменным лезвием (рисунок 6) [9] должна обеспечивать увеличение его ресурса за счет использования сменной узкой полосы лезвия из износостойкой стали Х12Ф. Такой лемех не нашел практического применения вследствие низкой технологичности, недостаточной надежности и пороков, характерных для трапецеидальных лемехов.

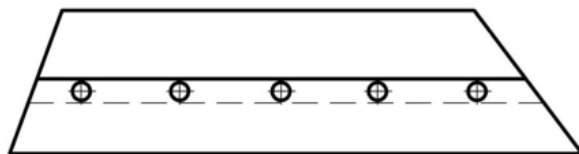


Рисунок 6 - Составной трапецеидальный лемех со сменным лезвием

Основным достоинством лемеха со сменным долотом является то, что они позволяют более эффективно использовать металл корпуса лемеха. Это связано с тем, что интенсивность изнашивания области носка значительно превышает таковой же критерий остова лемеха. Кроме того, при изгибе или изломе заглубляющей части имеется возможность замены долота, а не всего лемеха. С технологической точки зрения изготовление лемехов с таким конструктивным решением также упрощается, так как имеет место разделение операций, хотя появляется дополнительная функция – сборка. Немаловажно и то, что имеется возможность изменения формы долота без каких - либо существенных технологических преобразований на производстве.

В тоже время лемеха такой конструкции создают условия для увеличения тягового сопротивления [10].

На рынке сельскохозяйственной техники Российской Федерации преобладают плуги и соответственно комплектующие к ним, следующих зарубежных компаний: «Лемкен»; «Кун»; «Квернеланд»; «Фогель и Ноот»; «Грейгори Бессон». (При анализе лемехов со сменными долотами использовались базы Интернет).

Лемех фирмы «Лемкен» (Таблица 1) состоит из трапециевидного остова (а) и долота (б). Лемеха и долото могут быть наплавлены твердым сплавом, а также, поставляются без наплавки. Лемех и долото изготовлены из стали марки 35Г и

термообработанны на твердость 51 HRC. Лемех обладает высокими заглубляемостью и ресурсом. Так, на суглинистой и супесчаной почве наработка на отказ достигает до 30 га. За срок службы лемеха долото заменяется 1...2 раза.

Составной лемех фирмы «Кун» имеет долотообразный остов и накладное обратное долото (таблица 1) термоупрочненные на твердость 50 HRC. Лезвие не заточено и имеет в исходном состоянии толщину режущей кромки 4...5 мм. Характерной особенностью лемеха «Кун» является переменная величина угла резания, составляющая в зоне полевого обреза  $38^{\circ}$ ... $40^{\circ}$ , а в зоне пятки –  $18^{\circ}$ . Увеличенный угол резания в сочетании с большим вылетом долота (65 мм) обеспечивают высокую заглубляющую способность. Уменьшенный угол резания на остове лемеха позволяет заострять лезвие по мере его износа, повышая тем самым конструкционную износостойкость, и снижая тяговое сопротивление.

Лемех норвежской фирмы «Квернеланд» состоит из остова с лезвием, полученного кузнечным способом, и накладного обратного долота (Таблица 1). Лемех имеет переменный угол резания по длине, при этом угол наклона лезвия к дну борозды в носовой части на  $10^{\circ}$ ...  $12^{\circ}$  превышает аналогичный параметр в средней части лемеха и на пятке. Переменный угол резания, достигаемый пространственным искривлением лицевой плоскости лемеха, позволяет существенно улучшить его функциональные качества за счет сочетания высокой заглубляющей способности носка и пониженного тягового сопротивления, обусловленного получаемой в процессе эксплуатации остротой лезвия. Остов и долото термоупрочнены на твердость 53 HRC. Лемех компании «Квернеланд» - предназначен для обработки твердых тяжелых и каменистых почв.

Компания «Фогель и Ноот» стала производит лемеха (Таблица 1) из стали Permanit. Благодаря повышенному содержанию углерода, значительно повысилась твердость и износостойкость деталей. Относительная невысокая интенсивность изнашивания обеспечивает сравнительно длительный срок службы. Лемех оснащается обратным долотом. Твердость остова и долота составляет 48 HRC.

Лемех Французской компании «Грейгори Бессон» имеет накладное долото с тремя крепежными отверстиями (Таблица 1), что позволяет перевернуть его в







случае износа одной из его сторон. В целом данный лемех повторяет конструкции деталей описанных выше.

Необходимо отметить наличие термоупрочнения у всех импортных составных лемехов, что так же способствует увеличению ресурса.

Конструкция лемеха с выдвижным долотом предусматривает компенсацию опережающего износа носовой части поэтапным его выдвижением из корпуса плуга [11]. Долото устанавливается в специальном наклонном фрезерованном пазе, размещенном в башмаке, и имеет набор крепежных отверстий. Эта конструкция не получила широкого распространения из-за технологической сложности, связанной с необходимостью механической обработки всех подвижных контактных поверхностей. Кроме того, при эксплуатации лемех этой конструкции также происходит захват и удержание растительных остатков, что приводит к повышению тягового сопротивления и снижению устойчивости хода плуга.

Для повышения ресурса лемеха (рисунок 7) авторы [12] предложили расположить на поверхностях, наиболее подверженных изнашиванию защитные элементы, которые выполнены из твердых сплавов. Пластины устанавливаются с вылетом над поверхностью остова лемеха пайкой, сваркой, плазменной или индукционной наплавкой. Допускается использование клеевых составов. Пластины не должны выступать за обрез режущей области.

Таблица 1 – Лемеха ведущих европейских производителей

Наименование компании	Остов	Долото
Лемкен		
Кун		
Квернеланд		

Фогель и Ноот		
Грейгори Бессон		

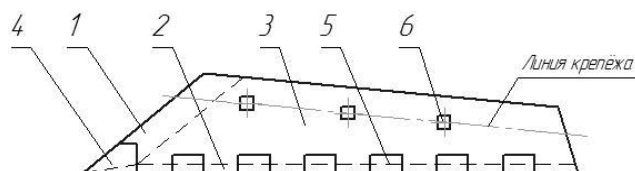


Рисунок 7 – Лемех плуга с наличием твердосплавных пластин (1 – носок; 2 – лезвие; 3 – корпус; 4 – заглубляющая часть; 5 – пластины; 6 – крепеж).

Защита лезвия лемеха твердосплавными элементами, наряду с положительными факторами придаёт детали и некоторые отрицательные стороны: высокая технологическая сложность изготовления, значительная рыночная цена твердых сплавов, большая вероятность скола (удаления) твердых пластин с рабочей поверхности даже при наличии в почве незначительных препятствий, усложнение или невозможность проведения последующих восстановительных операций, возрастание склонности упроченной области к залипанию. Однако наиболее существенным недостатком такой конструкции считается низкая ударная вязкость упрочняющих пластин. (Рассмотренные выше данные, как свидетельствует работа [13] сыграют определённую роль в развитии высшего технического образования в области сельскохозяйственного производства).

### Выводы

1 Разработана классификация плужных лемехов, основанная на их геометрии и эксплуатационных требованиях.

2 Показано, что по простоте конструкции, функциональной надёжности, технологичности, выполнению эксплуатационных и агротехнических условий, наиболее приемлемы составные лемеха со сменными долотами.

### Литература

1. Козарез И.В., Михальченков А.М., Обзор способов восстановления плужных лемехов // Тр. ГОСНИТИ. 2012. Т. 109, № 2. С. 30-34.
2. Тюрева А.А., Козарез И.В., Дьяченко А.В., Твёрдость лемехов компании VOGEL & NOOT // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 3. (55). С. 60-65.



3. К вопросу методологии поведения испытаний поверхностно упрочненных деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий / В.А. Денисов, Н.Ю. Кожухова, Л.С. Киселева, С.А. Лушкина // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. С. 195-204.
4. Классификация конструкций отвалов сельскохозяйственного назначения / А.М. Михальченко, С.Н. Прудников, В.И. Лавров, Т.А. Ермакова // Бюл. науч. работ Брянского филиала МИИТ. 2014. №1 (5). С. 28-31.
5. Интенсивность изнашивания лемехов компании "Кун" с упрочненной областью наиболее вероятного износа / М.А. Михальченкова, Н.Ю. Кожухова, В.Н. Рыжик, В.И. Лавров // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. С. 130-135.
6. Лемех: пат. 2242100 Рос. Федерация / Покровский В.В., Меньшиков В.Н., Серебряков В.М.; заявл. 21.03.2003; опубл. 20.12.2004.
7. Лемех треугольный для почвообрабатывающих орудий: пат. 186930 Рос. Федерация / Коршунов В.Я., Коршунова Г.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "Брянский государственный аграрный университет"; заявл. 11.06.2018; опубл. 11.2.2019, Бюл. № 5.
8. Бернштейн Д.Б., Лискин И.В. Лемехи плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применения материалов // Сельскохозяйственные машины и орудия. 1992. № 3. С. 35-38.
9. Тюрева А.А. Повышение долговечности плужных лемехов наплавочным армированием в условиях песчаных и супесчаных почв: дис. ... канд. техн. наук. М.: Изд-во Московский ГАУ им. В.П. Горячкина, 2008. 141 с.
10. Соловьев С.А., Козарез И.В., Феськов С.А. Влияние расположения стрельчатых лап культиваторов посевных комплексов на их износ // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 11. С. 40-42.
11. А.с. 177189. Плужный лемех с выдвигным долотом / А.А. Боль и др.; заявл. 15.01.1965; опубл. 12.01.1965, Бюл. № 24.
12. Михальченко А.М., Киселева Л.С. Способы восстановления лемехов с неустранимыми дефектами // Бюл. науч. работ Брянского филиала МИИТ. 2012. № 1 (1). С. 53-56.
13. Шустов А.Ф., Шустова Г.А. Методические основания гуманитаризации высшего технического образования // Трансформация экономики региона в условиях инновационного развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. С. 287-290.

УДК 631.33:635.928

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИКАТКИ СЕЯЛКИ ДЛЯ СЕВА СЕМЯН ЛУКА**

*д.т.н., Ибрагимов А.А., к.т.н., Абдурахманов А.А.,  
базовый докторант Эшдавлатов А.Э.*

*Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства,  
Республика Узбекистан*

## **SUBSTANTIATION OF SEEDER ROLLER PARAMETERS FOR SEEDING ONION SEEDS**

*Doctor of Technical Science, Senior Researcher, Ibragimov A.A.,  
Doctor of Philosophy, Senior Researcher, Abduraxmanov A.A.,  
Basic doctoral student Eshdavlatov A.E.*

*Research Institute of Agricultural Mechanization, Republic of Uzbekistan*

**Аннотация.** Приведены результаты теоретических исследований по обоснованию параметров прикатки сеялки для сева семян лука ленточным способом тремя рядами в каждой

ленте. Из полученных данных можно сказать, что для качественной заделки семян лука на требуемую глубину диаметры малого и большого оснований прикаток должны быть, соответственно, 206 и 257 мм, ширина прикатки 3 см, а вертикальная нагрузка на него при скорости движения 1,5-2,0 м/с должна быть в пределах  $Q = 44,8-50,6$  Н.

**Annotation.** The results of a theoretical study on the justification of the parameters of the rolling of a seeder for sowing onion seeds with a tape method in three rows in each tape are presented. From the data obtained, it can be said that for a good seeding of onion seeds to the required depth, the diameters of the small and large bases of the tack should be 206 and 257 mm, respectively, the width of the tack is 3 cm, and the vertical load on it at a speed of 1,5-2,0 m/s should be in the range of  $Q = 44,8-50,6$  N.

**Ключевые слова:** овощные культуры, лук, сеялка, каток прикатывающий, глубина погружения, глубина заделки, почва, плотность, диаметр прикатки, ширина прикатки, бороздка посевная, вертикальная нагрузка.

**Keywords:** vegetables, onions, seeder, packer roller, immersion depth, embedment depth, soil, density, tack diameter, tack width, sowing groove, vertical load.

За последние годы в Республике Узбекистан проводятся масштабные реформы, направленные на повышение уровня возделывания плодово-овощных культур. Среди этих культур лук занимает особое положение, являясь важным и ценным продовольственным продуктом. Луковица и листья лука содержат много различных полезных веществ и витаминов. Лук стимулирует выделение пищеварительных соков, оказывает мочегонное и некоторое успокаивающее действие [1].

В настоящее время в Республике Узбекистан отсутствует специальная сеялка, предназначенная для сева семян мелкосеменных овощных культур, в то время как за рубежом выпускается множество различных пневматических сеялок, предназначенных для этой цели. Они обеспечивают точный сев семян на заданную глубину рядовым способом. Однако зарубежные сеялки не приспособлены к почвенно-климатическим условиям Узбекистана, не могут обеспечить равномерную заделку семян на гребнях. Стоимость самих сеялок и сервисного обслуживания очень высока, сеялки имеют сложную конструкцию. Поэтому фермерские и дехканские хозяйства вынуждены пользоваться не приспособленными для их условий техническими средствами. Кроме того, операции по подготовке почвы к севу и непосредственно севу семян выполняются отдельно, что каждый раз сопровождается заездом агрегатов на поле, излишним расходом горюче-смазочных материалов, временными и трудовыми затратами. Все это, в конечном счете, приводит к повышению себестоимости производимой продукции [2, 3].

Исходя из изложенного, в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (НИИМСХ) была разработана сеялка для сева семян лука и других мелкосеменных овощных культур. Она за один проход осуществляет нарезку поливных борозд с образованием посевных гребней трапецидальной формы и сев семян лука или других мелкосеменных культур ленточным способом несколькими рядами в ленте [4,5].

Известно, что мелкие семена заделываются на небольшую глубину и поэтому при севе овощных культур особое внимание следует уделять вопросам заделки. Исходя из этого, данная статья посвящена обоснованию основных параметров сдвоенной конусообразной прикатки вышеназванной сеялки с учетом требований, предъявляемых к севу мелких семян овощных культур, в частности, лука.

Сдвоенная конусообразная прикатка при вращении за счет вертикальной нагрузки, приложенной на нее, углубляется на определенную глубину в почву, придавливает и сдвигает ее к середине посевной бороздки, тем самым заделывает семена на заданную глубину и уплотняет почву над семенами.

**Глубина погружения прикатки в почву.** Глубину  $h_0$  погружения прикатки в почву определяем из условия обеспечения требуемой плотности почвы посевного рядка по выражению [6]

$$h_0 = h_1 \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_T} \right), \quad (1)$$

где  $h_1$  – толщина уплотняемого слоя почвы, которая равна глубине ее предпосевной обработки (6-8 см);  $\rho_T$  – требуемая плотность посевного рядка почвы;  $\rho$  – плотность почвы до прохода посевного агрегата.

Принимая  $h_1 = 8$  см,  $\rho = 1,10$  г/см<sup>3</sup> и учитывая, что для обеспечения полноценных всходов плотность почвы посевного рядка должна быть в пределах 1,20 г/см<sup>3</sup>, по выражению (1) получим, что средняя глубина погружения прикатки в почву должна равняться 0,7 см. Так как прикатка имеет коническую поверхность, полученное значение  $h_0$  отнесем к ее средней части.

**Определение диаметра прикатки.** Диаметр прикатки определяем из условия отсутствия сгуживания почвы перед ней. Для этого, как известно из литературных источников [7,8], угол  $\alpha_0$  (рисунок 1) погружения прикатки в почву должен быть не более  $20^0$ .

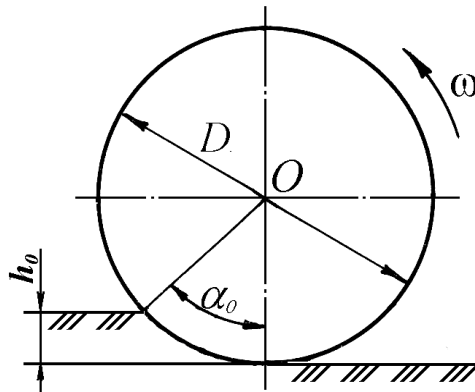


Рисунок 1 - Схема к определению диаметра прикатки

Из схемы на рисунок 1 имеем

$$D \geq \frac{2h_0}{1 - \cos \alpha_0} \quad (2)$$

или с учетом (1), имеем

$$D \geq \frac{2h_1 \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_T} \right)}{1 - \cos \alpha_0}. \quad (3)$$

Принимая  $\alpha_0 = 20^0$ ,  $h_1 = 8$  см,  $\rho = 1,1$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho_T = 1,2$  г/см<sup>3</sup> по выражению (3) получим, что средний диаметр прикатки должен быть не менее 232 мм.

**Определение ширины прикатки.** Для обеспечения заделки семян на требуемую глубину объем почвы, перемещаемой прикатками (рисунок 2) за единицу времени, должен быть равен объему посевной бороздки, образуемой бороздкообразующей частью сошника в это же время, т.е.

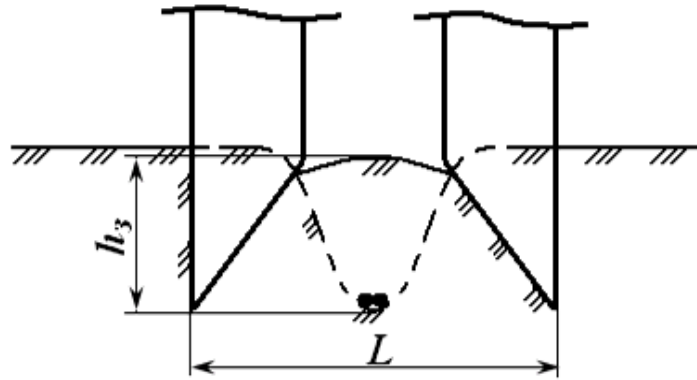


Рисунок 2 - Схема заделки семян прикатками

$$S_1 V_n = S_2 V_n \quad (4)$$

или

$$S_1 = S_2, \quad (4a)$$

где  $S_1$  – площадь поперечного сечения почвы, перемещаемой прикатками;  $S_2$  – площадь поперечного сечения посевной борозды, образуемой сошником;  $V_n$  – скорость движения посевного агрегата.

Согласно схемы на рисунке 3 площадь поперечного сечения почвы, перемещаемой прикатками, с учетом ее уплотнения можно определить по выражению

$$S_1 = 2b_{\delta} h_0 \frac{\rho_T}{\rho} \quad (5)$$

где  $b_{\delta}$  - ширина посевной бороздки.

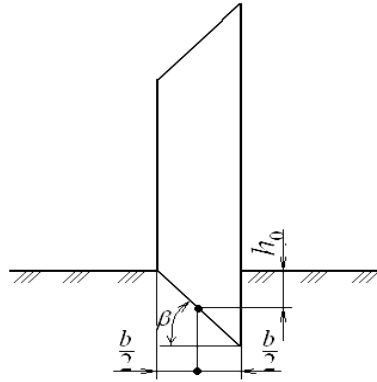


Рисунок 3 - Схема к определению ширины прикатки

Сошник образует посевную бороздку параболической формы с глубиной  $h_б$  и шириной  $b_б$  (рисунок 4). Ее можно представить следующим уравнением

$$y = \frac{4h_б}{b_б^2} X^2, \quad (6)$$

где  $X$  и  $Y$  – координатные оси.

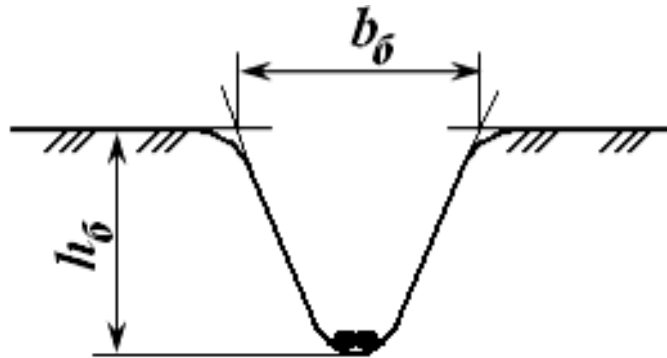


Рисунок 4 - Посевная бороздка, образованная сошником

Определим площадь поперечного сечения посевной борозды

$$S_2 = b_б h_б \int_{-\frac{b_б}{2}}^{\frac{b_б}{2}} y dX = b_б h_б - \frac{4h_б}{b_б^2} \int_{-\frac{b_б}{2}}^{\frac{b_б}{2}} X^2 dX = \frac{2}{3} b_б h_б. \quad (7)$$

Подставляя значения  $S_1$  и  $S_2$  по (5) и (7) в (4а) и решая полученное равенство относительно  $b$ , имеем

$$b = \frac{\rho b_{\sigma} h_{\sigma}}{3\rho_T h_0}. \quad (8)$$

Принимая ширину посевной бороздки равной ширине (по верху) бороздообразующей части уплотнителя сошника сеялки, т.е. 3 см, а глубину бороздки равной максимальной глубине заделки семян лука (2 см) и с учетом вышеприведенных значений  $\rho$ ,  $\rho_T$  и  $h_0$  по выражению (8) получим  $b=2,62$  см.

Следовательно, для обеспечения заданной глубины заделки семян ширина прикатки должна быть не менее 2,62 см. Исходя из этого, принимаем  $b=3$  см.

Зная значения  $D$ ,  $b$  и принимая  $\beta = 30^\circ$ , мы можем определить диаметры малого и большого оснований прикатки

$$D_m = D - b \operatorname{tg} \beta \quad (9)$$

и

$$D_{\sigma} = D + b \operatorname{tg} \beta. \quad (10)$$

Подставляя в (9) и (10) вышеприведенные значения  $D$ ,  $b$  и  $\beta$ , получим, что диаметры малого и большого оснований прикаток должны быть, соответственно, 206 и 257 мм.

**Вертикальная нагрузка на прикатку.** Вертикальную нагрузку, необходимую для погружения прикаток на требуемую глубину  $h_0$  определяем по формуле [8]

$$Q = 2q_0 (KV_n^2 + d) b R \left[ \sqrt{2Rh_0 - h_0^2} - (R - h_0) \arcsin \frac{\sqrt{2Rh_0 - h_0^2}}{R} \right], \quad (11)$$

где  $q_0$  – коэффициент объемного смятия почвы;  $K$  – коэффициент пропорциональности;  $d$  – безразмерный коэффициент.

Принимая  $q_0 = 2,4 \cdot 10^6$  Н/м<sup>3</sup>,  $K = 0,08$  с<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>,  $d = 0,9$  [8] и подставляя в (11) вышенайденные значения  $h_0$  и  $R$ , получим, что для обеспечения погружения прикаток на требуемую глубину в пределах скоростей движения 1,5-2,0 м/с на них должна быть приложена вертикальная нагрузка в пределах  $Q = 44,8-50,6$  Н.

Таким образом для качественной заделки семян лука на требуемую глубину диаметры малого и большого оснований прикаток должны быть, соответственно, 206 и 257 мм, ширина прикатки 3 см, а вертикальная нагрузка на него при скорости движения 1,5-2,0 м/с должна быть в пределах  $Q = 44,8-50,6$  Н.

#### Литература

1. Исломов Д.М. Равнак–скороспелый сорт лука // Овощеводство, бахчеводство и картофелеводство: состояние, проблемы и перспективы развития: сб. работ междунар. науч.-практ. конф. Ташкент, 2018. С. 31-33.
2. Ибрагимов А., Абдурахманов А. Состояние и проблемы сева семян лука в Узбекистане // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сел. хоз-ва: междунар. науч. чтения. Рязань, 2018. С. 104-108. - Режим доступа: [http://rgatu.ru/archive/sborniki\\_konf/6\\_12\\_18/sbor.pdf](http://rgatu.ru/archive/sborniki_konf/6_12_18/sbor.pdf)
3. Эшдавлатов А. Способы сева семян лука // Создание ресурсосберегающих технологий и технических средств в сельском хозяйстве и перспективы эффективно его использования: республ. науч.-техн. конф. Карши, 2019. С. 273-275.
4. Сеялка для сева семян лука / А. Ибрагимов, А. Абдурахманов, А. Эшдавлатов, А. Хаджиев // Агро илм. Ташкент, 2019. Спец. вып. 61. С. 78.
5. Ибрагимов А. Зависимость высоты гребня от глубины хода бороздореа // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сел. хоз-ва: междунар. науч. чтения. Рязань, 2018. С. 101-104. - Режим доступа: [http://rgatu.ru/archive/sborniki\\_konf/6\\_12\\_18/sbor.pdf](http://rgatu.ru/archive/sborniki_konf/6_12_18/sbor.pdf)
6. Рудаков Г.М. Технологические основы механизации сева хлопчатника. Ташкент: Фан, 1974. 284 с.
7. Циммерман М.З. Рабочие органы почвообрабатывающих машин. М.: Машиностроение, 1978. 294 с.
8. Ширяев А.М. Припосевное уплотнение почвы // Механизация сел. хоз-ва. 1988. № 3. С. 33-35.
9. Соловьев С.А., Козарез И.В., Феськов С.А. Влияние расположения стрельчатых лап культиваторов посевных комплексов на их износ // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 11. С. 40-42.



**МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ С ОДНОВРЕМЕННЫМ  
УПРОЧНЕНИЕМ СОСТАВНЫХ ЛЕМЕХОВ ИМПОРТНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

*к.т.н. Феськов С.А., к.т.н. Кожухова Н.Ю.,  
Брянский государственный аграрный университет, Россия  
магистр Михальченкова М.А., Брянский институт управления и бизнеса, Россия*

**METHODS OF RESTORATION WITH SIMULTANEOUS STRENGTHENING  
OF COMPONENT IMPORT PRODUCTION SILES**

*candidate of technical sciences Feskov S.A., candidate of technical sciences  
Kozhukhova N.Yu.,*

*Bryansk State Agrarian University, Russia  
Master Mikhailchenkova MA, Bryansk Institute of Management and Business, Russia*

**Аннотация.** На основании анализа методов восстановления составных импортных лемехов установлено, что перспективными являются технологии, совмещающие применение наплавки абразивостойких покрытий с использованием клеполимерных абразивостойких дисперсных композитов.

**Annotation.** Based on the analysis of recovery methods for composite imported plowshares, it has been established that technologies combining the use of abrasion-resistant coating surfacing using adhesive polymer-resistant abrasion-resistant dispersed composites are promising.

**Ключевые слова:** изнашивание, составные лемеха, восстановление, упрочнение, ресурс.

**Key words:** wear, compound shares, restoration, hardening, resource.

**Введение. Постановка цели**

Восстановление составных импортных лемехов связано с определенными особенностями, отличными от присущих аналогичным деталям, производимым в России [1]. В первую очередь это обусловлено их конструкцией [2], которая имеет съемное долото. Наиболее же характерным дефектом является износ режущее-лезвийной части, который, на определенном этапе, и определяет ресурс детали. Предельное состояние отечественных лемехов регламентируется, как правило, износами носка [3]. В связи с этим методы возобновления ресурса, применимые к лемехам, произведенным в Российской Федерации, в этом случае, не всегда приемлемы на, что указывает ряд исследователей [4]. Поэтому авторы поставили своей целью проанализировать исследования по данному вопросу за последние годы.

## Реализация цели

В результате практической и научной работы в [5,6,7,] разработана технология восстановления изношенных остовов плужных составных лемехов сущность, которой заключается в том, что режущая и лезвийная часть (они в конструкции составляют одно целое) крепится к несущей части лемеха сваркой (рисунок 1). При этом режущая часть изготавливается из рессорно-пружинной стали, термобработанной на твердость 36...40HRC. Ширина этой части соответствует ширине предельного износа (для лемехов, выпускаемых различными производителями, она может быть разная). Сварка производится с двух сторон без разделки. При наложении шва с тыльной стороны следует обращать внимание на то, чтобы он не превышал ширину плоскости крепления [8]. В противном случае установка лемеха на стойке будет затруднительна, если вообще возможна. Приваривание вставки производится электродом для сварки углеродистых сталей серии УОНИИ, диаметром 3 мм и силой сварочного тока 130...140 А. Пластина-вставка по геометрической форме должна копировать форму износа.

В качестве металла вставки могут использоваться листы рессор, утратившие упругость, однако имеющие твердость не менее 40HRC. Например, листы рессор автомобилей МАЗ и КамАЗ.



Рисунок 1 - Восстановленный лемех с вваренной вставкой (режущая часть)

Для увеличения ресурса лемеха авторы [9] рекомендуют с тыльной стороны в области лезвия на всю его длину шириной 20...30 мм наваривать валики электродом для износостойкой наплавки, обеспечивающие твердость получаемого покрытия 55...60 HRC. Как правило, наваривается не менее 4-х валиков. Область пятки наплавляется на всю ширину режущей части длиной не менее 30 мм (рисунок 2). Восстановление лемеха по предлагаемой технологии состоит из

следующих операций: удаление неровностей от износа и формирование соответствующей геометрии под приварку пластины; изготовление износостойкой пластины 1, соответствующей по размерам геометрии износа; приваривание пластины 1 к несущей части 3 двумя швами 2 с двух сторон; наваривание твердого сплава 4 электродом Т-590 (рисунок 2).

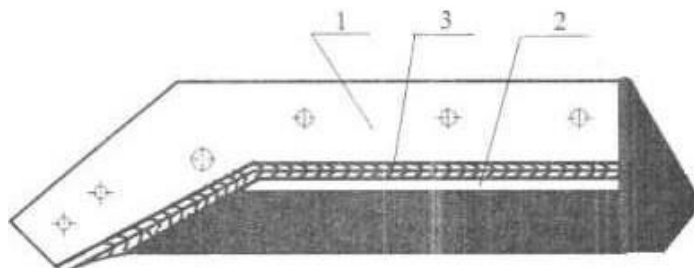


Рисунок 2 - Восстановленный лемех

Полевые испытания позволили установить, что ресурс восстановленных лемехов не уступает ресурсу лемехов заводского исполнения.

Ограничение ресурса лемеха лимитируется предельным состоянием остова, которое определяется износом по ширине [10]. Как правило, величина допустимого износа остова по ширине составляет 60 мм фактически для деталей всех зарубежных компаний. Такая ширина позволяет проводить упрочнение путем нанесения абразивостойких защитных покрытий, отличное от выше описанного. В этом случае возможности остова по существенному повышению ресурса, остаются не исчерпанными в силу того, что наплавленный слой, не охватывает всей площади, определяющей его работоспособное состояние. К немаловажному фактору относится нарушение геометрической формы детали, установленной агротехническими и эксплуатационными требованиями на вспашку.

В связи с этим, в работе [11] предложена технология упрочнения остова составных плужных лемехов, которая обеспечивает существенное повышение ресурса, при минимальной склонности к нарушению геометрической формы с соблюдением эксплуатационных и агротехнических условий на пахоту. Для этого на тыльной и наружной, сторонах поочередно начиная с лезвийной области по всей длине и охватывая всю ширину истираемой в процессе эксплуатации части остова наплавляются валики (в «шахматном порядке»).

Структура наплавленного металла должна иметь включения с твердостью не менее 80-84HRA. Присутствие включений с 80-84HRA и расположение слоев друг за другом последовательно на наружной и тыльной сторонах остова позволяет существенно снизить интенсивность его изнашивания.

Наличие трех факторов (высокая твердость металла покрытия, поочередный («шахматный») порядок расположения валиков и охват упрочнением всего объема истираемой поверхности) создают условия для значительно увеличения ресурса деталей без изменения его геометрии.

Однако исследования в этом направлении нельзя считать достаточными и поэтому следует провести дополнительный комплекс соответствующих экспериментов.

Технологический процесс [12] упрочнения повторяет технологию, описанную выше с тем условием, что на наружной стороне между валиками формируется клеэполимерный композиционный состав с наполнителем из гравийной крошки. Восстановленные лемеха демонстрируются рисунком 4. Следует отметить, что такая технология имеет большие перспективы.



а



б

Рисунок 4 – Восстановленный и упрочненный остов составного лемеха компании «Фогель и Ноот» (а - лицевая сторона; б – тыльная сторона)

Для устранения лучевидного износа в области крепления долота авторами [13] предложена технология двухслойной наплавки, которая обеспечивает необ-

ходимую износостойкость и одновременно пластичность восстанавливаемой области. Такая технология состоит в наплавке 1-го слоя электродом с малоуглеродистым стержнем и 2-го слоя электродом для износостойкой наплавки. Метод позволяет увеличить послеремонтный ресурс лемехов импортного производства.

Определенное распространение получили методы восстановления изделий с подобными дефектами применением самотвердеющих клеевых полимерных составов [14]. Композит разработан и апробирован сотрудниками Брянской ГСХА.

Полевые испытания восстановленных деталей по описанному способу показали, что их наработка до предельного состояния не уступает аналогичному показателю изделий заводского исполнения.

Восстановление одностороннего долота (компания «Лемкен») производится путем приваривания пластины, копирующей изношенную область к пригодной для эксплуатации части (присоединительная часть) [15]. На поверхность лезвийно режущей части наносится покрытие из износостойкого материала (рисунок 5). Присоединительный элемент выполнен из стали с твердостью 35 HRC. Лезвийно-режущая часть изготовлена из более прочной стали, чем присоединительный элемент, и имеет твердость 45-50 HRC. Лезвийно-режущая часть имеет износостойкое покрытие из материала с твердостью 60-62 HRC.

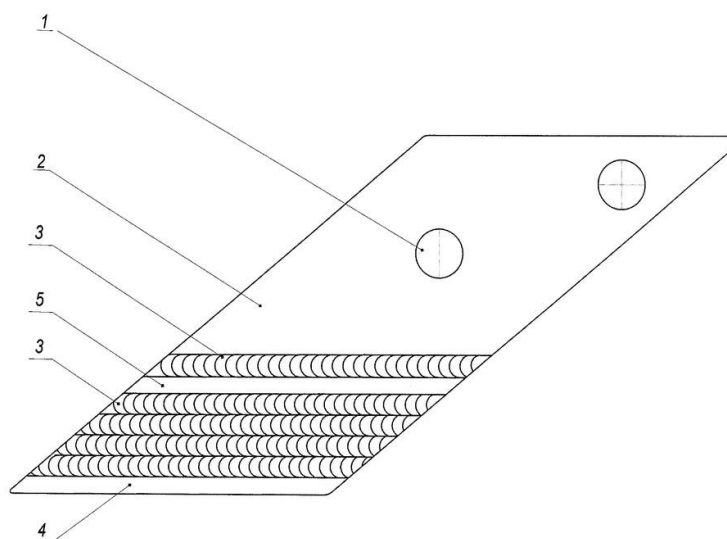


Рисунок 5 – Восстановленное долото плужного лемеха (1 - присоединительный элемент; 2 – отверстия; 3 – Лезвийно-режущая часть; 4 – сварочный шов; 5 – износостойкое покрытие)

Эксплуатационные испытания восстановленных долот на супесчаных почвах с изнашивающей способностью 100...200 г/га показали наработку до предельного износа около 70 гектар на лемех с учетом их трехкратного восстановления.

## Выводы

1 Рассмотрены и проанализированы современные методы восстановления составных импортных лемехов.

2 Показано, что наиболее перспективными являются технологии, совмещающие применение наплавки абразивостойких покрытий с использованием клееполимерных абразивостойких дисперсных композитов.

## Литература

1. Козарез И.В., Михальченков А.М. Обзор способов восстановления плужных лемехов // Тр. ГОСНИТИ. 2012. Т. 109, № 2. С. 30-34.
2. Тюрева А.А., Козарез И.В., Дьяченко А.В. Твердость лемехов компании *vogel & noot* // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 3 (55). С. 60-65.
3. Повышение ресурса и стойкостик абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрева // Технология машиностроения. 2019. № 11. С. 18-21.
4. Технология восстановления с упрочнением деталей машин на основе применения микродугового оксидирования / А.В. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Ф. Пузряков, В.Н. Логачёв, Н.В. Титов // Строительные и дорожные машины. 2014. № 10. С. 16-21.
5. Термоупрочнение изготовленных из вторичного сырья долот штамповарных лемехов / А.А. Новиков, А.А. Тюрева, М.А. Михальченкова, А.М. Гринь // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 28-29.
6. Тюрева А.Л., Козарез И.В. Совершенствование методики эксплуатационных испытаний новых и восстановленных плужных лемехов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ межвуз. науч. техн. конф. Брянск, 2010. С. 96-107.
7. К вопросу методологии поведения испытаний поверхностно упрочненных деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий / В.А. Денисов, Н.Ю. Кожухова, Л.С. Киселева, С.А. Лушкина // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2016. С. 195-204.
8. Ковалев А.П., Лавров В.И. Подрезающий элемент для регулирования роста растительности и планировки рельефа пространства вдоль пути // Бюл. науч. работ Брянского филиала МИИТ. 2012. № 1 (1). С. 43-45.
9. Михальченков А.М., Соловьев С.А., Михальченкова М.А. Эффективность импортозамещающих технологий изготовления, восстановления и упрочнения деталей почвообрабатывающих орудий способом компенсирующих термоупрочненных элементов // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014. № 11 (119). С. 17-22.
10. Дьяченко А.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Использование дефектных листов рессор при восстановлении плужных лемехов отечественного производства // Вестник Брянской ГСХА. 2014. № 1. С. 24-28.
11. Технология повышения ресурса остова составного плужного лемеха путем оптими-

зации расположения упрочняющего покрытия / А.М. Михальченков, А.М. Гринь, А.А. Гуцан, С.В. Уралов // Упрочняющие технологии и покрытия. 2019. Т. 15, № 3 (171). С. 103-105.

12. Михальченков А.М., Михальченкова М.А., Петраков М.А. Метод повышения служебных свойств остова плужного лемеха путем использования абразивостойких наплавочных материалов и полимерных композитов // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 3. С. 70-75.

13. Михальченков А.М., Михальченкова М.А., Орехова Г.В. Изменение механических свойств абразивостойкой системы основной металлдвухслойное покрытие при наплавке порошковой проволокой с учетом времени между нанесением слоев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2015. № 5. С. 28-32.

14. Филин Ю.И. Эпоксидный композит для повышения ресурса термоупрочненных лемехов // Сельский механизатор. 2017. № 5. С. 36-37.

15. Долото плужного лемеха: пат. 2480974 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Лялякин В.П., Лебедев Д.Н., Кожухова Н.Ю.; заявитель и патентообладатель "Всероссийский науч.-исслед. технологический ин-т ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка" РАСХН; заявл. 07.03.2012; опубл. 10.05.2013, Бюл. № 13.

УДК 621.316.98.

## **ВЕРОЯТНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ МОЛНИЕЙ**

*д.т.н., профессор Христофоров Е.Н., д.т.н., Сакович Н.Е.  
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **THE LIKELIHOOD OF DAMAGE TO THE ECONOMY BY LIGHTNING**

*doctor of technical Sciences, Professor E. N. Khristoforov  
doctor of technical Sciences N.E. Sakovich  
Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация.** В статье рассмотрена грозовая деятельность на территории страны, исследованы последствия теплового, механического и электромагнитного воздействия атмосферного электричества на объекты экономики, рассмотрены виды поражения объектов. Исследованы причины возникновения молний их характеристики, обоснованы методы, способы и технические средства молниезащиты. Предлагаем в качестве защиты от атмосферного электричества стержневые, тросовые и комбинированные молниеприемники, которые обеспечивают необходимую зону защиты объектов экономики, зданий и сооружений

**Annotation.** The article considers thunderstorm activity in the country, the consequences of the thermal, mechanical and electromagnetic effects of atmospheric electricity on objects of the economy are investigated, types of damage to objects are considered. The causes of lightning occurring, their characteristics are investigated, methods, methods and technical means of lightning protection are substantiated. We offer rod, cable and combined lightning rods as protection against atmospheric electricity, which provide the necessary protection zone for economic facilities, buildings and structures

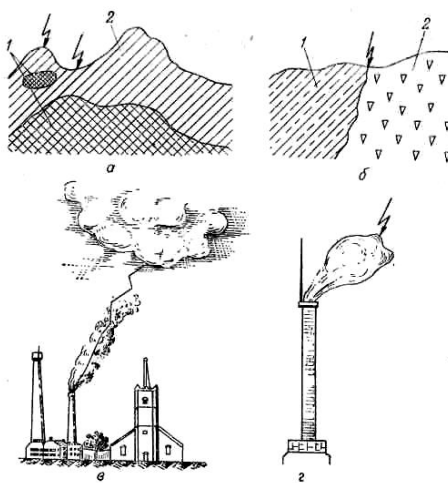
**Ключевые слова:** грозовая деятельность, грозовой разряд, молния, электростатическая индукция, молниезащита, молниеприемник, молниеотвод, объект экономики, ущерб, зона защиты.

**Keywords:** thunderstorm activity, lightning discharge, lightning, electrostatic induction, lightning protection, lightning rod, lightning rod, object of economy, damage, protection zone.

**Введение.** Грозовая деятельность является одним из изучаемых направлений дисциплины безопасность жизнедеятельности, ведь в результате действия молний наносится большой материальный ущерб экономике страны, от воздействия молний погибают люди.

Различают два вида поражения объектов экономики молнией:

1. Прямой удар проявления молнии. При таком ударе молнии через пораженный объект протекает весь ток молнии. При прохождении электрического тока молнии в пораженном объекте возникает импульсное напряжение величиной до миллиона вольт, что представляет опасность как самому объекту так и находящимся в нем людей, вплоть до летального исхода. При этом молния выбирает наиболее высокие объекты, поэтому запрещается во время грозы укрываться под деревьями, под крышами незащищенных молниезащитой зданиями, стоять во весь рост в поле и на открытой территории (рисунок 1) [2,3].



*а* – включения грунтов высокой электрической проводимости (1 – глина, 2 – песок); *б* – стыкование грунтов различной электрической проводимости; *в, г* – повышенная ионизация воздуха (выход нагретых газов)

Рисунок 1 – Избирательность воздействия молнии

2. Вторичное проявления удара молнии. При вторичном проявлении молнии, напряжение может возникнуть на металлических конструкциях тех зданий, которые непосредственно не подверглись воздействию молнии, но при этом также возникает серьезная опасность поражения людей.

Высокие потенциалы, вызванные вторичными воздействиями грозового



разряда, возникают также и на внешних протяженных коммуникациях объекта: трубопроводах, проводах высоковольтных линий (ВЛ) и линий других назначений. Занос этих потенциалов в помещения объектов также представляет серьезную опасность.

Вторичные воздействия молнии подразделяют на электростатическую и электромагнитную индукцию. Электростатическая индукция – это наведение потенциалов на металлических предметах в результате изменений электрического поля грозового облака, а электромагнитная индукция – наведение потенциалов на протяженных металлических элементах в результате быстрых изменений тока молний.

Величины напряжений, наведенных, вследствие электростатической или электромагнитной индукции, обычно не превышают десятков тысяч вольт.

Рассмотрим кратко, как возникают высокие потенциалы, вызванные вторичным воздействием молнии, на металлических элементах внутри зданий и сооружений.

Высокие потенциалы вследствие электростатической индукции наводятся на достаточно хорошо изолированных от земли металлических элементах объектов. Это происходит следующим образом. В процессе электризации грозового облака на наземных объектах скапливаются заряды, противоположные по знаку, например на металлических крышах и перекрытиях деревянных и кирпичных зданий за счет утечки по материалу и воздуху. Эти заряды имеют один и тот же знак с зарядом земли. Когда происходит грозовой разряд, то заряды облака и земли взаимно нейтрализуются. Причем нейтрализация зарядов облака и земли происходит в доли секунды. Заряды, индуцированные на металлических элементах объекта, вследствие большого сопротивления по пути утечки не могут столь же быстро стечь в землю.

Возникновение на протяженных металлических элементах зданий высокого напряжения вследствие электромагнитной индукции происходит следующим образом. При ударе молнии вокруг канала разряда возникает мощное, изменяющееся во времени, магнитное поле.

Величины напряжений, наведенных, вследствие электростатической или электромагнитной индукции, обычно не превышают десятков тысяч вольт. Такие напряжения приводят к сравнительно слабым электрическим пробоям, неопасным в пожарном отношении для зданий, построенных из горючих материалов или содержащих их. Однако появление искр длиной всего в несколько сантиметров может оказаться достаточным, чтобы вызвать взрыв в помещении, содержащем взрывоопасную концентрацию паров, газов или пыли горючих веществ.

Грозовой разряд молнии оказывает на объекты тепловое, механическое и электромагнитное воздействие.

Тепловое воздействие тока молнии при прямом ударе проявляется как при непосредственном соприкосновении канала разряда, так и при протекании тока молнии через пораженный объект.

Соприкосновение канала разряда, имеющего высокую температуру, с легко воспламеняемыми материалами или взрывоопасными смесями воздуха и газов, паров или пыли может вызвать пожар или взрыв. Такие же последствия возможны при появлении искровых пробоев внутри помещений, содержащих легковоспламеняющиеся материалы и взрывоопасные смеси.

Механические воздействия тока молнии на пораженный объект могут быть весьма значительными. Удары молнии, особенно в объекты, выполненные из материалов с низкой электрической проводимостью (деревянные и кирпичные строения), часто значительно разрушают их. Это происходит в результате пробоя по путям повышенной проводимости, возникающим обычно при проникновении влаги в дерево или кирпичную кладку. В результате мгновенного нагрева и испарения влаги под воздействием пробоев создается высокое давление, что и приводит к механическому повреждению незащищенного объекта. При прямых ударах молнии деревья, деревянные столбы часто расщепляются и падают, а кирпичные трубы, водонапорные башни и другие сооружения из камня и кирпича могут быть повреждены. Оборудование объектов устройствами молниезащиты обычно исключает их механическое повреждение при прямом ударе молнии, так как ток молнии в этом случае протекает по металлическим проводникам.

Вследствие удара молнии в воздушные линии электропередачи (ВЛ), телефонные и радиотрансляционные провода на них появляется импульсная волна высокого напряжения, распространяющаяся с большой скоростью. Высокие напряжения по проводам могут попасть в жилые и производственные помещения, приводя к возникновению разрядов с электропроводки, радио- и телефонной сети на заземленные элементы здания (трубы водопровода, канализации, железобетонные фундаменты). Причем в случае появления импульсной волны напряжения по электрическим проводам опасность повышается за счет протекания в местах пробоя изоляции электропроводки и электроприемников тока промышленной частоты. Занос импульсной волны напряжения возможен также и при ударе молнии в протяженные металлические, коммуникации, такие, как, например, трубопроводы на эстакадах, транспортеры кормораздачи и навозоуборки на фермах.

Из сказанного следует, что прямой удар молнии или воздействие ее вторичных проявлений на незащищенный объект представляет серьезную опасность для жизни людей и может нанести большой ущерб постройкам и сооружениям, как правило, выполненным из сгораемых материалов [2].

В основном интенсивность грозы характеризуют средним числом грозовых часов в год ( $n_{ч}$ ) и количеством грозовых дней в году ( $n_{д}$ ). В основном считают, что гроза продолжается в среднем 1,5 часа ( $n_{д} = 30$  дней и 2 часа при  $n_{д} > 30$  дней). Отсюда, интенсивность грозовой деятельности, определим по формуле:

$$n_{ч} = (1,5...2,0)n_{д} \quad (2)$$

Имеется более обобщенный показатель – число ударов в год ( $n$ ) на 1 км<sup>2</sup> поверхности земли (таблица 1).

Таблица 1 – Число ударов молнии в год

Интенсивность грозовой деятельности за год, $n_{г}$ , ч	20-40	40-60	60-80	80-100
Среднее число ударов молний в год на 1 км <sup>2</sup> , $N_n$	3	6	9	12

Прямой удар молнии носит вероятностный (случайный) характер, вероятное количество ударов молнии в год в незащищенное от грозы здание или сооружение, можно рассчитать по формуле [1]:

$$N = (B + 6h_x)(L + 6h_x)n \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

где  $B$  – ширина здания, м;

$L$  – длина здания, м;

$h_x$  – наименьшая высота здания, м.

Для дымовых труб, котельных, водонапорных и силосных башен, мачт, и деревьев число ударов молний определяем по формуле:

$$N = 9h^2 \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

где  $h$  – высота объекта, м.

Для линий электропередач количество молний в год буде равно:

Число опасных ударов в незащищенную линию электропередач (в год)

$$N = 0,42 \cdot L \cdot h_{CP} \cdot n_{г} \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

где  $L$  – протяженность линии, км;

$h_{CP}$  – средняя высота подвеса проводов, м;

$n_{г}$  – интенсивность грозовой деятельности в год, ч.

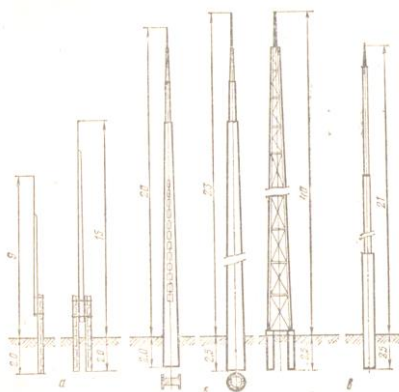
В зависимости от вероятности вызванного молнией пожара или взрыва, исходя из масштаба возможных разрушений и ущерба, установлены три категории молниезащиты зданий и сооружений [2,3]:

1. Молниезащита I категории – включаются здания и сооружения (или их части), в которых имеются взрывоопасные зоны, относимые к классам В-I и В-II по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ).

2. Молниезащита II категории – относятся здания и сооружения (или их части), в которых имеются взрывоопасные зоны классов В-Iа, В-Iб и В-IIа согласно ПУЭ.

3. Молниезащита III категории – входят здания и сооружения III IV V – здания и сооружения со взрывоопасными зонами классов П – I, П – II и П –IIа согласно ПУЭ-76;

Зданий и сооружения защищаются от прямых ударов молнии молниеотводами различных видов и конструкций, но каждый из молниеотводов состоит из молниеприемника, токоотвода, заземлителя и , опоры. Опора предназначена для крепления молниеприемников и токоотводов, они изготавливаются из деревянных, железобетонных и металлических конструкций (рисунок 2) [3].



*a* – деревянные опоры; *б* – железобетонные опоры; *в* – металлические опоры из металлических уголков или труб

Рисунок 2 –Конструкции опор отдельно стоящих молниеотводов

Молниеотводы классифицируют:

1. По конструкции молниеприемника различают: стержневые, тросовые, сетчатые и комбинированные.

2. По числу совместно действующих молниеприемников: одиночные, двойные и многократные.

При установке молниеотводов используется принцип избирательности молнии поражать наиболее высокие и хорошо заземленные конструкции. Поэтому при выполнении молниезащиты необходимо устанавливать молниеотвод так, чтобы опора возвышалась над защищаемым объектом, а молниеприемник и молниеотвод имели хороший контакт с заземляющим устройством.

Благодаря молниеотводу создаются условия, для ориентации лидерного разряда в направлении вершины молниеотвода. Таким образом, молниеотвод как бы «собирает» на себя грозовые разряды, возникающие в определенной зоне вокруг него, и тем самым экранирует расположенные поблизости от него объекты ниже его по высоте.

Пространство вокруг молниеотвода, защищенное от попадания прямых ударов молнии, называется зоной защиты.

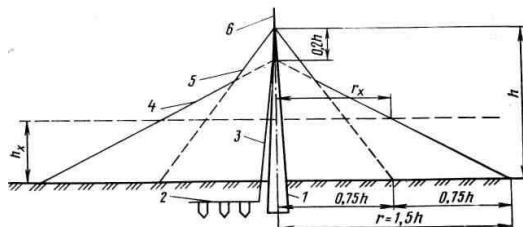
Зона защиты молниеотвода – это часть пространства, примыкающая к молниеотводу, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности [1,2,3,4].

Существуют две зоны защиты молниеотводов:

1. Зона защиты типа А – способна защищать объекты с надежностью 99,5% и выше,
2. Зона защиты типа Б – способна защищать объекты с надежностью 95% и выше,

Различают молниеотводы отдельно стоящие, изолированные и не изолированные от защищаемого здания.

Схема одиночного стержневого молниеотвода и зона его защиты изображена на рисунке 3.



1 – опора; 2 – система заземления; 3 – токовод; 4 – граница защитной зоны молниеотвода; 5 – активная часть молниеотвода; 6 – молниеприемник;  $h$  – высота молниеотвода;  $h_x$  – высота защитного сооружения;  $r_x$  – радиус защиты

Рисунок 3 – Схема молниеотвода и зона его защиты

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода представляет собой круговой конус, вершина высотой  $h_0$  до вершины которого находится несколько ниже  $h$  молниеотвода  $h_0 < h$ .

Горизонтальное сечение зоны защиты на любой высоте, например  $h_x$ , защищаемого объекта представляет круг с радиусом  $r_x$ , а на уровне земли радиус круга равен  $r_0$  (рисунок 4).

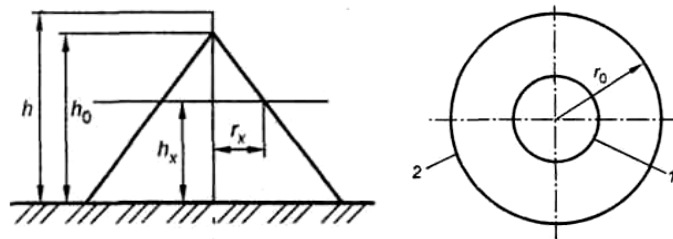


Рисунок 4 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода будут иметь следующие габариты.

Зона защиты типа А.

$$h_0 = 0,85h \quad (5)$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)h \quad (6)$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h)h \left[ h - \frac{h_x}{0,85} \right] \quad (7)$$

Зона защиты типа Б

$$h_0 = 0,92h \quad (8)$$

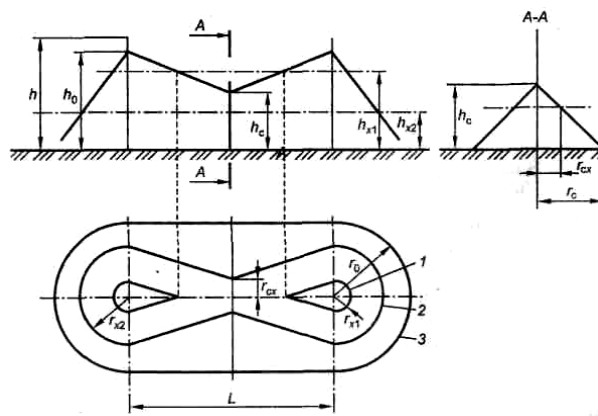
$$r_0 = 1,5h \quad (9)$$

$$r_x = 1,5 \left( h - \frac{h_x}{0,92} \right) \quad (10)$$

Для зоны защиты типа Б высоту одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h$  при заданных размерах защищаемого объекта  $h_X$  и  $r_X$  определяют по выражению

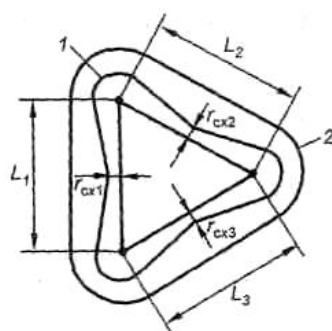
$$h = \left( \frac{r_X + 1,63h_X}{1,5} \right) \quad (11)$$

Зона защиты двойного стержневого молниеотвода изображена на рисунке 5, многократного стержневого молниеотвода на рисунке 6.



1 – граница зоны защиты на уровне  $h_{x1}$ ; 2 – граница зоны защиты на уровне  $h_{x2}$ ; 3 – граница зоны защиты на уровне земли

Рисунок 5 – Зона защиты двойного стержневого молниеотвода



1 – граница зоны защиты на высоте  $h_x$ ; 2 – граница зоны защиты на уровне земли

Рисунок 6 – Многократный стержневой молниеотвод в плане



**Выводы.** Авторы считают, что предлагаемая молниезащита экономических объектов, зданий и сооружений, с применением молниеприемников, позволит снизить число пожаров в стране, снизить материальный ущерб от них, уменьшить число человеческих жертв грозовой деятельности.

#### Литература

1. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. М.: Колос, 2000. 424 с.
2. Лумисте Е.Г. Безопасность жизнедеятельности в примерах и задачах. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 515 с.
3. Мишкин В.М. Молниезащита сельскохозяйственных объектов. М.: Колос, 1979. 104 с.
4. Производственная безопасность: учеб. пособие / под общ. ред. А.А. Попова. 2-е изд. испр. СПб.: Изд-во «Лань», 2013. 432 с.
5. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Лавров В.И. Основы энергетики, энергосбережения и электробезопасности: учеб. пособие. Брянск, 2012. 150 с.

**УДК 631.331**

### **О КОНЦЕПЦИИ РАЗРАБОТКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЙ ПОСЕВА**

*д.т.н., профессор Астахов В.С., д.т.н., профессор Петровец В.Р., к.т.н., доцент Валюженич Г.А.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

### **ON THE CONCEPT OF DEVELOPING A NEW GENERATION OF MACHINES AND SEEDING TECHNOLOGIES**

*Doctor of technical Sciences, Professor Astakhov V. S., doctor of technical Sciences, Professor Petrovets V. R., Ph. D., associate Professor G. A. Valyuzhenich  
Belarusian state agricultural Academy, Belarus*

**Аннотация.** Представлены основные пути разработки нового поколения машин и технологий посева, обеспечивающих сохранение плодородия почвы и снижение загрязнения окружающей среды при одновременном внедрении перспективных технологий посева, направленных на повышение качества продукции при снижении ресурсозатрат.

**Annotation.** The main ways to develop a new generation of machines and sowing technologies that ensure the preservation of soil fertility and reduce environmental pollution at the same time the introduction of advanced sowing technologies that provide better product quality while reducing labor and resource costs are presented.

**Ключевые слова:** посевные и почвообрабатывающие машины, технологии посева, плодородие почвы, загрязнение окружающей среды, принципы построения машин высокого технологического уровня.

**Key words:** sowing and tillage machines, seeding technologies, soil fertility, environmental pollution, principles of construction of high-tech machines.

**Введение.** Распространенный в странах СНГ порочный путь воспроизводства устаревшей сельскохозяйственной техники продолжает традицию бывшего СССР – создание отдельных машин, а не наборов техники для возделывания определенных культур, что сдерживает внедрения новых ресурсосберегающих технологий.

**Основная часть.** В настоящее время необходимо существенно усилить работу над новыми высоко-унифицированными универсальными машинами и принципиально новыми рабочими органами, системами высева, а также повышением их технического уровня за счет автоматизации, гидрофикации и выполнения требований, предъявляемых к новым технологиям с учетом использования в исполнительных механизмах машин элементов точного земледелия.

В сложившейся системе земледелия, в условиях интенсивного ведения хозяйства, все больше проявляются тенденции постоянного снижения плодородия почвы и загрязнения окружающей среды. В тоже время на плодородие почвы оказывают значительное влияние микроорганизмы почвы, которые участвуют в преобразовании органических и минеральных соединений в формы, приемлемые к использованию новыми растениями при синтезе органического вещества. В связи с этим при разработке машинных технологий почвообработки и посева необходимо максимально учитывать и сохранять условия для жизнедеятельности микроорганизмов (наличие кислорода, воздуха, тепла, влаги) и защитить их от вредного влияния химизации.

Ранее (50 ... 60-е г. г. XX века) было установлено, что в одном грамме плодородного слоя содержатся миллиарды клеток, а в целом на одном гектаре плодородной земли находилось 5–7 т микробной массы. В настоящее время микробная масса составляет 1,5–2 т/га и менее, что привело к снижению гумуса. Для его восстановления необходимо вносить не менее 12–15 тонн органических удобрений на гектар ежегодно.

Интенсивное агрохимическое обслуживание посевов – внесение высоких доз минеральных удобрений, гербицидов, инсектицидов и других средств защиты растений отрицательно влияет на живое тело почвы. Однако, лишь 40–60 %

азота, 20–30 % фосфора и 30–50 % калия усваивается растениями из минеральных удобрений. Остальное теряется из-за несовершенства способов внесения. Но вместе с удобрениями в почву поступают ряд вредных элементов: свинец, ртуть, кадмий и другие нежелательные вещества.

Почва все интенсивнее подвергается перемешиванию, крошению, уплотнению движителями тракторов и сельскохозяйственных машин, что приводит к образованию пыли или плотных глыб. Это уменьшает пористость и комковатость структуры почвы, приводит к ее деградации.

Применение глубокой пахоты служит причиной резкого иссушения почвы. Поэтому в весенние дни большой запас влаги улетучивается в атмосферу, которого было достаточно для выращивания высоких и устойчивых урожаев, если бы его удалось сохранить. Иссушенный пахотный слой становится очагом водной и ветровой эрозии. По этим причинам с сельскохозяйственных угодий ежегодно смывается более одной тонны почвы с гектара. А сокращение площади лесов привело к тому, что даже в Республике Беларусь существенно возросло количество засух за последние десятилетия. Поэтому перед учеными и специалистами агропромышленного комплекса в условиях изменяющегося климата стоит важнейшая проблема по изысканию технологических процессов, средств механизации и автоматизации с целью сохранения плодородия почвы и снижения ресурсозатрат, обеспечения экологической чистоты окружающей среды. Решение данной проблемы возможно лишь путем всестороннего анализа факторов, влияющих на развитие растений с учетом уже достигнутых результатов и требований к качеству посевного материала и процессу посева в целом. Равномерное распределение семян и растений по площади – основная задача при посеве. Именно в этом направлении преимущественно совершенствуются способы посева и посевные машины. Об этом свидетельствуют опытные данные немецкого ученого Г.И. Хееге, который показал зависимость урожайности зерновых культур от ширины междурядий, а также от способа посева (рядового, ленточного или разбросного). По его данным при уменьшении ширины междурядий с 20 до 10 см повышается урожайность на 0,7 %, а при ленточном и разбросном (безрядковым)

способах – повышается еще больше. С повышением равномерности распределения семян по площади уменьшается количество сорных растений.

Большое влияние на продуктивность растений оказывает глубина заделки семян в почву. Поэтому сошниковые группы при посеве должны обеспечивать минимально возможный разброс семян по глубине и семена должны укладываться на плотное ложе, иметь объемный контакт с влажной почвой, укрываться мульчирующим слоем для свободного доступа воздуха, а так же не маловажным фактором является и износ рабочих органов осуществляющих высев [1]

Большое значение имеет разработка посевных машин, обеспечивающих возделывание смешанных посевов зерновых культур с бобовыми или различных по видовому составу травосмесей для производства более качественных кормов для животноводства и оздоровления пахотных земель. В зависимости от сочетания культур это могут быть полосные или междрядковые посева. Такие высевальные системы нами созданы и предложены для использования в перспективных машинах [2, 3]. Большое значение имеет разработка машин для внутрпочвенного локального внесения полной и стартовой дозы минеральных удобрений, исключающих их негативное воздействие на корневую систему растений в начальный период их развития. Раздельное внесение удобрений и семян (а не в одну борозду) повысит эффективность их использования и снизит количество применяемых дорогостоящих удобрений, а также негативное воздействие на окружающую среду.

Для увеличения вегетационного периода развития растений необходимо использовать гребневой посев семян овощных культур, кукурузы, который увеличивает поглощение положительных температур в более северных районах с прохладным климатом.

В засушливых районах можно применять бороздковый способ посева, когда семена необходимо заделать во влажный слой почвы, залегающий на большой глубине.

В овощеводстве при возделывании моркови, столовой свеклы, лука, редиса и других культур наиболее целесообразен ленточный посев, который обеспечи-

вает большую густоту насаждения растений и исключает ручную прорывку. Для этой технологии в свое время Кировоградским НПО «Лан» были разработаны и изготовлены партии сеялок с новыми пневматическими системами группового дозирования СОЛ-4,2 и СУЩ-5,4 [4, 5].

Заслуживает внимания посев под саморазлагающуюся пленку. Этот способ позволяет увеличить накопление положительных температур, сохранить влагу и эффективно бороться с сорняками, приводит к повышению урожайности.

Широкое распространение получил точный способ посева. Однако он требует предварительной сортировки и калибровки семян. Эффективность точного посева зависит от технологических качеств семян, и в первую очередь от увеличения полевой всхожести семян не менее 95 %. Поэтому использование точного высева для семян овощных культур с низкой полевой всхожестью 30–40 % не имеет преимуществ. Кроме этого, сами аппараты требуют точного их изготовления, тщательной настройки и обеспечивают приемлемый уровень точности на скорости до 6–8 км/ч.

Заслуживает особого внимания разработка машин для совмещенных посевов кукурузы и сои, кукурузы и люпина, убираемых на зеленую массу. Такие технологии обеспечивают значительное повышение содержания белка в зеленой массе, решая проблему производства качественных кормов для животноводства.

Перспективным способом посева пропашных и других культур, возделываемых с междурядьем 70–90 см является предложенный нами двухстрочный рядовой посев этих культур [6]. Это позволяет лучше использовать солнечную энергию, значительно увеличить площадь питания для растений, а главное кукуруза становится более устойчивой к засухе. Из нее получается более качественный корм для скота ввиду хорошо вызревших початков. Выращенная таким способом кукуруза обеспечивает также 90–100 ц/га зерна, которое используется после плющения на корм скоту. Об этом свидетельствуют руководители хозяйств, применяющие эту технологию [7].

Повышение плодородия и защиты почв при посеве может быть достигнуто за счет сохранения живого вещества почвы, лучшего накопления и сохранения

влаги, уменьшения разрушения и уплотнения почвы. Это достигается применением прямого посева, посева с минимальной обработки почвы, совмещением операций, за счет разбросного и поверхностного посева.

По данным [8] прямой посев лучше удерживает и сохраняет влагу, в такой почве значительно больше дождевых червей, чем во вспаханной, лучше сохраняются органические вещества в верхнем слое почвы, резко уменьшается риск эрозии, улучшается дренированность, снижается уплотнение почвы. Так, численность дождевых червей при прямом посеве увеличивается в 1,3–3,9 раза, стабильность почвенных агрегатов в верхнем слое (0–2,5 см) при прямом посеве составляет 56 и при вспашке 7 процентов. Расход топлива при прямом посеве сокращается в 4–5 раза по сравнению с минимальной обработкой и вспашкой, а затраты труда снижаются в 5 раз. Пожалуй, это главные причины, почему в Канаде, США, Австралии и в большинстве стран Южной Америки не используются плуги, а посев зерновых культур в основном осуществляется по технологии прямого посева. Очевидно по той же причине широкое распространение в мире получила безотвальная обработка почвы чизельными орудиями с различной глубиной обработки, которые дают повышение производительности и сокращение сроков выполнения работ.

С учетом всего сказанного выше, каждому производителю растениеводческой продукции становится понятно, что высококачественное выполнение обработки почвы и посева потребует наличия в парке значительного количества технических средств, применение каждого из которых связано со спецификой технологий посева различных культур и разнохарактерной почвообработкой в зависимости от предшественников и почвенных условий.

Многообразный количественный и марочный состав упомянутых технических средств, при применении их конкретным производителем, приведет к удорожанию основных средств производства предприятия в целом, что негативно скажется на себестоимости производимой продукции.

Между тем, уже апробированы, в том числе и нами, почвообрабатывающие, посевные и почвообрабатывающе-посевные машины, реализующие принцип

блочно-модульного построения. Это универсальные машины высокого технического уровня, глубоко-унифицированные и способные путем комплектования различными модулями и блоками наиболее полно выполнить требования высококачественного посева и обработки почвы применительно к конкретным производственным условиям. Стоимость такого комплекта намного ниже стоимости комплекса машин, аналогичных по своему технологическому назначению конкретному комплексу, основу которого составляет агроноситель (рама), оснащаемая различными модулями. Применение блочно-модульных машин в сравнении с машинными технологическими комплексами снижает эксплуатационные затраты на обработку почвы и посев в среднем в 1,7..4 раза, уменьшает почвенную деградацию за счет уменьшения количества проходов агрегатов для выполнения обработки почвы и посева.

**Заключение.** Для создания машин высокого технического уровня необходимо использовать принцип их блочно-модульного построения. Модуль семейства посевных и почвообрабатывающих машин является самостоятельной машиной, агрегируемой в односеялочном агрегате с трактором, отвечающей условиям транспортной ширины захвата. Так, в Белоруссии была разработана шестиметровая сеялка С-6 и С-6Т, имеющая в транспортном положении около 3 м, при рабочей ширине захвата – 6 м. Для высокоиндустриальных хозяйств с большими площадями засеваемых полей можно составлять агрегаты из 2-х, 3-х и 4-х машин (модулей) в зависимости от класса трактора.

Блоки – это сменные самостоятельные узлы с рабочими органами, предназначенными для работы в различных условиях обработки почвы и посева и конкретных зон возделывания с/х культур. Например, в зернотуковых сеялках сменные блоки могут иметь один, два дополнительных набора сошников различной модификации.

С помощью системы блочно-модульного построения машин обеспечивается внедрение прогрессивных технологий возделывания с/х культур с одновременным существенным сокращением их номенклатуры. При этом будет происходить ускоренное создание новых машин за счет поэтапной отработки и со-

вершенствования блоков и модулей. Следовательно, технический уровень новых машин будет постоянно повышаться, что ускорит внедрение новых ресурсосберегающих технологий и повысит продуктивность наших полей.

#### Литература

1. Феськов С.А., Михальченкова М.А., Бирюлина Я.Ю. Износы стрельчатых лап культиваторов для посева по стерне и выбор способа их восстановления // Тр. ГОСНИТИ. 2016. Т. 123. С. 241-246.
2. Добышев А.С., Астахов В.С. Усовершенствованная пневматическая система группового дозирования для сеялок и комбинированных агрегатов // Вестник Белорусской ГСХА. 2007. № 1. С. 129–132.
3. Астахов В.С. Неосвоенные резервы посевных машин // Белорусское сел. хоз-во. 2013. № 10. С. 118–120.
4. Астахов В.С. Пневматические сеялки нового поколения // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1998. № 10. С. 7–9.
5. Астахов В.С., Соколов В.А., Шинкевич Е.Б. Результаты испытаний универсальной пневматической централизованной высеивающей системы для посева мелкосеменных культур // Изв. академии аграрных наук Республики Беларусь. 1995. № 4. 112-115.
6. Астахов В.С. О технологии двухстрочного рядового посева кукурузы // Белорусское сел. хоз-во. 2018. № 3. С. 88–99.
7. Отвал плужного корпуса: пат. 115609 Рос. Федерация / Черноиванов В.И., Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Лялякин В.П., Кузюр В.М.; заявитель и патентообладатель ГНУ ГОСНИТИ РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ; заявл. 28.10.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл. 13.
8. Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: материалы науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2013. С. 16-20.

УДК 631.331:551.58

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЧВООБРАБОТКИ И ПОСЕВА – ГЛАВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В БОРЬБЕ С ЗАСУХОЙ**

*д.т.н., профессор Астахов В.С.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

### **IMPROVING SOIL PROCESSING AND SEEDING TECHNOLOGIES IS THE MAIN RESEARCH AREA IN THE FIGHT AGAINST DROUGHT**

*doctor of technical Sciences, Professor Astakhov V. S.*

*Belarusian state agricultural Academy, Belarus*

**Аннотация.** В статье представлены основные пути по снижению вредного влияния климатических условий (засухи) на урожайность сельскохозяйственных культур совершенствованием технологий почвообработки и посева, учитывающих особенности формирования плодородного слоя земли без вмешательства человека.



**Annotation.** The article presents the main ways to reduce the harmful impact of climate conditions (drought) on crop yields by improving soil processing and sowing technologies that take into account the peculiarities of forming the fertile layer of the earth without human intervention.

**Ключевые слова.** Почвообработка, технологии посева, минеральные удобрения, средства защиты растений, экологическая безопасность, питания растений, атмосфера и почва источник питательных веществ.

**Key word.** Soil treatment, seeding technologies, mineral fertilizers, plant protection products, environmental safety, plant nutrition, atmosphere and soil source of nutrients.

Для обеспечения продовольственной безопасности страны аграрии вкладывают огромные материальные и людские ресурсы. Уже с осени проводится большая работа для обеспечения будущего урожая. Вносятся минеральные и органические удобрения, осуществляется посев озимых культур, подъем зяби, другие немаловажные мероприятия. За зиму готовится техника к предстоящим весенним работам, накапливаются минеральные и органические удобрения и средства защиты растений, закупаются и готовятся необходимые семена для посева. С приближением весны работы закипают с новой силой в надежде получить максимальную отдачу от наших полей. Но затраченный колоссальный труд сельчан в последние годы все чаще омрачается в борьбе с таким, пожалуй, самым коварным врагом как засуха. Климатические изменения на нашей планете, к сожалению, затронули и Республику Беларусь, которые требуют принятия мер и со стороны аграриев. Безусловно, и в настоящее время аграрии применяют различные меры по повышению устойчивости возделываемых культур к засухе. Но как показывает практика, этих мер не всегда достаточно, чтобы уберечь страну от невосполнимых потерь. Необходимы кардинальные меры, которые бы смогли в значительной мере противостоять этой беде. В обозримом будущем вряд ли удастся победить это зло на 100 %, но существенно сгладить можно уже в ближайшей перспективе путем совершенствования технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Об этом свидетельствует и наш опыт [1]. Использование технологии двухстрочного рядового посева семян кукурузы в некоторых хозяйствах Могилевской области приводит к более устойчивым результатам во время засухи, о чем свидетельствуют сами руководители хозяйств в периодической печати [2]. Получается не только более качественный силос из-за вы-

зревших початков, но и собирают весомый урожай зерна кукурузы (90–100 ц/га) для последующего его использования на корм скоту. Поэтому, на наш взгляд, разработка влагосберегающих технологий почвообработки и посева является краеугольным камнем в борьбе с засухой наряду с другими агрономическими мероприятиями.

Как сегодня решается продовольственная проблема на Земле. В развитых странах мира получение высоких урожаев сельскохозяйственной продукции достигается массированным использованием минеральных удобрений и химических средств защиты растений от сорняков, болезней и вредителей. К сожалению, такое направление решения продовольственной проблемы приводит к большим негативным последствиям. Заражены в крайне опасных дозах нитратами и их производными продукция сельского хозяйства, поля, водные ресурсы, леса. Снизилось качество зерна – уменьшается содержание белка и клейковины. Ухудшилось биологическое качество растениеводческой продукции. Наряду с деградацией почвы идет разбалансирование агроценологических связей. Происходит снижение гумуса в почве от перенасыщения севооборотов зерновыми культурами (до 50 % и более), интенсивного воздействия на почву рабочих органов машин и их ходовых частей.

Сегодня стало очевидным, что агрохимики не смогли проанализировать возможные негативные экологические последствия своих разработок, достаточно полно изучить влияние структуры почвы и минеральных удобрений на урожай. Экологические катастрофы стали не редким явлением не только на Земле, но и в океанах.

Все это свидетельствует о сложности явлений, которые происходят на Земле миллионы лет, и которые привели к образованию плодородного слоя (а не его уничтожению), на котором вольготно чувствует себя растительность, не тронутая человеком.

Это является серьезным основанием пересмотра концепции современного сельскохозяйственного производства, потому что от состояния природы зависит здоровье человечества, его будущее. Существующие технологии земледелия ве-

дут к уничтожению плодородия почв из-за уменьшения количества гумуса, снижается активность почвенных бактерий, повышается восприимчивость растений к вредителям и болезням. Без принятия активных мер по выздоровлению почвы будет трудно и даже невозможно значительно поднять урожайность сельскохозяйственных культур и повысить их качество. Деградированная и разрушенная структура почвы не в состоянии аккумулировать избыток влаги, питательных веществ. Поэтому для увеличения урожайности потребуются колоссальное количество дорогостоящих минеральных удобрений.

Для получения качественных продуктов питания во многих странах наметился поворот к органическому земледелию, без использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Однако решить продовольственную проблему на Земле таким способом вряд ли удастся по причине более низких урожаев. Поэтому стратегическим курсом должно стать существенное уменьшение применения минеральных удобрений за счет повышения эффективности их использования локальным способом. По возможности отказаться в будущем от разбросного способа внесения, поскольку это приводит к их большому расходу при низком использовании питательных веществ культурными растениями.

Необходимо найти и задействовать механизмы по использованию растениями питательных веществ, которые находятся в почве в недоступной форме, но которые могут быть преобразованы в доступную. Не менее важной задачей также является повышение устойчивости культурных растений к неблагоприятным погодным условиям (засухе и избытку влаги) за счет принципиального изменения технологий обработки почвы и посева. Анализ литературных источников не только современных ученых, но и предыдущих поколений показывает, что самобытными земледельцами были найдены и широко реализованы на практике системы земледелия, которые позволили в дореволюционной России значительно увеличить урожаи зерна даже в засушливые годы. В особенности следует обратить серьезное внимание на систему земледелия Овсинского И.Е., которая была опубликована в 1909 году в Польше. Она построена главным образом на естественном природном способе обработке земли и на самосознании растений, про-

верена тридцатилетней практикой. К этой системе земледелия Иван Овсинский пришел через десятилетие насмешек своих коллег по аграрному делу и долгих трудных опытов по борьбе с неурожаем в засушливые годы. Упорный труд увенчался успехом и признанием коллег.

В чем особенность этой системы? Она заключается прежде всего в системе обработки почвы, которая позволяет верхний слой почвы при обработке оставлять наверху, чтобы на поверхности почвы из органических остатков образовался слой богатый перегноем, который обеспечивает атмосферу, а с ней и водяным паром, доступ внутрь почвы, что усиливает поглощательную способность почвы – главная задача обработки. Не менее важная задача – благоприятствовать работе дождевых червей – бесплатных тружеников по повышению плодородия почвы – на что указывал гениальный Дарвин. Но, пожалуй, самая главная задача обработки почвы благоприятствовать обеспечению использования громадного запаса удобрительных веществ, находящихся в почве и атмосфере культурными растениями. Или превращать питательные вещества, находящиеся в почве в недоступной форме для растений в доступные формы, как это делалось миллионы лет при образовании плодородного слоя почвы без вмешательства человека и искусственных минеральных удобрений (фосфор, калий, азот и т.д.) Именно обработкой почвы можно существенно снизить использование дорогостоящих удобрений и извести или наоборот, увеличить их использование из-за недоступности питательных веществ почвы при неправильной обработке. Именно в отказе от глубокой вспашки Овсинский достиг значительных результатов даже в засушливые годы. Это позволило значительно снизить затраты на обработку земли, покупку минеральных удобрений и избежать потерь в неблагоприятные годы, вследствие неурожая при глубокой вспашке.

Главная задача обработки земли по Овсинскому сводится к облегчению и постоянному проникновению атмосферы в почву, которая превращает нерастворимые вещества в почве в растворимое состояние и доступные для растений в результате химических и физических процессов. При этом почва поглощает из атмосферы некоторые находящиеся в ней питательные вещества и влагу. Атмо-

сфера для культурных растений является главным источником углерода, азота, кислорода и воды. Остальные необходимые вещества – фосфор, калий, кальций (известь), железо, сера, магний и др., а также значительное количество азота, находящегося в органических соединениях, растения получают из почвы. А количество аммиака и азотной кислоты, получаемой почвой из росы, тумана и инея равно количеству, получаемого от дождя и снега. Но оно будет больше, если мы сумеем удержать в почве значительное количество росы. А осаждение росы в почве (атмосферное орошение) всецело зависит от земледельца и при новой системе способствует поглощению аммиака непосредственно из воздуха. Роса является самым обильным источником азота, которая больше всего поглощается влажным перегноем, расположенным на поверхности, который ночью охлаждается быстрее и вызывает обильное осаждение в почве росы, содержащей азотистые вещества. Но для растений имеет большое значение и дневная роса, осаждающаяся внутри почвы, если туда проникает воздух и не только как источник азота, а как источник чрезвычайно важной для растений воды в условиях засухи. Кроме этого атмосферный азот входит в почву благодаря деятельности микроорганизмов, важнейшими условиями деятельности которых являются перегной и влага. Вполне возможно, что этих источников азота вполне достаточно для удовлетворения нужд растений. Но бессмысленное обрачивание почвы при глубокой вспашке только препятствует использованию этого источника азота и не позволяет использовать тот громадный запас азота, который находится в почве.

#### Литература

1. Астахов В.С. О технологии двухстрочного рядового посева кукурузы // Белорусское сел. хоз-во. 2018. № 3. С. 88–89.
2. Севостьянов М. Золотой запас «Рассвета» // Зямля і людзі». 2019. № 43.

**УПРОЩЕННЫЙ СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*к.т.н., Козлов С.И.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

*инженер, Бортник С. А.*

*Белорусский государственный аграрный технический университет, Беларусь*

**SIMPLIFIED STRUCTURAL ANALYSIS OF SYSTEMS  
AUTOMATION OF AGRICULTURAL EQUIPMENT**

*Candidate of Engineering Sciences, S.I. Kozlov,*

*Belarusian state agricultural Academy, Belarus*

*engineer, S. A. Bortnik*

*Belarusian state agrarian technical University, Belarus*

**Аннотация.** Упрощенный структурный анализ является наиболее простым, но весьма эффективным методическим приемом при изучении систем автоматизации современной сельскохозяйственной техники. Он обеспечивает первоначальное и упрощенное представление о структуре систем автоматизации и позволяет иметь хотя и общее, но необходимое и полезное представление о ее сущности.

**Annotation.** A simplified structural analysis is the simplest, but very effective methodological method for studying automation systems of modern agricultural machinery. It provides an initial and simplified idea of the structure of automation systems and allows you to have a general, but necessary and useful idea of its essence.

**Ключевые слова:** автоматизация, структурный анализ, структурная схема, структурные элементы.

**Keywords:** automation, structural analysis, block diagram, structural elements.

**Введение. Постановка задачи.**

При проведённых исследованиях было отмечено, что с развитием научно-технического прогресса и выпуском автоматизированной сельскохозяйственной техники, знание, понимание содержания и сущности автоматизированной сельскохозяйственной техники дает возможность профессионально и эффективно ее эксплуатировать. Поэтому и уровень подготовки современного инженера должен соответствовать современному уровню развития научно-технического прогресса в области сельскохозяйственного производства. А соответственно и профессиональная степень подготовки современного инженера для отраслей АПК должна определяться умением анализировать рабочий процесс систем автоматизации с целью выявления и определения причин возникающих отказов и неисправно-

стей, а также умением профессионально организовать эксплуатацию автоматизированной сельскохозяйственной техники в производственных условиях [2].

В связи с этим структурный анализ систем автоматизации сельскохозяйственной техники направлен на совершенствование и интенсификацию процесса познания сущности и содержания систем автоматизации. Это достигается за счет того, что структурный анализ обеспечивает более полное, более ускоренное, а также осознанно осмысленное и целенаправленное проникновение в содержание и сущность систем автоматизации [1,2].

Одной из разновидностью структурного анализа систем автоматизации является упрощенный структурный анализ, который является первым и необходимым учебно-познавательным приемом на пути к системному и более углубленному и осознанному пониманию структуры систем автоматизации. Этот вид структурного анализа обеспечивает в учебном процессе поступательный характер познания от простого к более сложному развернутому анализу систем автоматизации.

#### **Результаты эксперимента. Анализ эксперимента.**

Упрощенный структурный анализ представляет собой процесс осознанного целенаправленного разделения технических средств автоматизации на две разновидности структурных элементов: объект автоматизации и систему управления, а также определение физического взаимодействия между собой структурных элементов и составление упрощенной структурной схемы [4,5].

Также в свою очередь, разделяется, и система управления на отдельные разновидности автоматических регуляторов и определяется в системе управления каждой системы автоматизации их количественный состав. При этом процесс разделения системы автоматизации на две отдельные и обособленные части происходит на основе знаний содержания определений объекта автоматизации и системы управления.

Таким образом, система управления может иметь в своем составе различное количество автоматических регуляторов, поэтому система управления может быть представлена одним, двумя или большим количеством отдельных частей, которые представляют собой ее структурные элементы.

К выполнению структурного анализа необходимо приступать после тщательного изучения и в полной мере усвоения материалов, связанных с назначением, устройством и рабочим процессом системы автоматизации машины или оборудования. Наиболее эффективное усвоение указанных параметров в процессе изучения системы автоматизации любой машины осуществляется посредством использования ее графического и текстового материала [3,5]. Графический материал – это принципиальная электрическая схема, а текстовый материал – описание, выполненное на основе использования принципиальной электрической схемы. Следовательно, текстовый и графический материалы в достаточно полной мере объясняют и раскрывают назначение, устройство и рабочий процесс системы автоматизации машины или оборудования любого назначения.

Разделение систем автоматизации на объект и систему управления, которая в свою очередь может разделяться на отдельные виды автоматических регуляторов, осуществляется на основе знаний их устройства и рабочего процесса. Хорошее знание определений, раскрывающих содержание структурных элементов позволяет, выполнять упрощенный структурный анализ систем автоматизации, а также разделять их на отдельные самостоятельные части. Самостоятельность отдельных частей систем автоматизации обуславливается выполнением такими частями конкретных функциональных задач.

После разделения системы автоматизации на структурные элементы необходимо выявить общий характер физического взаимодействия между объектом и автоматическими регуляторами (системой управления). Выявление их взаимодействия означает установление физической связи между объектом и автоматическими регуляторами. Но для этого необходимо определить входные и выходные физические параметры, которые присущи каждому структурному элементу, а также определить их физическую природу и вид. Физическая связь между объектом автоматизации и автоматическими регуляторами характеризуется действием их входных и выходных параметров [5].

Результатом выполненного упрощенного структурного анализа системы автоматизации машины или оборудования является упрощенное графическое



изображение ее структуры. Такая структура системы автоматизации оформляется в виде упрощенной структурной схемы. В упрощенной структурной схеме элементы показывают условными графическими и буквенными символами. Графические символы имеют вид прямоугольников. Буквенные символы представляют собой две прописные буквы русского алфавита. Буквенные символы размещают внутри прямоугольников и отражают название структурных элементов, которые определяют упрощенный структурный состав системы автоматизации.

Упрощенная структурная схема систем автоматизации представляет собой чертеж с минимальным количеством структурных элементов. Численный состав структурных элементов в упрощенных структурных схемах зависит от конструктивной сложности и вида систем автоматизации. Выделенные структурные элементы из систем автоматизации показывают в такой структурной схеме отдельными частями. Одну часть представляет собой структурный элемент, называемый объектом автоматизации, вторая часть структурных элементов входит в состав системы управления.

Численный состав структурных элементов в каждой системе автоматизации определяется количеством различных видов автоматических регуляторов.

Когда в системах автоматизации управление объектом осуществляется по одному физическому параметру, тогда автоматическое управление объектом осуществляется одним автоматическим регулятором. Такие системы автоматизации разделяются на два структурных элемента, которые показываются в упрощенной структурной схеме. Одним структурным элементом является объект автоматизации, другим структурным элементом – автоматический регулятор управления.

Если в системах автоматизации сельскохозяйственной техники функционирует автоматическая сигнализация, то технические средства автоматической сигнализации образуют автоматический регулятор сигнализации, который показывается в упрощенной структурной схеме в виде отдельного структурного элемента.

Если в системах автоматизации управление объектом осуществляется по двум физическим параметрам, то есть объектом управляют два независимых

один от другого автоматических регулятора. Такие системы автоматизации разделяют на три структурных элемента, которые показывают на упрощённой структурной схеме. Здесь тогда одним структурным элементом является объект автоматизации и два других структурных элемента представляют собой автоматические регуляторы управления. В таких системах автоматизации может действовать автоматическая сигнализация, которая представляет собой автоматический регулятор сигнализации и в этом случае он тоже показывается в упрощённой структурной схеме системы автоматизации.

Существующее взаимодействие между объектом автоматизации и системой управления показывается на упрощённых структурных схемах в виде линий со стрелками. Рядом со стрелками пишутся физические параметры общепринятыми латинскими и греческими буквами. Линии со стрелками и буквенные обозначения отражают физическую связь между структурными элементами и направление действия такой связи. Физическая связь позволяет объяснить общий характер взаимодействия между объектом и системой управления, а также взаимодействие объекта автоматизации и окружающей средой [3,5].

Рассмотрим упрощённую структурную схему параметрического измерительного преобразователя (ИП). Она представляет собой рисунок, на котором реально действующий в системах автоматизации сельскохозяйственной техники параметрический ИП изображается одним структурным звеном (Рисунок 1).

Данная упрощённая структурная схема отражает конструкцию параметрических ИП любой сложности, при этом конструктивная сложность параметрических ИП показывается упрощённо посредством условного графического символа, который имеет прямоугольную форму и конкретные размеры, достаточные для размещения двух прописных букв «ИП», которые кодируют название «измерительный преобразователь».

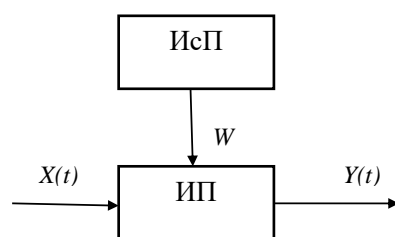


Рисунок 1 – Упрощенная структурная схема параметрического измерительного преобразователя (ИП)

Здесь хорошо видно, что в упрощенной структурной схеме показываются два входных параметра и один выходной. Направления действующих параметров отмечены стрелками. Одним входным параметром является физическая величина объекта автоматизации, которую контролирует ИП, вторым входным параметром является энергия, которая поступает из дополнительного источника питания и обеспечивает действие преобразовательного процесса ИП.

Входной параметр  $X(t)$  преобразуется в выходной сигнал  $Y=k X(t)$ , где  $k$  – коэффициент чувствительности (усиления) параметрических ИП. Входные и выходной параметры обозначены латинскими буквами  $X(t)$ ,  $W$ , и  $Y(t)$  и в данном случае содержат информацию обобщенного характера. Это связано с тем, что буквенные обозначения являются условными и не отражают физическую природу входного и выходного сигнала. В реальных системах автоматизации необходимо, при вычерчивании упрощенной схемы параметрических ИП, определять физическую природу входных и выходных параметров и обозначать общепринятыми латинскими и греческими буквами.

### **Вывод**

Упрощенный структурный анализ является наиболее простым, но весьма эффективным методическим приемом при изучении систем автоматизации современной сельскохозяйственной техники. Он обеспечивает первоначальное и упрощенное представление о структуре систем автоматизации. И эффективность такого структурного анализа характеризуется полезностью понимания упрощенной структуры систем автоматизации. Упрощенный структурный анализ позволяет иметь хотя и общее, но необходимое и полезное представление о сущности систем автоматизации сельскохозяйственной техники.

### Литература

1. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. М.: Колос, 2004.
2. Козлов С.И., Бортник С.А. Результаты отсеивающих экспериментов процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. С. 276-281.
3. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А.С. Клюев и др. М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Автоматизация сельскохозяйственного производства / В.В. Концур и др. Киев: Урожай, 1988.
5. Радченко Г.Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники. Мн.: Технопринт, 2005.
6. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты отсеивающих экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. С. 38-44.

УДК 621.892.21

### ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТЯНЫХ МАСЛАХ НА ИХ ПОКАЗАТЕЛИ

*к.т.н. Коцуба В.И., ст. преподаватель Ничипорук С.Н., студент Радионов Н.А.,  
Белорусская ГСХА, Беларусь*

### INFLUENCE OF WATER CONTENT IN OIL OILS ON THEIR INDICATORS

*candidate of technical sciences Kotsuba, Art. teacher S.N. Nichiporuk, student N.A.  
Radionov, Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

**Аннотация.** Приведены результаты исследований по определению содержания воды в моторном масле, а также влияния воды на вязкость масла и коэффициент трения.

**Annotation.** The results of research on determining the water content in engine oil, as well as the influence of water on the oil viscosity and friction coefficient are presented.

**Ключевые слова:** нефтяное масло, обводненность масла, вязкость, коэффициент трения.

**Keywords:** petroleum oil, oil water content, viscosity, coefficient of friction.

**Введение.** Вода оказывает вредное влияние как на само масло, так и на машину. Вода способствует окислению базового масла, изменению его вязкости и пенообразованию (аэрации), что в свою очередь приводит к уменьшению прочности масляной пленки и ускорению износа трущихся деталей.

Вода также может оказывать негативное воздействие на пакет присадок: вымывать некоторые присадки, неустойчивые к действию влаги, способствовать гидролизу (расщеплению) присадок, что приводит к образованию высококоррозионных кислот и истощению присадок.

Вода является источником возникновения в масле таких загрязнений, как парафины, суспензии, углеродные и окисные нерастворимые загрязнения и даже микроорганизмы.

Вода нанесет серьезный ущерб любому узлу машины, в который попадет вместе с маслом. В двигателях внутреннего сгорания, которые работают на высоких скоростях и при высоких температурах, состояние масла следует контролировать очень тщательно. Вода усиливает процессы ржавления и коррозии, в результате водородной коррозии возникает вспучивание и охрупчивание стали, а также питтинг в результате паровой кавитации. Если же в масле содержатся кислоты, то при совместном воздействии воды с кислотами коррозионное воздействие на черные и цветные металлы усиливается [1].

Появление воды в работающем масле обусловлено конденсацией ее паров из воздуха и из газов (при сгорании 1 кг топлива образуется 1,4 кг воды), прорывающихся в картер при температуре ниже точки росы. Такое обводнение масла предотвратить практически невозможно. Его можно уменьшить, поддерживая оптимальную температуру масла и охлаждающей жидкости и обеспечивая достаточную принудительную вентиляцию картера [2].

Обычно содержание воды в исправном двигателе составляет не более 0,05, а в отдельных случаях — 0,2% [3, 4]. Причинами более высокого содержания воды в масле могут быть неисправности двигателя: неплотность водомасляных теплообменников, трубопроводов. Как правило, наличие воды в работающем масле от 0,3% и более определяют по появлению мути в отобранной пробе.

Попадание воды в камеру сгорания через воздухозаборник или из-за прорыва прокладки головки блока цилиндров с охлаждающей жидкостью приводит к гидроудару. Поршень при сжатии ударяется в находящуюся в цилиндре воду, что приводит к выходу ДВС из строя.

### **Результаты и их обсуждение.**

Наиболее существенно наличие воды в масле проявляется зимой. Накапливаясь в картере двигателя, после его остановки вода выпадает в виде крупинки или куска льда на дне и блокирует доступ масла в систему смазки. При очеред-

ном запуске двигателя масляное голодание узлов трения приводит к преждевременному износу деталей.

Для исследования изменения содержания воды в моторном масле были проведены опыты. В масло введено 90 г воды, было определено содержание воды в процентах от массы масла, затем двигатель заводился и работал до стабилизации содержания воды. В процессе работы двигателя через каждые 2 мин. брались пробы масла и оценивалось содержание в нем воды. Во втором опыте в то же масло через 15 мин было введено еще 90 г воды, а в третьем опыте – в то же масло через 30 мин снова введено 90 г воды.

На рисунке 1 показано изменение содержания воды в работающем дизельном двигателе по мере его прогрева и работы.

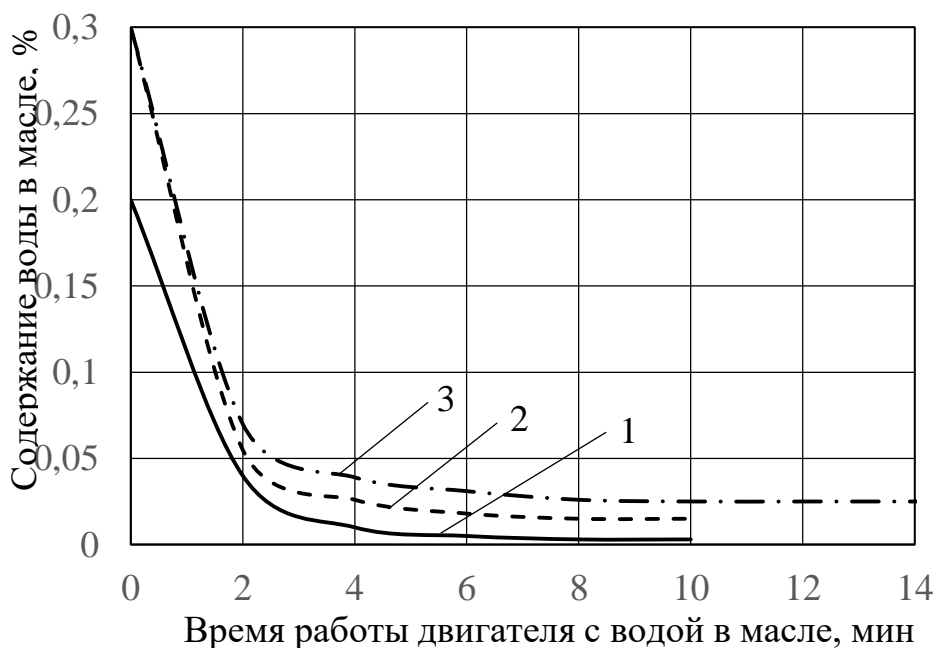


Рисунок 1 – Изменение содержания воды в работающем дизельном двигателе: 1 – в масло введено 90 г воды; 2 – в то же масло введено 90 г воды через 15 мин; 3 – в то же масло введено 90 г воды через 30 мин.

Анализ рисунка 1 показывает, что при прогревании двигателя вода испаряется и процентное содержание воды в масле в дальнейшем не превышает 0,025%.

На рисунке 2 показано, как меняется вязкость масла в зависимости от содержания воды и бензина.

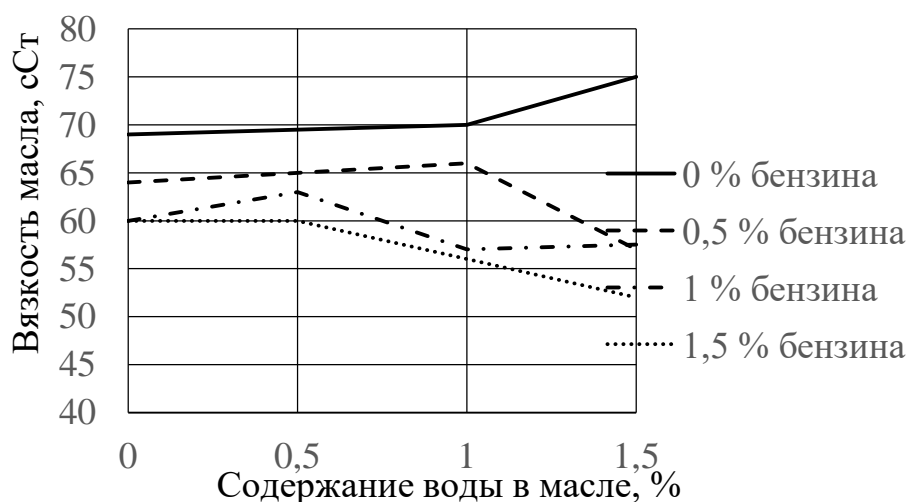


Рисунок 2 – Изменение вязкости моторного масла SAE 5W40 при температуре 40°C в зависимости от содержания воды и бензина

Рисунок 2 показывает, что при отсутствии в масле бензина вода увеличивает вязкость масла, различные сочетания бензина и воды могут приводить как к увеличению вязкости, так и к ее снижению.

Кроме того происходит изменение важнейшего показателя – смазывающей способности, в основном определяющей коэффициент трения. Величина механических затрат на трение определяет механический КПД двигателя, т.е. его экономичность. Была произведена оценка влияния обводненности моторного масла на коэффициент трения.

Для проведения опытов использовалось широко применяющееся не работавшее моторное масло М-10Г<sub>2</sub>. Обводнение производилось путем добавления в масло воды питьевого качества. Объемное содержание воды в масле изменялось от 0 до 10 %. Объем масла и воды определялись мерным стаканом второго класса точности. Вода вливалась в масло, находящееся в сосуде 2 (рисунок 3 а), который затем устанавливали на стол 4 сверлильного станка НС-12. В патроне 1 станка крепили мешалку 3, и масло с водой перемешивали при частоте вращения патрона 10 с<sup>-1</sup> в течение не менее трех минут при температуре окружающей среды 20 ± 1 °С. Такой режим перемешивания позволял создать достаточно устойчивую эмульсию [5].

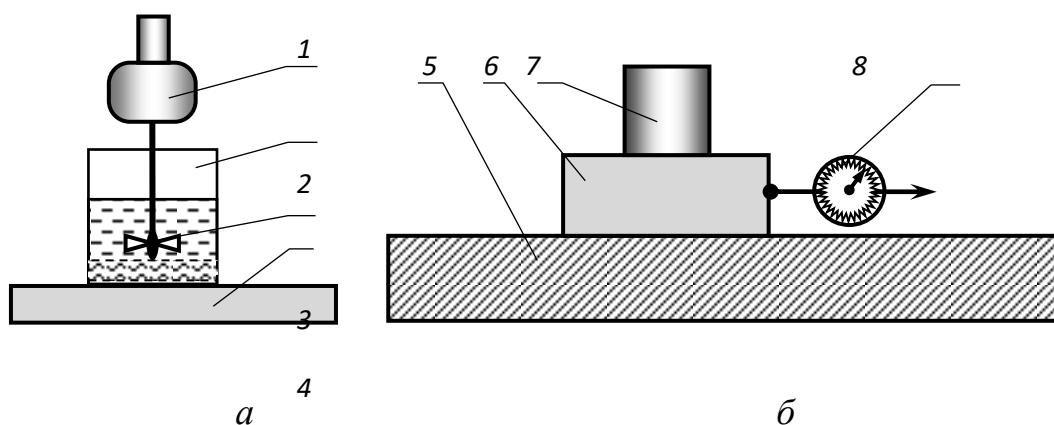


Рисунок 3 – Схема приготовления эмульсии (а) и определения силы трения (б): 2 – сосуд; 3 – мешалка; 4 – стол; 5 – неподвижная пластина; 6 – подвижная пластина; 7 – груз; 8 – пружинный динамометр

Для оценки коэффициента трения были изготовлены неподвижная и перемещаемая пластины из стали 45 ГОСТ 1050-88. Контактующие поверхности пластин шлифовались до шероховатости, соответствующей шероховатости шеек коленчатого вала одного из наиболее распространенных двигателей Д-243, Д-245, Д-260.

Для определения силы трения к перемещаемой пластине 6 крепился пружинный динамометр 8 четвертого класса точности с ценой деления 0,1 кг. На нее устанавливался груз 7 такой массы, чтобы показания динамометра были не меньше середины его шкалы.

Отшлифованная верхняя поверхность неподвижной пластины 5 обильно покрывалась слоем обводненного масла и на нее отшлифованной стороной укладывалась перемещаемая пластина и груз. С помощью динамометра пластина вместе с грузом перемещалась. При этом динамометр занимал горизонтальное положение, а его показание фиксировалось в момент равномерного движения пластины и установившегося показания динамометра. Неподвижная пластина устанавливалась горизонтально по уровню. Опыты проводились при комнатной температуре  $20 \pm 1$  °С. Перед повторным проведением опытов трущиеся поверхности пластин промывались бензином и высушивались. Принималась десятикратная повторность опытов.



Коэффициент трения рассчитывался путем деления силы тяжести пластины с грузом на силу трения, определенную по показанию динамометра.

С целью анализа результатов опытов выполнялась обработка полученных данных, которая позволила получить уравнения регрессии.

Наиболее приемлемо результаты определения коэффициента трения описываются логарифмическим уравнением

$$f = 0,045 \ln C + 0,083, \quad (1)$$

где  $f$  – коэффициент трения;  $C$  – объемная концентрация воды в масле, %.

График с логарифмической кривой приведен на рисунке 4.

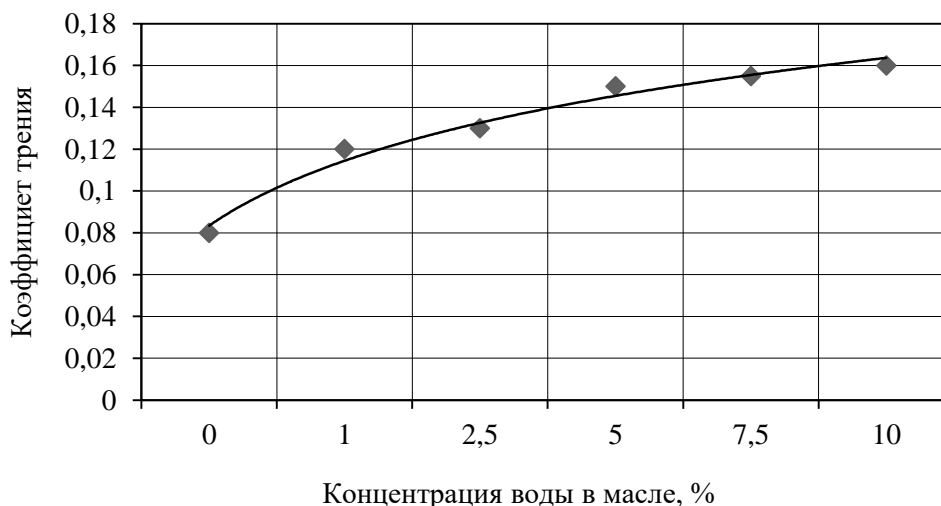


Рисунок 4 – График зависимости коэффициента трения от концентрации воды в масле

При описании квадратичной зависимостью с выявлением максимума получили, что ее максимальное значение соответствует величине  $C$ , близкой к восьми процентам.

Полученные результаты показывают, что наличие воды в масле влияет на коэффициент трения, т.е. смазывающую способность масла, причем с увеличением концентрации воды в масле в исследованных пределах (0...10%) в принятых условиях увеличивается и коэффициент трения. При наличии воды в масле около

8% коэффициент трения приближается к значению сухого трения, т.е. обводненное масло теряет свою основную функцию. Дальнейшее повышение обводненности масла не оказывает существенного влияния на коэффициент трения.

Известно [6], что наличие смазки между трущимися стальными поверхностями снижает коэффициент трения примерно в два раза. Таким образом, обводненность моторного масла может привести к снижению механического КПД на 50 %. Следует иметь в виду, что данное заключение справедливо для описанных условий проведения опытов. Другие режимы создания эмульсии могут привести к другому дисперсному составу эмульгированной воды. При определенных условиях и определенной крупности мелкодисперсных капель они могут выполнять роль тел качения, а при более крупных соприкасающиеся трущиеся поверхности вынуждены деформировать капли, выполняя при этом дополнительную работу, что будет вести к повышению коэффициента трения.

Мелкие капли между поверхностями трения, имеющими микронеровности, могут дробиться на капли меньших размеров, что также требует расхода дополнительной энергии и таким образом ведет к увеличению силы трения.

### **Выводы.**

Наличие воды в масле влияет на коэффициент трения, причем с увеличением концентрации воды в масле в исследованных пределах (0...10 %) в принятых условиях увеличивается примерно в два раза и коэффициент трения. При наличии воды в масле около 8 % коэффициент трения приближается к значению сухого трения, т.е. обводненное масло теряет свою основную функцию.

### **Литература**

1. О воде в масле и о том, как от нее избавиться. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://os1.ru/article/20736-o-vode-v-masle-i-o-tom-kak-ot-nee-izbavitsya-kak-sdelat-maslo-maslyanym>. Дата доступа: 20.02.2020.
2. Акулов В. Изменение свойств нефтепродуктов при хранении // Строительные машины. 2007. № 1. С. 4.
3. Бедрик Б.Г. Смазочное масло как элемент конструкции неразрушающего контроля и диагностики техники при эксплуатации по состоянию // Контроль. Диагностика. 2005. № 5. С 216-220.
4. Березкин В.В., Варварица В.П. Контроль содержания металлов в маслах для диагностики // Инновация. 2004. № 7. С. 69–71.

5. Мажугин Е.И., Ничипорук С.Н. Обоснование необходимости очистки моторных масел от воды // Актуальные проблемы мелиоративного и водохозяйственного строительства: материалы респуб. науч.-практ. конф., Горки 29-30 мая 2002 г., Горки: Изд-во Белорусская ГСХА, 2003. С. 69–74.

6. Гоберман Л.А. Основы теории, расчета и проектирования строительных и дорожных машин. М.: Машиностроение, 1988. 464 с.

УДК 631.331

## **АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР ПОД МУЛЬЧИРУЮЩУЮ ПЛЕНКУ**

*к.т.н. Коцуба В.И., к.т.н. Пузевич К.Л., аспирант Пузевич В.В.,  
Белорусская ГСХА, Беларусь*

*к.т.н. В.М. Кузюр, Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **ANALYSIS OF MACHINES FOR SEWING OF WILD CROPS UNDER A MULCHING FILM**

*candidate of technical sciences Kotsuba, Puzevich, graduate student V.V. Puzevich,  
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

*candidate of technical sciences Kuzyur, Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация.** Приведен анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку.

**Annotation.** The analysis of machines for sowing row crops under mulching film is given.

**Ключевые слова:** мульчирующая пленка, сеялка, высевальной аппарат, перфорирующее колесо.

**Keywords:** mulching film, seeder, seeding machine, perforating wheel.

### **Введение.**

Мульчирование почвы применяется для повышения урожайности различных культур и улучшения качества продукции. В ряде зарубежных стран (Япония, США, ФРГ, Франция, Италия и др.) пленочное мульчирование стало обычным технологическим приемом при культивировании растений в открытом и защищенном грунте и проводится на сотнях тысяч гектаров.

Мульчирование оказывает влияние на водный, воздушный и тепловой режимы почвы. Мульча задерживает испарение влаги и способствует равномерному ее распределению как в верхних, так и в нижних горизонтах почвы, на 3–6% повышая влажность корнеобитаемого слоя.

Благодаря этому лучше сохраняется структура грунтов, на их поверхности не образуется корка.

Кроме того, мульча ускоряет биологические процессы в почве, обеспечивает лучшее снабжение растений питательными веществами. Все это положительно сказывается на росте и развитии растений, ускоряет созревание и увеличивает урожай от 40 до 60%.

Это обстоятельство в районах с недостаточным увлажнением и в сухие годы играет положительную роль, улучшая водоснабжение растений. Экономия воды составляет около 60% [1].

### **Результаты и их обсуждение.**

Ряд зарубежных фирм, таких как Samco Agricultural Manufacturing LTD, Forigo Roteritalia, Spapperi NT SRL выпускают машины для посева семян и мульчирования посевов пленкой. При этом возможны две схемы посева.

Первый способ предполагает посев семян сеялками точного посева с последующим укрытием посевов пленкой. Примером этой технологии является сеялка SAMCO 41HD (рисунок 1) для посева кукурузы под мульчирующую пленку [2]. Сеялка Samco 41HD имеет каток в передней части для образования твердого семенного ложа с постоянной глубиной посева. Этот каток также является приводной передачей для высеваяющих элементов. Посев осуществляется пневматическим дисковым высеваяющим устройством Optima HD Kverneland. После прохода высеваяющего аппарата почва укрывается биоразлагаемой пленкой. При этом одной полосой пленки укрываются два рядка кукурузы. Фирма SAMCO производит четыре типоразмера сеялок: двухрядная SAMCO 2200, четырехрядная SAMCO 41HD, шестирядная SAMCO 7100 и восьмирядная SAMCO 80PT (таблица 1).



Рисунок 1 – Сеялка Samco 41HD

Однако этот способ пригоден только для специальных биоразлагаемых пленок с перфорацией, т.к. пленка прорывается ростками растений или при посадке рассады, которая высаживается в прорезанные заранее отверстия. Для данной технологии ООО «ЛидаТехмаш» выпускает пленкоукладчик УПТ-1 для мульчирования почвы пленкой или укрывным материалом с одновременным внесением удобрений и пробивкой отверстий с заданным шагом.

Таблица 1 – Технические характеристики сеялок SAMCO

Модель	22TR	4300	41HD	7100	60HD	60PT	80PT
Рабочая ширина, м	1,5	3,3	5,3	4,5	4,5	4.5	6.2
Всего строк, шт.	2	4	4	6	5	6	8
Междурядье под пленкой, см	70	70	70	70	70	70	70
Рабочая скорость, км/ч	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7
Бак для гербицидов, л	200	1200	1200	1200	1200	2000	2000
Потребная мощность трактора, л.с.	50-60	100-120	100-120	150-170	150-170	120-150	160-180

Пленкоукладчики-грядообразователи AL-S14 PLUS фирмы Checchi & Magli (рисунок 2) образуют уплотненные ровные грядки, закрываемые пленкой, которые потом окучиваются. Рабочий процесс осуществляется при помощи переднего колеса из нержавеющей стали, которым земля уплотняется и трамбуется, а также парного ролика-разматывателя рулонов (нейлон, бумага, целлюлоза, биоразлагаемые материалы) шириной до 1,4 м и лемеха-укладчика. Конструкция

машины позволяет использовать ее для формирования гряд или для укладки пленки отдельно [3].



Рисунок 2 – Пленкоукладчик-грядообразователь AL-S14 PLUS

Второй способ предполагает подготовку почвы, укрытие ее пленкой и посев семян через пленку.

Компания Samco производит сеялку PM 8220 (рисунок 3), которая уплотняет почву, укладывает пленку и точно высевает семена с помощью перфоратора колесного блока, обеспечивающего точную глубину посева и расстояние между семенами [4].



Рисунок 3 – Сеялка Samco PM 8220

Сеялка позволяет осуществлять посев в пленку шириной 1,2...2,2 м, а также устанавливать расстояние между семенами в ряду от 23 см до 75 см и расстояние между рядами семян от 10 см до 250 см.

В сеялке используются два типа систем доставки семян. При первом способе семена пневмосистемой распределяются по перфорированным отверстиям. Это позволяет выбрать количество семян, посеянных на одно отверстие. Чтобы достичь целевого процента всхожести или в соответствии с существующей системой выращивания, можно высевать от 1 до 20 семян на отверстие. Это достигается подбором перфораторного колеса, чтобы оно соответствовало размерам семян и норме высева.

При втором способе используются высевающие аппараты точного высева Kverneland Accord, позволяющей высевать одно семя на отверстие. Настройка на культуру и регулировка нормы высева осуществляется сменой семенного диска и подбором перфораторного колеса.

Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой Sparreri SMP (рисунок 4) состоит из пневматической сеялки и пленкоукладчика и позволяет за один проход замульчировать почву пластиковой пленкой или укрывным материалом, пробить отверстия в пленке, посеять семена (диаметром от 4 мм) через эти отверстия и прикатать их сверху. Дополнительно может быть оборудована приспособлением для укладки ленты капельного орошения под пленку [5].



Рисунок 4 – Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой Sparreri SMP

Передний каток выравнивает почву и подготавливает семенное ложе. Центральный ролик укладывает на почву пленку, которую удерживают боковые ко-

леса. Затем загортачи присыпают края пленки почвой с каждой стороны для надежной фиксации.

После этого колеса сеялки со специальными трубками присасывают семена из бункеров, пробивают пленку и, когда каждая труба достигает вертикального положения, укладывают семена в почву. В конце маленькие колеса прикатывают семена под пленкой.

Такая конструкция сеялки обеспечивает однородный и точный высеv на одинаковую глубину и минимальное повреждение пластиковой пленки для ограничения испарения влаги.

Сеялка обеспечивает расстояние между рядами – 35...75 см, расстояние между семенами в ряду – 18 см, глубина посева – 4,5 см. Возможна комплектация машины высевающими колесами для других значений расстояния между семенами и глубины посева.

Способ посева через пленку является более универсальным, т.к. позволяет применять различные укрывные материалы. Однако в Республике Беларусь отсутствуют машины для реализации данной технологии возделывания, а зарубежные аналоги являются весьма дорогостоящими.

### **Выводы.**

Способ посева через пленку является более универсальным, т.к. позволяет применять различные укрывные материалы. Следовательно требуются разработка высевающего аппарата обеспечивающего высеv семян через мульчирующую пленку с регулируемым расстоянием между семенами.

Высевающий аппарат должен дозировать семена, пробивать пленку с требуемым шагом формируя при этом семенное ложе и укладывать семена в почву. При этом не должно происходить забивание высевающих рабочих органов почвой или пленкой.

### **Литература**

1. Способы мульчирования грунта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vladam-seeds.com.ua/ru/agronomiya/sposoby-mulchirovaniya-grunta>. Дата доступа: 18.01.2020.



2. SAMCO 41HD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.samco.ie/machinery/40-hd-2/>. Дата доступа: 18.01.2020.
3. Bed maker/mulching film layer AL-S14 PLUS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.checchiemagli.com/en/machines/bed-maker-mulching-film-layer-al-s14-plus/>. Дата доступа: 18.01.2020.
4. Punch film layer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.samco.ie/machinery/punch-film-layer/>. Дата доступа: 18.01.2020.
5. SMP pneumatic seed dril [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sapperi.com/en/product/smp-en/>. Дата доступа: 18.01.2020.
6. Отвал плужного корпуса: пат. 115609 Рос. Федерация / Черноиванов В.И., Михальченко А.М., Кожухова Н.Ю., Лялякин В.П., Кузюр В.М.; заявл. 28.10.2011; опубл. 10.05.2012.
7. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты отсеивающих экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: сб. науч. работ. Брянск, 2018. С. 38-44.
8. Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: сб. науч. работ междунар. науч.-техн. конф. Брянск, 2013. С. 16-20.

**УДК 621.432**

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*к.т.н. Коцуба В.И., аспирант Сулима Е.В.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь  
к.т.н. Кузюр В.М., Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **ANALYSIS OF METHODS FOR DIAGNOSING THE CYLINDER-PISTON GROUP OF AUTOMOTOR-TRACTOR ENGINES**

*Ph.D. Kotsuba V.I., post-graduate student Sulima E.V.,*

*Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

*Ph.D. V.M. Kuzhur, Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация.** Приведен анализ методов диагностирования цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей.

**Annotation.** The analysis of methods for diagnosing the cylinder-piston group of automotive engines is given.

**Ключевые слова:** цилиндропоршневая группа, цилиндр, поршень, компрессия, герметичность, диагностирование.

**Keywords:** cylinder-piston group, cylinder, piston, compression, tightness, diagnostics.

**Введение.** По мере изнашивания цилиндропоршневой группы, а также при закоксовывании колец или их поломке герметичность рабочего объема цилиндра становится недостаточной. На такте сжатия это приводит к уменьшению давления и температуры сжатого воздуха. В дизельных двигателях для улучшения процесса сгорания температура газов в конце сжатия должна на 300–400 °С пре-

вышать температуру самовоспламенения впрыскиваемого топлива [1]. Следовательно износ ЦПГ приводит к затрудненному запуску двигателя из-за плохого воспламенения топливовоздушной смеси, а также к перебоям в работе двигателя. На такте рабочего хода газы под большим давлением прорываются в картер, откуда выходят в атмосферу через сапун. Повышенный прорыв газов приводит к снижению давления их на поршень и падению мощности двигателя.

С износом деталей и потерей упругости колец увеличивается количество масла, проникающего в надпоршневое пространство. Попадание масла в камеру сгорания вызывает образование нагара на днищах поршней и головке цилиндров и затрудняет отвод теплоты через стенки цилиндров. Сгорание масла выявляется по синеватому цвету отработавших газов.

Диагностирование состояния ЦПГ по внешним признакам осложняется тем, что имеется взаимовлияние неисправностей механизмов и систем двигателя. Причиной попадания масла в камеру сгорания кроме ЦПГ может быть износ или потеря эластичности маслосъемных колпачков, износ турбокомпрессора, коробление головки блока цилиндров, пробой прокладки и др. Мощность двигателя зависит от состояния и регулировок топливного насоса высокого давления и форсунок, угла опережения впрыска топлива, состояния воздушного фильтра и турбокомпрессора и др. Следовательно при диагностировании ЦПГ необходимо убедиться в исправности других механизмов и систем двигателя.

### **Результаты и их обсуждение.**

В практике диагностирования ЦПГ наибольшее распространение измерение расхода картерных газов, компрессии и герметичности камеры сгорания.

Оценка состояния ЦПГ по расходу картерных газов имеет недостаточную точность из-за утечек газов через уплотнения и вибрации двигателя. Кроме того, данный метод не позволяет определить отдельный неисправный цилиндр и конкретные причины снижения работоспособности ЦПГ [2].

Перед измерением компрессии необходимо проверить техническое состояние аккумуляторной батареи, выполнить операции по техническому обслуживанию воздушного фильтра, измерить тепловой зазор между бойком коромысла

и торцом стержня клапана. Дизельные компрессометры должны иметь переходники, компенсирующие объем вывернутой форсунки или свечи накала [3].

Разность показаний в отдельных цилиндрах не должна превышать 0,2 МПа для дизелей и 0,1 МПа для бензиновых двигателей. Резкое снижение (на 30...40 %) компрессии в цилиндрах указывает на поломку или залегание поршневых колец и является ориентировочным показателем оценки технического состояния деталей цилиндропоршневой группы [3].

Основным недостатком метода является зависимость показаний компрессометра от частоты вращения коленчатого вала. При этом частота вращения при прокрутке стартером ( $250\text{--}350\text{ мин}^{-1}$ ) существенно отличаются от частоты вращения в режиме холостого хода ( $700\text{--}900\text{ мин}^{-1}$ ) и еще больше в режимах частичных и полных нагрузок. Из-за интенсивного движения поршня при прокрутке стартером проблематично выявление небольшого износа ЦПГ. Проблемой является также невозможность диагностирования ЦПГ на демонтированном, частично разобранном двигателе или двигателе с неработающим стартером. Кроме того данный метод также не позволяет определить конкретные причины снижения работоспособности ЦПГ.

Диагностика состояния ЦПГ пневмотестером позволяет выявлять конкретный неисправный цилиндр. Поршень проверяемого цилиндра, выставляется в ВМТ на такте сжатия (при закрытых клапанах). В цилиндр подается сжатый воздух под фиксированным давлением и по величине падения давления оценивается пневмоплотность цилиндра. Кроме того направление потока воздуха может показать возможную причину неисправности. Если весь воздух выходит через картер двигателя, это указывает на износ ЦПГ или залегание колец, шум во впускном или выпускном коллекторе – на нарушение герметичности клапанов, попадание воздуха в соседние цилиндры или радиатор – коробление головки блока цилиндров или повреждение прокладки. Однако данный метод может быть реализован только в стационарных условиях при наличии источника сжатого воздуха [4].

Диагностирование состояния ЦПГ анализатором герметичности цилиндров наличие в измерении, при прокрутке двигателя стартером, двух параметров: ве-

личины вакуума с выпуском воздуха в атмосферу и величины вакуума при изоляции надпоршневого пространства. Величина вакуума с выпуском воздуха в атмосферу позволяет оценить износ стенки цилиндра (гильзы) и плотность в сопряжении клапана и седла, а величина вакуума при изоляции надпоршневого пространства показывает степень изношенности поршневых колец [5]. Однако этому методу также присуща зависимость показаний от частоты вращения коленчатого вала.

Косвенно состояние ЦПГ можно оценить измерением тока потребления стартером в режиме прокрутки двигателя. Чем герметичнее надпоршневое пространство цилиндра, тем больше будет давление сжимаемого воздуха и сопротивление вращению двигателя, следовательно, больший ток потребляет стартер для проворачивания коленчатого вала [6]. Однако на потребляемый ток влияет не только состояние ЦПГ, но и состояние стартера, кривошипно-шатунного механизма, проводки и др.

Диагностирование ЦПГ анализом продуктов износа в системе смазки с оценкой числа, концентрации частиц и их химического состава. При нормальном износе обнаруживаются частицы размером до 15 мкм и толщиной до 1 мкм. Начало интенсивного изнашивания сопровождается увеличением концентрации частиц и их размера до 50 мкм и появлением определенной их формы: осколки, пластины неправильной формы, стружка [7]. Недостатком данного метода является то что данный способ не может конкретно подтвердить наличие износа гильз цилиндров и поршневых колец, так как в двигателе присутствуют другие трущиеся пары механизмов КШМ и ГРМ которые так же могут давать продукты износа в процессе из работы.

Кроме того, в двигателях предусмотрена периодическая замена масла и масляных фильтров. Периодичность замены масла в двигателях минского моторного завода составляет 250 часов наработки, в двигателях Deutz – 500 часов наработки. Следовательно анализ масла покажет наличие процесса износа, но не может показать величину этого износа с начала наработки двигателя.

У метода диагностирования ЦПГ пневмотестером имеется нереализован-

ный потенциал повышения информативности и точности определения причины снижения пневмоплотности. В процессе работы цилиндр двигателя изнашивается неравномерно. Максимальный износ наблюдается в зоне ВМТ (рисунок 1), который для большинства двигателей легковых автомобилей составляет 0,15 мм, а для двигателей грузовых автомобилей и тракторов – 0,4 мм.

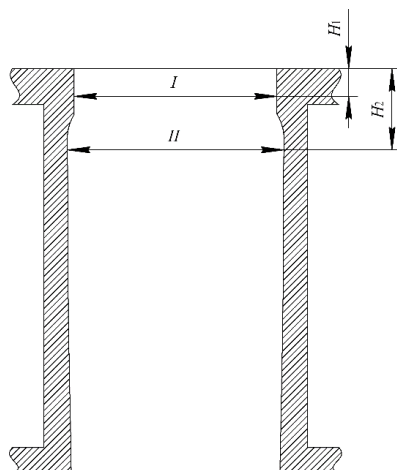


Рисунок 1 - Схема износа цилиндров: *I* – плоскость без износа; *II* – плоскость максимального износа

При диагностировании необходимо выполнять два измерения – при положении поршня в ВМТ и НМТ. При износе ЦПГ или залегании колец утечки воздуха в зоне ВМТ будут выше чем в зоне НМТ. При нарушении герметичности клапанов изменения пневмоплотности по высоте цилиндра наблюдаться не будет.

Для исследования зависимости пневмоплотности цилиндра от положения поршня и герметичности клапанов разработана лабораторная установка, схема которой представлена на рисунок 2.

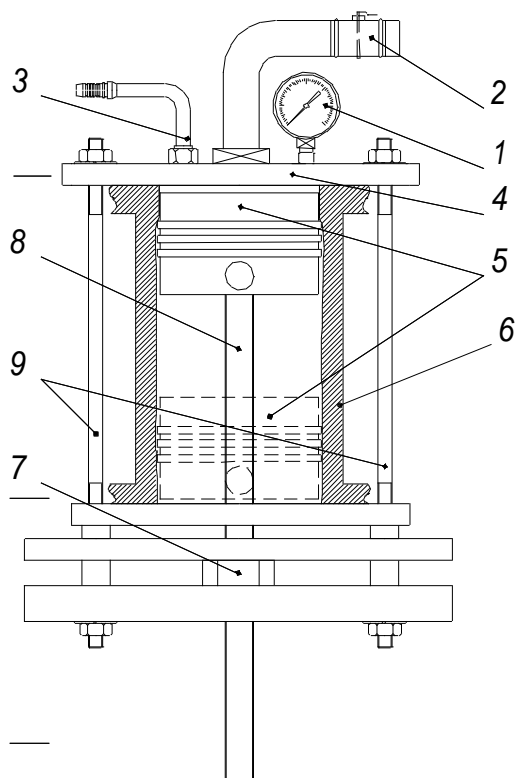


Рисунок 2. Схема лабораторной установки для измерения пневмоплотности цилиндропоршневой группы: 1 – манометр; 2 – дроссель; 3 – патрубок подачи сжатого воздуха; 4 – крышка верхняя; 5 – поршень; 6 – цилиндр; 7 – гайка регулировки высоты поршня; 8 – винт регулировки положения поршня; 9 – шпильки;

Для уточнения метода диагностирования ЦПГ необходимо измерять величину износа гильзы и поршневых колец, а также произвести оценку пневмоплотности цилиндра в зависимости от положения поршня и негерметичности клапанов. Это позволит повысить эффективность диагностирования ЦПГ и снизить затраты на ремонт за счет более точного определения причины снижения герметичности камеры сгорания.

### **Выводы.**

У метода диагностирования ЦПГ пневмотестером имеется нереализованный потенциал повышения информативности и точности диагностирования. В процессе работы цилиндр двигателя изнашивается неравномерно, поэтому оценка пневмоплотности цилиндра в зависимости от положения поршня позволит повысить эффективность диагностирования ЦПГ за счет более точного определения причины снижения ее герметичности.

### **Литература**

1. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей: учебник / Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др.; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1983. 372 с.
2. Полянский А.С., Эллис С.В., Молодан А.А. Повышение долговечности новых и отремонтированных двигателей в период эксплуатации // Механика и машиностроение. 2011. № 2. С. 151-157.

3. Диагностика и техническое обслуживание машин: лаб. практикум. В 6 ч. Ч. 1 / Г.С. Дубовик и др. Мн.: БГАТУ, 2009. 96 с.
4. Force. Тестер герметичности (утечек) цилиндра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://toolsclub.com.ua/force-tester-germetichnosti-utechek-cilindra-p-9259.html>. Дата доступа: 02.03.2020.
5. Анализатор Герметичности Цилиндров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eksacom.ru/shop/upload/edial/agz2b.pdf>. Дата доступа: 02.03.2020.
6. Бабошин А.А., Косарев А.С., Малышев В.С. Оценка технического состояния двигателей внутреннего сгорания по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16, № 1. С. 33–39.
7. Минаков В.А. Совершенствование технологии диагностирования тепловозного дизеля по результатам контроля содержания продуктов износа в моторном масле: дис. ... канд. техн. наук. Омск: Омский ГУПС, 2018. 152 с.
8. Кузюр В.М., Козлов С.И. Критический обзор конструкций стендов для разборочно-сборочных работ при ремонте ДВС // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: материалы науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 223-227.

УДК 621.892:621.793.3

## **ПРЕДПОСЫЛКИ К УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПРИРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО – ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ**

*к.т.н., Савенок Л.И., инженер Брезгунов Г.В.,  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

## **PREREQUISITES FOR IMPROVING THE QUALITY OF BURN-IN PARTS OF THE CYLINDER-PISTON GROUP OF THE ENGINE**

*Savenok L. I., Ph. D., associate Professor,  
Brezgunov G. V., engineer  
EE " Belarusian state agricultural Academy»*

**Аннотация.** Приведены результаты теоретических исследований применения металлоплакирующей присадки (МПП) Гретерин-3 на основе хлористой меди, глицерина и олеиновой кислоты, при ее внесении в моторное масло, что приводит к образованию медной сервоитной пленки и полимеров трения, улучшающих качество приработки цилиндро-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания при обкатке и последующей эксплуатации.

**Annotation.** The results of theoretical studies of the use of metal cladding additive (MPP) Greterin-3 based on copper chloride, glycerol and oleic acid, when it is introduced into motor oil, which leads to the formation of a copper servo film and friction polymers that improve the running quality of the cylinder-piston group of internal engines combustion during running in and subsequent operation.

**Ключевые слова:** двигатель, обкатка, масло, металлоплакирующие присадки, химические процессы.

**Keywords:** engine, running-in, oil, metal-coating additive, chemical processes.

**Введение.** Одним из способов улучшения качества сервиса двигателей

внутреннего сгорания является проведение качественной заводской и послеремонтной их обкатки, позволяющей продлить срок службы и увеличить ресурс. При запуске двигателя сопряжения гильзы цилиндров - поршневые кольца и др. работают без смазки. Смазочная композиция поступает к трущимся деталям спустя небольшой промежуток времени. Использование металлоплакирующих присадок (МПП), на основе маслорастворимых солей пластичных металлов (медь, цинк и др.), органических кислот, а также глицерина исключает этот недостаток, за счет образования на контактирующих поверхностях многослойного медьсодержащего слоя, являющегося твердосмазочным покрытием.

**Анализ источников.** Присутствие в масле металлоплакирующих присадок реализуют явление избирательного переноса (ИП) металла при трении, открытое Гаркуновым Д.Н. и Крагельским И.В. Избирательный перенос основан на том, что в результате протекания на поверхности контактирующих тел физико-химических процессов, происходит образование из состава присадок антифрикционных плёнок с содержанием металлов обеспечивающих низкое трение и снижение износа деталей [1, 2].

Во Владимирском политехническом институте Гребенюк М.Н., Терегеря В.В. разработали присадку «Гретерин-3» [2...4], содержащую хлорид меди, олеиновую кислоту, глицерин и др. составляющие. Внесение ее в моторное масло уменьшает изнашивание деталей на режиме приработки в 2-3 раза, а время приработки при этом снижается на 30-40% [4].

В Московском технологическом институте совместно с Куйбышевским филиалом ВНИИНП разработаны МПП серии МКФ-18, МКФ-18У, МКФ-18Е, МКФ-18НТ. На их базе были получены присадки «Велап», «Стимул-1», «Ника», «Урал» и др. [5], содержащие соли плакирующего металла (олеат и глицерат меди), органическую жирную (олеиновую) кислоту, поверхностно-активные (глицерин) и некоторые другие вещества.

Таким образом, в состав МП присадок, в своем большинстве, входят соли меди, олеиновая кислота, глицерин и др. составляющие.

Нами при проведении фрикционно-механического нанесения меди на зер-



кала гильз цилиндров в различных технологических средах отмечалось изменение цвета полученного покрытия от желто-красного до красного [6], что подтверждало наличие в зоне трения химических процессов.

**Целью** настоящих исследований является теоретическое изучение химических процессов протекающих на поверхностях трения при внесении в моторное масло основных составляющих компонентов присадок, содержащих хлорную медь, олеиновую кислоту и глицерин.

Рассмотрим эти процессы. Все металлы на воздухе подвергаются окислению. Скорость образования окисной защитной пленки исчисляется долями секунды, образуя на поверхности железосодержащего металла различного вида слои. Формирование этих слоев происходит постепенно:  $Fe_2O_3$ ;  $Fe_3O_4$ ;  $Fe_3O_4 + FeO$ ;  $FeO$ ;  $Fe$ . Их разрушение начинается в период приработки деталей, а имеющаяся масляная пленка изолирует поступление кислорода, формируя поверхностные слои необходимой шероховатости.

Установлено [7], что соль меди ( $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ) растворяется в глицерине, а полученный состав обладает металлоплакирующими свойствами. При хонинговании зеркала цилиндра с вышеуказанной средой на трущихся поверхностях образуется многослойное медьсодержащее твердосмазочное покрытие, образуя соляную кислоту, оксид меди и водород:



Наличие небольшого количества соляной кислоты оказывает положительное влияние на модифицирование поверхностных слоев трущихся поверхностей. Уже в начальной стадии трения наличие активных ионов хлора способствуют быстрому протеканию химических реакций с металлом, удаляя окисные защитные слои, образуя на поверхности хлориды железа и чистую медь (формулы 2...9):





гу, а при трении разлагается на глицериновый альдегид, акролеин, формальдегид и глицериновую кислоту. Одновременно, в результате трибоактивации происходит превращение высокомолекулярных соединений и полимеров трения, образуя на трущихся поверхностях в защитные полимерные пленки [1, 8], способствуя протеканию процесса избирательного переноса.

### **Выводы**

Как показывает приведенный химический анализ процессов происходящих в зоне трения время активной приработки цилиндрической поршневой группы с наличием в масле присадок содержащих хлорную медь, олеиновую кислоту, глицерин и пр. способствует образованию в зоне трения медного слоя и полимеров трения, улучшающих прирабатываемость деталей ДВС и как следствие – его моторесурс.

### **Литература**

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника. М.: Машиностроение, 1986. 424 с.
2. Рекомендации по применению металлоплакирующих присадок в составе автотракторных масел при заводской обкатке капитально отремонтированных сборочных единиц с.-х. техники. М.: ГОСНИТИ, 1991. С. 19.
3. Гребенюк М.Н., Терегеря В.В. Исследование медьсодержащей присадки Гретенрин-3, направленной на реализацию избирательного переноса в процессе приработки двигателей: научное издание // Insycont 90. Krakow, 1990. С. 667-674.
4. Ивашко В.С., Сай А.С., Абдельхаиг С. Белорусский нац. техн. ун-т [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <https://izobretatel.by/5/innovacii/dobavki-k-motornym-maslam-obzor>. Дата обращения: 03.03.2020.
5. Брезгунов Г.В. Выбор среды для нанесения медьсодержащих фрикционных покрытий // Механизация мелиоративных работ: сб. науч. тр. БСХА. Горки, 1997. С. 67-69.
6. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей / Ф.Д. Карпенков, В.В. Стрельцов, И.В. Приходько и др. Пушино: МГАУ им. Горячкина, 1996. 107 с.
7. Брезгунов Г.В. Теоретическое исследование химических процессов, происходящих при фрикционномеханическом нанесении медных покрытий на зеркало чугунной гильзы цилиндра // Эксплуатация, ремонт и восстановление сельскохозяйственной техники: докл. междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 50-летию факультета механизации сел. хоз-ва. Горки, 1997. С. 38-42.
8. Кузюр В.М., Козлов С.И. Критический обзор конструкций стендов для разборочно-сборочных работ при ремонте ДВС // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: сб. науч. тр. Брянск, 2018. С. 223-227.

## ОБЗОР И АНАЛИЗ ОДНОДИСКОВЫХ СОШНИКОВ

*д.т.н. профессор Петровец В.Р., к.т.н, профессор Дудко Н.И.,  
инженеры Греков Д.В., Сидоров С.А., Вабищевич В.В.,  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

## OVERVIEW AND ANALYSIS OF SINGLE-DISC COILERS

*V.R. Petrovets, Dr. Tech. sciences. Professor; N.I. Dudko, Cand. tech. sciences,  
professor; D.V. Grekov, engineer; S.A. Sidorov, V.V. Vabishchevich,  
UO "Belarusian State Agricultural Academy", Republic of Belarus*

**Аннотация.** В статье выполнен обзор однодисковых сошников к посевным машинам отечественного и зарубежного производства. Проведен анализ конструкций этих сошников. Дана характеристика и приведены достоинства и недостатки различных однодисковых сошников и сошниковых групп.

**Annotation.** The article provides a review of single-disc coulters for sowing machines of domestic and foreign production. The analysis of the designs of these coulters is carried out. The characteristic is given and the advantages and disadvantages of various single-disc coulters and coulters groups are given.

**Ключевые слова.** Трубчатый семяпровод, вырезной диск, пластина предохраняющая, осыпание почвы, борозда, минимальный угол атаки.

**Keywords.** Tubular vas deferens, notched disc, protective plate, soil shedding, furrow, minimum angle of attack.

**Введение.** Преимущества однодисковых сошников в простоте конструкции, малой металлоемкости, хорошей заглубляемости на любых типах почв. Они стабильно работают на почвах засоренных растительными и пожнивными остатками. При работе в составе комбинированных почвообрабатывающее –посевных агрегатов по свежеобработанной почве имеют минимальное тяговое сопротивление. Вырезной диск сошника хорошо перерезает пожнивные остатки в почве значительно лучше, чем обычный диск.

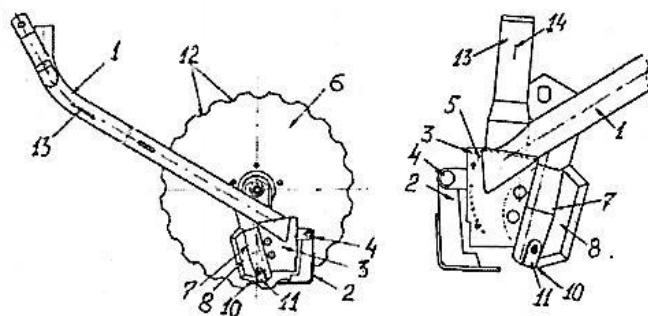
### Основная часть.

В Республике Беларусь разработаны однодисковые сошники нового поколения, защищенные патентами на изобретения.

Так, в ОАО “Брестский электромеханический завод” создан оригинальный сошник (патент ВУ 3512 И 2007.04.30) с вырезным диском, который раскрывает бороздку для высева зерновых, трав способен при высева семян зерновых, зер-

нобобовых, трав и других. Вырезной диск легко заглубляется в почву и открывает бороздку на нужную глубину. Кроме того на 5-10 % уменьшается тяговое сопротивление независимо от типа почвы. Предохраняющая от засыпания почвой бороздки пластина гарантирует равномерную заделку семян. Вырезной диск сошника обеспечивает рядовой высев семян в уплотненном ложе, которое осуществляет нижняя часть предохраняющей пластины (рисунок 1) [1.2.3].

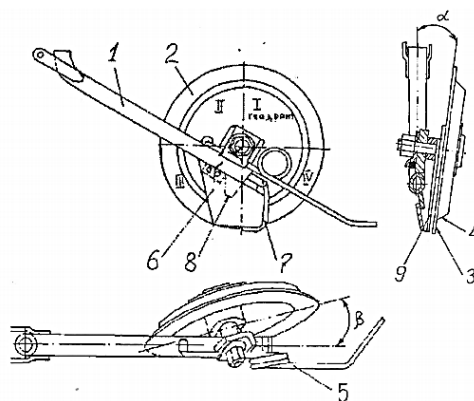
В РУП «Научно - практический центр национальной академии наук» запатентован однодисковый сошник (патент ВУ 74 11) (рисунок 2). Тарельчатый сошник открывает равномерную бороздку, который формирует стабильную по глубине с плотным дном бороздку и обеспечивает компактную укладку на ее дно посевной материал в почву с различными физико-механическими и технологическими свойствами.



1 – семяпровод; 2 – клапан; 3 – корпус; 4 – шарнирное соединение; 5 – отражатель; 6 – диск; 7 – нож; 8 – передняя кромка ножа трапецеидальной формы; 9 – продольная угловая выемка ножа; 10 – рабочая кромка ножа; 11 - защитная пластина на рабочей кромке ножа; 12 – выемки радиальной формы; 13 – труба-воздуховод

Рисунок 1 – Однодисковый сошник с вырезным диском

Проведенные производственные испытания этих сошников на Белоруской МИС в сравнении с килевидными сошниками показали более высокое качество заделки семян в почву и, как результат, более высокую полевую всхожесть. На минеральных почвах полевая всхожесть у тарельчатых однодисковых сошников составляла 86%, а килевидными - 85,3%, на торфяных почвах - 85,2% и 84,7%, что находится в пределах ошибки опыта.[4,5.6].

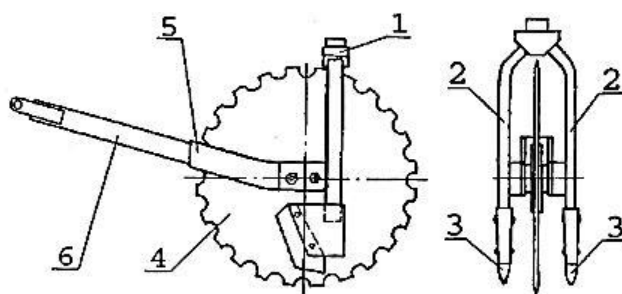


1 – корпусная труба; 2 – тарельчатый диск; 3 – плоская поверхность диска; 4 – опорная поверхность диска; 5 – загортач; 6 – киль; 7 – клапан; 8 – выходное отверстие семянаправителя; 9 – направляющая пластина

Рисунок 2 – Однодисковый сошник тарельчатой формы

В УО “Белорусский государственный аграрный технический университет” запатентовал сошниково-заделывающее устройство (патент ВУ 890 И), позволяющее качественно высевать в бороздку семена, а потом закрывать семена почвой. Однако результатов лабораторных и полевых испытаний сошников на Белорусской МИС не представлено.

Известен комбинированный двухстрочный сошник (рисунок 3).



1 – воронка; 2 – распределительные каналы; 3 – наральник; 4 – диск; 5 – кронштейн; 6 – поводок

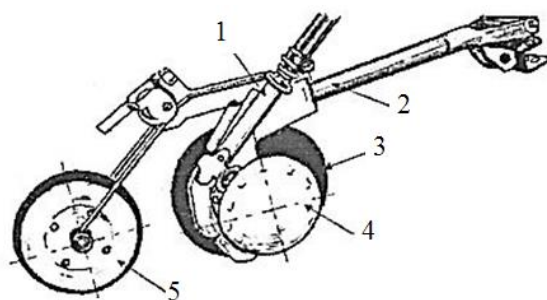
Рисунок 3 – Комбинированный двухстрочный сошник

Сошник работает следующим образом. При движении сошника вырезной диск, расположенный между посредством прикрепленной к ней тяги 6 и кронштейна 5 перемещается сошник. Наральники 3 пассивного действия, установленные параллельно направлению движения, формируют уплотненную бороздку.

Это позволяет при встрече с крупными комками и растительными остатками разрушать их за счет разрезания без сдвига в сторону [5].

Сошники RoTeC (рисунок 4) в серийном исполнении имеют ограничивающие глубину хода каточки и чистящие диски, которые позволяют производить установку глубины заделки семян без применения инструментов. Давление сошника на почву достигает 350 Н. Они не забиваются даже при большом количестве соломы и остатков растений [7,8,9].

Эластичный пластиковый сферический диск предотвращает налипание почвы на высевающий диск, придает форму посевной бороздке и обеспечивает равномерность заделки семян. Сошник RoTeC с опорно-прикатывающим катком имеет более равномерный ход, чем сошник с параллелограмной подвеской и жестко закрепленным опорно-прикатывающим катком [9,10, 11].



1 – семянаправитель; 2 – поводок; 3 – основной диск сошника; 4 – сферический диск-чистик; 5 – каток прикатывающий

Рисунок 4 – Дискосовшник RoTeC в сочетании с прикатывающим катком

Однодисковые сошники этой фирмы RoTeC имеют высококачественный сферический диск диаметром 325 мм, который может воспринимать давление до 200 Н на сошник. Давление на однодисковые сошники посевных машин, выпускаемых за рубежом, колеблется в пределах 200... 1300 Н.

. Благодаря сферической форме диск обладает эффектом самоочистки, что позволяет на легких почвах не устанавливать дополнительный чистик [10,12].

**Выводы:** .Выполненный обзор и анализ однодисковых сошников посевных машин отечественных и зарубежных фирм показал, что лучшее решение по качеству посева зерновых еще не изобретено.

#### Литература

1. Петровец В.Р., Чайчиц Н.В. Сельскохозяйственные машины: практикум. Мн.: Ураджай, 2002. 292 с.
2. Однодисковый сошник: пат. 3512 Рос. Федерация: МПК: А01С 7/20 / Разумец С.Л., Савчук И.В., Завадский В.Ф., Савчук С.В., Троцюк А.Д.; опубл. 30.04.2007.
3. Однодисковый сошник: пат. 74 Рос. Федерация: МПК: А01С 7/20, А01С 7/06 / Медведев А.Л., Лепёшкин Н.Д., Точицкий А.А.; опубл. 30.12.1999.
4. Сошник двухстрочный комбинированный: пат. 4329 Рос. Федерация: МПК: А01С 7/00 / Лойко С.Ф., Лепешкин Н.Д.; опубл. 30.04.2008.
5. Terrasem С6 - С8\_ru. qxd. Электронные данные. - Режим доступа: 1Шр:<http://www.Poettinger.at>. Загл. с экрана.
6. SULKY EASYDRILL Russe.pdf. Электронные данные. - Режим доступа: <http://www.Sulky-burel.com>. Загл. с экрана.
7. ES\_RoTeC\_10\_06\_RUS.lnnd. Электронные данные. - Режим доступа: <http://www.amazon.ru>. Загл. с экрана.
8. Solitary RUS. Электрон, дан. - Режим доступа: <http://www.Lemken.com>. Загл. с экрана.
9. Петровец В.Р. Комбинированный однодисковый сошник с симметрично расположенными двухсторонним ребордами – бороздкообразователями и нулевым углом атаки / В.Р. Петровец, С.В. Курзенков, Н.И. Дудко, Д.В. Греков // Вестник Белорусской ГСХА. 2016. № 3. С. 137-140.
10. Математическая модель комбинированного однодискового сошника для узкорядного посева с симметрично расположенными двухсторонними ребордами – бороздкообразователями и нулевым углом атаки / В.Р. Петровец, С.В. Курзенков, Н.И. Дудко, Д.В. Греков // Вестник Белорусской ГСХА. 2016. № 4. С. 94-97.
11. Петровец В.Р. Математическая модель уплотнения почвы в бороздках, образованных однодисковым сошником с нулевым углом атаки и симметрично расположенными двухсторонними ребордами – бороздкообразователями для узкорядного посева мелкосемянных культур / В.Р. Петровец, С.В. Курзенков, Н.И. Дудко, Д.В. Греков // Вестник Белорусской ГСХА. 2016. № 4. С. 98-100.
12. Петровец В.Р. Математическая модель пахотного слоя почвы как сплошной сыпучей среды, сжимаемой и способной к самоорганизации при ее обработки / В.Р. Петровец, С.В. Курзенков, Н.И. Дудко, Д.В. Греков // Вестник Белорусской ГСХА. 2017. № 4. С. 156-159.



**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ ШТАНГОВЫХ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ**

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

*к.т.н. доцент Подшиваленко И.Л., ассистент Сидоров С.А.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академии, Беларусь*

**THEORETICAL RESEARCH ON THE CALCULATION OF THE BASIC PARAMETERS OF THE DISTRIBUTION HEAD OF THE BARBAR MACHINES FOR THE APPLICATION OF LIQUID ORGANIC FERTILIZERS**

*Doctor of Technical Sciences Professor Petrovets V.R., so-called, Professor Dudko*

*N.I., Ph.D. Associate Professor Podshivalenko I.L., Assistant Sidorov S.A.*

*Belarusian State Agricultural Academy,*

*Republic of Belarus*

**Аннотация**

В статье анализируются проблемы при внесении в почву жидких органических удобрений (ЖОУ). Обоснованы задачи, которые нужно решить для создания высокоточных машин для внесения органических удобрений. Осуществлены теоретические исследования по расчету основных параметров распределительной головки штанговых машин для внесения жидких органических удобрений. .

**Annotation**

The article analyzes the problems when applying liquid organic fertilizers (ZHOU) to the soil. The problems that need to be solved to create high-precision machines for applying organic fertilizers are justified. Theoretical studies were carried out on the distribution of the main parameters of the distribution head of rod machines for applying liquid organic fertilizers. .

**Ключевые слова:** органические удобрения, внесение, равномерное распределение, распределительная головка, машины для внесения жидких органических удобрений.

**Keywords:** organic fertilizers, application, uniform distribution, distribution head, machines for applying liquid organic fertilizers.

**Введение**

Плодородие почв отнесено к числу важнейших государственных приоритетов. Одним из определяющих показателей плодородия почв является содержание гумуса. По результатам последнего тура следования оно составляет всего лишь 2,25% [1,2,3], причем наблюдается тенденция его снижения. Объясняется такое положение недостаточными объемами и несовершенством технологий применения органических удобрений, являющиеся основным источником для образования гумуса. С увеличением содержания гумуса в почве улучшаются фи-

зико – химические свойства. На этом фоне значительно возрастает эффективность вносимых минеральных удобрений [4,5,6].

Из элементов питания, содержащихся в кормах, в составе навоза в почву возвращается 70 – 90 % азота, 70-80% фосфора, 80- 90% калия, 80 – 95% кальция и 40-50% органического вещества. Кроме того, с увеличением содержания гумуса снижается коэффициент внешнего трения почвы по различным поверхностям. Прирост органического углерода на 0,1% снижает плотность почвы на 0,01 г/см<sup>3</sup>. Следовательно снижается удельное сопротивление рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин, следовательно, уменьшается расход топлива на выполнение соответствующих операций.

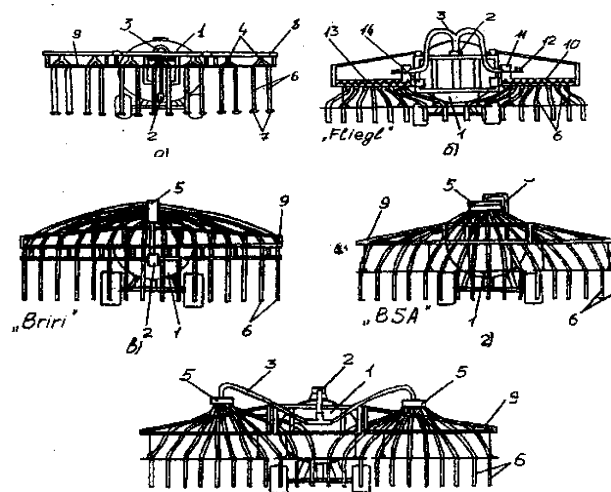
Следует отметить, что в экскрементах животных, кроме основных элементов питания растений (NPK), содержатся различные микроэлементы, которыми почвы Беларуси обеспечены слабо. Так, в получаемых объемах экскрементов содержится 690 т марганца, 115 т меди, 50 т бора, 7 т кобальта, 76 т цинка, около 10 т молибдена и ряд других микроэлементов.

В нынешних условиях, когда стоимость минеральных удобрений и химических средств защиты растений значительно возросли, органические удобрения становятся в буквальном смысле стратегически ресурсом. Повсеместное хозяйское их использование является огромным резервом сокращения объемов применения химзащиты и позволит получать устойчивые урожаи всех сельскохозяйственных культур и экологически чистую продукцию.

Машины для внесения твердых органических удобрений вполне совершенны, обеспечивают необходимое качество распределения удобрений по полю. Машины типа МЖТ для внесения жидкого навоза работают по принципу разбрызгивания, что приводит к потере до 90% аммиака [7,8.9], поэтому в мировой практике такой принцип работы уже не используется, так как они не отвечают требованиям экологии и качества распределения. Поэтому в настоящее время для внесения жидких органических удобрений применяются штанговые распределяющие системы.

Технологический процесс внесения жидких органических удобрений раз-

личными машинами со штанговыми системами распределения принципиально одинаков. Из цистерны 1 (рисунок 1) насосом 2 ЖОУ подаются в распределяющие системы (распределяющую трубу (а), распределяющий шнек (б), распределительную головку (в, г, д)), которые распределяют удобрения по штангам - понизителям 6.



а) машины с распределяющей трубкой; б) машины с распределяющим шнеком; в), г), д) машины с распределительными головками 1 - цистерна; 2 - насос; 3 - подводный патрубков; 4 - штуцер; 5 - распределительная (делительная) головка; 6 - штанг-понизитель; 7 - наконечник; 8 - распределяющая труба; 9 - штанга; 10 - распределительный механизм; 11 - впускная камера; - дозирующий механизм с заслонкой; 13 - шнек; 14 - привод шнека

Рисунок 1 - Схемы штанговых машин

Шланги 6 расставлены вдоль штанги на одинаковом расстоянии нижними концами касаются земли. Жидкие удобрения выливаются шланги 6 на поверхность почвы в виде полос, не разбрызгиваясь на растения, что резко уменьшает улетучивание азота и загрязнение окружающей среды по сравнению с разбрызгиванием, исключает уничтожение насекомых и животных, питающихся ими, позволяет проводить подкормку даже высокорослых растений (зернобобовых, зерновых культур, кукурузы).

Качество и равномерность внесения удобрений зависит от конструкции распределительной головки штанговой машины.

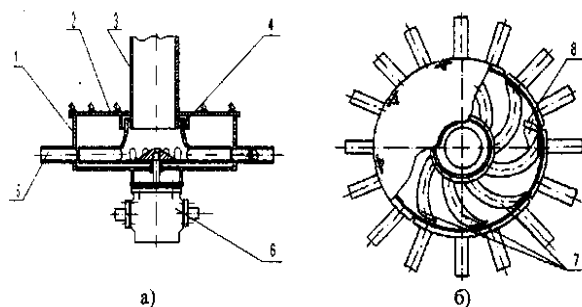
### Постановка задачи и ее решение

Обзор и анализ распределительных головок показывает, что все известные

их конструкции не обеспечивают качественного распределения ЖОУ по полю. Однако, учитывая их компактность они представляют определенный интерес для исследований с целью их дальнейшего совершенствования. Нами предлагается конструкция и методика инженерного расчета основных параметров роторной распределительной головки, которая обеспечивает работу с жидким навозом, содержащим инородные включения.

Она представляет собой закрытый цилиндрический кожух, по периметру на поверхности которого размещены 24 отверстия. С наружной стороны к отверстиям приварены штуцера для присоединения выливных шлангов.

Распределительная головка предназначена для равномерного деления основного потока жидкости на 24 одинаковых потока. Она состоит из цилиндрического корпуса 1 (рисунок 2), плотно закрывающейся крышки 2, в центре которой вварен конец нагнетательного трубопровода 3, выливных штуцеров 5, распределительного ротора, состоящего из стакана 4, изогнутых патрубков 8 и измельчающего ножа 9.



а) вид сбоку; б) вид сверху 1 - цилиндрический корпус; 2 - крышка; 3 - нагнетательный трубопровод; 4 - стакан ротора; 5 - выливные штуцера; 6 - гидромотор; 7 - патрубок ротора; 8 – нож

Рисунок 2. - Распределительная головка

Величина наружного диаметра цилиндрического корпуса головки определяется количеством выливных шлангов, расположенных в один ряд по периметру цилиндрической поверхности корпуса головки, и расстоянием между штуцерами выливных шлангов в месте присоединения к корпусу [10,11]:

$$D_{\text{НГ}} = \frac{k(d_{\text{НШ}}+1)}{\pi}, \quad (1)$$

$D_{\text{НГ}}$  – наружный диаметр корпуса головки, м;

$d_{\text{НШ}}$  - внутреннему диаметру выливного штуцера, принимается равным внутреннему диаметру выливного шланга, м;

$k$  - количество выливных штуцеров, шт.;

$l$  - расстояние между наружными поверхностями штуцеров в месте соединения с корпусом, м.

Внутренний диаметр корпуса определим по формуле:

$$D_{\text{ВГ}} = D_{\text{НГ}} - 2\delta_2 \quad (2)$$

$\delta_2$ - толщина стенки цилиндрического корпуса головки, м.

Входной диаметр ротора можно определить по формуле:

$$D_{\text{ВР}} = D_{\text{НАГ}} + 2\delta_1 + 2t_1, \quad (3)$$

где  $D_{\text{НАГ}}$  - внутренний диаметр нагнетательного трубопровода, м;

$\delta_1$ -толщина стенки нагнетательного трубопровода, м;

$t_1$ - зазор между внутренней поверхностью входной части ротора и наружной поверхностью нагнетательного трубопровода, м.

Количество выливных патрубков ротора  $z$  определим из условия:

$$\Sigma S_{\text{ПАТР}} \geq S_{\text{НАГ}}, \quad (4)$$

где  $\Sigma S_{\text{ПАТР}}$  - сумма площадей поперечных сечений патрубков,

$$\Sigma S_{\text{ПАТР}} = z S_{\text{ПАТР}}, \text{ м}^2; \quad (5)$$

$z$  – количество выливных патрубков, шт.;

$S_{\text{НАГ}}$  – площадь поперечного сечения нагнетательного трубопровода,  $\text{м}^2$

Внутренний диаметр патрубков ротора принимаем равным внутреннему диаметру выливных штуцеров  $d_{\text{п}} = d_{\text{вш}}$ .

Тогда, подставив в условие (4) значения площадей и выразив количество патрубков  $z$  получим:

$$z = \frac{D_{\text{НАГ}}^2}{d_{\text{п}}^2}. \quad (6)$$

Полученную цифру округляем до целого числа в большую сторону. Уточняем значение скорости движения жидкости в патрубках ротора:

$$W = \frac{4 \cdot Q}{z \cdot \pi \cdot d_{\text{п}}^2}. \quad (7)$$

Так как площадь сечения патрубка ротора постоянна по всей его длине, то скорость на входе в патрубок  $W_1$  равна скорости на выходе из него  $W_2$  и будет вычисляться по формуле (7).

Патрубки распределительного ротора приварены к стакану ротора под углом  $\beta_1$  и имеют плавно изогнутую форму (рисунок 3).

На выходе патрубки обрезаны под углом  $\beta_2$  из-за чего имеют эллипсовидное выходное сечение.

Угол выхода определим  $\beta_2$  по формуле:

$$\text{tg} \beta_2 = \frac{d_{\text{п}}}{2a}, \quad (8)$$

где  $d_{\text{п}}$  – внутренний диаметр патрубка,  $\text{м}$ ;

$a$  – большая полуось эллипса,  $\text{м}$ .

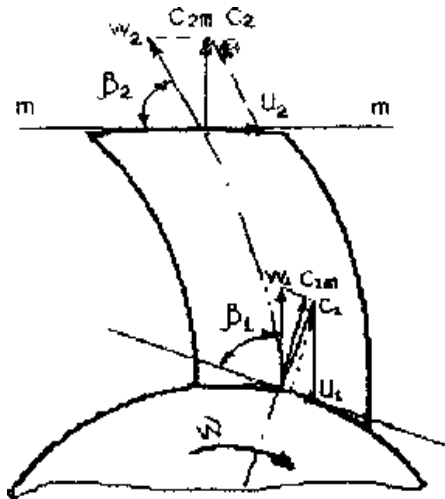


Рисунок 3- Схема движения жидкости в роторе и параллелограммы скоростей на выходе патрубка ротора

Большую полуось эллипса  $a$  найдем из условия, чтобы в момент времени суммарная площадь проходного сечения, образованного выходными, сечениями патрубков ротора 7 (рисунок 2) и входными сечениями выливных штуцеров 5, была равна или больше сумм площади поперечных сечений патрубков, или, иначе, суммарная площадь проходного сечения, образованного выходным сечением патрубка ротора и входными сечениями выливных штуцеров, должна быть равна больше площади поперечного сечения выливного штуцера (рисунок 4). Запишем последнее условие в виде выражения:

$$2(S_1+S_2+S_3+S_4) \geq \frac{\pi d_{\Pi}^2}{4} \quad (9)$$

где  $S_1+S_2+S_3+S_4$  - площади, образующие суммарное проходное сечение, расположенное над осью  $x$ ,  $m^2$ .

Площади суммарного проходного сечения вычислим с помощью интегралов, для чего задаемся координатными осями  $x$  и  $y$  с цен точке  $O$  (рисунок 4), относительно которого симметрично расположим центры окружностей входных сечений выливных штуцеров на стоянии  $S = r + e/2$ , где  $r = \frac{d_{\Pi}}{2}$  радиус круглого сечения выливных штуцеров, а также малая полуось эллипса,  $mm$ ;  $e$  - расстояние между выливными штуцерами,  $e = l + 2, \delta_3$   $mm$ ;  $\delta_3$  - толщина стенки штуцера,  $mm$ .

Запишем уравнения окружностей и эллипса.

Уравнение левой окружности:

$$y_1 = \sqrt{r^2 - (x + s)^2}; \quad (10)$$

уравнение правой окружности:

$$y_1 = \sqrt{r^2 - (x - s)^2}; \quad (11)$$

уравнение эллипса

$$y_3 = \frac{r}{a} \sqrt{a^2 - (x + c)^2} \quad (12)$$

$a$  - большая полуось эллипса, мм;

$c$  - смещение центра эллипса относительно начала координат, мм.

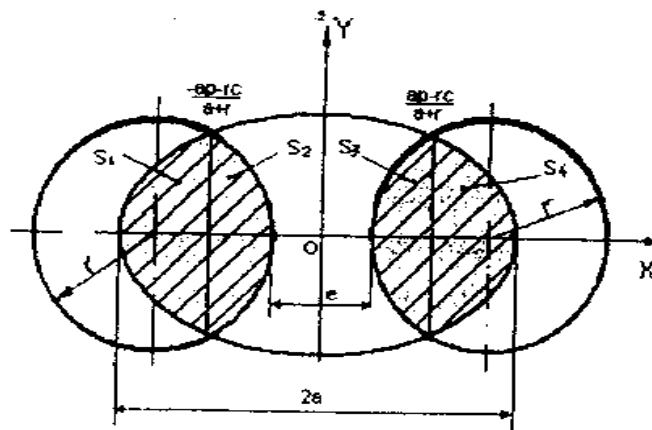


Рисунок 4- Схема для расчета большой полуоси эллипса выходного сечения патрубка

Решая совместно уравнения (10) и (12), а также уравнения

(11) и (12), определим точки пересечения правой и левой окружностей с эллипсом, которые являются пределами интегрирования при определении площадей  $S_1 + S_2 + S_3 + S_4$ .

Определяем площади проходного сечения, находящегося над осью  $x$  по следующим формулам:

$$S_1 = \int_{-a-c}^{-as-rc} \frac{r}{a} \sqrt{a^2 - (x + c)^2} dx;$$

$$S_2 = \int_{-as-rc}^{-s+r} \sqrt{r^2 - (x + s)^2} dx \quad (13)$$



$$S_3 = \int_{\frac{as-rc}{a+r}}^{\frac{a-c}{a}} \frac{r}{a} \sqrt{a^2 - (x+c)^2} dx$$

Тогда выражение (9) запишем в виде уравнения [4]:

$$\begin{aligned} & \left[ \int_{-a-c}^{\frac{-as-rc}{a+r}} \frac{r}{a} \sqrt{a^2 - (x+c)^2} dx + \int_{\frac{-as-rc}{a+r}}^{-s+r} \sqrt{r^2 - (x+s)^2} dx \right. \\ & \quad \left. + \int_{\frac{as-rc}{a+r}}^{\frac{a-c}{a}} \frac{r}{a} \sqrt{a^2 - (x+c)^2} dx \right. \\ & \quad \left. + \int_{s-r}^{\frac{as-rs}{a+r}} \sqrt{r^2 - (x-s)^2} dx \right] \cdot 2 - \pi r^2 = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

Уравнение (14) можно решить с помощью численных методов (деление отрезка пополам) или используя программное обеспечение «*Mathcad*». Полученное значение большой полуоси  $a$  подставляем в формулу (8) и определяем угол выхода  $\beta_2$ .

Величины напора, создаваемого центробежным насосом, достаточно точно для преодоления сопротивлений в арматуре насосной установки и в распределительной головке. Поэтому нет необходимости, чтобы ротор работал как насос и создавал дополнительный напор. Вследствие этого необходимо подобрать частоту вращения ротора так, чтобы скорость  $C_{2m}$  совпадала по значению и направлению с абсолютной скоростью  $C_2$  равной геометрической сумме относительной скорости движения жидкости  $W_2$  и окружной скорости ротора на выходе  $U_2$  (рисунок 3):

$$C_{2m} = C_2 = W_2 + U_2. \quad (15)$$

Спроектировав вектор скорости  $C_{2m}$  выражения (15) на касательную  $m-m$ , получим:

$$U_2 - W_2 \cos \beta_2 = 0 \quad (16)$$

В свою очередь, окружная скорость на выходе из ротора определяется по формуле:

$$U_2 = \frac{\pi n D^2}{60}, \quad (17)$$

где  $n$  – частота вращения ротора,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$D_2$  – выходной диаметр ротора,  $D_2 = D_{\text{ВГ}} - 2\Delta$ , м;

$\Delta$  – зазор между патрубками ротора и внутренней стенкой корпуса головки, м.

Формулу (17) подставим в выражение (16) и выразим частоту вращения ротор  $n$ , получим

$$n = \frac{60 W_2 \cos \beta_2}{\pi D_2}. \quad (18)$$

Для обеспечения безударного входа жидкости в патрубки рол избежания увеличения гидравлических потерь необходимо патрубки приваривать к стакану под углом  $\theta$ , который можно определить по формуле

$$\text{tg} \beta_1 = \frac{C_{1m}}{U_1}, \quad (19)$$

где  $C_{1m}$  – скорость движения жидкости на входных кромках патрубков, м/с;

$U_2$  – окружная скорость на входе в патрубки, м/с.

Скорость движения жидкости на входе в патрубки  $C_{1m}$  можно определить через относительную скорость движения жидкости  $W_1$

$$C_{1m} = W_1 \sin \beta_1, \quad (20)$$

где  $W_1$  – движения жидкости в трубке, м/с.

Скорость движения жидкости на входе в патрубки ротора, с учетом угла входа  $\beta_1$ , определим по формуле:

$$W_1 = \frac{4Q \sin \beta_1}{z \pi d_n^2}. \quad (21)$$

Диаметр входа в патрубки ротора  $D_1$  можно записать в виде:

$$D_1 = \frac{z \cdot \left( \frac{d_n + 2\delta_3}{\sin \beta_1} \right)}{\pi}. \quad (22)$$

осуществив соответствующие преобразования, получим выражение для определения угла входа в патрубки ротора:

$$\left\{ \frac{d_n + 2\delta_1}{\sin \beta_1 \sin 2\beta_1} + \frac{l}{\sin 2\beta_1} \right\} = \frac{120 \cdot Q}{\pi \cdot n \cdot z^2 d_n^2} \quad (23)$$

Значение входного угла  $\beta_1$  находим приближенными методами. Например, методом деления отрезка на десять частей. Для этого табулируем функцию на отрезке от 0 до  $\frac{\pi}{2}$ . На этом отрезке уравнение (23) имеет два решения. С конструктивной точки зрения необходимо принимать большее значение угла входа  $\beta_1$ , так как это облегчает изготовление ротора и экономит материал.

Для построения очертания лопасти и определения длины лопасти составим дифференциальное уравнение для малых приращений угла в радианах и радиуса  $\Delta r$  (рисунок 5).

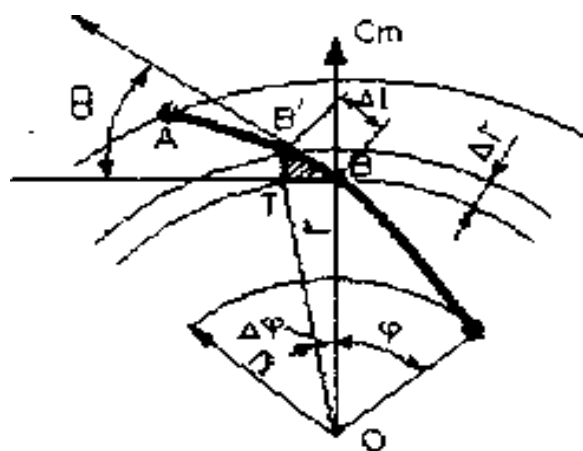


Рисунок 5- Схема для определения длины лопасти

Гипотенузу  $B/B$  треугольника  $TB/B$  можно записать  $B/B = \frac{\Delta r}{\sin\theta}$ . Тогда длину патрубка можно определить во формуле:

$$l_{\text{п}} = \sum_{i=1}^{i=k} \frac{B_i + B_{i+1}}{2} \Delta r_i, \quad (24)$$

где  $\Delta r_i$  - приращение радиуса ротора, м;

$k$  - количество разбиений расстояния между радиусом входа

$r_1 = D_1/2$  и радиусом выхода  $r_2 = D_2/2$ ;

$B_i$  - функция в  $i$ -й точке;

$\Theta_i$  - угол наклона патрубка к касательной окружности в  $i$ -й точке;

$$B_i = \frac{1}{\sin\Theta_i}. \quad (25)$$

Решая уравнение (24) табличным способом и задаваясь рядом  $n$  значений в интервале от  $r_1$  до  $r_2$  определяем значение окружной скорости  $U_i$ ,  $\Theta_i = W/U_i$ , угол  $\Theta_i$ ,  $\sin\Theta_i$  и функцию  $B_i$ .

### Выводы

1. Проведенные теоретические исследования по расчету основных параметров распределительной головки штанговых машин для внесения жидких органических удобрений позволили разработать такую конструкцию головки, которая может работать с жидким навозом, содержащим инородные включения.

2. Предложенная распределительная головка для штанговых распределительных машин является элементом, определяющим качество и надежность технологического процесса внесения жидких органических удобрений.

### Литература

1. Степук Л.Я., Петровец В.Р., Подшиваленко И.Л. Обоснование подающего устройства к штанговой мапгане для внесения жидких органических удобрений // Вестник Белорусской ГСХА. 2004. № 2. С. 73-76.
2. Степук Л.Я., Петровец В.Р., Подшиваленко И.Л. Выбор типа и обоснование параметров распределяющего устройства к штанговым машинам для внесения жидких органических удобрений (ЖОУ) // Агропанорама. 2004. № 6. С. 8-11.

3. Степук Л.Я., Петровец В.Р., Подшиваленко И.Л. Средства механизации внесения жидких органических удобрений // Тракторы и с.-х. машины. 2004. № 3. С. 9-10.
4. Механизация внесения жидких органических удобрений - реальность и перспектива / Л. Я. Степук, С.И. Лях, В.Р. Петровец, И. Л. Подшиваленко // Механизация и электрификация сел. хоз-ва: межвед. сб. РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»; редкол. В.Н. Дашков и др. Мн., 2003. Т. 1, вып. 37. С. 54-59.
5. Степук Л.Я., Антошук С.А., Подшиваленко И.Л. Обоснование ширины захвата штанговых машин для внесения удобрений // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. сб. РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»; редкол. В.Н. Дашков и др. Мн., 2003. Т. 1, вып. 37. С. 40-49.
6. Степук Л.Я., Подшиваленко И.Л. Обоснование параметров распределяющей системы машины для внесения жидких органических удобрений // Научно-технический прогресс в животноводстве: перспективная система машин - основа реализации стратегии машинно-технологического обеспечения животноводства на период до 2010 г.: сб. науч. тр. / ГНУ ВНИИМЖ; редкол. Н.М. Морозов и др. Подольск, 2004. Т. 13. С. 188-198.
7. Степук Л.Я., Подшиваленко И.Л. Обзор и анализ средств механизации внесения жидких органических удобрений // Актуальные проблемы механизации с.-х. производства: материалы междунар науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию образования факультета механизации с.-х. Белорусской ГСХА, Горки, 5-7 декабря 2002 г. Горки, 2005. С. 207-211.
8. Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: материалы науч.-практ. конф. Брянск, 2013. С. 16-20.

УДК 631.33.022.44

## РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ РАССЕИВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

*преподаватель Самсонов В.Л., студент Симонов Д.В.*

*Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия*

## WORKING BODY FOR DISPERSION OF BULK MATERIALS

*teacher Samsonov V.L., student Simonov D.V.*

*Belarusian State Academy of Agriculture*

**Аннотация.** Представлен рабочий орган для распределения сыпучих материалов, включающий диск с двумя фигурными лопатками, отличающийся тем, что по центру на оси вращения диска установлено эллипсоидное колесо, при помощи которого можно одновременно установить требуемую длину вылета фигурных лопаток.

**Annotation.** A working body for the distribution of bulk materials is presented, including a disk with two curly blades, characterized in that an ellipsoid wheel is installed in the center on the axis of rotation of the disk, with which you can simultaneously set the desired length of the curly blades.

**Ключевые слова:** сыпучий материал, гранулированные минеральные удобрения, рабочий орган для рассеивания.

**Keywords:** granular material, granular fertilizers, working body for dispersion.

### Введение. Постановка задачи

Центробежные рабочие органы для распределения сыпучих материалов об-

ладают значительной неравномерностью внесения сыпучих материалов, к сожалению, сельскохозяйственная техника для распределения гранулированных минеральных удобрений, семян зерновых культур, трав, песка и других подобных материалов по поверхности почвы, дорогам или другим поверхностям, обладает значительной неравномерностью внесения, что оказывает влияние на качество работы, данный вид техники является наиболее распространенным в сельском хозяйстве из-за своей малой стоимости и простоты в конструкции, но из-за своей достаточно высокой неравномерности пагубно влияет на качество работы. Что в дальнейшем сказывается на выращивании различных сельскохозяйственных культурах.

Данный рабочий орган относится к сельскохозяйственной технике для рассеивания сыпучих материалов, в частности для распределения гранулированных минеральных удобрений, семян зерновых культур, трав, песка и других подобных материалов по поверхности почвы, дорогам или другим поверхностям.

Известны рассеиватели сыпучих материалов по поверхности почвы, имеющие рабочие органы в виде вращающихся центробежных дисков с лопатками [1]. Эти рабочие органы имеют плоскую гладкую поверхность и радиально расположенные лопатки различной формы. Одним из самых важных недостатков распределителей такой конструкции является неравномерное распределение частиц по поверхности почвы, особенно с близким гранулометрическим составом.

Известен [2] рабочий орган разбрасывателей минеральных удобрений по поверхности почвы, содержащий конический диск и регулируемые по длине и углу поворота четыре лопатки и устройство для придания ему вращательного движения в горизонтальной плоскости. Регулирование лопаток по длине и углу поворота приводит к изменению величины и направления скорости полета частиц и тем самым, обеспечению более равномерного распределения частиц по поверхности поля.

Недостатком рабочего органа такой конструкции является то, что вследствие выполнения лопаток прямолинейными, одинаковой высоты и длины, скорости и направления движения частиц при сходе с диска различаются незначи-

тельно, что приводит к неравно-мерному распределению частиц с близким гранулометрическим составом по поверхности поля, особенно по ширине.

Основной задачей является повышение равномерности рассеивания сыпучих материалов с близким гранулометрическим составом по поверхности почвы, а также урожайности сельскохозяйственных культур.

Решение поставленной задачи обеспечивается тем, что рабочий орган для распределения сыпучих материалов, разделенный на два сектора, на краях стыков которых установлены фигурные лопатки 2, отличающиеся системой регулировки длины вылета фигурных лопаток 2, при помощи эллипсовидного колеса 8, установленного по центру диска на оси его вращения, для одновременной установки требуемой длины вылета двух фигурных лопаток 2.

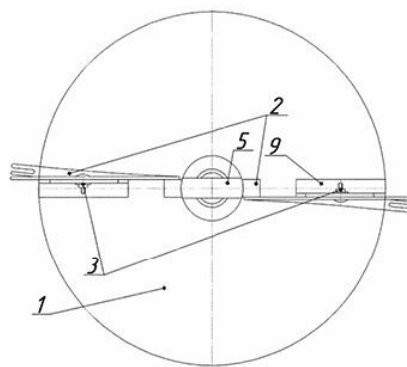


Рисунок 1 - Диск

На рисунке 1 изображен рабочий орган для распределения сыпучих материалов (вид сверху), состоящий из диска 1, фигурных лопаток 2, 3 болтового соединения фигурных лопаток 2 с жестко закрепленными уголками 9

Такой системой настройки длины вылета фигурных лопаток 2, при помощи эллипсовидного колеса 8, можно одновременно установить требуемую длину вылета фигурных лопаток 2, тем самым сокращая время настройки.

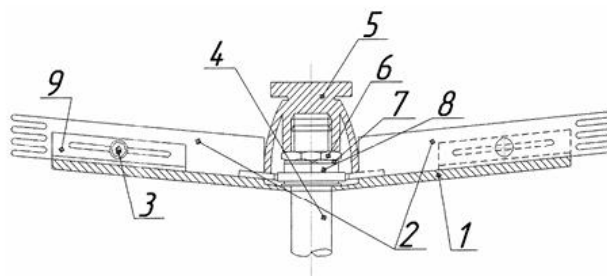


Рисунок 2 – Вид сбоку

На рисунке 2 изображен рабочий орган для распределения сыпучих материалов в разрезе (вид сбоку), состоящий из диска 1, фигурных лопаток 2, 3 болтового соединения фигурных лопаток 2 с жестко закрепленными уголками 9, приводного вала 4, защитной крышки 5, крепежной гайки 6, пружинной шайбы 7, эллипсовидного колеса 8.

Настройка длины вылета фигурных лопаток 2 осуществляется следующим образом.

При повороте эллипсовидного колеса 8 (рисунок 3) по часовой стрелке (или против часовой стрелки) фигурные лопатки расходятся в стороны, тем самым увеличивается (или уменьшается) длина вылета фигурных лопаток 2 относительно диска 1. Чтобы повернуть эллипсовидное колесо 8, необходимо открутить крепежную гайку 6, ослабив воздействие пружинной шайбы 7 на эллипсовидное колесо 8. После настройки необходимой длины вылета фигурных лопаток 2 относительно диска 1 необходимо закрутить крепежную гайку 6 и защитную крышку 5.

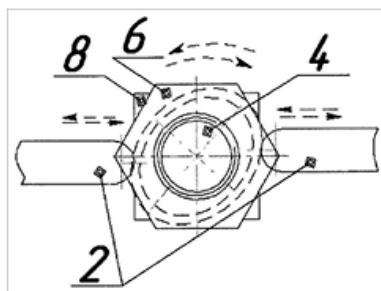


Рисунок 3 – Вид сверху



На рисунке 3 представлена схема технологического процесса настройки длины вылета фигурных лопаток 2 рабочего органа для распределения сыпучих материалов, на которой изображены фигурные лопатки 2, приводной вал 4, эллипсоидное колесо 8, крепежная гайка 6.

Относительное перемещение гранулы по диску начинается с момента ее падения на диск и включает два периода: движение по диску до встречи с лопастью и движение после встречи с ней (рисунок 4). Условие движения удобрений до встречи с лопастью:

$$m\omega^2 r > fmg \text{ или } \omega > \sqrt{\frac{fg}{r}}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса частицы удобрения;

$\omega$  - угловая скорость лопасти;  $r$  – радиус лопасти( $r=0,2$  м);

$f$  – коэффициент трения частицы о лопасть( $f=0,5$ );

$g$  - ускорение свободного падения( $g=10$  м/с<sup>2</sup>).

Для дальнейшего расчёта нам нужно рассчитать массу частицы калийного удобрения с плотностью  $\rho=1500$  кг/м<sup>3</sup>.

$$m = \rho \cdot V, \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность частицы;

$V$  – объём частицы

Для расчёта необходимо определить объём частицы воспользуемся формулой для определения объёма шара по известному диаметру. Для калийного удобрения диаметр гранулы равен не более 5 мм.

$$V = \frac{1}{6} \pi D^3, \quad (3)$$

$$V = \frac{1}{6} \cdot 3,14 \cdot 0,005^3 = 6,54 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3.$$

После того как нашли объём частицы можем определить массу согласно формуле (2):

$$m = 1500 \cdot 6,54 \cdot 10^{-8} = 98,1 \text{ (мг)} = 9,81 \cdot 10^{-5} \text{ (кг)}.$$

Расчёты показывают, что  $\omega^2 r = 200 \dots 400 \text{ м/с}^2$ , что в 20...40 раз больше ускорения свободного падения. Из данного равенства выразим угловую скорость:

$$\omega > \sqrt{\frac{320}{0,2}} = 40 \text{ (с}^{-1}\text{)},$$

Принимаем  $\omega = 45 \text{ с}^{-1}$

Так как  $\omega > \sqrt{\frac{fg}{r}}$ , то необходимая для соблюдения этого условия частота вращения диска:

$$n > \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \quad (4)$$

**Определим частоту вращения:**

$$n > \frac{30 \cdot 45}{3,14} = 429 \text{ (мин}^{-1}\text{)}.$$

**Принимаем частоту вращения согласно неравенству  $n = 450 \text{ мин}^{-1}$ .**

Согласно экспериментальным данным упавшая на вращающийся диск гранула движется по некоторой кривой, близкой к логарифмической спирали, пока не встретится с лопастью. После этого начинается второй период движения по диску — вдоль лопасти. Лопасты изменяют направления движения гранул, возрастает их скорость, увеличивается дальность полета.

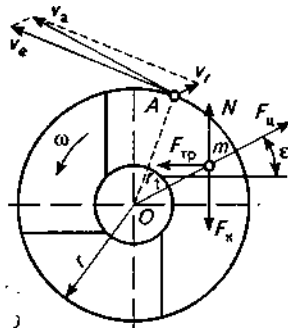


Рисунок 4 - Схема к расчету процесса рассеивания минеральных удобрений дисковым аппаратом.

При движении вдоль лопасти на гранулу массой  $m$  действуют (рисунок 4) центробежная сила инерции  $F_{ц} = m\omega^2 r_i$ ; сила Кориолиса  $F_k = 2m\omega v_e$ ; сила трения  $F_1 = fmg$  о диск; сила трения  $F_2 = f(2m\omega v_e - m\omega^2 r_i \sin \varepsilon)$  о лопасть. Где  $\omega$  — угловая скорость диска;  $r_i$  — расстояние гранул от оси вращения диска ( $r_i = 0,5r$ );  $v_e$  — относительная скорость скольжения гранулы вдоль лопасти ( $v_e = 10$  м/с);  $f$  — коэффициент трения гранулы о диск и лопасть;  $\varepsilon$  — угол отклонения лопасти от радиуса ( $\varepsilon = 10^\circ$ ) [3].

Угол  $\varepsilon = \text{const}$ , если лопасть очерчена по логарифмической спирали с полюсом, совпадающим с осью  $O$  вращения диска. Кориолисово ускорение  $2\omega v_e$  перпендикулярно к переносной скорости  $v_r$  и направлено в сторону угловой скорости  $\omega$ , а сила  $2m\omega v_e$  — в обратную сторону. Условие скольжения гранулы вдоль лопасти:

$$\omega^2 r_i \cos \varepsilon_i > fg + f(2\omega v_e - \omega^2 r_i \sin \varepsilon_i), \quad (5)$$

Из формулы (5) можно определить  $v_e$  в момент схода гранулы с диска, т. е. при  $r_i = r$ . Абсолютная скорость в момент схода гранулы с лопасти [2]:

$$v_a = \sqrt{(v_e \pm v_r \sin \varepsilon_k)^2 + (v_r \cos \varepsilon_k)^2}, \quad (6)$$

где  $\varepsilon_k$  — конечное значение угла между лопастью и радиусом.

В выражении (6) перед  $v_r \sin \varepsilon_k$  ставят знак «плюс», если лопасти отклонены вперед, и «минус» — если отклонены назад. При радиальном расположении лопастей  $\varepsilon = 0$  и  $v_a = \sqrt{v_e^2 + v_r^2}$ .

Однако  $v_e \gg v_r$ , и поэтому влияние  $v_r$  на  $v_a$  относительно невелико и при практических расчетах им можно пренебречь, приняв  $v_a \approx v_e$ .

Рассчитаем силы, действующие на частицу калийного удобрения:

1. Центробежную силу:

$$F_{ц} = m\omega^2 r_i = 9,81 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 \cdot 45^2 = 0,0198 (H) = 19,8(мН).$$

2. Силу Кориолиса:

$$F_k = 2m\omega v_e = 2 \cdot 9,81 \cdot 10^{-5} \cdot 45 \cdot 10 = 0,08883(H) = 88,23(мН).$$

3. Силу трения о диск:

$$F_1 = fmg = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 10^{-5} \cdot 10 = 0,00049(H) = 0,49(мН).$$

4. Силу трения о лопасть:

$$\begin{aligned} F_2 &= f(2m\omega v_e - m\omega^2 r_i \sin \varepsilon) = \\ &= 0,5(2 \cdot 9,81 \cdot 10^{-5} \cdot 45 \cdot 10 - 9,81 \cdot 10^{-5} \cdot 45^2 \cdot 0,1 \sin 10^\circ) = \\ &= 0,02038(H) = 20,38(мН). \end{aligned}$$

Преимущества рабочего органа заключаются в том, что системой настройки длины вылета фигурных лопаток, при помощи эллипсоидного колеса, можно одновременно установить требуемую длину вылета фигурных лопаток, тем самым сокращая время настройки под различные виды минеральных удобрений. Также значительно повышается равномерность рассеивания удобрений, что благоприятно сказывается на сельскохозяйственных культурах, делая технику с центробежными рассеивателями более востребованной по сравнению с другой техникой для рассеивания удобрений.

#### Литература

1. Клочков А.В., Чайчиц Н.В. Сельскохозяйственные машины: учебник. Мн.: Ураджай, 1997. С. 204-238.
2. Степук Л.Я., Дашков В.Н., Петровец В.Р. Машины для применения средств химизации в земледелии: учеб. пособие. Мн.: Дикта, 2006. С. 38-41.
3. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учеб. пособие / Г.Е. Литопад, Г.К. Демидов и др. М.: Агропромиздат, 1986. С. 500-522.
4. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты отсеивающих экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: материалы науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 38-44.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

*магистр техн. наук, Сысоев А.А.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

## RESEARCH AND OVERVIEW OF FOREIGN POTATO HARVESTING TECHNOLOGIES

*Sysoev A.A., Master of Engineering Sciences, Senior Lecturer*

*Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus*

**Аннотация.** Рассмотрены некоторые зарубежные технологии возделывания картофеля. Рациональный выбор и разработка технологии возделывания картофеля должна учитывать почвенно-климатические условия, сортовые и биологические особенности культуры, грамотный выбор и настройку используемых машинно-тракторных агрегатов, точный расчёт необходимых доз внесения удобрений.

**Annotation.** Some foreign potato cultivation technologies are considered. The rational choice and development of technology for the cultivation of potatoes should take into account the soil and climatic conditions, varietal and biological characteristics of the culture, the competent selection and tuning of the used machine and tractor units.

**Ключевые слова:** технология, посадка, гребнеобразование, семена.

**Key words:** technology, planting, combing, seeds.

### Введение

Технология возделывания картофеля – комплекс организационно-технических мероприятий, выполняемых в строго определенной последовательности с целью получения максимального урожая высококачественных клубней, сохранения плодородия почв и рационального использования энергоресурсов. Разнообразие почвенно-климатических условий, в которых возделывается картофель, привело к разработке и применению значительного числа технологий. Они отличаются использованием междурядий различной ширины, применением сельскохозяйственных машин и рабочих органов разных конструктивных решений [1; 2].

### Аналитический обзор

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования. Картофель можно выращивать после всех сельскохозяйственных растений. Однако лучшие предшественники для него – озимые зерновые, зернобобовые культуры, оборот пласта многолетних трав, пласт многолет-

них трав (если поля не заражены проволочником). При внесении удобрений под картофель влияние предшественника на урожай сглаживается.

При обработке почвы для возделывания картофеля требуется создать оптимальный водно-воздушный и питательный режимы, объем гребня, плотность и комковатость в зоне клубнеобразования растений, равномерно распределить удобрения, уничтожить сорные растения.

Основные этапы подготовки почвы: разделка стерни, вспашка, предпосадочная культивация, нарезка гребней.

Вспашку почвы проводят при внесении органических и минеральных удобрений, возделывании промежуточных культур, на сильно засоренных корневищными сорняками полях внесение глифосатсодержащих гербицидов.

Органические удобрения вносят под предшествующую культуру или осенью в норме 40-60 т/га. Запашка сидеральных культур (редька масличная, рапс, озимая рожь, люпин узколистный) с урожайностью более 200 ц/га эквивалентна внесению 30 т/га органических удобрений. Использование сидератов по фитосанитарным показателям и влиянию на качество клубней предпочтительнее использования органических удобрений.

Нарезку гребней проводят за 3-7 дней до посадки.

Подготовка посадочного материала включает сортировку, калибрование, проращивание, протравливание и обработки клубней стимулирующими веществами. Семенной материал сортируют на фракции по наибольшему поперечному диаметру. Воздушно-тепловой обогрев проводят в течение 10-14 дней. Протравливание проводят за несколько дней до посадки или во время ее.

Оптимальная посадка – когда почва на глубине 10-12 см прогреется до +7...+8°C. Проводят посадку поперек направления предпосадочной обработки почвы, лучше – с севера на юг; на полях со склонами более 7° – вдоль склона.

Каждый сорт картофеля необходимо высаживать на одном поле в самые короткие сроки (не более 7-8 дней), так как в противном случае обработки растений фунгицидами будут недостаточно эффективны. Способ посадки – рядовой с междурядьями 70 см, в перспективе – 90 см.

Первое довсходовое рыхление междурядий проводят через 5-6 дней после

посадки для уничтожения основной массы однолетних сорняков. Вторая обработка – через 6-8 дней после первой до внесения почвенных гербицидов. Третью междурядную обработку на посадках продовольственного и технического картофеля проводят на легких перед смыканием ботвы в междурядьях с целью высокого окучевания и рыхления почвы.

Наиболее распространенными и вредоносными на посадках картофеля являются болезни: фитофтороз, альтернариоз, ризоктониоз, виды парши, черная ножка; вредители: колорадский жук, тли, проволочники.

В зависимости от сорта и погодных условий проводят не менее 1-2 опрыскиваний против колорадского жука. Против фитофтороза проводят 2-5 опрыскиваний: в годы депрессивного развития болезни достаточно двух.

При совпадении сроков обработок против колорадского жука и фитофтороза в суспензии фунгицидов добавляют инсектицид.[3].

*Выращивание картофеля по голландской технологии.* В Западно-Европейских странах с развитым картофелеводством используют голландскую технологию выращивания картофеля. Важное условие выращивания картофеля по голландской технологии – высокая обеспеченность растений картофеля элементами минерального питания. Под картофель отводят участки с содержанием гумуса не менее 2,0-2,5%. Органические удобрения вносят пол предшествующую культуру или пол зябь в лозе 70-100 т/га. Минеральные удобрения вносят только в разброс с последующей неглубокой заделкой в почву. Дозы их по рекомендациям разных фирм в пределах: азота 100-180, фосфора – 120-200 и калия – 150-200 кг/га. Особое внимание обращают на равномерность распределения органических и минеральных удобрений.

При выборе предшественника картофеля предпочтение отдают озимым зерновым культурам. Картофель на одном поле допускается размещать не ранее, чем через 3-4 года.

Основная обработка почвы включает раннюю зяблевую вспашку и осеннюю культивацию. Вспашку проводят оборотным плугом фирмы «Lemken» (без образования свальных и развальных борозд).

По рекомендациям специалистов некоторых фирм весеннее боронование зяби с целью закрытия влаги не проводят, что дает возможность ускорить подсыхание верхнего слоя почвы. Предпосадочная обработка почвы выполняется фрезерными культиваторами типа «Dominator» с вертикальным вращением ножей. Этот агрегат выполняет одновременно три операции: фрезерование на глубину около 12-14 см, планировку и прикатывание почвы.

Для посадки используют семенные клубни высокой репродукции, 100% сортовой чистоты и всхожести, в диаметре 30-60 мм. Специалисты голландских фирм особое внимание обращают на необходимость проращивания клубней. При посадке ростки должны иметь длину 2-5 мм. Протравливание семенных клубней – обязательный прием технологии в целях борьбы с болезнями.

Посадку картофеля проводят 4-рядными машинами («Structural», «Cramer») с междурядьями 75 см. Норма посадки дифференцируется в зависимости от сорта, назначения посадок и размера посадочных клубней от 40 до 100 тыс. клубней на 1 га (2,7-6,7 т/га). Клубни располагаются в гребне на глубине 4-6 см. Заделывающие диски сажалки формируют гребень высотой 8-10 см и шириной в основании 10-15 см. Остальную часть почвы в междурядьях используют для последующего формирования более объемной гребни при уходе. Междурядную обработку проводят на 14-18-й день после посадки. К этому времени прорастает большинство сорняков, расположенных в верхнем слое почвы, а ростки клубня приближаются к поверхности гребня. Агрегат по уходу представляет собой фрезерный культиватор с гребнеобразователем («Rumptstad» или «Амас»). Фрезерная почва из междурядий гребнеобразователем формируется в трапециевидный гребень высотой 23...25 см, шириной в основании 75 см, по вершине 15-17 см с площадью поперечного сечения гребня 950-1000 см<sup>2</sup>. После гребнеобразования другие междурядные обработки почти не проводят.

В борьбе с фитофторозом проводят 5-6 обработок. Для борьбы с колорадским жуком используют высокоэффективные препараты.

Уборке картофеля предшествует уничтожение ботвы химическим способом, механическое удаление ее или сочетание этих двух операций. После уни-



чтожения ботвы клубни выдерживают в почве 10 и более дней, что способствует получению зрелых, здоровых клубней с окрепшей кожурой. Убирают картофель комбайном фирмы «Амас» или ККУ-2А, КПК-3 [4].

*Выращивание картофеля в Китайской Народной Республике.* По заявлению министерства, в ближайшие годы картофель будет занимать до 30% в продовольственной структуре Китайской Народной Республике, став в один ряд с пшеницей, рисом и кукурузой. Если в последнее время урожаи кукурузы, риса и пшеницы ограничены площадью посадок и водными ресурсами, то картофель становится лучшим выходом для дальнейшего обеспечения продовольственной безопасности. Если рассмотреть динамику производства картофеля, то лидером будет являться Китай.

Китайцы для выращивания картофеля применяют мульчирующую пленку. При правильном использовании оказывает только положительное влияние на качество почвы и полученный урожай. Почву покрывают специальной плёнкой с целью защиты от сорных трав или получения высокой урожайности.

Покрытие обладает рядом полезных свойств: – Удерживает в земле влагу. – Не даёт прорасти большому количеству сорняков, что экономит гербициды. – Сохраняет почву рыхлой, пропускает воздух для проветривания. – Не даёт промерзнуть грунту в зимнее время и не допускает избыточного перегрева в весенне-летний сезон. Диапазон действия от –40 до +50 градусов. – Растения имеют большее количество придаточных корней.

– Полученный урожай имеет хороший товарный вид: ягоды не касаются земли, не гниют и не загрязняются.

– Ускоряет сроки созревания ягод и овощей, а некоторые виды материала наоборот, замедляют при необходимости.

В Китае применяют специальную картофелесажалку, которая проводит покрытие мульчирующей пленкой, края которой засыпаются почвой, делает отверстия пленки для выхода ростков в шахматном порядке и укладывают подготовленные клубни для посадки в эти лунки. Некоторые картофелесажалки вносят с картошкой и минеральные удобрения.

Китайцы внимательно относятся к подготовке клубней к посадке. Лучше всего подходят корнеплоды размером с яйцо курицы.

Чтобы активизировать рост глазков, весной картофель подвергают тепловому шоку. Его достают из прохлады и темноты. Затем раскладывают в светлом и тёмном помещении, но вдали от батарей. Позеленевшие клубни с ростками готовы к высадке.

Китайский метод выращивания картошки интересный и необычный. У него есть несомненные плюсы: – достаточно небольшого участка земли; – хватит малого количества клубней для посадки; – не требуется прополка и окучивание; – реже полив; – без усилий удаётся защитить кусты от колорадского жука.

Однако посадка по-китайски имеет и недостатки. И самый большой минус – этот метод не гарантирует огромный урожай. Однако это не мешает быть лидером по производству картофеля.

*Выращивание картофеля по широкозахватной технологии (США).* В Северной Америке картофель выращивается преимущественно на легких почвах с 2-, 3-, 4-годичным севооборотом. В последние годы наблюдается тенденция к увеличению временного интервала посадки картофеля в рамках севооборота, в целях улучшения контроля за накапливающимися в почве возбудителями болезней, сорняками, борьбы с уплотнением почвы, а также для стабилизации гумусного баланса. Обработку почвы под картофель обычно начинают осенью. Для предотвращения ветровой эрозии с помощью дискового культиватора в почву подмешиваются органические остатки предшествующих культур [5]. Следующий шаг – рыхление почвы на глубину 30–40 см с помощью с помощью комбинированного тяжелого культиватора. При этом расстояние между лапами последнего ряда разрыхляющих лап культиватора обычно соответствует ширине междурядий при посадке картофеля. При этом расстояние между лапами последнего ряда разрыхляющих лап культиватора обычно соответствует ширине междурядий при посадке картофеля, одновременно производится также и гребнеобразование. Глубокое рыхление почвы производится, как правило, весной, но многие все чаще переносят этот рабочий процесс на осень во избежание возникновения пиковой нагрузки во время весенних работ по подготовке поля к посадке. Внесение удобрений проводится за несколько рабочих операций. 30–50%

азотного удобрения, а также значительная часть других питательных веществ вносится до посадки картофеля. С учетом особенностей местности, применяются следующие варианты:

- внесение жидких удобрений или гранулированных удобрений картофелесажалкой при посадке;
- внесение гранул непосредственно перед гребнеобразованием;
- внесение жидких растворов удобрений при поливе с применением ирригационной системы.

В качестве семенного материала почти всегда применяется разрезанный картофель массой 1,5–2,5 унции (43–71 грамм).

Для посадки картофеля используются в основном шести или восьми рядные картофелепосадочные машины, нередко встречаются также и 12-рядные машины. Для уменьшения время простоя машины на краю поля во время заполнения сажалок семенным материалом, наиболее популярными являются телескопические транспортеры-загрузчики. Особенностью американских картофелесажалок, является применение полунавесной системы для агрегатирования с тракторами. Основная нагрузка приходится на опорные колеса с поворачиваемой осью и нижние тяги трактора. За счет этого обеспечивается малый радиус поворота приподнятой впереди машины в конце гона. Кроме того, большая часть американских картофелепосадочных машин имеет расположенные перед высаживающими агрегатами подающие транспортеры с сенсорным управлением, с помощью которых достигается равномерная подача клубней из бункера.

При возделывании картофеля американскими фермерами используется система GPS, являющаяся частью стандартного оснащения тракторов. При этом следует различать два основных вида применения этой системы:

- а) управление трактором, а также и картофелепосадочной машиной, окучником, полевым опрыскивателем или картофелеуборочным комбайном; при этом во всех рабочих проходах выставляются заданные параметры движения.

б) регулирование дозы внесения удобрений, жидких пестицидов или же количества высаживаемого семенного материала в соответствии с картой плодородия обрабатываемой площади.

За последние годы широкозахватная технология возделывания картофеля на междурядье 90 см с применением американской техники, все более активно распространяется среди Российских сельхозпроизводителей в различных регионах России. Опыт работы последних лет с американским оборудованием показал значительные преимущества над европейскими аналогами, подтвердив их высокую производительность и надежность, простоту в эксплуатации и обслуживании, бережное отношение к картофелю [5].

### **Заключение**

Анализ показывает схожую направленность развития приведенных технологий, однако существуют и глобальные отличия в подходах к производственным процессам возделывания картофеля в той или иной местности. Особенности технологий основаны на различии почвенных и климатических условий, уровня интенсификации и объемов производства, плодородия почвы и фона питания, применение селекционных сортов, качества семян, назначения продукции и других условий.

При выборе и разработке технологии возделывания картофеля необходимо стремиться к экономии затрат труда и денежных средств, снижению уплотнения почвы, сокращению количества обработок посевов, не допускать внесения повышенных доз органических и минеральных удобрений, применению районированных сортов высокой селекции. Приведенные цели можно достичь за счёт применения современных комбинированных агрегатов, применения интегрированной защиты семян и растений, рациональный выбор предшественника и сортов, использование минимальной и нулевой обработки почвы.

### **Литература**

1. Клименко В.И. Ресурсоэффективная технология и машины для возделывания картофеля: монография. Гомель: БелГУТ, 2009. 211 с.

2. Славянская технология и машины для возделывания картофеля: монография / В.И. Клименко и др. Горки: Белорусская ГСХА, 2008. 192 с.
3. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов. Мн.: Ин-т аграрной технологии НАН, 2005. 460 с.
4. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / В.С. Некляев и др.; под ред. В.С. Некляева. М.: «Былина», 2000. 555 с.
5. Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: материалы науч.-практ. конф. Брянск, 2013. С. 16-20.
6. Техника для возделывания картофеля и овощей. Электронный ресурс // Агроинжиниринговая компания, 2018. – Режим доступа: <http://www.aecomp.ru/cultivation.php> – Дата доступа: 06.03.2020.
7. Картофель: биология и технологии возделывания / Н.М. Белоус, В.Е. Торицов, М.В. Котиков, О.А. Богомаз, А.В. Богомаз; под общ. ред. В.Е. Торицова и Н.М. Белоуса. Брянск, 2010.

УДК 631.331.922

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ВАЛЬЦОВОГО МОЛОТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

*к.т.н. Улахович А.Е., Кецко В.Н.,*

*Белорусский государственный аграрный технический университет, Беларусь*

## THE NATIONAL TIME WORK OF THE VALCOVOM MOLOTILNOM DEVICE

*Candidate of Technical Sciences Ulakhovich A.E., Ketsko V.N.*

*Belarusian State Agrarian Technical University, Belarus*

**Аннотация.** Представлены результаты исследований технологического процесса обмола клевера при переработке его на стационаре. В частности, получены теоретические и экспериментальные зависимости для определения кинематического режима работы вальцового молотильного устройства.

**Annotation.** The results of studies of the process of thrashing of clover are presented. In particular, theoretical and experimental dependencies have been obtained to determine the kinematic mode of the valza threshing device.

**Ключевые слова:** обмолот, ворох, вальцы, подача, скорость вращения, соотношение, эффективность.

**Keywords:** thrashing, heap, vals, serve, speed of rotation, ratio, efficiency.

### **Введение**

Многолетние бобовые травы предназначены главным образом для кормовых целей. Они отличаются повышенным содержанием аминокислот и по данному показателю превосходят злаковые в 1,5–2 раза. Их выращивание позволяет увеличить продуктивность поля до 100–120 ц/га корм. ед. (эквивалентно анало-

гичной урожайности зерна овса). При этом качество корма, получаемого из многолетних бобовых трав, значительно выше, чем из других кормовых культур.

Важное агротехническое значение многолетних бобовых трав обусловлено их способностью вовлекать симбиотический азот (до 170–200 кг/га). Это позволяет не только практически исключить из их агротехники азотные удобрения, но и значительно уменьшить нормы внесения последних под последующие культуры в севообороте. Многолетние бобовые травы улучшают агрофизические свойства почвы и повышают ее плодородие за счет корневых и поукосных остатков, в которых соотношение C:N достаточно благоприятное и составляет 12:1. Многолетние бобовые травы принадлежат к одной из немногих групп культур, выращивание которых позволяет существенно повысить содержание гумуса в почве. Они являются лучшими предшественниками для большинства других культур, включая озимую пшеницу и тритикале, урожайность которых увеличивается на 20–25 % по сравнению с посевами по другим предшественникам [1].

Велико и противоэрозионное значение многолетних трав в плане защиты от ветровой и водной эрозии почв, особенно на торфяных почвах.

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 годы до 80 % от биологического урожая [2]. Такие потери обусловлены тем, что семена клевера значительно отличаются от семян зерновых культур по своим биологическим признакам и физико-механическим свойствам. Для клевера характерны следующие отличия:

- 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.

Сократить потери семян клевера при производстве можно перенести все операции по переработке клеверной пыжины 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 переработки семенного вороха на стационаре является 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.

Качество обмолота клеверной пыжины такими устройствами будет во многом определяться кинематическим режимом работы обмолачивающего устройства.

Масса пыжины, попадая в раствор между вальцами, захватывается ими и увлекается в зону их взаимодействия.

Кинематический режим работы обмолачивающего устройства определяется в первую очередь условием обеспечения пропускной способности пыжины, направляемой на обмолот. А это будет обеспечено при недопущении сгуживания материала на входе в молотильный зазор. Оптимальная частота вращения вальцов обеспечит продвижение пыжины по всей ширине захвата устройства слоем определенной толщины. Его величина будет определяться силой давления на массу со стороны вальцов.

Объем пыжины, проходящий между рабочими поверхностями вальцов в единицу времени, равен:

$$q' = \frac{q_{\text{п}}}{\gamma}, \quad (1)$$

где  $q_{\text{п}}$  – масса вороха, поступающая на обмолот в единицу времени, кг/с.

Подачу массы в молотильный аппарат можно выразить следующим равенством:

$$q = 0,01B_T V_T Q \tau, \quad (2)$$

где  $B_T$  – ширина питающего транспортера, м;

$V_T$  – скорость движения ленты питающего транспортера, м/с;

$Q$  – вес вороха, находящегося на  $1 \text{ м}^2$  транспортера, кг/м<sup>2</sup>;

$\tau$  – коэффициент, учитывающий степень загрузки питающего транспортера.

Определим коэффициент содержания семян в ворохе, поступающем на обмолот в вальцовое молотильное устройство:

$$v = \frac{m_c}{m_B}, \quad (3)$$

где  $m_c$  – масса семян в ворохе, кг;

$m_B$  – масса вороха, кг.

Тогда подача массы на обмолот определится следующим образом:

$$q_n = qv = 0,01B_T V_T Q \tau v. \quad (4)$$

Площадь поперечного сечения слоя материала, находящегося между вальцами в процессе обмолота, определяется по формуле

$$F_s = l_p \delta_x \varepsilon, \quad (5)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий использование рабочей длины вальцов.

Тогда наименьшая скорость вальцов, при которой будет обеспечиваться требуемая пропускная способность, составит:

$$V_{\min} = \frac{q'}{F_s \eta}, \quad (6)$$

где  $\eta$  – коэффициент буксования вальцов по массе.

Угловую скорость вальца определим по формуле [3]:

$$\omega_{\min} = \frac{V_{\min}}{R}. \quad (7)$$

Таким образом, наименьшее число оборотов, с которым должны вращаться обмолочивающие вальцы, чтобы исключить в процессе работы сгуживание материала на входе в молотильный зазор, определяется по формуле [3]:

$$n_{\min} = \frac{30 \omega_{\min}}{\pi}. \quad (8)$$

Или с учетом формул (4) – (7) соотношение минимальной частоты вращения вальцов и поступательной скорости питающего транспортера будет равно:

$$\frac{n_{\min}}{V_T} = \frac{0,3B_T Q \tau v \xi}{\gamma \pi R l_p \delta_x \varepsilon \eta}. \quad (9)$$



Как показывают исследования А.М.Белова [4], изменение скорости вращения пневматических комкоразрушающих баллонов не оказывает влияния на усилие сжатия находящегося между ними материала.

Кроме того, из законов динамики известно, что сила трения при малых скоростях не зависит от скорости перемещения трущихся поверхностей [3].

Поэтому эффективность обмолота семян вальцовым молотильным устройством во многом определяется соотношением линейных скоростей их вращения. При наличии разности скоростей вращения пневматических вальцов направление приложения нагрузки постоянно меняется в процессе взаимодействия пыжины клевера с вальцами. То есть происходит как бы нащупывание слабых мест в прочности связи семени с оболочкой, поэтому вероятность обмолота его становится выше.

Поскольку линейные скорости в любой точке соприкосновения вальцов по абсолютному значению разные, то это вызывает возникновение разных центробежных сил вальцов, способствующих преодолению усилия связи плода с околоплодником и сообщению вытертому семени касательного ускорения. И чем больше разность линейных скоростей вращения вальцов, тем больше разность центробежных сил, преодолевающих силу связи семени с оболочкой. Вследствие этого эффективность обмолота семенного вороха значительно увеличивается и будет определяться соотношением

$$E = \frac{\Delta F_{ц}}{F_{2ц}}, \quad (10)$$

где  $\Delta F_{ц}$  – разность центробежных сил пневматических вальцов, Н;

$F_{2ц}$  – большая по абсолютной величине центробежная сила вальца, Н.

От центробежных сил в выражении (10) можно перейти к линейным скоростям вращения вальцов:

$$E = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2} = \frac{(V_2 + V_1)(V_2 - V_1)}{V_2^2} \quad (11)$$

Из формулы (11) видно, что при  $V_2 \rightarrow V_1$   $E \rightarrow 0$ .

Это значит, что при равных линейных скоростях вальцов эффективность обмолота будет снижаться и его скорость уменьшится.

При  $V_2 \gg V_1$  соотношение  $\frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2}$  будет иметь максимальное значение и эффективность обмолота увеличивается.

Полученные теоретические зависимости подтверждаются экспериментальными данными.

На рисунок 1 представлены экспериментальные зависимости степени обмолота и микротравмирования семян клевера от показателя кинематического режима (отношение скорости вальца, вращающегося с меньшим числом оборотов в минуту, к скорости вальца, вращающегося с большим числом оборотов) работы вальцового молотильного устройства.

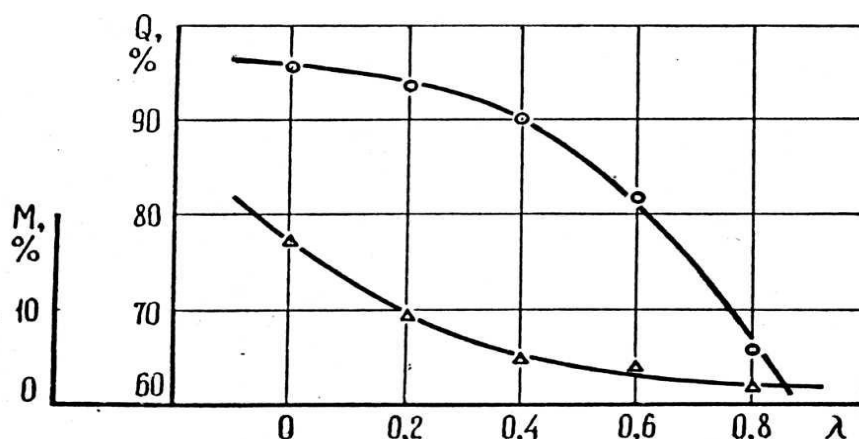


Рисунок 1 - Зависимость степени обмолота  $Q$ , % (-o-), и микротравмирования  $M$ , % (-Δ-), семян от показателя кинематического режима

С уменьшением разности частоты вращения валцов сокращается количество травмируемых семян, но в то же время показатель степени обмолота ухудшается. Так, снижение показателя кинематического режима с 100 до 45 % незначительно влияет на показатель степени обмолота, который в этом случае снижается с 95,8 до 84,8 %. Однако в этом интервале имеет место значительное снижение микротравмирования семян с 17,7 до 4,0 %. Дальнейшее выравнивание частоты вращения валцов приводит к ухудшению качества обмолота, снижая его показатель до 65,2 %. Травмируемость семян при этом остается практически на одном уровне.

Таким образом, соотношение линейных скоростей валцов непосредственно влияет на эффективность обмолота, которая будет во столько раз больше, во сколько раз линейная скорость одного вальца больше скорости второго.

## Литература

1. Камасин С.С., Таранухо В.Г. Растениеводство. Кормовые травы полевого травосеяния: практикум. Горки: Белорусская ГСХА, 2015. 64 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://pdf.knigi-x.ru/21selskohozyaistvo/152613-1-s-kamasin-taranuho-rastenievodstvo-kormovie-travi-polevogo-travoseyaniya-rekomendovano-uchebno-metodi.php>
2. Основные приемы технологии возделывания клевера гибридного и лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве Западной части Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://earthpapers.net/osnovnye-priemy-tehnologii-vozdelyvaniya-klevera-gi-bridnogo-i-lugovogo-na-dernovo-podzolistoy-supeschanoy-pochve-zapadnoy>
3. Справочник по элементарной математике, механике и физике / Б.Я. Березовекий и др. Мн.: Наука и техника, 1968. 216 с.
4. Белов А.М. Исследование процесса работы и обоснование основных параметров пневматических баллонов-комкодавителей картофелеуборочных машин: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Рязань: Рязан. с.-х. ин-т им. проф. П.А. Костычева, 1974. 27 с.

УДК 631.794.621.791

## УПРОЧНЕНИЕ СОСТАВНЫХ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ ИМПОРТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*д.т.н. Михальченков А.М., магистрант Гуцан А.А., инженер Лавров В.И.,  
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## STRENGTHENING OF COMPOSITE PLOUGHSHARES OF IMPORTED PRODUCTION

*Doctor of Technical Sciences Mikhailchenkov A. M.,  
undergraduate Gutan A. A., engineer Lavrov V. I.,  
Bryansk state agricultural University, Russia*

**Аннотация.** Предложена классификация методов упрочнения составных импортных лемехов и проанализированы факторы, определяющие повышение их абразивной износостойкости. Их можно разделить на: термоупрочнение; применение новых материалов; наплавка абразивостойкими сплавами; нанесение защитных покрытий из клеполимерных композитов с высокой абразивной износостойкостью; комбинированные способы. Отдельно проанализирован каждый метод с его достоинствами и недостатками. При этом показано, что перспективными являются способы, сочетающие в себе использование нескольких упрочняющих технологий, например, термоупрочнение, наплавка твердых сплавов и использование абразивостойких полимерных материалов.

**Annotation.** A classification of methods for strengthening composite imported ploughshares is proposed and the factors that determine the increase in their abrasive wear resistance are analyzed. They can be divided into: thermal hardening; application of new materials; surfacing with abrasive-resistant alloys; application of protective coatings made of glue-polymer composites with high abrasive wear resistance; combined methods. Each method with its advantages and disadvantages is analyzed separately. At the same time, it is shown that promising methods are those that combine the use of several strengthening technologies, such as thermal hardening, hard alloy surfacing and the use of abrasive-resistant polymer materials.

**Ключевые слова:** износостойкость, упрочнение, плужные лемеха, классификация способов.

**Keywords:** wear resistance, hardening, ploughshares, classification of methods.

## **Введение. Постановка цели**

Переход АПК России на интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур обусловил применение техники с увеличенным захватом, и повышенными скоростями. Так, при вспашке используются оборотные плуги с 8–ю корпусами, а скорость их перемещения достигает 14 км/ч. Безусловно это сказывается на ресурсе лемехов. Нужно сказать, что этот параметр импортных деталей значительно превышает ресурс отечественных за счет использования сменных накладных долот и реализации упрочняющих технологий. Между тем вопросы, касающиеся упрочнения нельзя считать окончательно закрытыми, поэтому авторы сочли целесообразным рассмотреть некоторые аспекты повышения ресурса импортных составных лемехов применением, различных технологических подходов и перспективы их развития [1]. Эти методы можно разделить на: термоупрочнение; применение новых сталей; наплавка абразивостойкими сплавами; нанесение защитных покрытий из клеэполимерных композитов с пониженной изнашивающей способностью; комбинированные способы.

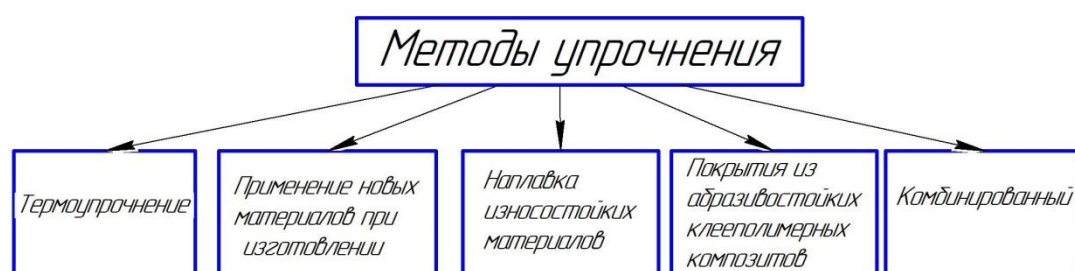


Рисунок 1 – Методы упрочнения

## **Раскрытие цели**

*Термоупрочнение.* В повышении ресурса составных плужных лемехов импортного производства немаловажную роль играет термоупрочнение, обеспечивающее твердость в интервале 45 – 53HRC [2].

Лемеха фирмы «Фогель и Ноот» имеют структуру отпущенного мартенсита [3], что достигается закалкой и низким отпуском. В качестве материала для них, используются углеродистые стали, по своим свойствам похожие на сталь российского производства 35Г.

Компания «Лемкен» при производстве лемехов использует мелкозернистые боросодержащие стали [4]. Термоупрочнение осуществляют в печах с и постоянно контролируемой атмосферой, что значительно снижает вероятность выгорания легирующих элементов и углерода. Термообработка лемехов заключается в закалке и последующим низким или средним отпуском [4].

Лемеха плугов Квернеланд Груп характеризуются повышенной стойкостью к абразивному изнашиванию (в сравнении с деталями других компаний). Для производства лемехов фирма использует высококачественную углеродистую сталь, которая подвергается упрочнению индукционной термообработкой, что позволяет придать разную степень твердости отдельным участкам в зависимости от их нагруженности [5]. Лемех после такой обработки имеет поверхность высокой твердости и износостойкости, и мягкую сердцевину, способную противостоять ударным нагрузкам.

В результате рассмотрения технического состояния лемехов плугов ведущих европейских компаний установлено, что эти детали, в отличие от российских, подвергаются упрочнению различными методами термического воздействия по всей площади, обеспечивая преимущество как по величине ресурса, так и по максимальному использованию возможностей материала.

*Применение новых сталей при изготовлении лемехов.* Для производства составных лемехов сотрудниками ФНАЦ ВИМ [6] применена перспективная боросодержащая сталь (25ХГТЮР), имеющая предел прочности после термообработки более 1600 МПа. Повышение износостойкости лезвия остова и долота достигается упрочнением твердым сплавом методом плазменной наплавки. При пахоте различных типов почв опытные лемеха превзошли по ресурсу серийные от 2 до 4 раз. При этом наиболее металлоемкая и дорогостоящая часть исполнительного органа, остов, при общей предельной наработке всего изделия сохраняет работоспособное состояние.

*Абразивостойкая наплавка.* Повысить ресурс лемехов возможно путем наплавки износостойких покрытий на их поверхности. В наплавленном металле твердой составляющей являются карбиды, бориды, карбобориды, нитриды, интерметаллиды.

В ФНАЦ ВИМ разработаны наплавочные материалы в виде пасты, представляющей собой смесь порошков и связующего компонента [7]. Наиболее высокое влияние на повышение твердости и износостойкости сформированного покрытия на основе железа ( $C \leq 2,4\%$ ;  $Cr 15 - 20\%$ ;  $Ni - 2\%$ ;  $Ti \leq 1,5\%$ ;  $B \leq 1$ ) оказывают добавки в наплавочный материал бора и углерода. Установлено, что для обеспечения высокой твердости и трещиностойкости наплавленного металла наплавочный материал композиции на основе железа (1,4-1,5% C, 15-20,8% Cr, 1,8-2,2% Ni) должен содержать не менее 0,7% бора. При этом его твердость будет составлять 55-60HRC, а коэффициент износостойкости  $\epsilon \geq 3$ .

Авторы [10, 11] предложили использовать различные технологические приемы износостойкой наплавки с использованием геометрических особенностей лемехов.

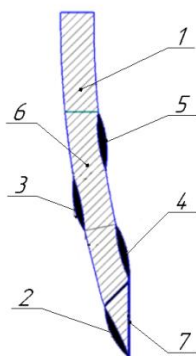


Рисунок 2 – Схема упрочнения (1- остов; 2,3 – валики на тыльной стороне; 4,5 на наружной; 6 - область определяющая работоспособное состояние лемеха (обозначена горизонтальной утолщенной линией); 7 - лезвийная часть).

Для повышения ресурса лемеха, авторами [8] предлагается на рабочую и тыльную поверхность по всей длине детали поочередно наплавлять валики с шагом 15 мм относительно каждой стороны. Упрочняющие валики располагаются на ширину части остова, которая лимитирует его работоспособное состояние (рисунок 2). Геометрические параметры валика: ширина – около 15 мм; высота не более 2 мм. Металл сформированного слоя должен иметь твердость 58-62 HRC и включения в структуре с HRA 80-84. В качестве электродного материала при наплавке рекомендуется использовать самозащитную порошковую проволоку

компании «Castolin Eutactic» марки TeroMates AN 4660 на основе высокохромистого чугуна с присутствием ниобия, обеспечивающая твердость сформированного металла около 59 HRC и наличие в структуре карбидов с HRA80-84. В то же время для широкого внедрения предлагаемого способа упрочнения необходимо провести широкомасштабные лабораторные и полевые эксперименты.

В работе [9] предложена схема упрочнения (рисунок 3), где наплавка осуществляется с двух сторон лезвийной части. Твердость валиков должна находиться в пределах 58...62HRC с наличием в структуре комплексных карбидов. Это позволит существенно увеличить ресурс и снизить вероятность трещинообразования и коробления при сохранении агротехнических условий вспашки. Однако данный метод наплавки так же требует проведения исследований.

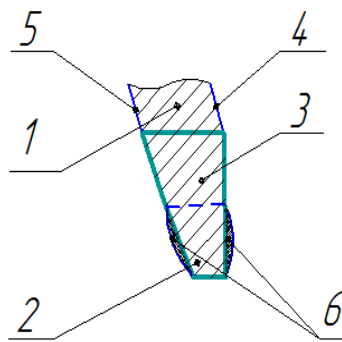


Рисунок 3 – Сечение подрезающей области (1 – подрезающая часть; 2 – область наплавки; 3 – лезвийная часть; 4,5 – наружная и тыльная сторона соответственно; 6 – упрочняющие валики)

Во избежании образования и развития лучевидного износа, прилегающего к области крепления долота предложена наплавка в районе данного участка, металлом твердостью 58 – 62 HRC с наличием в структуре карбидов и карбоборидов, шириной равной максимальной ширине лучевидного износа с увеличением на 10 мм и толщиной 3 – 5 мм (рисунок 4) [10], что позволило увеличить ресурс детали на 30 – 35% при вспашке супесчаных почв.

В исследованиях [11] для повышения износостойкости и придания новых потребительских качеств покрытиям осуществлена их модификация сфериче-

ским карбидом вольфрама WC-W<sub>2</sub>C-сферорелитом. Покрытия получали индукционной наплавкой базовой шихты на основе высокохромистого чугуна марки ПГ - УС25 и боратного флюса для индукционной наплавки марки П-0,66, модифицированной добавкой до 5...10 мас. % сферорелита WC-W<sub>2</sub>C, вводимом в комплексе с карбидом бора В4С. Показано, что введение в базовую шихту указанного комплекса позволяет повысить твердость наплавленных до 1000...1200 НВ100, а износостойкость в 3,1...4,5 раза по отношению к материалу – основе, и в 1,3...1,8 раза по отношению к базовому (не упрочненному) материалу. Наблюдаемые изменения структуры и свойств покрытий объясняются образованием новых фаз, эффектом Шарпи и дисперсионным упрочнением. Однако, наибольшей износостойкости в проведенных тестах удается достичь у материала, модифицированного СВС - керметом Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> / ПГ-УС25, который добавляется в базовую шихту за счет уменьшения доли металлического компонента.

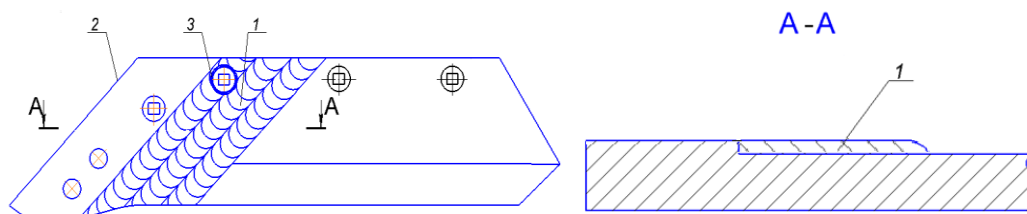


Рисунок 4 – Схема наплавки с предупреждением образования лучевидного износа (1 – наплавленный износостойкий сплав; 2 – полевой обрез; 3 – обваренное по периметру крепежное отверстие)

Нередко для получения абразивостойких покрытий применяют электродные материалы, с присутствием в структуре нанесенного слоя карбидных и интерметаллидных составляющих с твердостью около 80 HRC [12]. Это обеспечивается присутствием бора в обмазке электрода.

Существенное повышение твердости и износостойкости слоя, наплавленного электродами с наличием в обмазке борировующей шихты, обеспечивается за счёт образования в металле наплавленного слоя мелкозернистой структуры, уменьшением ферритной составляющей, наличием большого количества борид-



ных фаз и увеличением доли мартенсита, что подтверждается исследованиями проведенными ранее [13].

Покрытия из полимерных абразивостойких композиционных материалов. Следует отметить, что наплавка и иные методы, связанные с термическим воздействием на лемех, в той или иной мере снижают его служебные свойства.

В связи с этим необходимо применять технологии нанесения таких абразивостойких покрытий, которые не оказывают влияния на изменение структуры подложки при их формировании.

С целью исключения такого влияния используется композит, разработанный учеными Брянского ГАУ [14]. Этот материал имеет следующий состав: 30 мас.ч. – эпоксидная матрица и 70 мас.ч. песчаная компонента. В свою очередь, эпоксидная матрица состоит из 100 мас.ч. смолы ЭД16, 10 мас.ч. отвердителя (полиэтиленполиамин), природного песка с наличием  $\text{SiO}_2$  92-95%, диаметр фракций которого равен 1-му мм.

Наличие в композите эпоксидной матрицы позволяет создать нужную прочность сцепления вещества с материалом основы и высокую внутреннюю адгезию к дисперсным частицам наполнителя, а песка – обеспечивает противоабразивные свойства.

Наличие композита на рабочей поверхности не только тормозит процесс износа заглубляющей части, но и сдерживает появление лучевидного износа, что особенно важно при использовании лемеха при вспашке супесей, отличающихся высокой изнашивающей способностью

Применение эпоксидного противоабразивного композита в качестве покрытия лемехов обеспечивает увеличение их ресурса на 58%.

*Комбинированные способы упрочнения.* В [15] предложен метод повышения стойкости к абразивному изнашиванию, где на рабочей поверхности подрезающей части по её границам сформированы валики шириной 15-20 мм (рисунок 5) такими же свойствами и условиями наплавки, что и для лезвия. Пространство рабочей поверхности, расположенное между валиками, заполняется клееполимерным дисперснонаполненным композитом с высокой сопротивляемостью аб-

разивному воздействию, состоящим из эпоксидной матрицы (50%) и гравийной крошки твердостью не менее 7 – ми единиц по шкале Мооса и дисперсностью 2,25 мм. Применение подобного подхода позволит значительно повысить ресурс лемеха, обеспечить низкую склонность к образованию трещин и коробления, при этом не выходя за рамки нормированного тягового сопротивления.

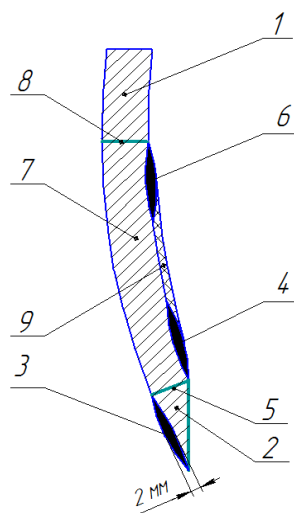


Рисунок 5 – Поперечное сечение конструкции (1 – остов; 2 – заглабляющая часть; 3, 4, 6 – упрочняющие валики; 5 – верхняя граница заглабляющей части; 7 – подрезающая область; 8 – верхняя граница подрезающей области; 9 – клееполлимерный абразивостойкий композит).

Выводы:

1. Предложена классификация методов упрочнения составных импортных лемехов.
2. Проанализированы факторы, определяющие повышение абразивной износостойкости.

#### Литература

1. Козарез И.В., Михальченков, А.М. Обзор способов восстановления плужных лемехов // Тр. ГОСНИТИ. 2012. Т. 109, № 2. С. 30-34.
2. Михальченков А.М., Соловьев С.А., Михальченкова М.А. Эффективность импортозамещающих технологий изготовления, восстановления, упрочнения деталей почвообрабатывающих орудий способом компенсирующих элементов // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014. № 11 (119). С. 17-22.
3. Каталог фирмы «Vogel & Noot» Полунавесные оборотные плуги Vogel & Noot think ahead. (Vogel & Noot Landmaschinen GmbH & Co KG. A 8661 Wart-berg/Mürzthal), 10/2013. С. 4.
4. Каталог фирмы «LEMKEN» Оригинальные запчасти // LEMKEN GmbH & Co. KG., Weseler Straße 5, 46519 Alpen. (LEMKEN . 09/14 . 175 0572/ru). С. 4.

5. Каталог фирмы «Kverneland» Почвообрабатывающая и кормозаготовительная техника, защита растений. Продукция Kverneland 2012. RU-11/2011 г. С. 19.
6. Разработка инновационных рабочих органов почвообрабатывающих машин / С.А. Сидоров, Д.А. Миронов, И.В. Лискин, М.Н. Костомахин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2020. № 1. С. 11.
7. Новые износостойкие наплавочные материалы в сельскохозяйственном машиностроении / Я.П. Лобачевский, С.С. Сидоров, Д.А. Миронов, В.К. Хорошенков, А.Е. Вайнерман, С.А. Пичужкин, С.А. Голосиенко, С.П. Чернобаев, М.А. Юрков // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 6. С. 27-31.
8. Причины предельного состояния составных лемехов импортного производства и их упрочнение наплавочными методами / И.В. Козарез, В.А. Антипин, В.А. Карпухин, А.В. Пилюгайцев // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 5 (75). С. 66-70.
9. Способ повышения абразивной износостойкости режущо-лезвийной части лемехов плужных корпусов: пат. 2692152 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Дьяченко А.В., Синяя Н.В.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУВО "Брянский государственный аграрный университет"; заявл. 17.05.18; опубл. 17.06.2019, Бюл. № 17.
10. Остов плужного лемеха с накладным долотом: пат. 2653047 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Цыганов А.А., Кожухов А.В., Кожухова Н.Ю.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет"; заявл. 25.04.18; опубл. 04.05.2018, Бюл. № 13.
11. Исследование структуры и свойств покрытий из высокохромистого чугуна, полученных индукционной наплавкой и упрочненных сферорелитом / А.В. Ишков, В.В. Иванайский, Н.Т. Кривочуров, А.В. Щеголев, В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин // Ползуновский вестник. 2019. № 1. С. 163-170.
12. Влияния легирования бором на структуру сварочных швов для стали 65 Г / В.Ф. Аулов, А.В. Ишков, В.В. Иванайский, Н.Т. Кривочуров, В.П. Лялякин // Сварочное производство. 2018. № 5. С. 38-42.
13. Повышение ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрева // Сварочное производство. 2019. № 7. С. 28-31.
14. Михальченков А.М. Клеесполимерный противоабразивный композит для ремонтных работ // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 38-40.
15. Метод повышения служебных свойств остова плужного лемеха путем использования абразивостойких наплавочных материалов и полимерных композитов / А.М. Михальченков, М.А. Михальченкова, М.А. Петраков, А.А. Гуцан // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 3. С. 70-75.

## АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЛЕСНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА ПРИ ПЕРЕОБОРУДОВАНИИ НА ГУСЕНИЧНЫЙ ХОД

*к.т.н. Косенко В.В., магистр техники и технологий Искалиев А.И.  
Волгоградский государственный технический университет, Россия*

## ANALYSIS OF CHANGES OF TRACTION AND SPEED INDICATORS OF WHEELED AGRICULTURAL TRACTOR DURING IT'S CONVERSION INTO TRACKED

*candidate of technical Sciences Kosenko V.V.,  
Master of Engineering and Technology Iskaliev A.I.  
Volgograd State Technical University, Russia*

**Аннотация.** На основании проведенных расчетов на примере трактора ХТЗ-150К-09 выполнен анализ тягово-скоростных показателей и средних давлений на почву при его работе на штатном колесном движителе и на сменном 4-гусеничном ходу на 2 почвенных фонах: стерне и поле, подготовленном к посеву. Определены границы выгодной работы ХТЗ-150К-09 на каждом из движителей. При замене на тракторе ХТЗ-150К-09 штатного колесного движителя на сменный 4-гусеничный, он будет оказывать меньшее вредное воздействие на почву, снижая степень ее уплотняя и минимизируя разрушение мелкокомковатой структуры, в связи с падением буксования и среднего давления на почву. При этом увеличивается проходимость трактора на почвах с малой несущей способностью. Оптимизация набора передач в трансмиссии не скажется на выборе нужных скоростей при выполнении полевых работ. Увеличенная эксплуатационная масса приведет к возрастанию тяговых возможностей трактора.

**Annotation.** Based on the calculations performed on the example of the tractor HTZ-150K-09, the analysis of traction and speed indicators and average soil pressure was performed when it was operated on a standard wheel engine and on a replaceable 4-track on 2 soil backgrounds: stubble and a field prepared for sowing. The limits of profitable operation of the HTZ-150K-09 on each of the engines are determined. When replacing the standard wheel drive on the tractor HTZ-150K-09 with a replaceable 4-track, it will have a less harmful effect on the soil, reducing the degree of compaction and minimizing the destruction of the small-lump structure, due to a drop in skidding and average pressure on the soil. This increases the cross-country ability of the tractor on soils with low load-bearing capacity. Optimization of the set of gears in the transmission will not affect the choice of the desired speeds when performing field work. The increased operating weight will lead to an increase in the tractor's traction capabilities.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственный трактор, колесный движитель, гусеничный движитель, тяговый КПД, крюковая мощность, тяговое усилие, буксование, скорость.

**Keywords:** agricultural tractor, whelled engine, track engine, traction coefficient of efficiency, hook power, traction, skidding, speed.

### **Введение и постановка задачи**

В с.-х. производстве, особенно в странах, расположенных в зонах рискованного земледелия, в качестве мобильных энергосредств наряду с колесными используются и гусеничные тракторы. Это обусловлено их лучшими

сцепными качествами, лучшей проходимостью, более высоким тяговым КПД и меньшим вредным воздействием на почву. Например, для нашей страны оптимальная доля гусеничных с.-х. тракторов в парке оценивается в 35-40%, а высоких тяговых классов 5-8 - даже в 45% [1].

В последние годы и в странах с благоприятным климатом на полевых работах стали шире применять гусеничные тракторы, а многие тракторостроительные фирмы начали их производство, причем как 2-гусеничных оригинальной конструкции (Caterpillar-AGCO, John Deere), так и 4-гусеничных на базе колесных (Case-IH, John Deere, CLAAS, New Holland, Deutz-Fahr и др.). В дальнейшем некоторые фирмы (Poluzzi, Sousy, Tidue) разработали и начали производить сменный гусеничный ход, который можно устанавливать на колесные тракторы. В частности, итальянская фирма Poluzzi предлагает широкую номенклатуру тележек с треугольным гусеничным обводом, которые в различных сочетаниях можно устанавливать на колесные тракторы формул как 4x4b, так и 4x4a. При этом называются такие преимущества 4-гусеничного хода, по сравнению с колесным (сохранена редакция рекламного проспекта фирмы), как меньшее уплотнение почвы и буксование, увеличенное сцепление, большее тяговое усилие, лучшая проходимость и экономия топлива. Разработку и испытания 4-гусеничных ходов на своих тракторах ведут и российские заводы: Санкт-Петербургский тракторный и «Ростсельмаш», - а также Минский и Харьковский тракторные. В связи с этим представляется целесообразным проанализировать тягово-скоростные показатели трактора при замене колесного движителя на сменный 4-гусеничный.

### **Методика проведения исследований**

Расчетный анализ выполнен на примере распространенного в с.-х. производстве РФ колесного тягового класса 3-4 трактора с шарнирной рамой ХТЗ-150К-09 (рисунок 1). Его штатный движитель - колеса с шинами 21,3R24. В качестве сменного использован гусеничный ход фирмы Poluzzi, состоящий из 4 тележек СТР 0030 с треугольным обводом (рисунок 2). Каждая из тележек включает раму с закрепленными на ней ведущим колесом и 4 опорными катками,

крайние из них - большего диаметра. Ведущее колесо и опорные катки охватывает ленточная резиноармированная гусеница (РАГ) с активным зацеплением с ведущим колесом. Один из крайних опорных катков тележки снабжен механизмом натяжения гусеницы.

Необходимые для расчетов технические характеристики трактора приняты по заводским материалам [2, 3], гусеничных тележек СТР 0030 - из информационных материалов фирмы Poluzzi и приведены в таблице.



Рисунок 1 - Колесный сельскохозяйственный трактор общего назначения

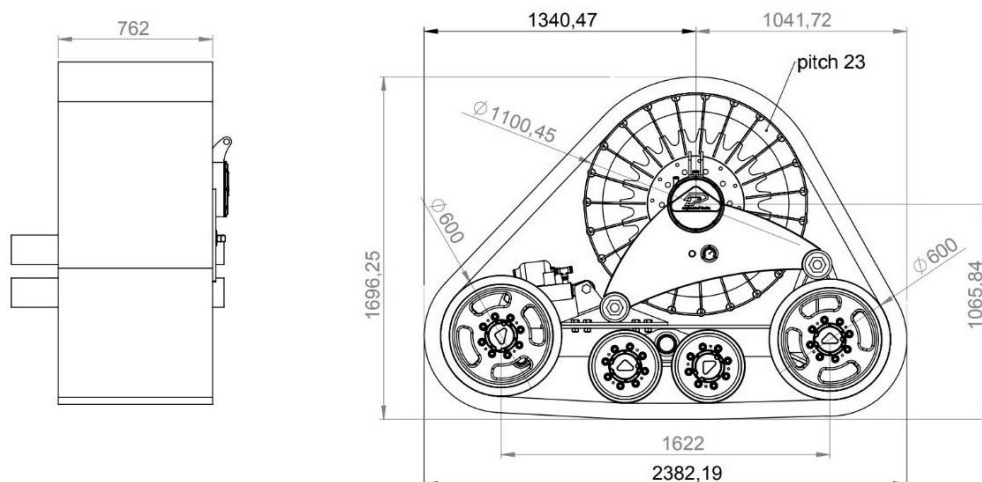


Рисунок 2 - Тележка СТР 0030 сменного 4-гусеничного хода фирмы Poluzzi

Расчет средних давлений на почву, приведенных также в таблице, выполнен для случая работы трактора с крюковой нагрузкой в 24 кН - наиболее вероятной для

тракторов тягового класса 3 - на основе зависимостей, предложенных В.В. Гуськовым [4]. Тяговый расчет с определением зависимости крюковой мощности  $N_{кр}$ , действительной скорости  $V$ , удельного крюкового расхода топлива  $g_{кр}$ , тягового КПД  $\eta_m$  от развиваемой трактором силы тяги на крюке  $P_{кр}$  [5] выполнен на 2 характерных почвенных фонах: стерне (на 8 передачах основного диапазона) и поле, подготовленном к посеву (на первых 6 передачах этого диапазона, так как на 2 высших сила сопротивления качению  $P_f$  превышает касательную силу тяги  $P_k$ ). Кривые буксования для расчета перестроены с безразмерных [6]. При этом для трактора на сменном 4-гусеничном ходу, на основании экспериментов ВГТЗ, показавших, что при РАГ буксование меньше пневматических шин, но больше металлических гусениц.

Таблица 1 - Технические характеристики трактора ХТЗ-150К-09 и его средние давления на почву

Характеристики	Трактор ХТЗ-150К-09	
	на колесах	на сменном 4-гусеничном ходу
Эксплуатационная масса, кг	8410	11342
Распределение массы по мостам, кг, в статике:		
- на передний	5210 (62%)	6676 (59%)
- на задний	3200 (38%)	4666 (41%)
Эксплуатационная мощность дизеля ЯМЗ-236Д, кВт	130 при 2100 мин <sup>-1</sup>	
Максимальный крутящий момент дизеля, Нм	667 при 1335 мин <sup>-1</sup>	
Число передач переднего хода	16 (8 осн. + 8 пониженных)	
Передаточные числа основного диапазона трансмиссии	59,4; 50,3; 44,3; 37,9; 27,7; 23,4; 20,6; 17,6	
Теоретические скорости движения передним ходом, км/ч	3,4...30,1	3,3...22,9
Расчетный механический КПД трансмиссии	0,936	0,885 (с учетом РАГ)
База, мм	2860	2860
Шины, обозначение	21,3R24	-
Ширина гусениц, мм	-	762
Радиус ведущих колес, мм	749	570
Длина опорной поверхности, мм	-	1622+1622
Принятый коэффициент сопротивления качению:		
- на стерне	0,09	0,08
- на поле, подготовленном к посеву	0,17	0,11
Принятое давление воздуха в шинах колес, МПа,		

передних/задних [7]	0,12/0,10	-
Распределение массы по мостам, кг, при работе с крюковой нагрузкой $P_{кр} = 24$ кН:		
- на передний	4870 (58%)	6333 (56%)
- на задний	3540 (42%)	5009 (44%)
Площадь контакта движителей с почвой, м <sup>2</sup> , при $P_{кр} = 24$ кН	0,572	4,94
Средние давления $q_{ср}$ движителей на почву, кПа, при $P_{кр} = 24$ кН [8]:		
- передних	142,77	25,13
- задних	118,06	19,88

### Результаты работы и их обсуждение

Анализ расчетов и полученных тяговых характеристик (рисунок 3, 4) показал следующее. Установка на трактор ХТЗ-150К-09 сменного 4-гусеничного хода Poluzzi CTR 0030 вместо штатных колес с шинами 21,3R24 приводит к увеличению его эксплуатационной массы на 34,9%: с 8410 до 11342 кг. На стерне это вызывает рост на 20% силы сопротивления качению. На поле, подготовленном к посеву, наоборот, из-за меньшего коэффициента сопротивления качению гусеничного движителя потери на качение на нем на 15% ниже, чем на колесах.

Несмотря на увеличение эксплуатационной массы, благодаря увеличению площади контакта гусениц, средние давления на почву на 4-гусеничном ходу значительно ниже, чем на колесном: 25,13 кПа против 142,77 под передними и 19,88 кПа против 118,06 под задними движителями. Меньшие средние (и максимальные) давления на почву в сочетании с меньшим буксованием трактора на 4-гусеничном ходу будут снижать вредное воздействие на почву с точки зрения как ее уплотнения, так и нарушения благоприятной для произрастания с.-х. культур мелкокомковатой структуры (истирания). Благодаря снижению давления на почву, на сменном 4-гусеничном ходу увеличится проходимость трактора на слабо-несущих фонах.

Из-за меньшего радиуса ведущих колес скорости движения трактора ХТЗ-150К-09 на 4-гусеничном ходу ниже, чем на колесах: на 10-31% на стерне и на 23-33% на поле, подготовленном к посеву (меньшие значения - при большей тяге); но, благодаря рациональному набору передач в трансмиссии (знаменатель геометрической ряда передаточных чисел внутри диапазона равен 1,13-1,18), это



не скажется на выборе нужных скоростей при выполнении полевых работ; снижение на треть транспортных скоростей вряд ли можно считать критичным, т.к. на транспорте трактор наверняка рациональнее использовать на колесах.

Установка гусеничного движителя и увеличение в связи с этим эксплуатационной массы приводят к существенному росту тяговых показателей. Если на колесном ходу номинальная сила тяги (сила тяги при максимальной крюковой мощности) трактора ХТЗ-150К-09 на стерне составляет 30,24 кН на II передаче при скорости 10,62 км/ч, буксовании 10% и крюковой мощности 87,9 кВт, то на 4-гусеничном ходу - 46,44 кН на I передаче при скорости 6,2 км/ч, буксовании 6,2% и крюковой мощности 90,6 кВт; тяговый КПД при этом возрастает с 0,676 до 0,697. То есть, по ГОСТ 27021-86, согласно выполненному расчету, трактор ХТЗ-150К-09 на колесном движителе относится к тяговому классу 3, а на 4-гусеничном ходу - к тяговому классу 4. Максимальный тяговый КПД трактора на колесах равен 0,680 при тяге 27,60 кН; на гусеничном ходу - 0,700 (на 3% выше) при тяге 52,61 кН.

На поле, подготовленном к посеву, изменение показателей при максимальной крюковой мощности, по сравнению с колесным на 4-гусеничном ходу, еще заметнее: сила тяги на крюке 30,45 и 43,10 кН; скорость (на I передаче) 8,34 и 6,77 км/ч; буксование 16,4 и 10,7%; крюковая мощность 69,68 и 80,02 кВт; тяговый КПД (это и максимальные его значения) 0,536 и 0,616 соответственно; как видно, на данном фоне рост максимального тягового КПД составляет уже 15%.

На стерне тяговый КПД трактора на сменном 4-гусеничном ходу начинает превышать тяговый КПД на колесах при силе тяги на крюке более 33,5 кН, и ожидать выигрыша в производительности и расходе топлива на единицу выполненной работы (погектарном) можно при тягах, больше вышеуказанной. Например, при наиболее вероятной для трактора тягового класса 3 крюковой нагрузке  $P_{кр} = 24$  кН на колесном ходу трактор будет работать на II передаче со скоростью 11,14 км/ч с тяговым КПД 0,668 и крюковым расходом топлива 377 г/кВт·ч; а на 4-гусеничном ходу - на IV передаче со скоростью 11,64 км/ч (на 4,5% выше) с тяговым КПД 0,629 и крюковым расходом топлива 366 г/кВт·ч. При

номинальной, для этого тягового класса, крюковой нагрузке  $P_{кр} = 30$  кН на колесном ходу трактор будет работать на I передаче со скоростью 9,14 км/ч с тяговым КПД 0,681 и крюковым расходом топлива 364 г/кВт·ч; а на 4-гусеничном ходу - на III передаче со скоростью 9,88 км/ч (уже на 8% выше) с тяговым КПД 0,657 и крюковым расходом топлива 355 г/кВт·ч.

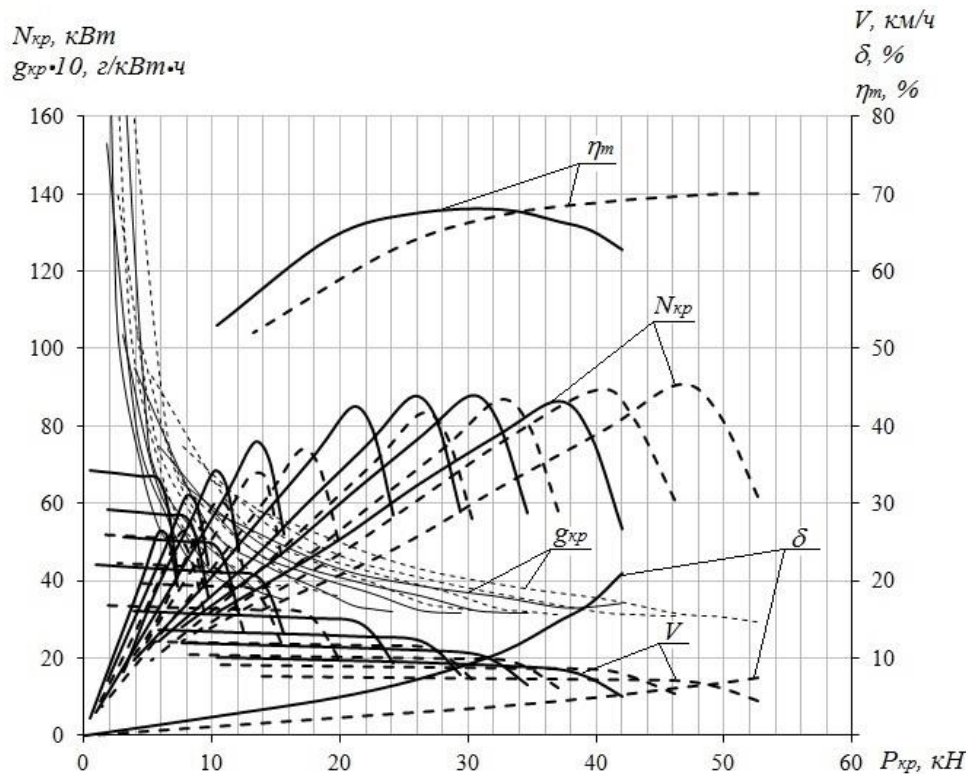


Рисунок 3 - Тяговая характеристика трактора ХТЗ-150К-09 на стерне (сплошные линии - на колесном ходу, пунктирные - на сменном 4-гусеничном ходу)

На поле, подготовленном к посеву, на 4-гусеничном ходу тяговый КПД выше, чем на колесах, при любых значениях тяги на крюке; при работе на этом почвенном фоне у трактора на 4-гусеничном движителе по сравнению с колесным, можно ожидать повышения производительности во всем диапазоне тяговых нагрузок. Например, при крюковой нагрузке  $P_{кр} = 24$  кН на колесном ходу трактор будет работать на I передаче со скоростью 8,93 км/ч с тяговым КПД 0,523 и крюковым расходом топлива 471 г/кВт·ч; а на 4-гусеничном ходу - на III передаче со скоростью 9,73 км/ч с тяговым КПД 0,655 и крюковым расходом топлива 426 г/кВт·ч. То есть при работе с орудиями одинакового захвата можно ожидать по-

вышения производительности примерно на 9% при меньшем на 10% погектарном расходе топлива. Если же на сменном 4-гусеничном ходу работать с агрегатом большей ширины захвата, например, с 4-сеялочным (4 сеялки типа СЗП-3,6 на сцепке СП-16) вместо 3-сеялочного, допустив, что тяговое сопротивление при этом возрастет на треть и составит 32 кН, прирост производительности составит уже 25% при экономии топлива до 9%.

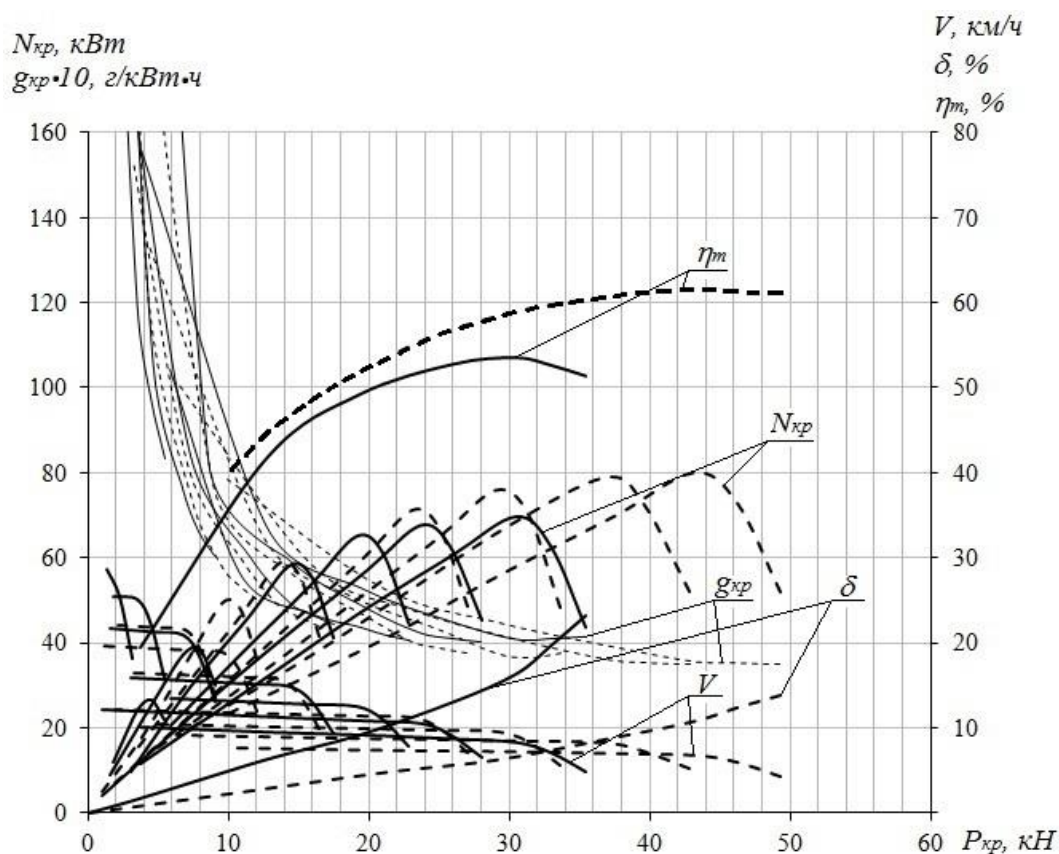


Рисунок 4 - Тяговая характеристика трактора ХТЗ-150К-09 на поле, подготовленном к посеву (сплошные линии - на колесном ходу, пунктирные - на сменном 4-гусеничном ходу)

Особо следует отметить, что постоянное совершенствование конструкций тракторной техники на ряду с большим народнохозяйственным значениям отражается на социокультурном состоянии общества [7].

### Выводы

При замене на тракторе ХТЗ-150К-09 штатного колесного движителя на сменный 4-гусеничный (с тележками СТР 0030 фирмы Poluzzi):

- трактор будет оказывать меньшее вредное воздействие на почву, меньше уплотняя ее и меньше разрушая мелкокомковатую структуру, благодаря меньшим средним давлениям на почву (несмотря на возросшую эксплуатационную массу) и меньшему буксованию;

- также, благодаря существенно меньшим средним давлениям на почву, увеличится проходимость трактора на почвах с малой несущей способностью;

- из-за меньшего радиуса ведущих колес снизятся скорости движения на тех же передачах, но при рациональном наборе передач в трансмиссии это не скажется на выборе нужных скоростей при выполнении полевых работ; снижение транспортных скоростей вряд ли можно считать критичным, т.к. на транспорте трактор наверняка рациональнее использовать на колесах;

- снижение буксования, благодаря гусеничному движителю и возросшей массе, приводит к росту тягового КПД; причем если на стерне максимальный тяговый КПД возрастает всего на 3% : с 0,680 до 0,700, то на менее плотном поле, подготовленном к посеву, рост тягового КПД более существенен - 15%: с 0,536 до 0,616;

- благодаря возросшей эксплуатационной массе, возрастут тяговые возможности трактора; он будет относиться к тяговому классу 4, в то время как на колесном движителе он относится к тяговому классу 3; учитывая, что тракторы этих классов комплектуются одинаковыми навесными, прицепными устройствами, трактор на 4-гусеничном ходу можно агрегатировать с орудиями большей ширины захвата и получить выигрыш в производительности до 25%.

### Литература

1. Липкович Э.И. Трактор Т-250: жизнь и судьба // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 8. С. 3-12.
2. Трактор ХТЗ-150К-09-25. Руководство по эксплуатации 151.00.000-09-25РЭ. Харьков: ПАО «ХТЗ», 2013. 267 с.
3. Анилович В.Я., Водолажченко Ю.Т. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов: справ. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1976. 456 с.
4. Тракторы: учебник для вузов по спец. «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов и др.; под общ. ред. В.В. Гуськова. М.: Машиностроение, 1988. 376 с.
5. Косенко В.В., Искалиев А.И. Сравнительный тяговый расчет двух тракторов: метод. указания. Волгоград: ВолгГТУ, 2018. 16 с.

6. Кутьков Г.М., Богатырев А.В. Тяговый расчет трактора: метод. указания. М.: РГАУ «ГСХА им. К.А. Тимирязева», 2017. 80 с.
7. Шустов А.Ф. Техническая деятельность: социокультурный анализ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2000. 204 с.

УДК 631.53.027.2

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ОБОЛОЧЕК НА ПОВЕРХНОСТИ СЕМЯН

*д.т.н., профессор Петровец В.Р., к.т.н., Михеев Д.А.  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

## WAYS TO IMPROVE EQUIPMENT FOR CREATION OF ARTIFICIAL SHELLS ON SEED SURFACE

*Petrovets V.R., Dr. Hab. of Engineering, Prof.,  
Mikheev D.A. Can. Hab. of Engineering, Associate Prof.  
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

**Аннотация.** В статье представлено описание оборудования для создания искусственных оболочек на поверхности семян. Изложен принцип работы современных дражировщиков семян импортного производства. Предложены пути совершенствования оборудования для создания искусственных оболочек с возможностью применения новых инженерных решений на существующих конструкциях дражировщиков семян. Способ интенсивной сушки будет весьма эффективен для производства дражированных семян на предприятиях где есть запас производственных мощностей. Подсушивание семян внутри камеры смешивания увеличит время обработки и соответственно снизит производительность, но значительно сократит расходы на дополнительное сушильное оборудование и сэкономит производственные площади. Учитывая вышесказанное можно сделать вывод, что при выборе интенсивного способа сушки семян внутри камеры смешивания необходимо найти компромисс между производительностью дражировщика и затратами на дополнительное сушильное оборудование и выделение дополнительных производственных площадей.

**Annotation.** The article describes the equipment for creating artificial shells on the surface of seeds. The principle of operation of modern seed draggers of imported production is described. Ways to improve the equipment for creating artificial shells with the possibility of using new engineering solutions on existing designs of seed drainers are proposed. The method of intensive drying will be very effective for the production of drained seeds in enterprises where there is a reserve of production capacity. Drying seeds inside the mixing chamber will increase processing time and consequently reduce productivity, but will significantly reduce the cost of additional drying equipment and save production space. Given the above, we can conclude that when choosing an intensive method of drying seeds inside the mixing chamber, it is necessary to find a compromise between the performance of the dragger and the cost of additional drying equipment and the allocation of additional production space.

**Ключевые слова:** инкрустирование, дражирование, дражированные семена, дражировщик семян

**Key words:** encrustation, coating, dragee seeds, seed coating machine

## **Введение**

Для эффективного выращивания сельскохозяйственных культур очень важным является точное соблюдение технологии возделывания, которая является актуальной на сегодняшний день. В современном сельском хозяйстве очень быстро происходит внедрение эффективных способов и приемов возделывания сельскохозяйственных культур. Это обусловлено тем, что есть высокая конкуренция среди производителей сельскохозяйственной продукции, кроме этого все стремятся повысить рентабельность своей продукции.

Одним из основных показателей, который оказывает весомую роль в получении хорошего урожая, является качество посевного материала. Кроме генетического потенциала семян очень важным является его предпосевная обработка. Предпосевная обработка позволяет защитить семена от вредоносных факторов, таких как болезни и вредители, а также повысить уже существующий потенциал.

Современным способом предпосевной обработки семян который позволяет объединить несколько положительных эффектов является способ создания искусственной оболочки на поверхности семян – дражирование и инкрустирование. Этот способ не только повышает потенциал семян, но и позволяет в последующем использовать технологию точного высева, что является очень важным при возделывания многих овощных культу и в частности свеклы [1, 2].

## **Постановка целей и задачи**

Цель исследований – определить путь совершенствования оборудования для создания искусственных оболочек на поверхности семян.

Задачами исследования являются: рассмотрение современных конструкций дражирователей семян; анализ принципа действия дражирователей; определение недостатков дражирователей и рассмотрение возможных путей их устранения.

## **Результаты исследований и их обсуждение**

Для создания искусственных оболочек применяется специализированное оборудование которое называется: дражирователь, инкрустатор, "seed coating machine" и тд. Существуют различные конструкции данного оборудования [2]. Однако принцип действия большинства заключается в использовании способа

накатывания компонентов оболочки на поверхность семян. Оболочка семени формируется в камере смешивания дражиратора, куда поэтапно добавляются жидкие и сухие компонент. Жидкие компоненты выступают в качестве прилипателя, а сухие являются основой будущей оболочки [3].

Наиболее подходящими для создания толстых оболочек на поверхности семян являются машины порционного действия, ввиду того что в этих машинах можно задавать любое время обработки. Машины поточного действия такой возможности не имеют и подходят больше для протравливания семян.

Рассмотрим наиболее распространенные машины для создания искусственных оболочек на поверхности семян выпускаемые ведущими западными фирмами.

Лидирующее место в производстве машин для дражирования семян занимают немецкая фирма Petkus и датская фирма Cimbria. Эти фирмы выпускают универсальные машины для создания искусственных оболочек, например, машины Petkus СТ-50 и Cimbria Centricoater (рисунок 1.) [4, 5].

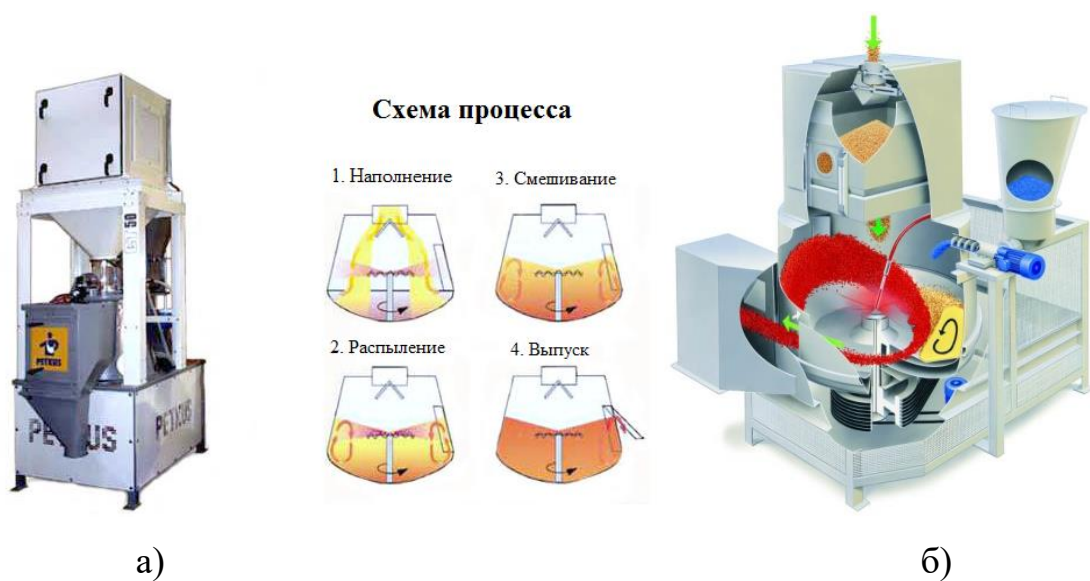


Рисунок 1 – Схемы машин порционного действия (а – Petkus СТ-50; б – Cimbria Centricoater.)

Принцип работы этих дражировщиков заключается в следующем, подготовленные семена засыпаются в камеру смешивания где под действием вращающегося днища за счет центробежной силы они поднимаются по стенкам цилиндри-

ческой камеры и взаимодействуя с рабочими органами камеры формируют волнообразное движение. В этот момент с помощью вращающегося с высокой скоростью дискового распылителя распыляется дозируемый насосом жидкий компонент связующего действия в виде мелкодисперсного тумана. После смачивания семян происходит подача в камеру смешивания сухого компонента из которого и происходит формирование оболочки семени. Циклы смачивания и подачи сухого порошка продолжают до тех пор пока не сформируется оболочка семени нужного размера.

Необходимо отметить, что западные производители сельскохозяйственной техники при создании оборудования для создания искусственной оболочки часто используют конструкцию тороидального барабана (рисунок 2.) [2]. Эта конструкция широко используется в пищевой промышленности при производстве инкрустированных кондитерских изделий.



Рисунок 2 – Дrajировочный барабан

Принцип работы таких дражировочных барабанов схож с вышеизложенными конструкциями, ключевым отличием является принцип движения семян внутри камеры смешивания, а также использование для распыла жидких компонентов связующего действия специализированных форсунок. Конструкция таких дражировочных барабанов проще чем у Petkus CT-50 и Cimbria Centricoater, однако производительность на порядок ниже.

Способ накатывания оболочки подразумевает использование большого ко-



личества жидкого компонента (прилипателя), что влечет за собой увеличение влажности обрабатываемых семян. Она может достигать до 50 % и более. С учетом того, что влажность готового семенного драже не должна превышать значений 10...14 %, это вынуждает производителей дражированных семян использовать дополнительное сушильное оборудование.

Нами предлагается использование в существующих дражирователях дополнительного сушильного комплекса, который позволит подсушивать семена прямо внутри камеры смешивания не изменяя при этом саму конструкцию дражирователя.

Дополнительный сушильный комплекс может устанавливаться на любой тип представленных дражирователей рисунок 3. Он может монтироваться как на корпус дражирователя так и быть на независимой подставке.

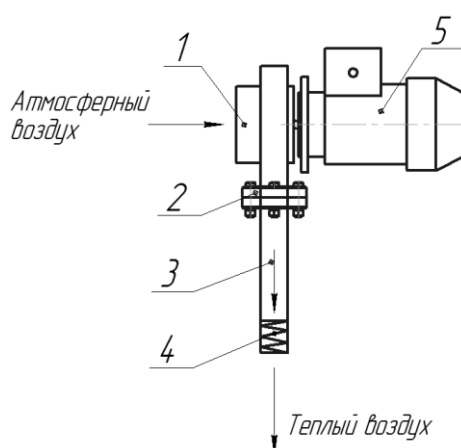


Рисунок 3 –Сушильный комплекс (1 – турбина; 2 – соединительная муфта; 3 – воздухопровод; 4 – нагревательный элемент; 5 – электродвигатель)

Принцип его работы заключается в следующем, турбина 1 забирает воздух из атмосферы и нагнетает его в патрубок 3 на конце которого находится нагревательный элемент 4 выполненный в форме спирали. Проходящий через нагревательный элемент воздух подается на движущиеся внутри камеры смешивания семена.

Нужно отметить, что проанализированное оборудование используется для приготовления энергопротеиновых концентратов [6]. Таким образом получается интенсивная сушка семян прямо внутри камеры смешивания. Однако необходи-

мо учитывать, что температура подаваемого на семена воздуха не должна превышать предельных значений – 40...50 ° С, чтобы не перегреть семена и не снизить их всхожесть.

### **Вывод**

Способ интенсивной сушки будет весьма эффективен для производства дражированных семян на предприятиях где есть запас производственных мощностей. Подсушивание семян внутри камеры смешивания увеличит время обработки и соответственно снизит производительность, но значительно сократит расходы на дополнительное сушильное оборудование и сэкономит производственные площади.

Учитывая вышесказанное можно сделать вывод, что при выборе интенсивного способа сушки семян внутри камеры смешивания необходимо найти компромисс между производительностью дражирователя и затратами на дополнительное сушильное оборудование и выделение дополнительных производственных площадей.

### **Литература**

1. Михеев Д.А. Дражирование, как перспективный метод предпосевной обработки семян // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 10-11 октября 2012 г. В 3 т / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич и др. Мн., 2012. Т. 2. С. 261–264.
2. Дражирование семян сахарной свеклы центробежным дражирователем с лопастным отработателем: монография / Д. А. Михеев и др.; под ред. Д.А. Михеева. Горки, 2017. 180 с.
3. Михеев Д.А. Способы дражирования семян // Молодежь и инновации – 2013: материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 29-30 мая, 2013 г. В 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А.П. Курдеко и др. Горки, 2013. Ч. 2. С. 19–21.
4. Протравливатели семян PETHUS ST 50 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery\\_dc96071c-efc4-4bab-9fea-2be2836caffc](https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_dc96071c-efc4-4bab-9fea-2be2836caffc). Дата доступа: 10.04.2020.
5. Центрические напылительные машины – Cimbria [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cimbria.com/products/seed-processing/centricoater>. Дата доступа: 10.04.2020.
6. Физиологическое обоснование использования энергосахаропротеинового концентрата в рационах цыплят-бройлеров / С.Е. Ермаков, Г.Н. Бобкова, Е.И. Слезко, А.А. Менькова // Ветеринария и кормление. 2012. № 6. С. 54-56.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЫХЛЕНИЯ УПЛОТНЕННЫХ ПОЧВ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

*инженер Теловов Н.К., к.т.н., Абдулмажидов Х.А.  
Российский государственный аграрный университет – МСХА  
имени К.А. Тимирязева, Россия*

## **ENERGY-SAVING WORKING EQUIPMENT FOR LOOSENING COMPACTED SOILS IN THE NON-CHERNOZEM ZONE**

*Senior lecturer of Telaviv N. To., Ph. D., associate Professor of Abdulmajidov H. A.  
Russian state agrarian University-MSHA named after K. A. Timiryazev, Russia*

**Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы создания нового рабочего органа - комбинированного орудия (глубокорыхлителя-удобрителя), обладающего оптимальной конструкцией для глубокого рыхления с внесением удобрений и возможностью адаптации его к внешним условиям и видам выполняемых работ т.е. одно временно выполняют две операции это значит энергосберегающий рабочий орган. Предложен один из путей снижения тягового сопротивления в процессе работы глубокорыхлителя. Применение предлагаемого глубокорыхлителя-удобрителя позволяет наиболее полно разрыхлять почвы и насыщать их различными мелиорантами. Наибольший интерес в применении глубокорыхлителя для повышения урожайности почв представляет возможность внесения минеральных удобрений в комплексе с органическими; Применение нового комбинированного орудия позволяет снижать тяговые сопротивления, возникающие при рыхлении.

**Abstract:** *the article deals with the creation of a new working body-a combined tool (deep loader-fertilizer), which has an optimal design for deep loosening with the introduction of fertilizers and the ability to adapt it to external conditions and types of work performed, i.e. one temporarily performs two operations.this means an energy-saving working body. One of the ways to reduce the tractive resistance in the process of operation of the deep loader is proposed. The use of the proposed deep-soil fertilizer allows the most complete loosening of the soil and saturate them with various meliorants. The greatest interest in the use of a deep-dredger to increase soil productivity is the possibility of applying mineral fertilizers in combination with organic ones; the Use of a new combined tool allows you to reduce the traction resistance that occurs during loosening.*

**Ключевые слова:** глубокорыхлитель, удобритель, удобрения, почва, тяговые сопротивления.

**Keywords:** deep desiccant, fertilizer, fertilizers, soil, traction resistances.

Применение рыхлителей в тяжелосуглинистых и глинистых увлажненных почвах не дает желаемого результата, т.к. глубина рыхления в этом случае не превышает 0,2...0,3 м, образуются уплотненные слои в нижней части профиля, которые делают практически невозможным равномерное внесение по горизонтам различных мелиорантов, структурообразователей и удобрений. (Нужно отметить, что развитие технических средств и технической деятельности в настоящее время носит социокультурный характер [1]).

Для мелиорации этих почв применяются существующие глубокорыхлители *РГ-0,5* и *РГ-0,8*, которые агрегируются на тракторах тягового класса 30-70 кН. При проведении рыхления с данными глубокорыхлителями не достигается требуемая по агротехническим данным однородность комков почвы. В ряде случаев глубокое рыхление может заменяться глубокой вспашкой или культивацией [2, 3].

В такой ситуации правильным решением будет применение новых конструкций глубокорыхлителей. Одним из таких технических решений является конструкция глубокорыхлителя-удобрителя предложенная нами и представленная на рисунке 1. По данной конструкции получен патент на изобретение №2500092 [4].

Орудие представляет собой два ряда последовательно установленных стоек разной толщины, причем толщина передней стойки больше чем задней это видно по сечению А-А. Такое решение позволяет уменьшить тяговые сопротивления при рыхлении. Вторая стойка снабжена трубчатым элементом с форсункой для подачи жидких удобрений. Лемех и нижняя часть каждой стойки повернуты в боковой плоскости на угол  $45^\circ$  в разные стороны, то есть лемеха обеих стоек взаимно перпендикулярны.

С помощью глубокорыхлителя-удобрителя можно вносить в разрыхленный почвенный профиль жидкие минеральные удобрения (азотные или растворы аммиачного типа).

С моделью рабочего органа были проведены экспериментальные исследования на грунтовом канале в лаборатории мелиоративных машин института Мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова. Эксперименты показали, что при рабочей скорости рыхления 0,6...0,8 м/с происходит интенсивное разрушение слитной структуры грунта. В неоднородных почвенных слоях грунты под действием режущих элементов глубокорыхлителя быстро разрушаются и вспучиваются на 0,015...0,03 м над поверхностью. Были также определены тяговые сопротивления при рыхлении грунта с последующим пересчетом их на рабочий орган в натуральную величину. Сделан вывод о возможности работе рыхлителя по тяговым условиям на базе тракторов тягового класса 30-70 кН.

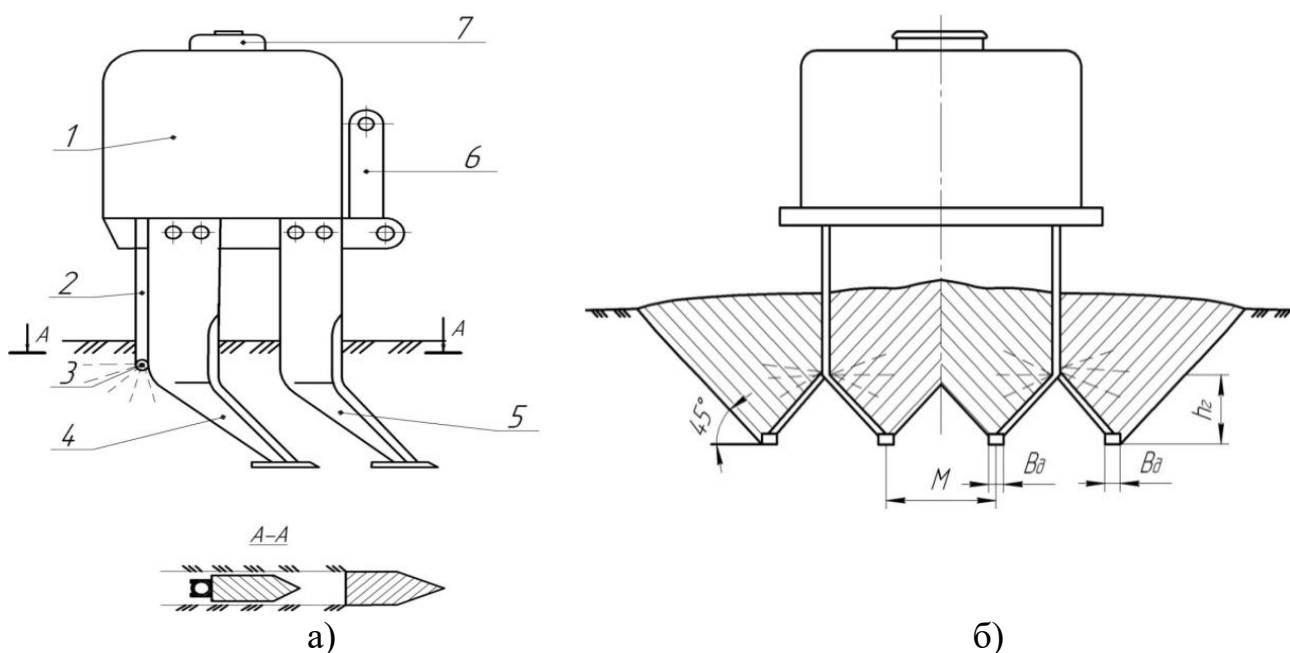


Рисунок 1 - Глубокорыхлитель – удобритель а) вид с боку и б) вид спереди. 1 - бак для удобрения, 2 - трубопровод для подачи удобрения в почву, 3 - форсунка, 4 - рыхлитель (стойка) второго ряда, 5 - рыхлитель первого ряда, 6 - кронштейн для агрегатирования с базовой машиной, 7 - крышка бака.

Известно, что под действием глубокого рыхления коренным образом изменяются водно-физические свойства почв. Так, объемная масса снижается с 1700...1800 до 1300...1400  $кг/м^3$ , а число ударов динамического плотномера (Ударника ДорНИИ) – в 3...4 раза, что существенно увеличивает водопроницаемость почвы и ее фильтрационные свойства. Коэффициент фильтрации увеличился с 0,05...0,1 до 1  $м/сут$ .

Новым направлением мелиорации и окультуривания тяжелых почв является создание органоминеральной структуры почвенного профиля, что достигается глубоким рыхлением с одновременным внутрпочвенным внесением структурообразующих веществ органического происхождения: измельченные стебли кукурузы, травы, торф и др., а также использованием для полива дренажного стока, содержащего органические вещества. Это достигается использованием совместно с рыхлителем специальной конструкции удобрения.

Наибольшая эффективность глубокого рыхления наблюдается в первый год после обработки почвы. Затем под действием осадков, воздействия сельско-

хозяйственных машин и испарения почвенной влаги вновь происходит постепенное уплотнение почвы, что влияет на износ почвообрабатывающих орудий [5]. В связи с этим рыхление целесообразно проводить через каждые 3...4 года.

При мелиорации и окультуривании низменных почв в Волоколамском районе Московской области, для которых стоки животноводческих комплексов и птицеферм являются ценными органическими мелиорантами достигнуто их широкое применение одновременно с рыхлением сельскохозяйственных угодий. Жидкие мелиоранты можно вносить в разрыхленный профиль почвы с помощью глубокорыхлителей и машин типа РЖТ-8, работающих на полях в едином комплексе.

Жидкий навоз, жидкие минеральные удобрения и химические мелиоранты перемещаются самотеком или под давлением из баков, смонтированных на тракторах Т-175, Т-150К, РТМ-160У и ЛТЗ-155, в распределительное устройство рыхлителя с помощью гибких шлангов, при этом обрабатываемый рыхлителем почвенный пласт приподнимается и затем распадается на мелкие комья. В разрыхленное пространство вносятся жидкие удобрения и мелиоранты. При таком способе внесения удобрений питательные вещества остаются в почве и не загрязняют окружающую среду.

Применение химических мелиорантов и структурообразующих веществ позволяет создавать новую комковатую структуру почвенного профиля и в дальнейшем при необходимости управлять этой структурой.

#### **Преимущества глубоких рыхлителей:**

Качественное устранение излишней уплотнённости грунта механическим способом;

Восстановление обменных процессов влаги между верхними и нижними слоями земли.

Объёмное рыхление на глубину до 50 см - технологический процесс, обеспечивающий оптимальный влаговоздушный обмен во взрыхленном слое, улучшает микроклимат в почве и обеспечивает:

- хорошую аэрацию и фильтрацию дождевых и талых вод;

- в несколько раз увеличивается пористость почвы.
- на 20% повышается водопроницаемость;
- создаются условия для "всасывания", накопления значительных запасов

находящейся влаги в почве и воздухе, а так же ее перераспределения;

#### **К недостаткам глубокорыхлителя относятся:**

- требуются дополнительные затраты на механизацию и увеличение мощности оборудования;
- высокий износ рабочих элементов техники;
- поверхность поля после обработки становится нестабильной, и тяжёлая сельскохозяйственная техника не может беспрепятственно проехать по этой территории.

Сельскохозяйственная техника для обработки почвы разнообразна и многофункциональна. В статье рассмотрены конструкции рабочего оборудования, которые помогут сельхоз работникам правильно подготовить грунт к посадке и выращиванию культурных растений.

#### **Выводы:**

- применение предлагаемого глубокорыхлителя–удобрителя позволяет наиболее полно разрыхлять почвы и насыщать их различными мелиорантами;
- наибольший интерес в применении глубокорыхлителя для повышения урожайности почв представляет возможность внесения минеральных удобрений в комплексе с органическими;
- применение нового комбинированного орудия позволяет снижать тяговые сопротивления, возникающие при рыхлении.

#### **Литература**

1. Шустов А.Ф. Техническая деятельность как социокультурный феномен: дис. ... д-ра философских наук. СПб., 2000. 181 с.
2. Михальченков А.М., Козарез И.В., Михальченкова М.А. Износ цельнометаллических и составных лемехов // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 7. С. 39-43.
3. Феськов С.А., Михальченкова М.А., Бирюлина Я.Ю. Износы стрелчатых лап культиваторов для посева по стерне и выбор способа их восстановления // Тр. ГОСНИТИ. 2016. Т. 123. С. 241-246.

4. Комбинированное орудие для глубокого рыхления почвы с внесением удобрений: пат. 2500092 Рос. Федерация / Теловов Н.К., Шмонин А.В., Тойгамбаев С.К.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО МГУП; заявл. 26.07.12; опубл. 10.12.2013.

5. Феськов С.А., Орехова Г.В., Дьяченко А.В. Износы стрелчатых лап и возможности использования компенсирующих элементов при их восстановлении // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2016. С. 159-165.

УДК 331.45:626.83

## НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СЕМЯН ЛЬНА И ТРАВ

*к.т.н. Коцуба В.И., к.т.н. Кругленя В.Е., к.т.н. Алексеенко А.С.,  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

## WAYS TO IMPROVE CLEANING EFFICIENCY FLAX SEEDS AND HERBS

*candidate of technical Sciences V. I. Kotsuba, candidate of technical Sciences  
Kruglenya V. E., candidate of technical Sciences. Alekseyenko A. S., Belarusian state  
agricultural Academy, Belarus*

**Аннотация.** Как известно из многочисленных источников на полях Республики Беларусь встречается более 300 видов сорных растений, из них 30–40 видов являются широко распространенными. Преимущественно для очистки зерна и семян от сорняков используют воздушно-решетные сепараторы, которые могут дополняться триерными блоками. При исследованиях эффективности пневмоочистки семян были проанализированы скорости витания семян культурных растений и основных сорняков. В результате установлено, что анализ графиков распределения семян культурных растений и сорняков по скорости витания показал, что применение пневмосепаратора, выделяющего тяжелые примеси, позволит изо льна и клевера полностью выделить куколь, а также частично редьку дикую, мокрицу, плевел, пикульник и овсюг.

**Annotation.** As it is known from numerous sources in the fields of the Republic of Belarus there are more than 300 species of weeds, of which 30-40 species are widespread. Mainly for cleaning grain and seeds from weeds, air-sieve separators are used, which can be supplemented with Trier blocks. In studies of the effectiveness of pneumatic cleaning of seeds, the rates of soaring of seeds of cultivated plants and main weeds were analyzed. As a result, it was found that the analysis of the distribution schedules of seeds of cultivated plants and weeds by the speed of soaring showed that the use of a pneumatic separator that releases heavy impurities will allow the complete isolation of cucumbers from flax and clover, as well as partially wild radish, woodlice, chaff, pickle and oatmeal.

**Ключевые слова:** цилиндропоршневая группа, цилиндр, поршень, компрессия, герметичность, диагностирование.

**Keywords:** cylinder-piston group, cylinder, piston, compression, tightness, diagnostics.

**Введение.** Согласно стандартам, содержание сорной примеси в семенах не должно превышать 0,2–0,5 %, следовательно, очистка семян является важной операцией в их подготовке.



На полях Республики Беларусь встречается более 300 видов сорных растений, из них 30–40 видов являются широко распространенными и наиболее злостными. Из малолетников преобладает марь белая. На ее долю приходится 30,0 % общего количества сорняков. На долю торицы полевой приходится 10,1 %, ромашки непахучей и редьки дикой – по 6,6 %, пикульника – 5,7 %, мокрицы и горца вьюнкового – по 4,4 %. Среди многолетних сорных растений преобладает пырей ползучий: 56,3 % многолетников и 5,7 % общего количества сорняков [1].

Некоторые сорняки произрастают в посевах определенных культур и являются специализированными. В посевах льна к ним относят плевел льняной, торицу льняную, рыжик льняной, повилику льняную, горец льняной; яровой пшеницы и ячменя – куколь обыкновенный, горец татарский, плевел опьяняющий, костер полевой, василек синий, пикульник красивый; озимой пшеницы – метлицу полевую, ромашку непахучую, пастушью сумку, василек синий; клевера – повилику клеверную, повилику полевую, щавель малый и др. Кроме того качественная очистка способствует получению и качественных кормов [2]

### **Результаты и их обсуждение.**

Для очистки зерна и семян от сорняков используют преимущественно воздушно-решетные сепараторы, которые могут дополняться триерными блоками [3]. Очистка семян сепаратором происходит следующим образом. Сначала семенной ворох поступает на ступень воздушной очистки, где из него выделяются легкие примеси по скорости витания, затем следует очистка на решетном стане, где выделяются мелкие и крупные примеси по толщине и ширине. На выходе с решетного стана семена проходят еще одну ступень воздушной очистки и могут дополнительно очищаться от длинных и коротких примесей на триерном блоке. Однако такая схема очистки адаптирована главным образом для зерновых культур, но для мелкосеменных культур она не достаточно эффективна. В частности это касается аспирационной системы сепараторов.

Для оценки эффективности пневмоочистки семян нами были проанализированы скорости витания семян культурных растений и основных сорняков (рисунки 1 и 2) [4].

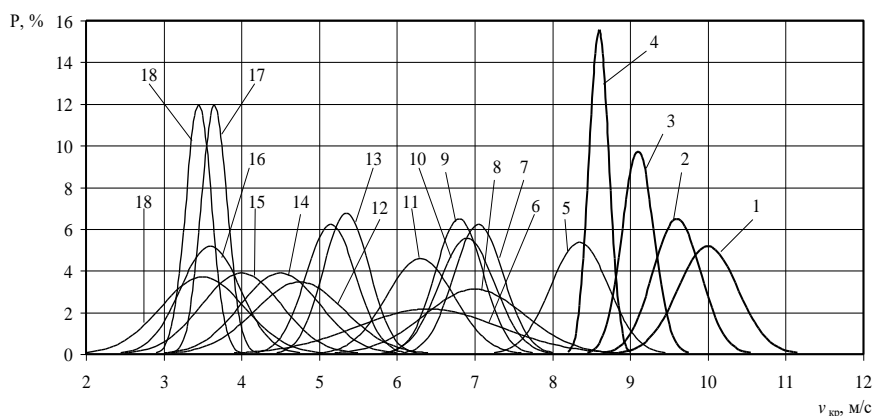


Рисунок 1 – Распределение семян культурных растений и сорняков по скорости витания: *1* – пшеница; *2* – ячмень; *3* – рожь; *4* – овес; *5* – куколь обыкновенный; *6* – редька дикая; *7* – мокрица; *8* – плевел льняной; *9* – пикульник обыкновенный; *10* – овсюг обыкновенный; *11* – вьюнок полевой; *12* – повилика льняная; *13* – василек синий; *14* – горец вьюнковый; *15* – подмаренник цепкий; *16* – пырей ползучий; *17* – марь белая; *18* – ромашка непахучая; *19* – торица обыкновенная

Анализ рисунков показал, что семена сорняков легче зерновых культур и основная их масса выделяется аспирационной системой сепаратора. В то же время для мелкосеменных культур, таких как лен и травы, ряд сорняков тяжелее основной культуры и, следовательно, они остаются в семенном ворохе.

Применение пневмосепаратора (табл. 1), выделяющего как легкие (выделены курсивом), так и тяжелые (выделены жирным шрифтом) примеси позволит значительно увеличить степень выделения сорных примесей.

Анализ таблицы 1 показал, что для тимофеевки и мятлика практически все представленные сорняки тяжелее культурных семян, следовательно, существующими пневмосепараторами не выделяются и попадают в разряд трудновыделимых примесей.

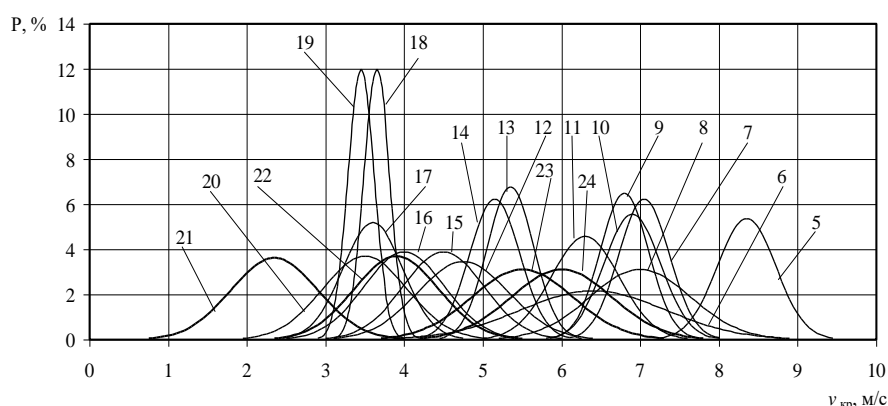


Рисунок 2 – Распределение семян культурных растений и сорняков по скорости витания: 5 – куколь обыкновенный; 6 – редька дикая; 7 – мокрица; 8 – плевел льняной; 9 – пикульник обыкновенный; 10 – овсюг обыкновенный; 11 – вьюнок полевой; 12 – повилика льняная; 13 – василек синий; 14 – горец вьюнковый; 15 – подмаренник цепкий; 16 – пырей ползучий; 17 – марь белая; 18 – ромашка непахучая; 19 – торица обыкновенная; 20 – бодяк полевой; 21 – мятлик луговой; 22 – тимофеевка луговая; 23 – клевер красный; 24 – лен-долгунец

Таблица 1 – Степень выделения сорных примесей из семенного вороха льна и трав, %

Сорные примеси	Лен-долгунец	Клевер красный	Тимофеевка луговая	Мятлик луговой
Куколь обыкновенный	99,5	100	100	100
Редька дикая	16,3	28,8	92,0	100
Мокрица	12,2	65,3	100	100
Плевел льняной	25,6	54,9	100	100
Пикульник обыкновенный	2,2	34,3	100	100
Овсюг обыкновенный	7,2	47,3	100	100
Вьюнок полевой	–	7,7	99,8	100
Повилика	38,3	12,3	26,0	98,1
Василек синий	–	–	77,8	100
Горец вьюнковый	3,7	–	53,2	100
Подмаренник цепкий	56,0	20,5	11,3	96,6
Пырей ползучий	87,0	56,0	–	79,8
Марь белая	99,6	89,3	–	52,7
Ромашка непахучая	100	99,5	–	67,5
Торица обыкновенная	100	100	–	22,6
Бодяк полевой	97,9	85,9	6,4	44,6

**Вывод.** Анализ графиков распределения семян культурных растений и сорняков по скорости витания показал, что применение пневмосепаратора, выделяющего тяжелые примеси, позволит из льна и клевера полностью выделить куколь, а также частично редьку дикую, мокрицу, плевел, пикульник и овсюг.

## Литература

1. Сорные растения: агрономика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agronomic.ru/stati/nautchnye-osnovy-zemledeliya/sornye-rasteniya-87.html>. Дата доступа: 4.09.2012.
2. Слезко Е.И., Менькова А.А. Влияние протеино-энергетического концентрата на мясную продуктивность цыплят-бройлеров кросса "СМЕНА-4" // Вестник Орел ГАУ. 2012. № 1 (34). С. 117-118.
3. Кожуховский И.Е., Павловский Г.Т. Механизация очистки и сушки зерна / И. Е. Кожуховский. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1968. 439 с.
4. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты отсеивающих экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. С. 38-44.

УДК 636.085.55:631.363.636

## ПОИСКОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПРОЦЕССА КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА

*к.т.н. Курзенков С.В.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

## **SEARCH EXPERIMENTS OF THE GRAIN CANNING PROCESS**

*Candidate of Engineering Sciences, Kurziankov S.V.*

*Belarusian state agricultural Academy, Belarus*

### **Аннотация.**

В статье представлена методика поисковых экспериментов процесса консервирования зерна в установке предлагаемой конструкции, обоснованы границы варьирования конструктивных параметров оборудования и технологических параметров рассматриваемого процесса. На основании полученных результатов установлено, что границы варьирования факторов, оказывающих влияние на процесс консервирования зерна изменяются в следующем диапазоне величин: угловая скорость вала  $\omega \in [195; 320]$ ; безразмерный параметр, характеризующий отношение высоты поднятия обечайки к её диаметру  $\delta_{об} \in [0,02; 0,04]$ ; безразмерный параметр, характеризующий отношение радиуса частицы обрабатываемого материала к радиусу отверстия  $v \in [5,30; 6,70]$ ; безразмерный параметр, характеризующий отношение массы дебаланса к массе колеблющейся части рабочего органа  $\delta_M \in [0,0014; 0,0071]$ ; безразмерный параметр, характеризующий расположение дебаланса, относительно центра масс колеблющейся части системы  $\delta_d \in [1,41; 1,88]$ . Результаты работы будут использованы при проведении многофакторного эксперимента для определения рациональных параметров процесса нанесения консервантов на поверхность зерна.

**Annotation.** *The article presents a method search experiments of the process of preserving grain in the installation of the proposed design, grounded border, varying the design parameters of equipment and technological parameters of the process. Based on the results obtained, it was found that the limits of variation of factors that affect the process of grain canning vary in the following range of values: the angular speed of the shaft  $\omega \in [195; 320]$ ; a dimensionless parameter that characterizes the ratio of the height of the shell lifting to its diameter  $\delta_{ob} \in [0,02; 0,04]$ ; dimensionless parameter describing the ratio of the particle radius of the processed material to the hole radius  $v \in [5,30; 6,70]$ ; dimensionless parameter describing the ratio of the mass of the debalance to the mass of the oscillating part of the working body  $\delta_M \in [0,0014; 0,0071]$ ; dimensionless parameter describ-*

ing the location of the debalance relative to the center of mass of the oscillating part of the system  $\delta_d \in [1,41; 1,88]$ . The results will be used in a multi-factor experiment to determine the rational parameters of the process of applying preservatives to the grain surface.

**Ключевые слова:** поисковый эксперимент, конструктивные параметры оборудования, технологические параметры консервирования зерна.

**Keywords:** explorado-experiment, design parameters of equipment, technological parameters of grain preservation.

## Введение

Обработка фуражного зерна жидкими консервантами позволяет одновременно провести мероприятия по его обеззараживанию от патогенной микрофлоры и микотоксинов перед включения его в корма [1]. В связи с актуальностью данного вопроса для сельского хозяйства и комбикормовой промышленности Республики Беларусь сотрудниками сельскохозяйственной академии (г. Горки, Могилевской области) совместно с сотрудниками НПП “Белама плюс” (г. Орша, Витебской области) предложена установка, предназначенная для нанесения консервантов в виде растворов, эмульсий или суспензий на поверхность зерна. Подробное ее описание и принцип работы рассмотрены в источниках [2, 3]. Узлы и агрегаты этой установки позволяют произвести подачу, равномерное нанесение и смешивание потока зерна с жидким компонентом, за счёт реализованных в нём конструктивных особенностей [4, 5].

Данная статья посвящена исследованиям, направленным на выявление основных факторов изучаемого процесса и обоснование их границ варьирования.

## Результаты и их обсуждение.

На первом этапе трехстадийного отбора факторов, включаемых в модель, производился априорный их анализ. При этом на факторы ограничений не накладывалось.

На основании априорной информации и теоретических исследований [5, 6, 7] к таким факторам были отнесены: угловая скорость вращения вала –  $\omega$  ( $\text{с}^{-1}$ ), высота поднятия обечайки –  $h_{об}$  (м), диаметр обечайки –  $D_{об}$  (м), эквивалентный радиус обрабатываемого материала –  $r_ч$  (м), радиус отверстий перфорированной поверхности –  $r_{отв}$  (м), масса дебаланса –  $m_d$  (кг), масса рабочего органа –  $M_{р.о.}$  (кг), расстояние расположения дебаланса по вертикали от центра масс –  $z_d$

(м), расстояние расположения дебаланса от вертикальной оси симметрии системы –  $x_d$  (м). В работе[6] была установлена методика расчета таких конструктивных параметров камеры смешивания, как коэффициент перфорации  $k_{пер}$  сепарирующей поверхности, ее ширина  $H_{пер}$  (м), радиус диска рабочего органа  $r_d$  (м). Поэтому при проведении экспериментов эти параметры не рассматривались нами в качестве объектов факторного пространства.

Основными результирующими факторами выступали: производительность установки –  $Q$  (кг/с) и коэффициент неравномерности обработки зерна рабочим раствором  $k_{н.о.}$ . Для проверки рабочей гипотезы о зависимости равномерности обработки зерна консервантом от его распределения по толщине кольцевого потока при постоянных параметрах капельного потока был выдвинут второстепенный показатель – коэффициент неравномерности распределения материала при просыпании его через перфорированную поверхность рабочего органа  $k_{нр}$ .

Для целенаправленного и контролируемого проведения экспериментальных исследований и устранения незначимых факторов проводилось мысленное их осмысление. Цель этого этапа – уменьшение числа факторов, влияющих на результирующие, определение границ варьирования каждого из факторов.

Выбор верхней границы угловой скорости вращения вала  $\omega$  обосновывался из условия простоты и надёжности конструкции привода, т.е. привод не должен иметь промежуточных передач. Передача вращения от двигателя к валу распылителя и дебаланса должна осуществляться напрямую. Верхняя граница угловой скорости вращения вала  $\omega$  была взята равной  $400 \text{ с}^{-1}$  исходя из тех соображений, что максимальная скорость вращения асинхронных двигателей равняется этой величине.

Надёжность конструкции предполагала исключение из технологического процесса режимов, которые могут повлиять на прочностные характеристики оборудования. Предварительные экспериментальные исследования показали, что увеличение  $\omega$  свыше  $400 \text{ с}^{-1}$  может привести к резонансным эффектам. Выбор нижней границы  $\omega=157,1 \text{ с}^{-1}$  обуславливался качеством работы – резким снижением пропускной способности оборудования. Поэтому рассматриваемый фактор

при поисковых экспериментах варьировал в пределах от  $157,1 \text{ с}^{-1}$  до  $400 \text{ с}^{-1}$ .

Анализ теоретических исследований показал, что на пропускную способность питателя зернового материала оказывает влияние, как высота открытия обечайки, так и её диаметр. Причём одинаковую подачу при фиксированных режимах работы оборудования можно получить варьируя  $h_{об}$ , зафиксировав  $D_{об}$  или варьируя  $D_{об}$  зафиксировав  $h_{об}$ . Это означает, что подача зависит от соотношения этих двух параметров. Естественно, в технологическом процессе более целесообразно изменять  $h_{об}$ , при этом диаметр обечайки  $D_{об}$  выбирать так, чтобы обеспечить максимальную пропускную способность материала через пропускной узел [8]. На основании априорной информации и теоретических исследований было установлено, что диаметр обечайки может быть зафиксирован в пределах:

$$\sqrt{\frac{4Q_{\max}}{\lambda \cdot \pi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_m}}} \leq D_{об} \leq 2 \cdot \left( r_d - \frac{h_{об}}{\text{tg}(\varphi)} \right) \quad , \quad (1)$$

где  $\lambda$  – коэффициент заполнения, определяемый опытным путём,

$h_m$  – высота материала над выпускным отверстием обечайки, м,

$\varphi$  – угол естественного откоса материала, рад,

$r_d$  – радиус диска распределительного устройства, м,

$Q_{\max}$  – максимальная подача, кг/с.

Как правило, величина этого параметра выбирается исходя из конструктивных особенностей оборудования. Таким образом, было установлена целесообразность использования в экспериментальных исследованиях безразмерного параметра  $\delta_{об} = h_{об}/D_{об}$ , характеризующего соотношение высоты поднятия обечайки к её диаметру. Диаметр обечайки в экспериментах был зафиксирован на уровне  $D_{об}=0,18$  м, а диаметр диска распределительного устройства на основании теоретических исследований рассмотренных в работах [6, 7] на уровне 0,25 м.

Максимальная величина параметра  $\delta_{об}$  определялась исходя из условия формирования максимального слоя, устойчивого нахождения его и удержания

на диске распределительного устройства в состоянии покоя. Максимальная величина этого параметра при фиксированных диаметрах обечайки и диска составила  $\delta_{об}=0,222$ .

Наилучшие условия просеивания и равномерного распределения зерна по перфорированной поверхности рабочего органа обеспечиваются при определённых соотношениях размеров её отверстий и зернового материала [5, 9]. В источнике [9] рекомендуется объединить эти два параметра в единый безразмерный комплекс  $\nu = r_{отв}/r_{э.ч.}$ , характеризующий соотношение радиуса отверстия к эквивалентному радиусу частицы материала. Нижняя граница данного параметра  $\nu = 5,33$  была определена из предварительных экспериментов на основании стабильности и устойчивости технологического процесса сепарации зерна через отверстия решета и равномерности распределения его по поверхности рабочего органа. Верхняя граница  $\nu = 6,7$  характеризовала величину параметра, при котором сохранялась жёсткость конструкции.

Основной силой, побуждающей зерно к движению, является центробежная сила. Она возникает в результате вращения дебаланса с массой  $m$ . В процессе вращения дебаланса силы, действующие на рабочий орган, стремятся уравновесить друг друга. Поэтому, чтобы обеспечить колебания системы необходимо выполнение следующего условия

$$m \cdot \omega^2 \cdot z_{цм} \cdot y_d \geq M \cdot g \cdot x_d, \quad (2)$$

где  $x_d, z_{цм}$  – величины, характеризующие расположение точки подвески колеблющейся части системы соответственно от центра масс и дебаланса, м;

$y_d$  – величины, характеризующие расположения массы дебаланса от оси симметрии рабочего органа, м;

$M$  – масса рабочего органа, кг;

$m$  – масса дебаланса, кг.

Преобразовав данное выражение получим

$$\frac{m \cdot \omega^2 \cdot z_{цм} \cdot y_d}{M \cdot g \cdot x_d} \geq 1. \quad (3)$$



Анализ данного выражения показывает, что от соотношения масс дебаланса и рабочего органа, а также соотношения расстояний от точки подвески до центров масс рабочего органа и дебаланса зависит динамика движения рабочего органа и динамика движения зернового материала на нем.

Учитывая однородность данных параметров, их взаимное влияние на показатель эффективности и отсутствие взаимосвязи между ними, выделим в соотношении (3) соответствующие безразмерные комплексы: 1)  $\delta_M = m/M$ , 2)  $\delta_d = z_{цм}/x_d$ . Образованные параметры будем рассматривать в качестве параметров подобия конструкции предлагаемой установки.

Поскольку в поисковых экспериментах изменять массу рабочего органа нецелесообразно и затруднительно, то для их проведения данный параметр был зафиксирован исходя из условий прочности конструкции при минимально возможной массе  $M = 14$  кг. Нижняя граница параметра  $\delta_M = 0,00143$  была определена исходя из массы дебаланса  $m = 0,02$  кг, при которой движения зернового материала под действием вибрации по горизонтальной поверхности протекает непрерывно и стабильно.

Анализ теоретических исследований [5, 6] и априорной информации [9] показывает, что амплитуда круговых колебаний подвижной части рабочего органа, зависит от расположения его центра масс и дебаланса до точки подвески колеблющейся части системы, а также жесткости самих подвесок. Так как при изготовлении оборудования применялись стандартные кольцевые подвески, то в исследованиях данный параметр не рассматривали в качестве фактора. Исходя из конструкции рабочего органа, расстояние от центра масс до места подвески колеблющейся части системы было зафиксировано  $x_{цм} = 0,085$  м, а расстояние от точки подвески колеблющейся части системы до дебаланса  $z_d$  в процессе исследований изменяли от 0,12 м, как минимально возможное расположение дебаланса на подвижном валу. В результате нижняя граница безразмерного параметра  $\delta_d$  равнялась 1,412.

Исходя из результатов приведенного анализа для проведения поисковых экспериментов был сформирован окончательный набор факторов и определены границы их варьирования таблица 1.

Таблица 1 - Порядок исследования, опорные границы и направления варьирования факторов

Порядок исследования	Факторы, размерность	Обозначения	Границы		Направление варьирования факторов
			(-)	(+)	
1.	Угловая скорость вращения вала, $c^{-1}$	$\omega$	157,1	400,0	↑
2.	Безразмерный параметр, характеризующий соотношение высоты поднятия обечайки к её диаметру	$\delta_o$	–	0,222	↓
3.	Безразмерный параметр, характеризующий соотношение радиуса частицы обрабатываемого материала к радиусу отверстия	$\nu$	5,33	6,7	↑
4.	Безразмерный параметр, характеризующий отношение массы дебаланса к массе колеблющейся части рабочего органа	$\delta_M$	0,001	–	↑
5.	Безразмерный параметр, характеризующий расстояние дебаланса, относительно центра масс колеблющейся части системы	$\delta_d$	1,412	–	↑

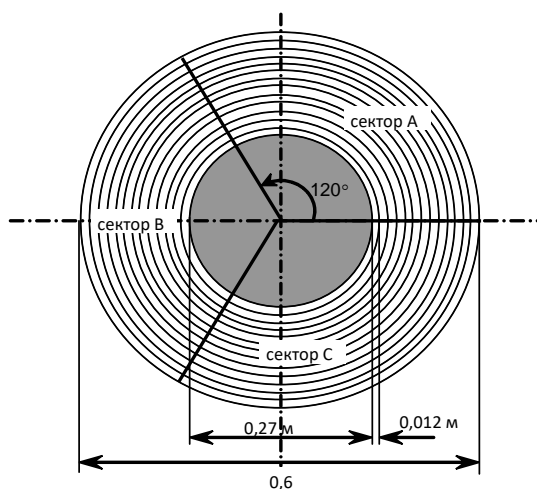


Рисунок 1 - Мерный поддон

С целью определения степени влияния основных факторов, подтверждения и уточнения установленных ограничений, были проведены однофакторные поисковые эксперименты. Объектами исследования служили параметры табл. 1, а предметом – лабораторная установка с предлагаемым модулем дозирования-смешивания. Лабораторная установка повторяла конструкцию модуля дозирования-

ния-смешивания с диаметром камеры смешивания 0,6 м (выбор обусловлен характеристиками проникновения капельного потока в плотном слое), с фиксированным диаметром обечайки 0,18 м и диаметром диска распределительного устройства 0,25 м (параметры были зафиксированы на основании теоретических исследований рассмотренных в работах [6, 7]). При варьировании факторов, на основании технологической схемы, зерновой материал в течение времени  $\tau$  (время сбора материала определялось исходя из активности сепарации) собирался в мерный ячеистый поддон, разбитый на сектора, ограничивающиеся дугой  $120^\circ$  (рисунок 1). Ячейки мерного поддона были выполнены в виде состыкованных кольцевых секций шириной 0,012 м высотой 0,2 м и пронумерованных цифрами 1-13 начиная с центра. После проведения опыта накопленный материал взвешивался отдельно по кольцевым секциям каждого из секторов и производился статистический анализ результатов. В журнал фиксировалась пропускная способность оборудования на заданном режиме работы. Сравнение результатов опытов производилось путём перехода к единой размерности кг/с.

Опыты проводились на ячмене в 3 кратном повторении. Обсуждались только те результаты, которые были воспроизводимы в каждом опыте. Конструкция лабораторной установки позволяла реализовать намеченную программу исследований и обеспечить варьирование факторов в установленных пределах.

В качестве критериев оценки исследований использовали показатели пропускной способности установки  $Q_3$  и коэффициент неравномерности распределения материала при просыпании его через перфорированную поверхность рачевого органа  $k_{нр}$ .

На предварительных этапах экспериментов была выбрана опорная точка  $\omega=314,2 \text{ с}^{-1}$ ,  $h_{об}=0,04 \text{ м}$ ,  $r_{отв}=0,008 \text{ м}$ ,  $m=0,08 \text{ кг}$ ,  $z_d=0,12 \text{ м}$  изменения регулируемых параметров, оказывающих влияние на технологический процесс нанесения консерванта на зерно. Схема поисковых исследований подразумевала поэтапное варьирование одного из факторов при фиксированных параметрах остальных на уровнях опорной точки.

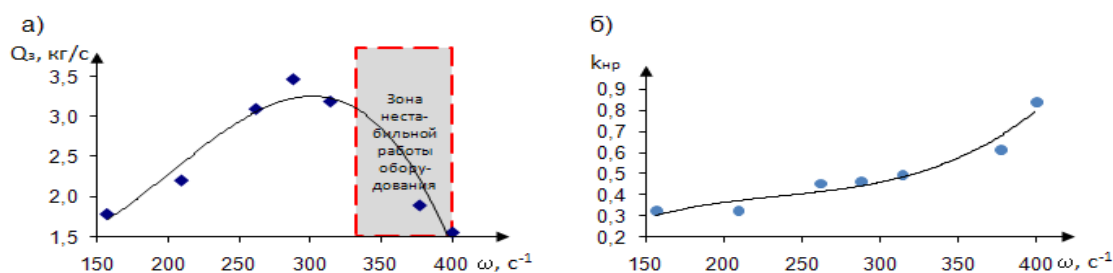


Рисунок 2 -Графики зависимостей пропускной способности оборудования (а) и неравномерности распределения (б) от изменения угловой скорости вращения вала.

Опыты показали (рис 2, а), что увеличение пропускной способности оборудования с 1,67 кг/с до 3,33 кг/с происходит с увеличением угловой скорости вращения вала от 157,1 с<sup>-1</sup> до 293,2 с<sup>-1</sup>. Дальнейшее увеличение угловой скорости с 293,2 с<sup>-1</sup> до 320 с<sup>-1</sup> не приводит к значительному повышению подачи, а её изменение с 330 с<sup>-1</sup> и выше вызывает неустойчивую работу системы и возникновение резонансных эффектов.

Объясняется это тем, что при увеличении угловой скорости свыше 290 с<sup>-1</sup> происходит резкое увеличение горизонтальной составляющей амплитуды  $\alpha_{гор}$  колебательного движения подвижной части системы, при практически неизменной вертикальной составляющей  $\alpha_в$ . В свою очередь, это вызывает уменьшение фиктивной площади отверстий сепарирующей поверхности рабочего органа и замедление просеивания. При этом зерновой материал начинает накапливаться на решетке, что может привести к его завалам или нарушению прочностных характеристик рабочего органа. Такие явления наблюдались на предварительных этапах исследования с увеличением угловой скорости свыше 320 с<sup>-1</sup>.

Было установлено, что увеличение угловой скорости вращения вала от 157 до 400 с<sup>-1</sup> приводит к возрастанию неравномерности распределения зернового материала с 32 % до 84 % при прохождении его через перфорированную поверхность рабочего органа (рисунок 2, б).

В результате поискового эксперимента выявлено, что подача материала увеличивается в пределах от 0 до 3,33 кг/с при поднятии обоймы дозатора до 0,04 м. (рисунок 3, а). Дальнейшее увеличение высоты поднятия обечайки не

приводило к увеличению подачи. Основная причина – полное заполнение зерном решетной поверхности.

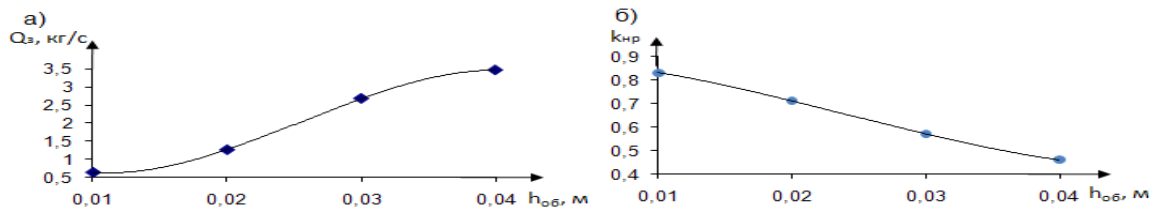


Рисунок 3 - Графики зависимостей пропускной способности оборудования (а) и неравномерности распределения (б) от изменения высоты поднятия обечайки

Опыты показали, что изменение высоты поднятия обечайки дозатора зернового материала в пределах от 0,01 до 0,04 м. существенно влияет на равномерность прохождения материала через перфорированную поверхность рабочего органа. При поднятии обечайки наблюдалось выравнивание распределения зернового материала (рисунок 3, б), т.е. неравномерность уменьшалась на 37 %.

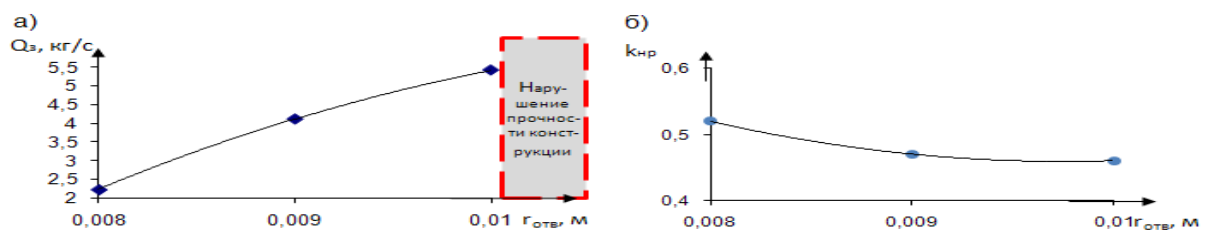


Рисунок 4 - Графики зависимостей пропускной способности оборудования (а) и неравномерности распределения (б) от изменения радиуса отверстий перфорированной поверхности рабочего органа

Анализ зависимостей пропускной способности оборудования и неравномерности распределения материала при прохождении перфорированной поверхности рабочего органа от изменения радиуса отверстий этой поверхности показал, что увеличение радиуса отверстий в пределах от 0,008 до 0,01 м. приводит к существенным увеличениям пропускной способности рассматриваемого оборудования от 2,23 до 5,43 кг/с (рисунок 4, а) и практически не влияет на равномерность распределения материала при прохождении его распределительной поверхности ( $k_{нр}$  изменяется от 0,52 до 0,46) (рисунок 4, б).

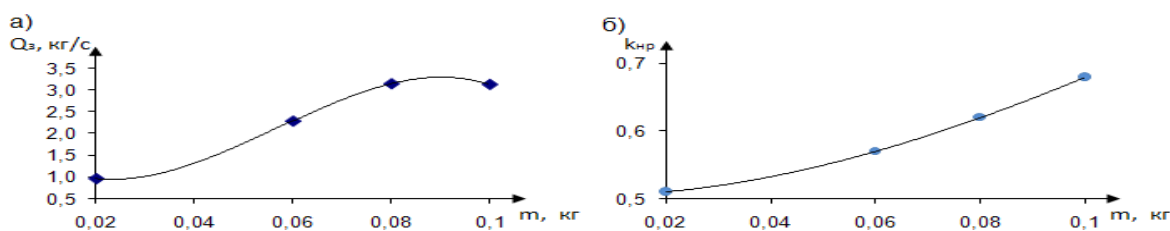


Рисунок 5 - Графики зависимостей пропускной способности оборудования (а) и неравномерности распределения (б) от изменения массы дебаланса

Дальнейшее увеличение радиуса отверстий решета приводило к нарушению прочностных характеристик рабочего органа находящейся под вибрацией и выхода его из строя.

Эксперименты по варьированию массы дебаланса (рисунок 5) выявили, что пропускная способность оборудования увеличивается от 0,96 до 3,14 кг/с при изменении массы дебаланса от 0,02 до 0,08 кг. Дальнейшее увеличение этого параметра приводило к стабилизации пропускной способности, а в некоторых случаях и её снижению. Данные опыты показали, что с увеличением массы дебаланса возрастает неравномерность распределения материала при прохождении его через перфорированную поверхность распределительного устройства. При увеличении массы дебаланса свыше 0,1 кг наблюдались нежелательные эффекты, связанные с нарушением прочности конструкции и вызванные резонансными явлениями.

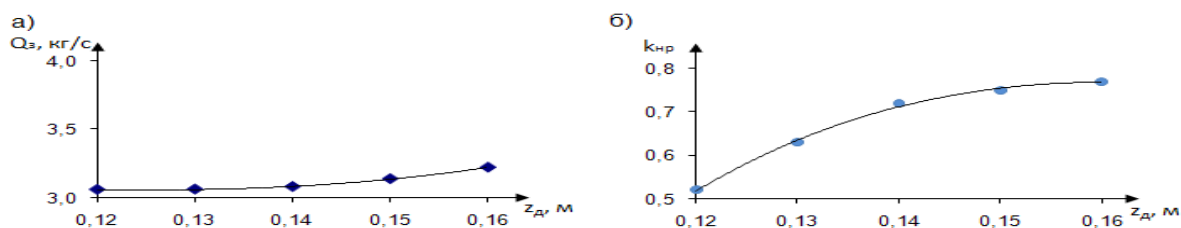


Рисунок 6 - Графики зависимостей пропускной способности оборудования (а) и неравномерности распределения (б) от изменения величины, характеризующей расположение точки подвески колеблющейся части системы от дебаланса

Графики зависимостей пропускной способности оборудования (рисунок 6, а) и неравномерности распределения (рисунок 6, б) от изменения величины, ха-

рактикующей расположением точки подвески колеблющейся части системы от дебаланса показали, что данный параметр не существенно влияет на пропускную способность оборудования, однако, значим для распределения зернового материала в камере смешивания. Так при изменении величины  $z_d$  от 0,12 до 0,16 м пропускная способность оборудования увеличилась лишь на 5,3 %, тогда как изменение неравномерности распределения материала в камере смешивания составило 25%, причём в сторону её увеличения.

### **Заключение.**

Обобщив результаты исследований, был сделан вывод, что границы варьирования факторов, оказывающих влияние на процесс консервирования зерна в предлагаемом оборудовании, изменяются в следующем диапазоне:

- угловая скорость вала  $\omega \in [195; 320]$ ;
- безразмерный параметр, характеризующий соотношение высоты поднятия обечайки к её диаметру  $\delta_{об} \in [0,02; 0,04]$ ;
- безразмерный параметр, характеризующий соотношение радиуса частицы обрабатываемого материала к радиусу отверстия  $\nu \in [5,30; 6,70]$ ;
- безразмерный параметр, характеризующий отношение массы дебаланса к массе колеблющейся части рабочего органа  $\delta_M \in [0,0014; 0,0071]$ ;
- безразмерный параметр, характеризующий расположение дебаланса, относительно центра масс колеблющейся части системы  $\delta_d \in [1,41; 1,88]$ .

Результаты работы будут использованы при проведении многофакторного эксперимента для определения рациональных параметров процесса нанесения консервантов на поверхность зерна.

### **Литература**

1. Разведение с основами частной зоотехнии: метод. пособие по прохождению учеб. практики по разведению с основами частной зоотехнии / С.Е. Яковлева, В.В. Кривопушкин, В.Е. Гапонова, А.Е. Рябичева. Брянск, 2013. 50 с.
2. Шаршунов В.А., Червяков А.В. Курзенков С.В. Состояние и тенденции применения новых ресурсосберегающих технологий при производстве комбикормов. М.: Девятка Принт, 2004. 136 с.
3. Червяков А.В. Повышение эффективности хранения фуражного зерна при производстве комбикормов // Актуальные проблемы механизации с.-х. производства: материалы науч. - практ. конф., Горки, 15 сентября 2006 г. Горки: Изд-во Белорусская ГСХА, 2007. С. 126-134.

4. Червяков А.В., Курзенков С.В., Иващенко Л.М. Результаты испытаний установок консервирования зерна УКЗ–20 и УКЗ–50 // Актуальные проблемы механизации с.-х. производства: материалы науч. - практ. конф., Горки, 15 сентября 2006 г. Горки: Изд-во Белорусская ГСХА, 2007. С. 152-156.

5. Червяков А.В., Курзенков С.В., Козлов С.И. Теоретические исследования динамики движения точки распределительного устройства питателя-дозатора оборудования для внесения консервантов // Вестник Белорусской ГСХА. 2007. № 2. С. 132-138.

6. Шаршунов В.А., Червяков А.В. Курзенков С.В. Изучение параметров потока сыпучего материала в камере смешивания установки консервирования зерна // Известия НАН Беларуси. Сер. аграрных наук. 2008. № 4. С. 94-102.

7. Шаршунов В.А., Червяков А.В. Курзенков С.В. Обоснование конструктивных параметров рабочего органа оборудования для внесения консервантов в поток зернового материала // Вестник МГУП. 2008. № 1 (4). С. 74-81.

8. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты отсеивающих экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность с.-х. машин: материалы науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ. 2018. С. 38-44.

УДК 621.867.2

## **КИНЕМАТИКА ДВИЖЕНИЯ НАСЫПНОГО ГРУЗА В ПРОЦЕССЕ СВРАЧИВАНИЯ ЛЕНТЫ ТРУБЧАТОГО КОНВЕЙЕРА В ТРУБУ**

*к.т.н. Дьяченко А.В., к.с.-х.н. Орехова Г.В.*

*Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **KINEMATICS OF MULTI-LOAD MOVEMENT DURING THE TUBING OF A TUBULAR CONVEYOR TO A PIPE**

*candidate of technical Sciences Dyachenko A.V., candidate of agricultural Sciences Orehova G.V.*

*Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация.** В статье рассмотрена кинематика движения насыпного груза в процессе сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу. Сделаны выводы, что траектории главных напряжений имеют волнистый, знакопеременный характер. Каждую из них можно однозначно охарактеризовать исходной точкой на поверхности ленты. А также, что каждая из траекторий главных напряжений пересекается на определенной высоте с вертикальной осью. Для нахождения этой высоты можно использовать уравнение траектории главных напряжений в полярных координатах. Выведены формулы для определения уровня груза на различных этапах процесса сворачивания ленты в трубу.

**Annotation.** The article discusses the kinematics of the movement of bulk cargo in the process of folding the tape of the tubular conveyor into the pipe. It is concluded that the trajectories of the main stresses have a wavy, alternating character. Each of them can be unambiguously characterized by a starting point on the surface of the tape. And also, that each of the trajectories of the main stresses intersects at a certain height with a vertical axis. To find this height, you can use the equation of the trajectory of the main stresses in polar coordinates. Formulas for determining the level of cargo at various stages of the process of folding the tape into the pipe are derived.

**Ключевые слова:** ленточный конвейер, трубчатый конвейер, конвейерная лента, напряженно-деформированное состояние, насыпной груз.

**Key words:** belt conveyor, pipe conveyor, conveyor belt, stress-strain state, bulk cargo.



## **Введение**

Ленточные конвейеры (транспортеры) получили широкое распространение в агропромышленном комплексе и дорожном строительстве для транспортировки сыпучих, порошкообразных, мелко- и среднекусковых, а также небольших штучных грузов, таких как зерновые, бобовые культуры или дорожно-строительные материалы (песок, гравий, щебень, асфальтобетонная смесь). Их преимущества - простота и универсальность конструкции, небольшая металлоемкость, малый расход энергии.

К недостаткам ленточных конвейеров можно отнести неспособность традиционных конструкций работать на криволинейных трассах, при значительных углах наклона, просыпи и пылеобразование.

В связи с этим в России и за рубежом ведется интенсивная работа по созданию более совершенных конструкций ленточных конвейеров. в частности 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 роликовым ставом [1] или перегружатели сельскохозяйственных грузов (зерновые, бобовые, удобрения) с направляющей для ленты в виде металлической трубы.

Наибольший интерес для исследования представляют переходные участки данных конвейеров – участок формирования глубокого желоба (трубы) [2, 3, 4, 5], формирования глубокого желоба (мешка) [6], криволинейных участков [7].

### **Исследование кинематики движения насыпного груза в процессе сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу**

Поскольку сыпучий груз может принимать любую форму, движение точек поверхности ленты будет определять напряженно-деформированного состояния груза. В связи с этим в работе [8] были проведены исследования кинематики процесса сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу.

В данной работе было принято, что в процессе сворачивания ленты с грузом в трубу ее поперечное сечение 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).

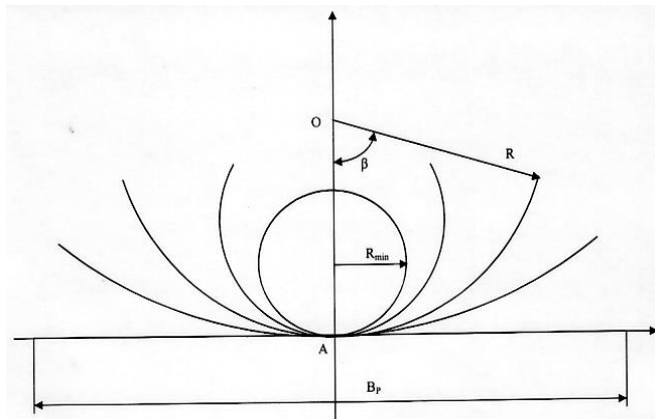


Рисунок 1 - Процесс сворачивания ленты с грузом в трубу.

Текущее значение радиус в любой момент времени равно

$$R = B_p / 2\beta_{\max}, \quad (2)$$

где  $\beta_{\max}$  - центральный угол, на который опирается текущая дуга поперечного сечения ленты характеризующий текущую фазу процесса сворачивания и изменяющийся от некоторого начального значения до  $\pi$ .

Также была принята расчетная схема для составления уравнения траекторий движения точек ленты рисунок 2 и соответствующая ей система обозначений.

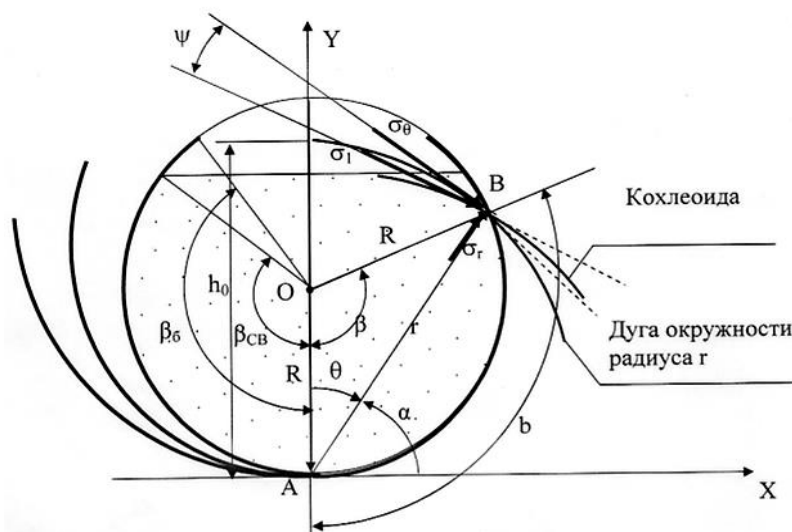


Рисунок 2 - Расчетная схема для составления уравнения траекторий точек ленты

Полярный угол,  $\alpha$  отсчитываемый от горизонтали против часовой стрелки ( $r$ ,  $\alpha$  полярные координат с полюсом в нижней точке А). Тангенциальное нормальное напряжение  $\sigma_\theta$ , радиальное  $\sigma_r$ , если  $\psi$  - угол между касательными к окружности радиуса  $r$  и к траектория движения точек ленты в точке их пересечения.

Для полярной системы координат с полюсом в точке А длина радиус-вектора  $r$ , из треугольника АОВ, определяется по формуле

$$r = 2R \sin \beta , \quad (3)$$

$$\beta = b/R , \quad (4)$$

где  $b$  - длина дуги, соответствующая рассматриваемой точке контура ленты и отсчитываемая от полюса в нижней точке сечения по ширине ленты;

$\beta$  - текущий центральный угол.

Были сделаны выводы, что траектории движения всех точек ее поверхности представляют собой спиралевидные кривые – кохлеоиды. А также, что при некотором критическом значении угла  $\alpha = \alpha_{кр} \cong 67^\circ$  направление движения точек поверхности ленты в данный момент времени горизонтально, а траектория наибольшего главного напряжения является здесь горизонтальной прямо линией.

Приведенные в данной работе зависимости касаются только части ленты заполненной грузом (которая находится в контакте с грузом). Поэтому встает задача определения точки на ленте, до которой в данный момент дошел груз (определения уровня груза) 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).

Площадь сечения закрытой трубы конечного радиуса находим по формуле

$$S_1 = \pi r_{\min}^2 = \frac{B_p^2}{4\pi}. \quad (5)$$

Площадь сегмента

$$S_2 = r^2 \left[ \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right) - \left(1 - \frac{h}{r}\right) \sqrt{\frac{h}{r} \left(2 - \frac{h}{r}\right)} \right], \quad (6)$$

где  $h$  – высота уровня груза.

Подставляя значения площадей фигур, получаем следующее равенство

$$\frac{B_p^2}{4\pi} = r^2 \left[ \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right) - \left(1 - \frac{h}{r}\right) \sqrt{\frac{h}{r} \left(2 - \frac{h}{r}\right)} \right]. \quad (7)$$

Поскольку формула для определения площади сегмента является трансцендентной, выразить однозначно высоту уровня груза  $h$  из полученного выражения невозможно, однако траектория движения точки пересечения свободной поверхности груза с поверхностью ленты может быть задана параметрически. Для ее построения, разделив обе стороны выражения (7) на  $R^2$  и обозначив  $B/R$  как  $F$  и  $h/R$  как  $\lambda$ , получаем безразмерную зависимость  $F(\lambda)$ .

$$F = \sqrt{4\pi \left[ \arccos(1 - \lambda) - (1 - \lambda) \sqrt{\lambda(2 - \lambda)} \right]}. \quad (8)$$

Для построения кривых уровней груза по оси ординат откладываем значения высот уровней груза  $h$ , а по оси абсцисс - значения половин ширины свободной поверхности груза  $a = \sqrt{h(2r - h)}$ , как функции от параметра  $\lambda$ , вид которых следует из очевидных математических преобразований:

$$h = \frac{B_p \lambda}{F(\lambda)}, \quad (9)$$

$$a = B_p \sqrt{\frac{2\lambda}{(F(\lambda))^2} - \left(\frac{\lambda}{F(\lambda)}\right)^2}. \quad (10)$$

По причине симметрии при рассмотрении напряженно-деформированного состояния груза в дальнейшем можно рассматривать только одну половину сечения. На рисунок 2.3 показана правая половина поперечного сечения желоба трубчатого конвейера на различных стадиях сворачивания, совмещенная с траекториями движения точек ленты, взятых через  $1/8$  ее ширины, с

кривыми изменения высоты уровня груза для соответствующих этим точкам степеней заполнения желоба. Ширина ленты принята за 360 единиц (дуговых градусов).

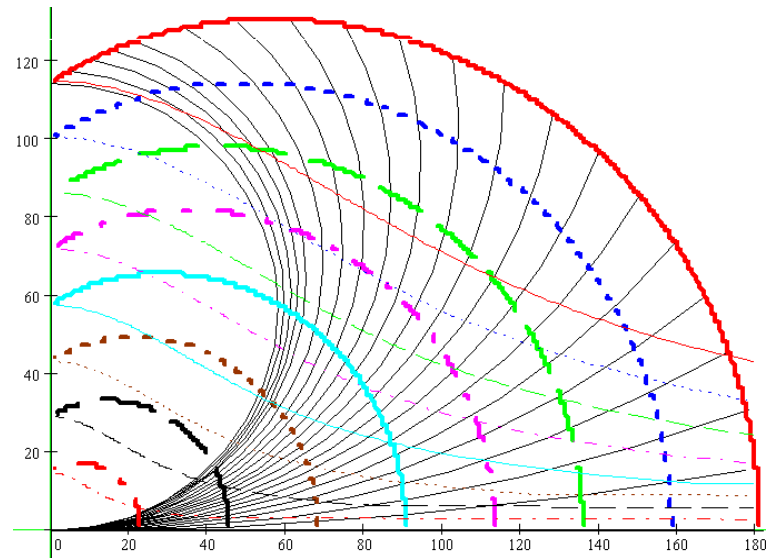


Рисунок 3 - Кинематика сворачивания ленты трубчатого конвейера с грузом (условные обозначения - в тексте).

На рисунок 3 сплошными тонкими линиями обозначены дуги поперечных сечений ленты; жирными линиями изображены траектории движения точек ленты; тонкими прерывистыми – кривые уровней груза.

Траектории движения точек ленты и кривые изменения высоты уровня груза были построены на ЭВМ с помощью программы Mathcad. Дуги поперечного сечения ленты – с помощью программы Autocad.

Напряженно-деформированное состояние груза удобно описывать в системе координат  $r, \theta$ , где  $\theta = (\pi/2 - \alpha)$  – угол, отсчитываемый от вертикальной оси в направлении противоположном углу  $\alpha$ , отсчитываемому от горизонтальной оси. При этом

$$\operatorname{tg}\psi = f(r, \theta), \quad (11)$$

где  $f(r, \theta)$  – функция, удовлетворяющая граничным условиям.

При полном сцеплении груза с лентой:

$$f(r, \theta) = 0, \quad \text{при } \theta = 0;$$

$$f(r, \theta) = f_{ГП}(\theta) = \frac{1}{\frac{\pi}{2} - \theta} - \operatorname{tg} \theta, \quad \text{при } r = 2R \cos \theta \quad (12)$$

или, иначе

$$f(r, \theta) = f_{ГП}(r) = \frac{1}{\arcsin \frac{r_{ГП}}{2R}} - \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{r_{ГП}}{2R}\right)^2}}{\left(\frac{r_{ГП}}{2R}\right)}, \quad \text{при } \cos \theta_{ГП} = \frac{r_{ГП}}{2R} \quad (13)$$

Если сцепление груза с лентой очень мало,

$$\begin{aligned} f(r, \theta) &= 0, \quad \text{при } \theta = 0; \\ f(r, \theta) &= f_{ГП}(\theta) = \operatorname{ctg} \theta_{ГП}, \quad \text{при } r_{ГП} = 2R \cos \theta_{ГП} \end{aligned} \quad (14)$$

или, иначе

$$f(r, \theta) = f_{ГП}(r) = \frac{\left(\frac{r_{ГП}}{2R}\right)}{\sqrt{1 - \left(\frac{r_{ГП}}{2R}\right)^2}}, \quad \text{при } \cos \theta_{ГП} = \frac{r_{ГП}}{2R}. \quad (15)$$

В дальнейшем считаем, что в обоих случаях заданы два граничных условия по углу  $\theta$ . При этом в случае полного сцепления:

$$\begin{aligned} f(r, \theta) &= 0, \quad \text{при } \theta = 0; \\ f(\rho, \theta) &= f_{ГП}(\rho) = \frac{1}{\arcsin \rho_{ГП}} - \frac{\sqrt{1 - \rho_{ГП}^2}}{\rho_{ГП}}, \quad \text{при } \cos \theta_{ГП} = \rho_{ГП}, \end{aligned} \quad (16)$$

где обозначено  $r/2R = \rho \leq 1$ .

В случае очень малого сцепления:

$$\begin{aligned} f(r, \theta) &= 0, \quad \text{при } \theta = 0; \\ f(\rho, \theta) &= f_{ГП}(\rho) = \frac{\rho_{ГП}}{\sqrt{1 - \rho_{ГП}^2}}, \quad \text{при } \cos \theta_{ГП} = \rho_{ГП}. \end{aligned} \quad (17)$$

Кроме того, ввиду симметрии относительно оси Y, функция  $f(\rho, \theta)$  должно быть четной по переменной  $\theta$ .

Сложность получившейся краевой задачи, обусловлена тем, что не все границы параллельны осям координат, а уравнение одной из границ содержит оба аргумента –  $\rho$  и  $\theta$ .

Траектории главных напряжений имеют волнистый, знакопеременный характер. Каждую из них можно однозначно охарактеризовать исходной точкой на поверхности ленты:

$$b_{ГР} = 2R \alpha_{ГР} = 2R\left(\frac{\pi}{2} - \theta_{ГР}\right) = 2R\left(\frac{\pi}{2} - \arccos \rho_{ГР}\right). \quad (18)$$

В то же время, каждая из траекторий главных напряжений пересекается на определенной высоте  $h$  с осью  $Y$ . Для нахождения этой высоты можно использовать уравнение траектории главных напряжений в полярных координатах через угол  $\alpha$ , учитывая, что  $\cos \theta = \sin \alpha$ :

$$-\frac{d\rho}{\rho d\alpha} = \operatorname{tg} \psi(\theta, \rho_{ГР}). \quad (19)$$

Поскольку при  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ,  $r = h$ ,  $\rho = \frac{h}{2R}$ , отсюда можно найти выражение для  $h(\pi/2)$ .

Если величины  $\alpha_{ГР}$  и  $\rho_{ГР}$  выразить через  $b_{ГР}$ , получим зависимость  $h(b_{ГР})$ .

## Выводы

1. Траектории главных напряжений имеют волнистый, знакопеременный характер. Каждую из них можно однозначно охарактеризовать исходной точкой на поверхности ленты.

2. Каждая из траекторий главных напряжений пересекается на определенной высоте  $h$  с осью  $Y$ . Для нахождения этой высоты можно использовать уравнение траектории главных напряжений в полярных координатах через угол  $\alpha$ , учитывая, что  $\cos \theta = \sin \alpha$ .

## Литература

1. Ивченко В.Н., Куров С.В. Беспросыпные ленточные конвейеры // Горная промышленность. 2005. № 4 (62). С. 39-42.

2. Дьяченко А.В. Обоснование метода расчета напряженного состояния сыпучего груза и нагрузок на опорные элементы при формировании желоба трубчатого ленточного конвейера: дис. ... канд. техн. наук. М., 2006. 172 с.

3. Дьяченко А.В. Выбор основных геометрических параметров участка формирования желоба трубчатого ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюл. 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 ГСХА. 2017. № 5 (63). С. 47-51.

5. Сазамбаева Б.Т., Маханов М. Моделирование нагрузок на конвейере с трубчатой лентой // Механика и технологии. 2018. № 3 (61). С. 76-79.

6. 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.

7. Факторы, определяющие функциональность дисперсно-упрочненных композитов на основе эпоксидных смол (машиностроение) / А.М. Михальченков, С.А. Лушкина, М.А. Михальченкова, В.И. Лавров // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 2-2. С. 25-28.

8. Кинематика процесса сворачивания ленты трубчатого конвейера / А.В. Дьяченко, А.М. Гринь, Л.С. Киселева, Е.И. Слезко, Н.В. Мысшакова // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2019. С. 477-484.

УДК 631.363

## **К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗГРУЗОЧНОГО ЦИКЛОНА ЗЕРНОВОГО ПНЕВМОТРАНСПОРТЕРА**

*к.т.н. Ченин А.Н.*

*Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **TO SUBSTANTIATE THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE UNLOADING CYCLONE OF A GRAIN PNEUMATIC TRANSPORTER**

*Senior lecturer Chenin A.N.*

*Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация.** Определены и проверены требуемые конструктивно-технологические параметры разгрузочного циклона пневмотранспортера зерна.

**Annotation.** The required design and technological parameters of the unloading cyclone of the grain pneumatic conveyor were determined and checked.

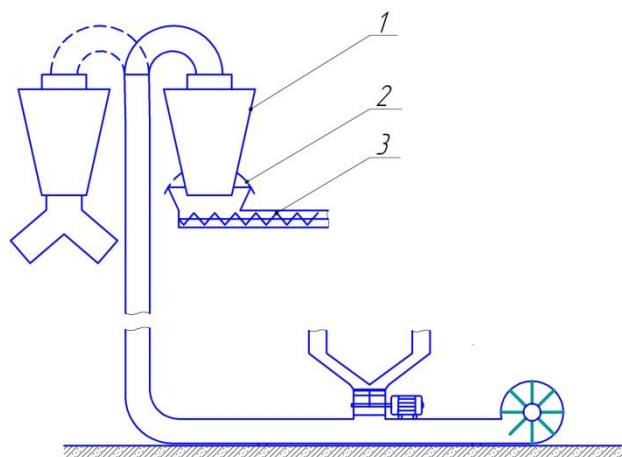
**Ключевые слова:** циклон, пневмотранспортер, зерно, зернохранилище, гелиосушильная система.

**Keywords:** cyclone, pneumatic conveyor, grain, granary, solar drying system.

При малых объемах производства зерна в условиях селекционно-семеноводческих участков, фермерских хозяйств довольно эффективным является использование гелиосушильных установок [1, 2, 5]. Для осуществления раз-



грузки и рециркуляции зерна в зернохранилищах со встроенной гелиосушильной системой применяется пневмотранспортер и шнековый транспортер-распределитель (рисунок 1) [3, 4]. Для обеспечения их совместной работы, а также для борьбы с запыленностью на рабочем месте пневмотраспортер оборудуется циклонами. Однако конструктивно-технологические параметры разгрузочного циклона, обеспечивающего совместную работу пневмотранспортера и транспортера-распределителя, в настоящее время не определены.



1 – разгрузочный циклон; 2 – фильтр; 3 – шнековый транспортер-распределитель

Рисунок 1 –Схема пневмотранспортера

Разгрузочный циклон (рисунок 2) в данном случае является соединительным звеном между пневмотранспортером и шнековым транспортером-распределителем, который выполняет функции синхронизации обоих устройств и очистки воздуха. Циклон размещается на концевой секции пневмотранспортера. По пневмотранспортеру зерновая масса вместе с воздухом и пылью перемещается для разгрузки и вводится в циклон через входной патрубок по касательной к внутренней поверхности корпуса и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к конической части циклона. Под действием центробежной силы частицы зерновой массы прижимаются к поверхности цилиндра и, снижая свою скорость, оседают. Затем зерновая масса через патрубок выхода зерна попадает в транспортер-распределитель, а воздух с пылью затягивается во внутренний цилиндр и удаляются через выхлопную трубу на очистку во второй циклон.

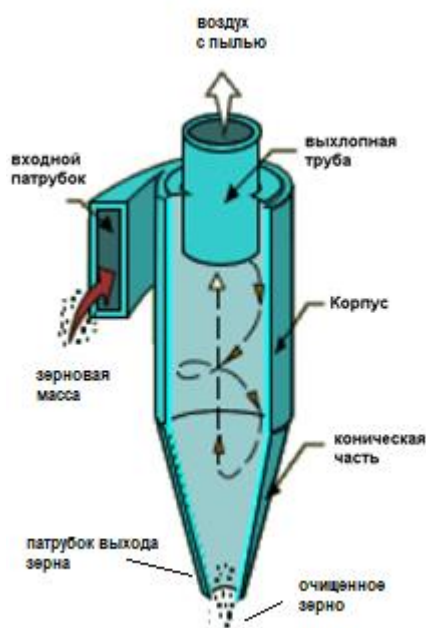


Рисунок 2 - Схема работы разгрузочного циклона

Нашей задачей является расчет конструктивно-технологических параметров разгрузочного циклона.

Расчет любого циклона рационально начинать с выбора типа циклона. Наибольшее применение при ведении зерноразгрузочных работ имеют цилиндрические и конические циклоны. Наиболее распространенными являются цилиндрические - наличие более удлиненной цилиндрической части, а наклон крышки и входного патрубка соответственно ( $\alpha$ )  $11^\circ$ ,  $15^\circ$  и  $24^\circ$  и одинаковое соотношение диаметра выхлопной трубы –  $D_B$  к диаметру циклона  $D_H = D_B/D_H = 0,59$ . Конические циклоны отличаются более удлиненной конической частью, спиральным входным патрубком и малым отношением диаметров выхлопной трубы к корпусу циклонов  $D_B/D_H = 0,33$ . Коническая часть в конструкции циклона-успокоителя служит для сбора зерна.

Конструктивно-технологические параметры циклона определяются из условия максимального снижения скорости движения частиц зерновой массы из пневмотранспортера до полного гашения, чтобы зерно не переполняло бункер-накопитель. Отсюда производительность циклона будет рассчитываться из расхода воздуха, подаваемого в циклон от пневмотранспортера.

Для начала нужно выбрать тип циклона. Т.к. шнековый транспортер имеет

собственный накопительный бункер, коническую часть циклона можно выбрать минимальную. Таким условиям соответствуют цилиндрические циклоны. Наибольшей производительностью отличаются цилиндрические циклоны НИИОГАЗ ЦН-15.

Зная тип циклона, мы можем определить оптимальную скорость воздуха  $\omega_{\text{опт}}$  в нем. Для циклона ЦН-15 оптимальной является скорость  $\omega_{\text{опт}} = 3,5$  м/с.

По оптимальной скорости можно определить наружный диаметр циклона, который будет обеспечивать проходимость всего объема воздуха из пневмотранспортера, по формуле:

$$D_{\text{н}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega_{\text{опт}}}}, \quad (1)$$

где  $Q$  - требуемый расход воздуха в пневмотранспортере, м<sup>3</sup>/с.

Требуемый расход воздуха  $Q$  находится по формуле, м<sup>3</sup>/с:

$$Q = \frac{W_{\text{ш}}}{3,6\rho_{\text{в}}\mu g}, \quad (2)$$

где  $\rho_{\text{в}} = 1,24$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  – массовая концентрация смеси (принимается для зерна  $\mu = 1$ );

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$W_{\text{ш}}$  - производительность шнекового транспортера, т/ч.

Величина  $\mu$ , представляет собой отношение массы зерна к массе воздуха в единице объема пневмопровода транспортера. При увеличении значения  $\mu$  производительность транспортера возрастает, но тогда наблюдается выпадение отдельных частиц. Этот процесс может привести к закупорке зерна в трубопроводе в месте наибольшего сопротивления. Практика конструирования показала, что для сочных кормов (силос, зеленая подкормка) и комбикорма  $\mu = 1,2.. 1,4$ , исходя из этого, для зерна принимаем  $\mu = 1$  [6].

Производительность шнекового транспортера  $W_{\text{ш}}$  определяется по формуле, т/ч [6]:

$$W_{\text{ш}} = 0,045D_{\text{ш}}^2 l_{\text{ш}} n_{\text{ш}} \rho_{\text{б}} k_{\text{з}}, \quad (3)$$

где  $D_{ш}$  – диаметр шнека, принимаем равным 0,25 м;

$l_{ш}$  – шаг витков шнека, принимаем равным 0,25 м;

$n_{ш}$  – частота вращения шнека, принимаем равной 50 мин<sup>-1</sup>;

$\rho$  – плотность зерна, принимаем равной 750 кг/м<sup>3</sup>;

$k_{\beta}$  – коэффициент изменения производительности, зависящий от угла наклона транспортера, принимаем равным единице при горизонтальном расположении;

$k_3$  – коэффициент заполнения шнека, принимаем равным 0,5.

С учетом принятых конструктивных параметров и выражений (2, 3) имеем: производительность шнекового транспортера равна 13 т/ч, требуемый расход воздуха пневмотранспортера – 0,3 м<sup>3</sup>/с.

Зная расход воздуха, находим диаметр циклона. Он будет равен 330 мм.

Для цилиндрических циклонов принят следующий ряд внутренних диаметров  $D_B$ , мм: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400 и 3000. Принимаем ближайший диаметр - 300 мм.

Теперь необходимо по принятому диаметру найти действительную скорость  $\omega$  и проверить расхождение с оптимальной скоростью  $\omega_{опт}$ . Действительная скорость в циклоне не должна отклоняться от оптимальной более чем на 15%.

$$\omega = \frac{4Q}{\pi n D_H^2}, \quad (4)$$

где  $n$  – число циклонов.

Действительная скорость  $\omega = 4$  м/с. Отсюда отклонение равняется 14,7%, что является нормой, а значит, производительность циклона удовлетворяет нашим требованиям. Типовой циклон принимаем ЦН-15-300.

Нормальная работа системы будет обеспечиваться при следующих размерах циклона, м:

длина  $H_1 = 1,7D_B$  и диаметр внутреннего цилиндра  $D_B = 0,06\sqrt{60Q}$ ,

длина  $H_2 = 1,25D_B$  и диаметр наружного цилиндра  $D_H = 2D_B$ ;

длина горловины  $H_3 = 1,35D_B$  и ее диаметр  $D_T = 1,35D_B$ ;

возвышение внутреннего цилиндра над наружным  $H_4 = 0,25D_B$ ;

размеры входного отверстия в циклон  $b = \frac{D_H - D_B}{2}$  и  $a = 1,75b$ .

Схема циклона с расчетными значениями параметров представлена на рисунке 3.

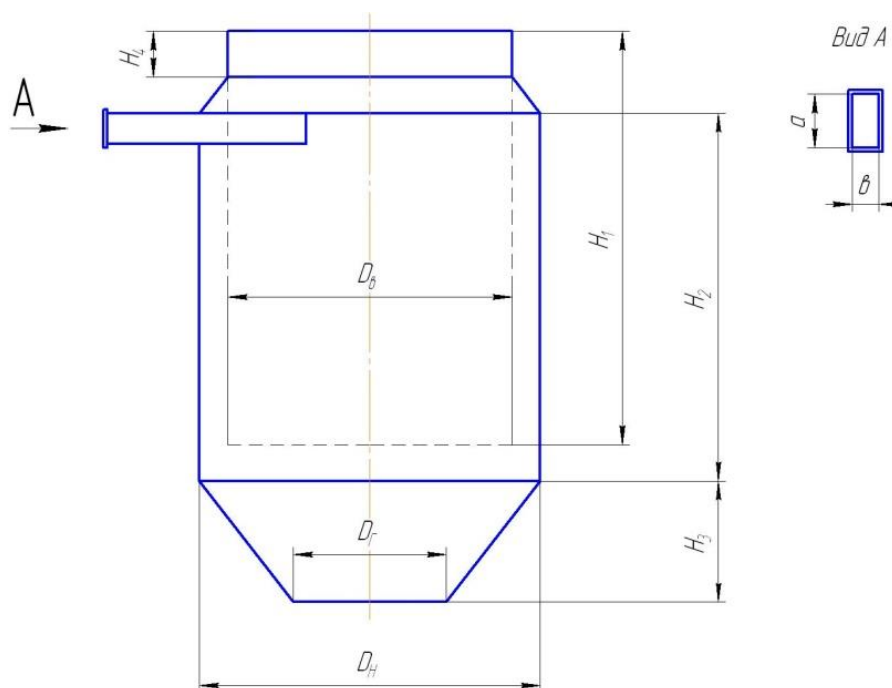


Рисунок 3 – Расчетная схема циклона

Таким образом, определены конструктивно-технологические параметры разгрузочного циклона, обеспечивающие его согласованную работу со шнековым транспортером-распределителем и пневмотранспортером зерна.

#### Литература

1. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М. Конструкция зернохранилища со встроенной гелиосушильной системой // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд. Брянская ГСХА, 2010. С. 3-8.
2. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М. К обоснованию конструкции зернохранилища со встроенной гелиосушильной системой // Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке с/х продукции: материалы X междунар. науч.- практ. семинара. Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2010. С. 76-81.
3. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М. К обоснованию конструкции солнечного коллектора зернохранилища со встроенной гелиосушильной системой // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. междунар. науч.-техн. конф. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. С. 36-41.
4. Факторы, определяющие функциональность дисперсно-упрочненных композитов на основе эпоксидных смол (машиностроение) / А.М. Михальченков, С.А. Лушкина, М.А. Ми-

хальченкова, В.И. Лавров // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 2-2. С. 25-28.

5. Гелиосушилка: пат. 159524 Рос. Федерация: МКИ<sup>3</sup> F26B 9/06, F26B 3/28 / Чашин В.И., Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М., Ченин А.Н.; заявл. 05.08.15; опубл. 10.02.16, Бюл. № 4. 2 с.

6. Потапов Г.П. Погрузочно-транспортные машины для животноводства: справ. М.: Агропромиздат, 1990. 239 с.

УДК 631.363; 636.086.5

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ, КОНСЕРВИРОВАНИЯ И ПОДГОТОВКИ К СКАРМЛИВАНИЮ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА**

*д.т.н., профессор Вендин С.В., д.т.н., Саенко Ю.В., аспирант  
Страхов В.Ю., студент Заводнова О.Р.*

*Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,  
Россия*

## **TECHNOLOGICAL LINE FOR SPROUTING, PRESERVING AND PREPARING FOR FEEDING SPROUTED GRAIN**

*Doctor of Technical Sciences, Professor S.V. Vendin, Doctor of Technical Sciences,  
Associate Professor Y.V. Saenko, graduate student V.Y. Strakhov,  
student O.R. Zavodnova*

*Belgorod State Agrarian University named after V.Y. Gorina, Russia*

**Аннотация.** В работе представлена конструкция технологической линии для проращивания, консервирования и подготовки к скармливанию пророщенного зерна. Технологическая линия позволяет обеспечить непрерывное проращивание зерна, длительное хранение с возможностью дальнейшего скармливания пророщенного зерна в качестве витаминной добавки совместно с используемыми кормовыми смесями.

**Annotation.** The paper presents the design of a technological line for germination, conservation and preparation for feeding sprouted grain. The production line allows for continuous germination of grain, long-term storage with the possibility of further feeding the germinated grain as a vitamin supplement to the feed mixtures used.

**Ключевые слова:** пророщенное зерно, конвейер, витаминная добавка.

**Key words:** germinated grain, conveyor, vitamin supplement.

### **Введение**

Развитию животноводства и устойчивому росту отраслей агропромышленного комплекса России в последнее время уделяется большое внимание. С этой целью Министерством сельского хозяйства Российской Федерации издан приказ «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы». Животноводство - это важная отрасль сель-

скохозяйственного производства основной поставщик мяса для населения, и сырья для перерабатывающей промышленности [1].

Для повышения биологической ценности используемых кормов, сохранения здоровья, воспроизводительных функций и активизации иммунитета животных в промышленном животноводстве находит применение пророщенное зерно. Исследованиями эффективности применения пророщенного зерна, разработкой технологий и средств для проращивания ученые занимаются с середины XX века. За время исследований накоплены данные свидетельствующие о крайне полезных изменениях, происходящих в семенах в период прорастания. В процессе прорастания изменяется химический состав, активизируются ферменты, сложные соединения распадаются на более простые и легко усваиваемые формы.

В настоящее время сельскохозяйственные предприятия стремятся к получению экологически чистой продукции животноводства. Однако в условиях промышленного получения свинины животные постоянно находятся в закрытых помещениях и потребляют корма искусственного происхождения. Следует отметить, что в ходе эволюции пищеварительная система животных приспособилась к поеданию зелёных кормов, которые отсутствуют в комбикормах. Специалистами установлено, что восполнять недостаток естественных витаминов можно, если добавлять в комбикорм пророщенное зерно [2, 3, 4].

Цель исследования – разработка конструкций технологической линии для проращивания, консервирования и подготовки к скармливанию пророщенного зерна.

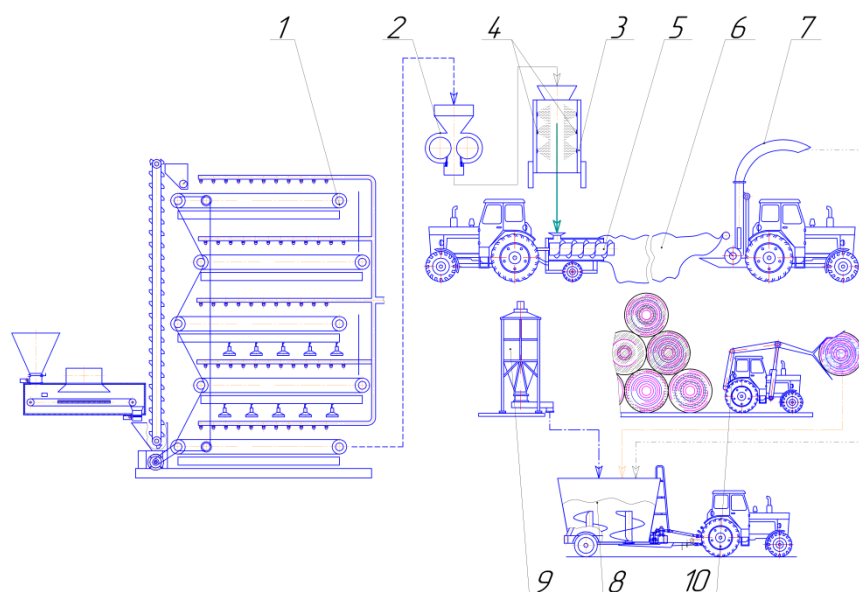
### **Устройство технологической линии**

Предлагаемая технологическая линия для проращивания, консервирования и подготовки к скармливанию пророщенного зерна (рисунок 1) состоит из конвейерной установки для проращивания зерна 1 [5]. Под конвейерной установкой для проращивания зерна 1 установлена плющилка 2. Плющилка выполнена с возможностью подачи пророщенного плющеного зерна в смеситель непрерывного действия 3. Для осуществления распыления консерванта в смесителе непрерывного действия предусмотрены форсунки 4. Смеситель непрерывного дей-

ствия выполнен в виде вертикального цилиндра. Форсунки установлены по вертикали на равных расстояниях друг от друга по трем горизонтальным окружностям. Форсунки средней горизонтальной окружности смещены на  $15^\circ$  относительно форсунок верхней горизонтальной окружности. Форсунки нижней горизонтальной окружности смещены на  $15^\circ$  относительно форсунок средней горизонтальной окружности. Нижняя часть смесителя непрерывного действия соединена с шнековым прессом 5. Для хранения пророщенного плющеного зерна с консервантом предусмотрен рукав 6. Измельчитель 7 выполнен с возможностью погрузки пророщенного плющеного зерна с консервантом из рукава 6 в смеситель-раздатчик корма 8. Смеситель-раздатчик корма выполнен с возможностью загрузки из бункера для комбикорма 9. Погрузчик 10 выполнен с возможностью загрузки смесителя-раздатчика корма.

Предлагаемая технологическая линия для проращивания, консервирования и подготовки к скармливанию пророщенного зерна работает следующим образом. В конвейерную установку для проращивания зерна 1 подают зерно. В конвейерной установке зерно обеззараживают, подвергают СВЧ стимуляции роста, и проращивают в течение 5 суток. Затем пророщенное зерно подают в плющилку 2, где под действием вальцов пророщенное зерно плющат. Затем пророщенное плющенное зерно перемещают в смеситель непрерывного действия 3. В смесителе непрерывного действия на пророщенное плющенное зерно распыляют консервант. Распыление консерванта производят с использованием форсунок 4. Пророщенное плющенное зерно с консервантом перемещают в шнековый пресс 5, где его уплотняют. Для длительного хранения пророщенное плющенное зерно с консервантом из пресса 5 перемещают в рукав 6. Для приготовления кормовой смеси из пророщенного плющеного зерна, законсервированного в рукаве 6 используют измельчитель 7. При помощи измельчителя пророщенное плющенное зерно подают в смеситель-раздатчик корма 8. Для приготовления корма так же используют добавки из бункера для комбикорма 9, а также сенаж, перемещаемый до смесителя-раздатчика корма 8 погрузчиком 10.





1- конвейерная установка для проращивания зерна, 2 - плющилка, 3 - смеситель непрерывного действия, 4 - форсунки, 5 - шнековый пресс, 6 - рукав, 7 - измельчитель, 8 - смеситель-раздатчик корма, 9 - бункера для комбикорма, 10 - погрузчик.

Рисунок 1 - Технологическая линия

## Вывод

Предлагаемая технологическая линия для проращивания, консервирования и подготовки к скармливанию пророщенного зерна обеспечивает непрерывное проращивание зерна за счет применения конвейерной установки для проращивания зерна, и обеспечивает длительное хранение пророщенного зерна за счет равномерного распределения консерванта, а также обеспечивает снижение общей энергоемкости процесса подготовки к хранению и скармливанию пророщенного плющеного зерна.

## Литература:

1. Применение режимов искусственного освещения для получения пророщенного зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, А.А. Гетманов, С.В. Саенко // Вестник аграрной науки Дона. 2018. № 1. С. 20-26.
2. Мацерушка А.Р., Белик Н.И., Станишевская О.И. Биологическая ценность гидропонного зеленого корма для коров // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. 2016. № 45. С. 118-123.
3. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов В.Ю. Результаты экспериментальных исследований по оценке эффективности применения УФ облучения, СВЧ обработки и искусственного освещения при проращивании зерна пшеницы и ячменя на витаминный корм // Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 2 (46). С. 42-50.
4. Вендин С.В., Походня Г.С., Саенко Ю.В. Апробация применения пророщенного зерна ячменя в рационах свиней // Зоотехния. 2019. № 12. С. 9-13.
5. Вендин С.В., Саенко Ю.В. Измельчение пророщенного зерна для приготовления кормовых смесей: монография. М.: Изд-во: ЦКБ «Бибком», 2017. 152 с.

УДК 637:378

## **АНАЛИЗ ОБЕДЕННОГО ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ В ВУЗОВСКОЙ СТОЛОВОЙ**

*к.б.н. Слезко Е.И., инженер Исаев С.Х.*

*Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **ANALYSIS OF LUNCH FOOD FOR STUDENTS IN UNIVERSITY DINING ROOM**

*candidate of biological sciences Slezko E.I., engineer Isaev S.Kh.*

*Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация:** в статье приводится анализ потребления блюд в обеденный период в студенческой столовой. Выявлены основные алиментарные факторы, негативно влияющие на состояние здоровья современных студентов.

**Resume:** The article analyzes the consumption of meals during the lunchtime in the student canteen. The main alimentary factors that negatively affect the health of modern students have been identified.

**Ключевые слова:** студенты, питание, обед, блюда, меню, потребность.

**Key words:** students, food, lunch, meals, menu, need.

### **Введение**

Обед – один из важнейших ежедневных приемов пищи, во время которого потребляется большая часть (40-45%) суточной нормы, необходимой для нормального функционирования всех внутренних систем и органов.

Здоровый обед студента должен соответствовать следующим требованиям:

- время обеда - 12 – 15 час, т.к. в этот период пищеварительная система работает максимально[1];
- для возбуждения аппетита и снижения количества калорий важно присутствие жидкого горячего блюда (суп);
- обеденная пища должна поддерживать и стимулировать мозговую деятельность, поэтому должна быть богата белковосодержащими продуктами (мясо, птица или рыба способствуют наполнению крови аминокислотами) [2,5];
- молочный белок (сыр, творог, молочнокислые напитки) способны снижать воздействие стресса на организм [3];

- употреблять сложные углеводы (картофель отварной, каши злаковых, макарон) в качестве гарниров, а не основных блюд;

- умеренно потреблять хлебобулочные [4] и кондитерские изделия, так как способны вызвать сонливость и расслабление.

В соответствии с физиологическими рекомендациями энергетическая потребность студентов-мужчин оценена в пределах 2585 Ккал, студенток - 2434,5 Ккал.

Соблюдение рекомендаций по рациональному питанию является главным источником повышения устойчивости организма к инфекционным, простудным и хроническим заболеваниям.

В основном студенты в столовой питаются каждый день или 2-3 раза в неделю, в зависимости от количества пар и вне учебной нагрузки.

Качество и количество питания студента оказывает огромное влияние на умственную работоспособность. Поэтому меню в студенческих столовых должно быть составлено таким образом, чтобы при любом выборе блюд, студент мог наиболее полно удовлетворять потребность организма в макро- и микронутриентах, ориентироваться при этом на студентов с разным достатком.

### **Цель работы**

Целью исследований явилось изучение обеденного рациона питания студентов высшей школы блюдами, предлагаемыми вузовской столовой Брянского ГАУ.

### **Методика исследований**

Исследование осуществлялось путем опроса студентов в вузовской столовой Брянского ГАУ. Настоящая столовая представляет собой Учебно-производственный комбинат общественного питания, обеспечивающий питание в широком диапазоне блюд в течение 12 часов (с 12.00 до 21.00ч.). В столовой имеется 100 посадочных мест, применяется метод самообслуживания и единое меню на день (набор блюд меняется изо дня в день). Предпочтение студентами блюд отмечалось при расчете их на кассе. Меню приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Типовое меню столовой УПК ОП Брянский ГАУ

Масса порции, г	Название блюда	Энергетическая ценность, на 100 г/ ккал	Стоимость, руб.
150	Салат из крабовых палочек и кукурузы	196	35-00
135	Салат «Оливье»	185	34-00
100	Салат «Вкусняшка»	245	31-00
100/20	Салат из капусты с яйцом	138	13-00
Первые блюда			
500	Суп гороховый с мясом	95	24-00
250	Суп гороховый с мясом	95	12-00
500	Суп гороховый с сосисками	90	16-00
250	Суп гороховый с сосисками	90	8-00
Вторые блюда			
100/30	Поджарка из свинины	265	65-00
75	Шашлык из свинины	260	47-00
100	Бедро цыпленка жареное	226	52-00
100	Голень цыпленка жареная	206	35-00
100	Печень цыпленка жареная	210	37-00
Продолжение таблицы 1			
75	Колбаса жареная	252	42-00
100	Сосиска отварная	261	46-00
60/50	Тефтели с соусом	134,6	28-00
120/50	Тефтели с соусом	134,6	56-00
150/20	Блины со сгущенным молоком	324	25-00
75/20	Сырник со сметаной	216	24-00
Гарниры			
150/20	Картофельное пюре с солен.огурцами	106	13-00
150/20	Макаронны отварные	135	18-00
150	Каша гречневая	100,9	9-00
Третьи блюда			
1/200	Напиток из варенья	106	11-00
1/40	Хлеб «Николаевский»	176	2-00

Статистическая обработка материала исследования была проведена на ПК с помощью программы Excel.

### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты анализа потребления студентами блюд в студенческой столовой в период с 12 до 15 часов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Разноска потребления студентами блюд и их сочетаний (по меню 02.03.2020 г.)

Показатели	Всего, чел.	В том числе	
		юноши	девушки
1. Количество посетителей	196	133	63
2. Потребление Салатов	94	83	11
3. Потребление Супов	107	91	16
4. Тефтели говяжьи с	54	-	-
- картофельное пюре	44	30	14
- макароннами	2	1	1
- гречкой	8	5	3
5. Мясо птицы (бедро+голень) с	36	-	-
- картофельное пюре	29	17	12
- макароннами	2	1	1
- гречкой	5	5	-
6. Шашлык из свинины с	25		
- картофельное пюре	18	14	4
- макароннами	2	2	-
- гречкой	5	1	4
7. Колбасные изделия (колбаса+сосиски)	22	-	-
- картофельное пюре	15	12	3
- макароннами	4	4	-
- гречкой	3	2	1
Продолжение таблицы 2			
8. Поджарка из свинины с	21	-	-
- картофельное пюре	15	15	-
- макароннами	3	3	-
- гречкой	3	3	-
9. Печень цыпленка жареная	18	-	-
- картофельное пюре	14	10	4
- макароннами	-	-	-
- гречкой	4	4	-
10. Сырники творожные со сметаной	37	20	17
11. Блинчики со сгущенным молоком	50	30	20
12. Напиток из варенья	180	131	49
Потреблено блюд, всего шт.	644	484	160
- в среднем на посетителя шт.	3,3	3,6	2,5

В обеденный перерыв столовую посетило 196 студентов из которых 68% составили юноши и 32% - девушки.

Меню студенческой столовой представлено четырьмя закусочными блюдами (салаты), пятью видами мясных блюд, птица, макаронными, картофельными и крупяными блюдами, напитком и хлебобулочными изделиями (таблица 1).

Анализ потребления студентами блюд в обеденный период показал, что

салаты употребляют всего 48% студентов, из которых 88% приходится на юношей. Примерно половина всех посетителей (54,6%) питаются первыми горячими блюдами, из которых на юношей приходится 85%, а на девушек – 15%. Наибольшее количество потребляемых блюд приходится на вторые горячие блюда с гарниром (рисунок2).

Среди вторых блюд наибольшей популярностью пользуются тефтели говяжьи с гарниром картофельное пюре – 44 порции, далее мясо птицы – 29 порций. Примерно в равных позициях потребления находятся печень , поджарка свиная, колбаса и шашлык (14, 15, 15 и 18 порций соответственно).

Менее популярными, но в той же динамике были вторые блюда с гарниром гречневая каша и отварные макароны ( 8 – 3 и 4 – 1 порций соответственно).



Рисунок 1 - Наиболее часто употребляемые основные блюда с гарнирами

На наш взгляд такую ситуацию можно объяснить в некоторой доли религиозными особенностями, так как немалая часть студентов принадлежит к мусульманству и свиные изделия не употребляют. А так же девушки-студентки предпочитают нежирное диетическое мясо птицы, в противоположность свинине. Особенности потребления вторых блюд юношами и девушками представлены на рисунке 2.

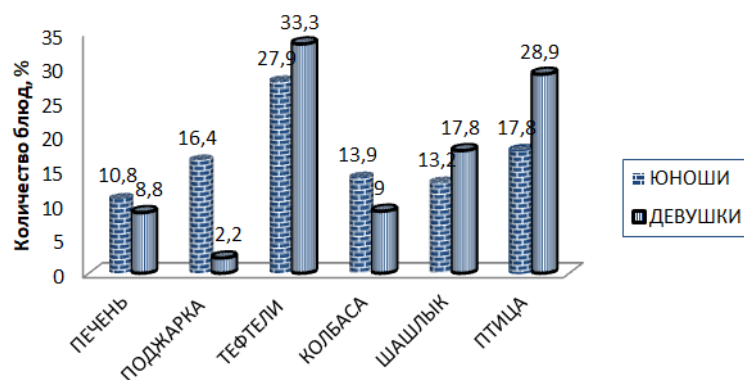


Рисунок 2 - Потребление вторых основных блюд юношами и девушками

Так, юноши отдают большее предпочтение говяжьим тефтелям (27,9%). Потребление же всех остальных вторых блюд у них варьирует в пределах 10,8 ... 17,8 ( $\Delta=17,1$ ).

Предпочтения вторых блюд девушками более контрастны ( $\Delta=31,1$ ). Наиболее потребляемыми вторыми блюдами были тефтели говяжьи и мясо птицы (33,3 и 28,9% соответственно), менее популярными в потреблении была поджарка из свинины (2,2%).

Стоит отметить, что в этот день меню столовой было без рыбных блюд.

Зачастую на спрос блюд в столовой влияет и ценовая политика, так как студенты являются менее защищенные в финансовой возможности. Наиболее дорогим блюдом оказалась поджарка из свинины – 65 руб за 100 г, самым дешевым – печень птицы 37 руб. Все остальные вторые блюда имели примерно одинаковую цену – 47 ... 56 руб.(таблица 1).

Исходя из проведенных исследований был составлен примерный комплект блюд, употребляемых студентами в обеденное время (таблица 3).

Таблица 3 - Наиболее часто потребляемые за обедом комплекты блюд

Блюдо	Количество, г	Энергетич.ценность, ккал	Стоимость, руб.
<b>Вариан 1(юноши)</b>			
Салат «Вкусняшка»	100	245	31-00
Суп гороховый	250	237	12-00

Тефтели с картофельным пюре и соусом	120/150/50	373	69-00
Напиток из варенья	200	106	11-00
Хлеб	80	176	4-00
Итого:	-	1137	126-00
<b>Вариант 2 (девушки)</b>			
Мясо птицы с картоф. пюре с соусом	100/150/50	322	65-00
Блинчики со сгущ.молоком	150/20	324	25-00
Напиток из варенья	200	106	11-00
хлеб	80	176	7-00
Итого:	-	928	108-00

Так, для юношей наиболее популярным был комплекс блюд состоящий из салата, первого блюда, тефтели с картофельным пюре, напиток и хлеб. Энергетическая ценность такого комплекта блюд составит 1137 ккал, что составит 44% от суточной нормы для юношей. Для девушек характерен комплект блюд по варианту 2 (мясо птицы с картофельным пюре, блинчики со сгущенным молоком и напиток). Энергетическая ценность этого набора составит 928 ккал или 38% суточной нормы для девушек.

Подитоживая результаты проведенных исследований следует отметить, что питание в студенческой столовой обеспечивает потребность студентов в калорийной пище, имеет широкий ассортимент мясных блюд разной термической обработки (вареные, жареные), невысокую стоимостную политику (108-00 ...126-00 руб). Однако, имеются некоторые пожелания к меню столовой: ввести молочно-кислые напитки, а также салаты с масляной, а не майонезной заправкой, фрукты и расширить ассортимент горячих и ХОЛОДНЫХ НАПИТКОВ.

### Литература

1. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=667920>
2. Гапонова В.Е., Слезко Е.И., Феськова Г.И. Анализ потребления белковых продуктов животного происхождения студентами ВУЗа // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 6 (76). С. 51-54.
3. Гапонова В.Е., Слезко Е.И., Киселева Л.С. Некоторые аспекты потребления молока и молочных продуктов студентами вуза // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. С. 150-155.
4. Гапонова В.Е., Слезко Е.И., Паседько Н.С. Качество пшенично-ржаного хлеба в юго-западном регионе России // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 1 (71). С. 39-43.
5. Слезко Е.И., Менькова А.А. Влияние протеино-энергетического концентрата на мясную продуктивность цыплят-бройлеров кросса "СМЕНА-4" // Вестник Орел ГАУ. 2012. № 1 (34). С. 117-118.



## **ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ МЕХАНИЗМЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*д. филос. н., профессор Шустов А.Ф.,  
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет, Россия*

## **INTERNAL AND EXTERNAL MECHANISMS AND PATTERNS OF DEVELOPMENT OF TECHNICAL ACTIVITIES**

*Shustov A.F., doctor of philosophy, Professor  
Bryansk State Agrarian University, Russia*

**Аннотация.** В статье раскрываются внутренние и внешние закономерности развития технической деятельности. Показана роль социальных потребностей в ее развитии. А также анализируются технические противоречия как внутренний механизм развития технической деятельности.

**Abstract.** The article reveals internal and external patterns of development of technical activities. The role of social needs in its development is shown. It also analyzes technical contradictions as an internal mechanism for the development of technical activities.

**Ключевые слова:** техника, техническая деятельность, технические закономерности, технические науки, технические потребности, технические противоречия

**Keywords:** technology, technical activities, technical patterns, technical expertise, technical requirements, technical contradiction

О причинах развития техники имеются различные подходы, авторы которых главной действующей силой развития технических средств считают потребность общества в материальных и культурных благах. В качестве другого фактора развития техники является наука. Третьим фактором развития техники выступают довольно сложные и противоречивые социально-экономические условия, которые либо способствуют, либо противодействуют созданию внедрению новых форм техники.

Понимание диалектики технического прогресса, анализ внутренних противоречий в развитии техники указывают необходимость и открывают возможности на определенных исторических этапах переходить к качественно новым техническим решениям. Здесь необходимо четко разграничивать понятия “изменение” и «развитие». Понятие “изменение” характеризует преобразование деталей, узлов, отдельных элементов спроектированных или созданных технических средств, которые сами по себе еще не ведут к преобразованию их функций как

единого целого. Понятие «развитие» представляет собой коренное изменение в структуре объекта, его функциональные качественные изменения или же – создание совершенно нового типа. О развитии в технике можно говорить лишь в том случае, если новое техническое средство опредмечивает ту или иную функцию человека или качественно ее преобразует. В своем развитии техника подчинена определенным закономерностям. Но если сам факт закономерного ее развития не вызывает сомнения, то вопрос о том, какие закономерности свойственны развитию техники, остается дискуссионным.

Обращение к проблеме закономерностей неизбежно ставит вопрос: существуют ли собственно технические закономерности или признание таковых ведет к отрыву техники от человека, его целесообразной деятельности? Определяется ли переход от одних технических средств к другим внутренней логикой развития техники или этот переход обусловлен комплексом естественнонаучных, технических и социальных закономерностей? Многие ученые по-разному отвечают на этот вопрос, анализируя прямо или косвенно закономерности технического развития. В своем анализе мы будем опираться на таких известных авторов, как А.А. Зворыкин, Ю.С. Мелешенко, И. А. Негодаев, Г.Н. Волков, А. И. Половинкин, А.Ф. Эсаулов, Ж. Эллюль и другие. [1]

Некоторые из них технику рассматривают как некоторую самодовлеющую систему, которая не подчинена человеку, а существует автономно, развиваясь по своим принципам и законам. Так, Ж. Эллюль категорически объявляет технику независимой от внешней необходимости, выраженной в социальных потребностях общественного развития и приписывает технике совершенно самостоятельную и главенствующую роль в определении механизмов развития. Собственные внутренние закономерности, по его мнению, являются определяющими, так как техническая деятельность обладает самостоятельной реальностью, развивающейся по своим собственным законам. Подобный подход разделяет и американский философ Г.Л. Парсонс ; он считает, что “с тех пор как человек социализировался, техника выступает как род социальной деятельности”[2, С.89], которая подчинена объективным специфическим закономерностям развития.

Становится совершенно непонятно, как обеспечивается действие этих закономерностей. Ведь техника сама по себе не развивается. Чтобы обеспечить ее развитие, необходима соответствующая деятельность людей.

Другие авторы при анализе развития техники, технического знания и технической деятельности отрицают их собственные закономерности. Так как техника занимает промежуточное положение между природой и обществом, то и ее развитие, по их мнению, подчиняется только природным и общественным закономерностям.

Действительно, техника занимает промежуточное положение и включает в себя естественную и общественную природу. Рассматривая такой подход, стоило бы отметить, что здесь не учитывается принципиальное отличие технических закономерностей от природных. В связи с этим мы не можем не поставить следующие вопросы: сохраняются ли естественнонаучные теории в структуре технической деятельности как нечто неизменное, или же они постоянно трансформируются? Способны ли технические науки расширенно воспроизводить техническое знание, или же они довольствуются только результатами естественнонаучных теорий и знаний? Необходимо отметить, что естествознание вскрывает только наиболее общие законы природы, объясняя при этом, почему мир таков, а не другой. Техническая деятельность творит новую природу по своим специфическим законам, и явления второй природы существенно отличаются от естественных природных процессов, поскольку это элементы другой искусственной системы, действующей по своим специфическим законам.

Если бы техника представляла собой всего-навсего совокупность явлений, порожденных природой, то не могло бы быть и речи о какой-то иной детерминации технических явлений. Все технические объекты есть нечто новое, то, чего раньше не было в природе, чего природа не создавала и не может создать. И это новое не может быть исчерпано и объяснено лишь законами природы, хотя они, безусловно, действуют в любой созданной людьми технике.

Кроме того, в процессе использования законов природы человек по-разному может комбинировать устройства для использования этих законов, со-

здавая такие их сочетания действия, которые не встречаются в природе. Но если при всем своеобразии технические процессы включают в себя законы природы, то переход от одной формы техники к другой уже никак не может быть вызван законами природы. Если силы природы, поставленные на службу человеку, сами без его вмешательства могут осуществлять в течении определенного периода времени движение созданной техники, то эти силы сами по себе не могут без вмешательства человека осуществлять усовершенствование техники.

Более того, современная техническая наука во многих случаях опережает развитие естествознания и приобретает технические знания, которые не могут быть обеспечены с помощью уже познанных законов природы. И тем самым техника дает импульс на поиски новых природных законов. “Таким путем, - отмечает, например, Э. Штрекерт, - не только укрепляется взаимосвязь естественнонаучного и технического развития: в этом, в общих чертах, вырисовывается отношения условий познания законов природы и технических закономерностей. Ибо открытые естествознанием законы природы создают условия для технического исследования... В противоположность этому технология вполне может вести к открытию новых естественных законов”[3, с. 64].

По мере возрастания сложности технических объектов, возникает необходимость понимать, что они собой представляют, каково их строение, какие процессы в них совершаются, чтобы знать, как их конструировать и усовершенствовать. Познание и использование лишь природных закономерностей не может формировать такого рода знания. Законы природы воплощаются в технических объектах в новой “снятой” форме.

В пользу того, что техника обладает собственными не сводимыми к характеристикам естественнонаучного знания, закономерностями говорит подмеченный Г.И. Шеменевым факт, что “при неизменных естественнонаучных характеристиках технических объектов применение собственно технических знаний и закономерностей ведет к самым разнообразным техническим эффектам”[4, с.57]

Под закономерностями развития техники понимаются устойчивые, выступающие в ее развитии, или существенные связи, прослеживаемые между

этапами, стадиями и фазами этого развития. Техническая закономерность представляет собой своеобразный вектор движения технической системы, она раскрывает пределы ее устойчивости, принципы организации и функционирования. Техника развивается не только в историческом времени и пространстве, но и во всем богатстве и многообразии своих форм, опираясь на внутреннюю логику и закономерности, которые присущи ей. Она также определяется и социальными потребностями, и культурологическими особенностями.

Таким образом, мы можем выделить две основных группы факторов, детерминирующих развитие техники. Первая группа - это внутренняя логика развития техники, связанная с развитием технико-технологического знания и опыта. Понятие внутренней логики развития техники затрагивает ее субстанциональную сторону, ее элементы и структуру, позволяет вычленить многие технические закономерности, которые выражаются в смене вещественного субстрата, структуры, функций. Причем внутренней эта связь называется не из-за пространственного расположения, а потому что эта связь играет важную роль в процессе возникновения и развития данного явления. Внутренняя логика развития техники раскрывает прежде всего ее технологическую необходимость. При этом следует заметить, что «технологическая необходимость, какой бы строгой она ни была, всегда в то же время представляет собой способ проявления общественной необходимости, например, таким образом, каким лейбницская монада «репрезентирует» целое»[5, с. 337].

Вторая группа – «внешние» закономерности, обусловленные развитием и усложнением социальных потребностей и особенностями культуры, человеческих ценностей и т.п. Эти закономерности определяют как формирование общественных условий развития и общую логику развития техники в обществе. Удовлетворение непрерывно растущих общественных технических потребностей путем передачи все большего числа трудовых функций техническим средствам тем самым определяют направление и содержание развития техники. Эта тенденция социо-технического развития порождает ряд социально-экологических и антропо-социальных проблем актуализированных современной системой обра-

зования [6, с. 111] Поэтому общие закономерности и направление развития техники обусловлены логикой социальных потребностей, что означает историко-логическое восхождение техники детерминируется социокультурными закономерностями прогресса. Следовательно, правомерно признание и учет закономерностей этой группы и недопустима их недооценка и игнорирование.

Говоря о внешних факторах и закономерностях развития технической деятельности, мы должны подчеркнуть, что понятие “внешняя закономерность” носит условный характер, так как нельзя считать внешними для явления те закономерности, которые порождают эти явления и определяют их развитие. В частности, это касается социальных закономерностей, то есть тех закономерностей, которые определяют уровень техники как социального явления. Поэтому разделение закономерностей на внешние и внутренние носит всего лишь методологический характер, отражающий специфику достаточно сложной и противоречивой природы технической деятельности. При этом следует учитывать, что внутренние и внешние детерминирующие факторы не только взаимосвязаны, но и активно взаимодействуют, а процесс этого взаимодействия обуславливает реальный процесс развития техники.

Основной движущей силой развития техники является противоречие между постоянно растущими техническими потребностями общества и возможностями удовлетворения этих потребностей имеющейся техникой, то есть противоречие между техническими задачами и техническими возможностями их решения, которые в наибольшей степени были бы благоприятны для природы, общества и культуры.

Значительное влияние на развитие технической деятельности оказывают потребности общества. Потребности превосходят потребление и являются отражением не только существующего уровня развития техники, но и возможностей ее развития. Каждое техническое усовершенствование, решая какие-то назревшие противоречия, создает тем самым дополнительные технические возможности для последующего качественного скачка и одновременно порождает новые потребности, удовлетворение которых ведет к возникновению других противоречий.

Сам процесс удовлетворения общественных технических потребностей составляет содержание развития техники, порождает субъективно и объективно реальные предпосылки ее дальнейшего развития. Если потребность не всегда осознается в полной мере, то они всегда проявляются в форме определенных интересов, стремлений, желаний, целей и т.д. В этом единстве объективного и субъективного заложены опережающие возможности потребностей по отношению к технике. Без свойства опережения уровня техники потребности не могли бы играть роль механизма ее развития.

Сами общественные потребности зависят от состояния техники и формируют ее. Но они обладают определенной самостоятельностью, могут опережать достигнутый уровень развития техники, заставляя ее развиваться дальше по линии создания новых технических объектов и средств удовлетворения растущих социокультурных потребностей. Потребности сами по себе не совершенствуют технику, они отражают назревшие задачи, которые связаны с социальной и духовной жизнью общества.

Техническая потребность, будучи осознанной в технической деятельности, принимает форму социально-технического противоречия, выраженного в определенной технической проблеме. Техническая деятельность - сложное социальное явление, поэтому в ее развитии всегда синтезируется целая совокупность социальных и технических противоречий, которые специфически выступают на разных этапах ее развития. Последние обычно фиксируются в виде технического задания, в котором содержится требование, предъявляемое к разрабатываемому объекту. Социально-технические противоречия выступают механизмом развития техники.

В работе В.П. Каширина “Технические противоречия как источник развития техники” указываются некоторые моменты, характеризующие техническое противоречие. “1. Оно строится на комбинации трех групп параметров: физических, технических, вещественно-структурных, 2) техническое противоречие возникает как проявляющееся в той или иной форме несоответствие между названными сторонами технического объекта, 3) противоречие существует тогда, когда

для удовлетворения определенной совокупности требований нет средств, и их нужно создать, 4) для субъекта технической деятельности противоречия проявляются прежде всего как несоответствие между имеющимися стандартами и структурами, из которых создаются объекты заданного типа, и технико-экономическими требованиями, предъявляемыми к соответствующему типу объектов”[7, с.134-136].

Специфика противоречий, присущих технике, заключается не в самопротиворечивости, внутренней активности, самодвижении - в конечном счете, это свойство всех диалектических противоречий. Но процесс возникновения и разрешения технических противоречий предполагает сознательную деятельность людей, социального субъекта, познающего и формирующего эти противоречия. Сознательный генезис технических противоречий не означает отрицания их объективной природы.

Специфика противоречий развития техники заключается, главным образом, в том, что они представляют собой противоречия между социальным и природным. Техническое противоречие - это не природное, а социальное противоречие. В природном противоречии нет ни субъекта, ни объекта. В техническом противоречии, так же как и в социальном, субъект занимает определенную позицию в отношении противоречия в целом, добиваясь его сохранения или преодоления, форсируя или замедляя его развитие.

В природе нет технических противоречий. Но технические противоречия - это не противоречия собственно техники, а противоречия технической деятельности, которые разрешает субъект в процессе создания техники. Когда же техника создана, то противоречия разрешены. Если технические противоречия не разрешены, техника оказывается неработоспособной.

Социально-технические противоречия, определяя конкретное содержание технических проблем, в процессе их преодоления, в свою очередь порождают совокупность новых технических проблем, что и обеспечивает механизм развития техники. Но, наряду с имманентными противоречиями технического развития необходимо возникают и внешние, которые задают определенный контекст



социально-технического развития. Речь идет о влиянии техники на социокультурные процессы, систему ценностей [8,9].

Методологический анализ развития техники показал существование трех групп закономерностей, которые определяют ее развитие. Это естественнонаучные закономерности, собственно технические закономерности и социальные закономерности. Именно эта группа закономерностей в снятом виде присутствует в любом техническом объекте.

#### Литература

1. Шустов А.Ф. Техническая деятельность как социокультурный феномен: дис. ... д-ра философских наук: 09.00.08. СПб., 2000. 245 с.
2. Парсонс Г.Л. Человек в современном мире. М., 1985. С. 89.
3. Штрекер Э. Философия техники: трудности одной философской дисциплины // Философия техники в ФРГ. М., 1989. С. 64.
4. Шеменев Г.И. Методологические вопросы технического знания // Вопросы философии. 1976. № 11. С. 57.
5. Адорно Т.В. О технике и гуманизме // Философия техники в ФРГ. М., 1989. С. 337.
6. Свидерский А.А. Аксиологические основания экологизации современного образования // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. ст. X междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2019. С. 110-114.
7. Каширин В.П. Технические противоречия как источник развития техники // Философские вопросы развития науки и техники. Томск, 1982. С. 134-13.
8. Свидерский А.А. Техногенность ценностей современного общества // Проблемы современного антропосоциального познания. Брянск, 2019. С. 55-60.
9. Свидерский А.А. Трансформация ценностей техногенного общества // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 4. С. 14-18.

УДК 316.752

### ОСМЫСЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ ТЕХНОГЕННОГО ОБЩЕСТВА

старший преподаватель Свидерский А.А.,  
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет  
*Bryansk State Agrarian University*

### UNDERSTANDING THE TECHNICAL REALITY OF A TECHNOGENIC SOCIETY

*A. A. Svidersky, senior lecturer at the Department of philosophy, history and pedagogy*

**Аннотация:** В статье поднимается проблемы онтологического и аксиологического осмысления технической реальности в индустриальном и постиндустриальном обществе. Автор противопоставляет технократической мифологизации техники аксиологический подход.

**Abstract:** The article raises the problems of ontological and axiological understanding of technical reality in industrial and post-industrial society. The author contrasts the technocratic mythologization of technology with an axiological approach.

**Ключевые слова:** Аксиология, антитехнизм, индустриальное общество, технизм, техногенное общество, техносфера, ценность.

**Keywords:** Axiology, anti-technicism, industrial society, technicism, technogenic society, technosphere, value.

Современное общество принято называть техногенным. Под техногенным обществом мы понимаем тип общества на индустриальной и постиндустриальной стадии, характеризующийся определяющей ролью науко-техники в детерминации социального развития. Концептуализации понятия техногенное общество невозможно без определения природы и онтологического статуса технической реальности [1, с. 22], а также её аксиологической интерпретации.

Научно-техническое развитие техногенного общества может влиять на изменение социокультурных основ деятельности двумя способами: непосредственно, как результат оценивания всех компонентов технической деятельности, а также опосредовано, через трансформацию связей между людьми, обусловленную техническим воздействием. Полная оценка технической деятельности предполагает анализ всех ее компонентов, которые в связи с этим приобретают иную социальную значимость и смысл [2, с. 60]. Уже на заре становления индустриального общества происходит значительная мировоззренческая трансформация - естественные циклы природы, которые являлись непреодолимой необходимостью в деятельности заменяются производственными циклами, где человек становится хозяином положения. Возможно, именно в этом начало формирования важной мировоззренческой позиции техногенного общества, которая предполагает понимание развития общества и природы как обособленных и независимых друг от друга процессов. Так возникает ценностному отчуждению общества от природы.

В этом отношении биосферная природа воспринимается, как противостоящая обществу реальность, некая преграда, которую нужно преодолеть и превратить в объект технического воздействия, эксплуатировать как источник неограниченных ресурсов. Так биосферная природа в техногенном обществе осознает-

ся как материал, средство и лишается субъектного начала, которое постоянно воспроизводилось в культуре традиционного общества.

Специфика технической деятельности в техногенном обществе проявляется в том, что возрастает зависимость конкретного субъекта деятельности от внешних для его целесообразной воли факторов. Если мы проанализируем типичное индустриальное производство, то обнаружим, что рабочий здесь встроен, как звено в технологический процесс, решает узкие технические задачи, зачастую, не понимая их целесообразности и возможных последствий. Проявляется известный парадокс индустриально-конвейерного производства: возможность делать что-либо, не понимая сути этого делания. Противоречивость ситуации заключается в том, что организация производства в индустриальном обществе предполагает чрезвычайно сложные цепи взаимоотношений между многочисленными субъектами, выполняющими определенные функции в едином производственном процессе. В этом случае хороший производитель – это, прежде всего профессиональный исполнитель, способный точно выполнять указания. Налицо многосубъектная модель деятельности, где сам преобразователь природы не самостоятелен и не самодостаточен, а может выступать, как более или менее качественное орудие в руках управляющего. Техническая деятельность в индустриальном обществе теряет свою целостность, направленность от предпосылок к цели, линейность, и как следствие, практически полностью теряет внутреннюю аксиологическую сторону, которая призвана обеспечить нравственную регуляцию.

В техногенном обществе происходит отчуждение непосредственного деятеля от формирования целесообразной программы действий, которые он обязан выполнять. Поэтому, техногенное общество развивается в направлении постоянного совершенствования технологии деятельности, в то же время, аксиологическая составляющая практики не актуализируется. «Существенно важным был вопрос «как делать», - отмечает Н. Винер, - но современная реальность требует ответа на вопрос о том, «что делать», то есть, каковы должны быть наши цели» [3, с. 187]. Аксиологическую сторону этого положения можно обнаружить в про-

творечии между преимущественно ценностными механизмами регуляции деятельности человека в индустриальном ( и особенно постиндустриальном обществе) и жесткими, внешними стандартами – организационно-техническими нормами, продуцированными техносферой, постоянно расширяющейся и накладывающей на активность человека все большие ограничения.

В технической деятельности, организация и характер которой обусловлен особенностями технических средств и технологий, техника становится образцом для формирования моделей межчеловеческого взаимодействия. «В большинстве теорий управления признано, - отмечает В.А. Кутырев, - что теперь конкурентоспособны те предприятия, которые развиваются по законам социотехнической системы, сплавливающих человека и технику в одно целое» [4]. Автоматизация и роботизация производственных процессов практически исключают условия для творческой деятельности. Культивируется автоматизм мышления, действий и чувств. Поступательное расширение технической реальности, по замечанию В.А. Кутырева порождает то, что «человек не может быть в ней субъектом» [5], т.е. становясь ее инструментом, объектом.

В культуре техногенного общества формируется стереотип созидательной, социально-обустривающей силы науки и техники, утверждается, что какие-то негативные явления общественной жизни, кризисы и конфликты являются следствием недостатка науко-техники в системе общественных отношений. Упование на силу науки и техники, свойственное идеологии индустриальной эпохи, снижает необходимость рефлексии по поводу процесса делания, а также препятствует межличностному взаимодействию. Эрих Фромм, анализируя специфику индустриального производства, отмечает, что «общая особенность организации труда – постоянное устранение элементов творчества (включая элемент риска и неопределенности) и совместного труда путем делания и подразделения задания до такого уровня, когда не останется места ни для рассуждения, ни для межличностного контакта, да они и не требуются» [6, с. 335-336]. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в техногенном обществе возникают условия для отчуждения деятельности, происходит порабощение индивида созданными им самим

силами, что приводит к искажению человеческой сущности, расчеловечиванию человека. Как следствие, возникает кризис ценностных отношений, то есть ценности не выполняют функцию регуляции технической деятельности. Разрушение устойчивых ценностных межсубъективных отношений и отчуждение деятельности способствует отчуждению человека от биосферной природы.

Несмотря на очевидно антропную природу техники, философия традиционно приписывает технике имманентно присущие антигуманные черты, рассматривает её как враждебную и опасную человеку реальность. Кроме того, анализируя техническую деятельность в субъект-объектном отношении философия приходит к простому выводу о том, что техническая реальность формирует своеобразного себе человека, выстраивая его жизнедеятельность и сознание в соответствии со спецификой и тенденциями технической реальности. Прямым следствием этих размышлений становится наделение техники самостоятельной, автономной онтологической сущностью.

А коль так, следующий логический шаг – наделение технической реальности субъектностью, способностью к самостоятельному развитию и совершенствованию, а затем, восприятие техники как актора практически всех социальных процессов. Наделение техники субъективностью в известной мере снимает с человека ответственность за разрушительные последствия технического развития, человеческие жертвы, разрушение экосистем. По сути, здесь мы наблюдаем типичное экзистенциальное решение, своеобразное «бегство от свободы», востребованное во все времена.

Выведя технику из сферы человеческой ответственности и осознав свою колоссальную зависимость от технической реальности, человек техногенного общества совершенно естественно сакрализует технические объекты, создавая специфический культ науко-техники. В результате мы можем наблюдать иррациональное восприятие техники, которое развивается в широкой палитре эмоций: от эсхатологического страха до экзальтированного восторга от технического могущества, технической эстетики, инновационности. Проявлением иррационального восприятия технической реальности является принципиально неразлические

естественного и искусственного, живого и неживого, духовного и технологического

В современных реалиях такое восприятие техники видится весьма удобным, так как снимает остроту глобальных социо-природных проблем. Ведь действительно, в такой ситуации потеря естественного, биосферного ничего не означает, если это заменяется искусственным, техническим. Тем более, что сакрализованное техническое видится гораздо более совершенным естественного. В этой логике выстраивается модель социо-технического развития, которая исключает конкретного человека или превращает его в «человеческий фактор», вмешательства которого имеет всегда негативные последствия [7, с. 75]. Сегодня, сторонники технократизма упорно утверждают, что человек не способен контролировать технические процессы, так как он медлителен, нерешителен, может принимать спорные решения. Действительно, требуемая скорость человеческой реакции и способность освоить большой поток информации, при взаимодействии с современными техническими системами, выходят за рамки естественных психических возможностей человека. Поэтому, говорят сторонники технократизма, нужно поручить этот контроль самой технике, в этом логика модернизации современного производства, управления, систем безопасности. Но, технические системы способны контролировать и диагностировать не только себя, но и человека, анализируя его состояние здоровья, интеллектуальный уровень или психоэмоциональный настрой. Причем, в эклектичной иррациональной логике технократов, такой анализ будет гораздо точнее и практичнее человеческого.

Техническую реальность можно понимать как результат материально-преобразовательной деятельности человека и одновременно, как продукт социального и культурного развития человечества. Особенность технической реальности проявляется в том, что она не может существовать вне социума, её субстанциональной основой выступает человеческая деятельность, а поэтому, техническая реальность не обладает самостоятельным онтологическим статусом. Тем не менее, техническая реальность достаточно сложна, в ней происходят непредвиденные человеком процессы. Техническая реальность постоянно расширяет свои границы и трансформируется.

Интегративной основой технической реальности выступает сам человек. Ведь человек выделился из биосферной природы в связи с особым способом деятельности, предполагающим рациональное осмысление преобразовательной активности и использование искусственных орудий. Человек действует в контексте техно-биосферного взаимодействия, выступая здесь, безусловным актором технического развития. Поэтому, признание доминанты техники над человеком можно понимать лишь как идейную установку, которая весьма далека от реальных связей и отношений.

### Литература

1. Шустов А.Ф. Техническая деятельность: социокультурный анализ: монография. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2000. 204 с.
2. Шустов А.Ф. Культурная детерминация ценностно-нормативных аспектов развития технической деятельности // Проблемы современного антропосоциального познания. Брянск, 2008. С. 58-62.
3. Шустов А.Ф. Формирование гуманистического идеала культуры // В сборнике: Проблемы и тенденции развития социокультурного пространства России: история и современность: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Т.И. Рябовой. Брянск, 2015. С. 48-53.
4. Кутырев В.А. Традиция и ничто // Философия и общество. 1998. № 6. С. 170-191.
5. Кутырев В.А. Апология человеческого познания // Вопросы философии. 2003. № 1. С. 63-75.
6. Фромм Э. Психоанализ и этика. М., 1993. 414 с.
7. Шустов А.Ф. Социальная оценка и социальная ответственность развития техники // Проблемы современного антропосоциального познания. Брянск, 2003. С. 74-82.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Купреенко А.И., Гапонова В.Е.</b>	5
<i>Влияние экструзионной обработки на химический состав кормового энергосахаропротеинового концентрата</i>	
<b>Сысоев А.А.</b>	12
<i>Исследование и обзор зарубежных технологий возделывания картофеля</i>	
<b>Кузнецова Л.В.</b>	
<i>Технологическая карта возделывания зерновых колосовых культур (на примере калужской области)</i>	20
<b>Ожерельев В.Н., Никитин В.В., Комогорцев В.Ф.</b>	
<i>Трансформация теоретической гипотезы процесса сепарации очесанного зернового вороха на решетчатом днище наклонной камеры</i>	27
<b>Потапов С.В.</b>	
<i>Оценка степени аэрации масла в магистрали питания коренного подшипника коленвала ДВС</i>	34
<b>Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е.</b>	
<i>Анализ исследований термодинамического состояния систем автомобильного крана</i>	40
<b>Нестерова Н.В., Стеба И.П.</b>	
<i>Автоматизация сельскохозяйственной техники</i>	46
<b>Гуцан А.А., Тюрева А.А., Рыжик В.Н.</b>	
<i>К вопросу о классификации лемехов плужных корпусов</i>	50
<b>Ибрагимов А.А., Абдурахманов А.А., Эшдавлатов А.Э.</b>	
<i>Обоснование параметров прикатки сеялки для сева семян лука</i>	57
<b>Феськов С.А., Кожухова Н.Ю., Михальченкова М.А.</b>	
<i>Методы восстановления с одновременным упрочнением составных лемехов импортного производства</i>	65
<b>Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е.</b>	
<i>Вероятность поражения объектов экономики молнией</i>	71
<b>Астахов В.С., Петровец В.Р., Валюженич Г.А.</b>	
<i>О концепции разработки нового поколения машин и технологий посева</i>	81
<b>Астахов В.С.</b>	
<i>Совершенствование технологий почвообработки и посева – главное направление исследований в борьбе с засухой</i>	88
<b>Козлов С.И., Бортник С. А.</b>	
<i>Упрощенный структурный анализ систем автоматизации сельскохозяйственной техники</i>	94
<b>Коцуба В.И., Ничипорук С.Н., Радионов Н.А.</b>	
<i>Влияние содержания воды в нефтяных маслах на их показатели</i>	100
<b>Коцуба В.И., Пузевич К.Л., Пузевич В.В.</b>	
<i>Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку</i>	107
<b>Коцуба В.И., Сулима Е.В., Кузюр В.М.</b>	
<i>Анализ методов диагностирования цилиндропоршневой группы тракторных двигателей</i>	113



<b>Савенок Л.И., Брезгунов Г.В.</b> <i>Предпосылки к улучшению качества приработки деталей цилиндра – поршневой группы двигателя</i>	119
<b>Петровец В.Р., Дудко Н.И., Греков Д.В., Сидоров С.А., Вабищевич В.В.</b> <i>Обзор и анализ однодисковых сошников</i>	124
<b>Петровец В.Р., Дудко Н.И., Подшиваленко И.Л., Сидоров С.А.</b> <i>Теоретические исследования по расчету основных параметров распределительной головки штанговых машин для внесения жидких органических удобрений</i>	129
<b>Самсонов В.Л., Симонов Д.В.</b> <i>Рабочий орган для рассеивания сыпучих материалов</i>	141
<b>Сысоев А.А.</b> <i>Исследование и обзор зарубежных технологий возделывания картофеля</i>	149
<b>Улахович А.Е., Кецко В.Н.</b> <i>Определение кинематического режима работы вальцового молотильного устройства</i>	157
<b>Михальченков А.М., Гуцан А.А., Лавров В.И.</b> <i>Упрочнение составных плужных лемехов импортного производства</i>	163
<b>Косенко В.В., Искалиев А.И.</b> <i>Анализ изменения тягово-скоростных показателей колесного сельскохозяйственного трактора при переоборудовании на гусеничный ход</i>	172
<b>Петровец В.Р., Михеев Д.А.</b> <i>Пути совершенствования оборудования для создания искусственных оболочек на поверхности семян</i>	181
<b>Теловов Н.К., Абдулмажидов Х.А.</b> <i>Энергосберегающее рабочее оборудование для рыхления уплотненных почв в нечерноземной зоне</i>	187
<b>Коцуба В.И., Кругленя В.Е., Алексеенко А.С.</b> <i>Направления повышения эффективности очистки семян льна и трав</i>	192
<b>Курзенков С.В.</b> <i>Поисковые эксперименты процесса консервирования зерна</i>	196
<b>Дьяченко А.В., Орехова Г.В.</b> <i>Кинематика движения насыпного груза в процессе сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу</i>	208
<b>Ченин А.Н.</b> <i>К обоснованию конструктивно-технологических параметров разгрузочного циклона зернового пневмотранспортера</i>	216
<b>Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов В.Ю., Заводнова О.Р.</b> <i>Технологическая линия для проращивания, консервирования и подготовки к скармливанию пророщенного зерна</i>	222
<b>Слезко Е.И., Исаев С.Х.</b> <i>Анализ обеденного питания студентов в вузовской столовой</i>	226

**Шустов А.Ф.**

*Внутренние и внешние механизмы и закономерности развития технической деятельности*

233

**Свидерский А.А.**

*Осмысление технической реальности техногенного общества*

241

## CONTENT

<b>Kupreenko A.I., Gaponova V.E.</b> <i>Influence of extrusion processing on the chemical composition of fodder energy sugar-protein concentrate</i>	5
<b>Sysoev A.A.</b> <i>Research and overview of foreign potato harvesting technologies</i>	12
<b>Kuznetsova L.V.</b> <i>Echnological card of cultivation of grain cereal crops (on the example of kalguga region)</i>	20
<b>Ozherelev V.N., Nikitin V. V., Komogortsev V. F.</b> <i>Transformation of the theoretical hypothesis of the process of separation of a cooled grain heap on the lattice bottom of an inclined camera</i>	27
<b>Potapov S. V.</b> <i>Assessment of the degree of oil aeration in the feed line of the main bearing of the engine crankshaft</i>	34
<b>Khristoforov E.N., Sakovich N.E.</b> <i>The analysis studies the thermodynamic state of car crane systems</i>	40
<b>Nesterova N.V., Steba I. P.</b> <i>Automation of agricultural machinery</i>	46
<b>Gutsan A. A., Tyureva A. A., Ryzhik V. N</b> <i>On the classification of plowshares</i>	50
<b>Ibragimov A.A., AbduraxmanovA.A., Eshdavlatov A.E.</b> <i>Substantiation of seeder roller parametersfor seeding onion seeds</i>	57
<b>Feskov S.A., Kozhukhova N.Yu., Mikhailchenkova MA</b> <i>Methods of restoration with simultaneous strengthening of component import production siles</i>	65
<b>Khristoforov E. N., Sakovich N.E.</b> <i>The likelihood of damage to the economy by lightning</i>	71
<b>Astakhov V.S., Petrovets V.R., Valyuzhenich G.A.</b> <i>On the concept of developing a new generation of machines and sowing technologies</i>	81
<b>Astakhov V.S.</b> <i>Improving tillage and sowing technologies is the main line of research in combating drought</i>	88
<b>Kozlov S.I., Bortnik S.A.</b> <i>Simplified structural analysis of agricultural automation systems</i>	94
<b>Kotsuba V.I., Nichiporuk S.N., Radionov N.A.</b> <i>Influence of water content in petroleum oils on their performance</i>	100
<b>Kotsuba V.I., Puzevich K.L., Puzevich V.V.</b> <i>Analysis of machines for sowing row crops under mulch film</i>	107
<b>Kotsuba V.I., Sulima E.V., Kuzyur V.M.</b> <i>Analysis of diagnostic methods for the cylinder-piston group of automotive engines</i>	113

<b>Savenok L.I., Brezgunov G.V.</b> <i>Prerequisites for improving the quality of running-in parts of the cylinder - piston group of the engine</i>	119
<b>Petrovets V.R., Dudko N.I., Grekov D.V., Sidorov S.A., Vabishchevich V.V.</b> <i>Single disc coulter overview and analysis</i>	124
<b>Petrovets V.R., Dudko N.I., Podshivalenko I.L., Sidorov S.A.</b> <i>Theoretical studies on the calculation of the main parameters of the distribution head of sucker rod machines for applying liquid organic fertilizers</i>	129
<b>Samsonov V.L., Simonov D.V.</b> <i>Working body for dispersing bulk materials</i>	141
<b>Sysoev A.A.</b> <i>Research and review of foreign technologies of potato cultivation</i>	149
<b>Ulakhovich A.E., Ketsko V.N.</b> <i>Determination of the kinematic operating mode of the roller threshing device</i>	157
<b>Mikhalchenkov A.M., Gutsan A.A., Lavrov V.I.</b> <i>Reinforcement of imported compound plowshares</i>	163
<b>V.V. Kosenko, A.I. Iskaliev</b> <i>Analysis of changes in traction and speed indicators of a wheeled agricultural tractor when converting to a caterpillar track</i>	172
<b>Petrovets V.R., Mikheev D.A.</b> <i>Ways of improving equipment for creating artificial shells on the surface of seeds</i>	181
<b>Telovov N.K., Abdulmazhidov Kh.A.</b> <i>Energy-efficient work equipment for loosening compacted soils in the non-black earth zone</i>	187
<b>Kotsuba V.I., Kruglenya V.E., Alekseenko A.S.</b> <i>Directions for increasing the efficiency of cleaning flax and grass seeds</i>	192
<b>Kurzenkov S.V.</b> <i>Exploratory experiments of the grain canning process</i>	196
<b>Dyachenko A.V., Orekhova G.V.</b> <i>Kinematics of movement of a bulk cargo in the process of folding a tape of a tubular conveyor into a pipe</i>	208
<b>Chenin A.N.</b> <i>To substantiation of the design and technological parameters of the discharge cyclone of the grain pneumatic conveyor</i>	216
<b>Vendin S.V., Saenko Yu.V., Strakhov V.Yu., Zavodnova O.R.</b> <i>Processing line for germination, canning and preparation for feeding germinated grain</i>	222
<b>Slezko E.I., Isaev S.Kh.</b> <i>Analysis of students' lunch meals in the university canteen</i>	226

**Shustov A.F.**

*Internal and external mechanisms and patterns of development of technical activity* 233

**A.A. Svidersky**

*Understanding the technical reality of a technogenic society* 241

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

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

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

Инженерно-технологический институт

Редактор Осипова Е.Н.  
Компьютерная верстка Феськов С.А.

---

Подписано к печати 10.08.2020 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 14,75. Тираж 25 экз. Изд. № 6675.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ