

**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 2021

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, 2021. – 346 с.

ISBN 978-5-88517-169-4

Сборник содержит результаты научно-прикладных исследований ученых Брянского ГАУ, ВУЗов и НИИ РФ, а также республик Беларусь и Украина. Опубликованные статьи представляют материалы 33 национальной (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, Белорусская 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, 2021

© Брянский ГАУ, 2021

**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 2021

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, 2021. - 346 P.

ISBN 978-5-88517-169-4

Die Sammlung enthält die Ergebnisse der wissenschaftlichen und angewandten Forschung von Wissenschaftlern der Staatlichen Agraruniversität Brjansk, die Ergebnisse. Veröffentlichte Artikel, Materialien der 33. Wissenschaftlich-Technischen Konferenz des Ingenieur- und Technologieinstituts der Staatlichen Agraruniversität Brjansk. In den vorgestellten Arbeiten werden folgende Themen betrachtet: die Schaffung und rationelle Nutzung landwirtschaftlicher Produkte. Techniker; Entwicklung von Technologien zur Restaurierung von Teilen, die ihre Haltbarkeit erhöhen; der Einsatz von Computertechnologie und theoretischer Forschung beim Entwurf technischer Systeme für die Landwirtschaft und verwandte Bereiche.

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, 2021

© Bryansk State Agricultural University, 2021

СПЕЦИФИЧНОСТЬ СВОЙСТВ СЕРОГО ЧУГУНА С ПЛАСТИНЧАТЫМ ГРАФИТОМ

*д.т.н., профессор Михальченков А.М.,
к.т.н. Феськов С.А., к.т.н. Тюрева А.А., к.т.н. Кожухова Н.Ю.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

SPECIFIC PROPERTIES OF GRAY CAST IRON WITH PLATE GRAPHITE

*Doctor of Technical Sciences, Professor Mikhalchenkov A.M.,
Candidate of Technical Sciences Feskov S.A.,
candidate of Technical Sciences Tureva A.A.,
candidate of Technical Science Kojyhova. N.Y.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Серый чугун слабо сопротивляется пластическим деформациям и при малых напряжениях наблюдаются остаточные деформации, кроме того упругие свойства зависят от характера и величины графитовых включений. Этот материал неодинаково сопротивляется растяжению и сжатию. Модуль нормальной упругости зависит от напряжений, линейно уменьшаясь с ростом последних при растяжении; при сжатии модуль упругости принимается постоянным.

Annotation. Gray cast iron weakly resists plastic deformations and at low stresses permanent deformations are observed, in addition, the elastic properties depend on the nature and size of the graphite inclusions. This material has different resistance to stretching and compression. The modulus of normal elasticity depends on stresses, decreasing linearly with the growth of the latter under tension; under compression, the modulus of elasticity is assumed to be constant.

Ключевые слова: серый чугун; модуль упругости; растяжение; сжатие; пластинчатый графит; стальная матрица, пластические деформации.

Key words: gray cast iron; elastic modulus; stretching; compression; lamellar graphite; steel matrix, plastic deformation.

Введение. Постановка цели

Серый чугун с пластинчатым графитом имеет значительные отличия по механическим свойствам в сравнении с другими сплавами. В литературе, однако, уделяется мало внимания исследованию механизма деформирования чугуна, поэтому возможности этого материала еще не выяснены полностью [1]. Тенденции к снижению массы деталей, повышению их ремонтпригодности при увеличении энергонасыщенности техники и повышающихся, в связи с этим, требований к качеству материала ставит все новые задачи в области обработки методики изучения механических свойств как самого чугуна, так и вос-

становленных из него деталей [2], а также в области исследования физики деформирования и разрушения с целью определения более надежных критериев работоспособности изделий [3]. Четкие представления о механизме упругой и пластической деформации серого чугуна дадут возможность обоснованнее, чем это делается в настоящее время, выбирать и создавать новые технологии восстановления и направленно изменять его механические свойства в зависимости от условий эксплуатации. Поэтому целью исследования стало проведение оценки специфичности свойств серого чугуна с пластинчатым графитом.

Раскрытие цели

Серый чугун можно уподобить стальному массиву, имеющему пустоты (надрезы), одинаковые по форме с графитовыми включениями [4], так как прочность графита сравнительно низка ($\sigma_{\text{в}} \leq 0,2$ МПа) и, по крайней мере, при растяжении он не оказывает заметного влияния на прочностные свойства [5]. Поэтому некоторыми исследователями предлагалось нагружать стальные пластины с надрезами с целью изучения металлической основы (матрицы) чугуна при деформировании [4].

Однако действительная прочность чугуна оказывается ниже расчетной с учетом уменьшения здорового сечения стального массива графитом. Это приписывается надрезающему действию полостей графита и «суживающему» действию, т.е. искажению силового поля внутри матрицы (эффект Майерсберга) [4]. Поэтому разрушение происходит при напряжениях меньших, чем среднее напряжение по всему сечению [4]. Следует иметь в виду также, что у концов графитовых надрезов напряжения значительно больше средних вследствие их концентрации, а напряженное состояние – объемное.

Присутствие графита сообщает чугуну и ряд ценных механических свойств: высокое внутреннее трение, способствующее быстрому рассеиванию энергии при вибрациях, низкая чувствительность к внешним надрезам, высокое относительное сопротивление усталостным нагрузкам [4].

Технологические свойства также во многом связаны с наличием графит-

та, так как он обеспечивает хорошие литейные свойства и повышает способность к обработке резанием. Между тем чугун относится к трудносвариваемым материалам.

В последнее время к технологическим свойствам относят и герметичность [7]. Это свойство во многом зависит от графитовых полостей, усадочной пористости и толщины стенки. Так, при толщине стенки более 2 мм чугунное изделие способно противостоять давлению до 100 МПа.

Прочностные свойства серого чугуна зависят от характера графита и структуры матрицы. При этом считается, что предел прочности σ_b возрастает с увеличением модуля нормальной упругости E и твердости HB , хотя в некоторых случаях при воздействии на чугун, например, водорода, хрома, никеля, мышьяка и других элементов изменения E и σ_b не коррелируется (это следует из анализа экспериментальных графиков в монографиях [5]).

Поведение чугуна в процессе деформации очень сложно, поэтому попытки связать структуру с механическими свойствами, а также вывести формулы на основе функциональных связей между механическими показателями, таких как $\sigma_b = f(HB)$, $\sigma_b = f(E)$, $\sigma_b = f(E, HB)$, $\varepsilon = f(E, HB)$ и другие, по-видимому, ограничены узкими составами чугуна.

В некоторых работах принимается, что пластическая деформация серого чугуна происходит путем жесткого сдвига одной части матрицы относительно другой, в других – путем деформации матрицы в районе надрезов [6]. В последнее время теория надрезов считается недостаточной для объяснения таких явлений, как зависимость модуля E от напряжений, наличие механического гистерезиса, различия в поведении чугуна при растяжении и сжатии. Поэтому привлекается представление о влиянии на процесс деформирования твердого трения графита о металлическую основу чугуна [7].

Механизм деформирования чугуна изучался в работах [8]. В этих работах в результате наблюдения за процессом деформации с помощью микроскопа делается вывод, что при малых напряжениях главную роль играют упругие де-

формации матрицы, при больших – деформации полостей графита главным образом остаточные. В исследованиях [11] отмечалось, что пластические сдвиги в чугуна сопровождаются разрыхлением структуры. В работе [12] указывается на возникновение трещин в чугуна при нагружении. Известно также, что относительное изменение объема чугуна нелинейно связано с напряжениями [8, 9, 10,16]. В работе [14] экспериментально наблюдался пластический изгиб участков матрицы.

Упомянутые работы, а также другие исследования, обобщенные в монографиях [4], еще недостаточны для полной ясности в механизме упругого и пластического деформирования серого чугуна. В частности, они не объясняют причину образования петли упругого гистерезиса и не показывают, как протекает пластическая деформация в чугуна: деформируется ли пластически вся матрица, или имеют место жесткие сдвиги ее участков.

В этом плане особую важность представляют исследования процессов, протекающих в металле при первых упругопластических циклах нагружения, поскольку в это время в материале происходят изменения, которые заметно влияют на его дальнейшее сопротивление деформированию [3].

Для понимания физики деформирования необходимо изучить и процесс перехода от упругих деформаций к пластическому течению материала.

Последние данные о механизме деформирования многих металлов свидетельствует о том, что процесс микротечения постепенно перерастает в макротечение [15]. Для чугуна все это проверено.

Выводы:

1. Серый чугун весьма слабо сопротивляется пластическим деформациям и при очень малых напряжениях ($\sigma = 0,05 \dots 0,07$ МПа) уже наблюдаются остаточные деформации.
2. Упругие свойства зависят почти исключительно от характера и величины графитовых включений; влияние матрицы мало.
3. Серый чугун при деформировании не подчиняется закону Гука.

4. Чугун неодинаково сопротивляется растяжению и сжатию, при этом упругие свойства при растяжении ниже, чем при сжатии.

5. Модуль нормальной упругости E зависит от напряжений, линейно уменьшаясь с ростом последних при растяжении; при сжатии модуль упругости принимается постоянным.

6. Коэффициент поперечных деформаций линейно уменьшается с ростом напряжений при растяжении; при сжатии величина коэффициента вначале постоянна, а при больших напряжениях – увеличивается.

Литература

1. Михальченков А.М., Дроздов А.В. Упрочнение серого чугуна и технология изготовления деталей // Проблемы повышения качества машин: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. РАН. Брянск, 1994. С. 130-131.

2. Оценка влияния состава модификатора с наноструктурными добавками на свойства серого чугуна / В.В. Кондратьев, А.Е. Балановский, Н.А. Иванов, В.А. Ершов, М.В. Корняков // *Металлург*. 2014. № 5. С. 48-56.

3. Степанова Н.В., Разумаков А.А., Ложкина Е.А. Структурные особенности серого чугуна, легированного медью // *Инновационные технологии и экономика в машиностроении*. Томск: нац. исслед. Томский политех. ун-т, 2014. С. 428-431.

4. Пивоварский Е. Высококачественный чугун. М.: *Металлургия*, 1984. Т. 2. 364 с.

5. Методы профилактики дефектов отливок из серого чугуна: учеб. пособие / Л.В. Костылева, Д.С. Гапич, В.А. Моторин, А.В. Грибенченко. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. 92 с.

6. Коцюбинский О.Ю. Стабилизация размеров чугунных отливок. М.: *Машиностроение*, 1974. 296 с.

7. Влияние химико-термической обработки на линейное расширение серого чугуна СЧ 20 / В.К. Афанасьев, А.В. Семенов, П.В. Джемела, Е.С. Лейманн // *Металлургия: технологии, управление, инновации, качество: тр. Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Е.В. Протопопова*. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2009. С. 186-189..

8. Компьютерная обработка изображений микроструктур серых чугунов как инструмент количественного анализа распределения графита / А.Н. Чичко, О.А. Сачек, С.Г. Лихозов, О.И. Чичко // *Литье и металлургия*. 2013. № 2 (70). С. 62-67.

9. Шумихин В.С., Кутуров В.П., Храменков А.И. Высококачественные чугуны для отливок. М.: *Машиностроение*, 1982. 222 с.

10. Веселовский А.А., Веселовский Р.А. Определение коэффициентов диффузии по границам графитовых включений в сером чугуне // *Новые материалы и технологии в машиностроении*. 2010. № 12. С. 13-15.

11. Русинко К.Н., Кунеев В.Н. О деформации тел разносопротивляющихся растяжению и сжатию // *Тр. Фрунзинского политех. ин-та*. Фрунзе, 1972. С. 34-36.

12. Новичков П.В. Проблемы и методы структурной и размерной стабилизации отливок // *Прогрессивные методы термической обработки металлов и сплавов: тез. докл. Всесоюзн. семинара НТО*. Воронеж: *Машпром*, 1970. С. 56-57.

13. Гуревич Ю.Г., Овсянников В.Е., Фролов В.А. Диффузионное хромирование серого чугуна взаимодействием с оксидом хрома // *Металлург*. - 2011. - № 11. - С. 92-95.

14. Влияние графита на распределение деформаций в чугуне / А.Я. Храпов, В.А. Зрайченко, В.Н. Крепышева, А.Ф. Рыбьянец // *Литейное производство*. 1972. № 9. С. 33-35.

15. Способ восстановления плужных лемехов: пат. 2412793 Рос. Федерация / Белоус Н.М., Михальченков А.М., Кожухова Ю.И., Козарез И.В.; заявл. 12.02.2008; опубл. 27.02.2011, Бюл. 12.

16. Устройство для испытаний на абразивное изнашивание рабочих органов почвообрабатывающих, строительных и дорожных машин: пат. 2410668 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Кононенко А.С., Гончаров П.Н.; заявл. 03.06.2009; опубл. 27.01.2011, Бюл № 10.

УДК 669.162.275.1

НАГРУЖЕННОСТЬ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СЕРОГО ЧУГУНА И ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ (ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК)

д.т.н., профессор Михальченков А.М., к.т.н. Феськов С.А.,

к.т.н. Козарез И.В., Михальченкова М.А.

Брянский государственный аграрный университет, Россия

LOADING OF GREY CAST IRON BODY PARTS AND CAUSES OF DEFECTS (INFORMATION SEARCH)

*Doctor of Technical Sciences, Professor Mihalchenkov A.M., Candidate
of Technical Sciences Feskov S.A., Candidate of Technical Sciences Kozarez I.V.,
Mihalchenkova M.A.*

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Одними из ответственных деталей тракторов и сельхозмашин являются корпусные детали, от надежности которых во многом зависит надежность работы машины в целом [1]. Они представляют собой, как правило, отливки, изготавливаемые из серого чугуна с пластинчатым графитом.

Annotation. One of the critical parts of tractors and agricultural machines are body parts, the reliability of which depends on the reliability of the machine as a whole [1]. They are, as a rule, castings made of gray cast iron with plate-mapped grastin-brown grain.

Ключевые слова: корпусные детали; серый чугун; дефекты корпусных деталей.

Key words: body parts; gray cast iron; defects in body parts.

Введение. Постановка задачи

Наиболее ответственными деталями тракторов и сельхозмашин являются корпусные детали, от надежности которых во многом зависит надежность работы машины в целом [1]. Они представляют собой, как правило, отливки, изготавливаемые из серого чугуна с пластинчатым графитом.

Основными корпусными деталями тракторов являются [2]: блоки цилиндров, головки цилиндров, корпуса коробок передач, корпуса задних мостов. Отказ этих изделий по той или иной причине приводит к значительным просто-

ям технических средств вследствие большой трудоемкости разборочно-сборочных и восстановительных работ.

Наиболее трудноустраняемым дефектом, возникающим в процессе эксплуатации корпусных деталей, является образование трещин. (Короблению массивных корпусных деталей посвящены многие работы [3]. Основной причиной коробления следует считать наличие в таких деталях значительных остаточных напряжений и их релаксацию, а также эксплуатационные нагрузки.)

Рассмотрению причин образования трещин в корпусных деталях и их нагруженности уделяется еще недостаточное внимание. Это связано, по-видимому, со сложностью и трудоемкостью экспериментальных работ.

Поэтому авторы сочли целесообразным определить целью работы – проведение анализа известных источников, посвященных исследованию нагруженности корпусных деталей из серого чугуна и причин появления дефектов.

Аналитический обзор

Наиболее ответственной деталью двигателя является блок цилиндров. Нагруженность таких сложных по конструкции деталей определяется, в основном, экспериментальным путем (тензометрированием), вследствие невозможности установления усилий по отдельным элементам расчетными методами.

Двигатели тракторов, как правило, работают в неустановившихся режимах [4] из-за колебаний момента сопротивления агрегируемого орудия. Работа двигателя сопровождается также вибрациями, переменными нагрузками от кривошипно-шатунного механизма, действием коррозионной среды (горячей воды системы охлаждения), тепловой нагруженностью. Наиболее распространенным видом разрушения блоков цилиндров является появление трещин в стенках водяной рубашки и в перемычках между цилиндрами. Исследованию нагруженности и причин трещинообразования в межцилиндровых перемычках посвящены работы [4]. Перемычки во время работы двигателя испытывают достаточно высокий уровень динамических напряжений, накладывающихся на остаточные литейные напряжения. Согласно исследованиям [4], уровень этих напряжений достигает 12,5 МПа (для СМД-14). Принимая во внимание дей-

ствие монтажных нагрузок и коррозионной среды (горячая вода системы охлаждения), а также наличие литейной корки, снижающей предел усталости на 20...30 %, авторы этих работ считают, что разрушение носит коррозионно-усталостный характер. По мнению же авторов [5], причинами появления трещин в перемычках между гильзами следует считать низкое качество чугуна в этом месте, большие остаточные литейные напряжения и напряжения после механической обработки. Следует отметить, что по исследованиям [6] механическая обработка существенно не влияет на остаточные литейные напряжения в отливках. В работе [5] указывается, что запрессовка гильз со значительным натягом также может служить причиной появления трещин.

Подробно рассмотрены напряжения в перегородках между гильзами в работе [6]. Остаточные напряжения как в блоках, не прошедших старение ($\sigma_{\text{ост}} = 14$ МПа), так в блоках после старения ($\sigma_{\text{ост}} = 8$ МПа), дают основание утверждать, что причиной образования трещин эти напряжения быть не могут из-за их малости.

Монтажные напряжения достигают 160 МПа [6], что согласуется с результатами исследований, проведенными в работе [4], хотя уровни напряжений значительно отличаются. По данным этой работы, перемычка испытывает изгиб, что создает неблагоприятные условия для запрессованной гильзы и может в некоторой степени способствовать образованию трещины. В работе [6] показано, что максимальные остаточные напряжения достигают 150 МПа. Статическое нагружение (размораживание), проведенное в течение 14 ч, привело к появлению трещин в перемычках у пяти исследуемых блоков. Напряжения от давления газов в цилиндре существенного влияния на процесс образования трещин не оказывают ввиду их малости (10...20 МПа). Большое значение в этой работе придается тепловым нагрузкам, которые совпадают по знаку с монтажными. Эти напряжения достигают максимального значения сразу же после запуска двигателя и вывода его на номинальный режим и составляют 140 МПа. Дальнейшая работа двигателя и разогрев охлаждающей жидкости до 60...70°C приводит к снижению напряжений до уровня 90 МПа.

В значительной мере на образование трещин влияет тепловой режим работы двигателя. Так, работа двигателя без охлаждения на номинальном режиме в течение 2,5 минут приводит к появлению трещин. Максимальные напряжения от тепловых нагрузок составляют 210...270 МПа. Таким образом, напряжения от тепловых нагрузок, по мнению авторов работы [6], являются основной причиной трещинообразования в перегородках между гильзами.

Из вышеизложенного следует, что перегородки между гильзами находятся в сложном напряженном состоянии. Они подвержены динамическим нагрузкам от кривошипно-шатунного механизма [7], действию напряжений от теплового нагружения [6], остаточным напряжениям от воздействия газов (хотя и в очень незначительной степени), а также в ряде случаев и статическим нагрузкам. Кроме того, процесс разрушения усугубляется воздействием коррозионной среды. Динамическую нагруженность, как это отмечено в работах [6,7], по-видимому, не следует считать основной причиной разрушения, так как предел усталости серого чугуна равен 120...130 МПа, что примерно в 10 раз превышает напряжения, приведенные в работе [6]. В блоке двигателя Д-50 остаточные напряжения в перемычках малы [8], а в двигателе А-41 остаточные напряжения в гильзовом пояске близки к пределу прочности чугуна и составляют около 200 МПа. Следовательно, можно считать, что у разных двигателей причины образования трещины в межгильзовых перемычках различны и их может быть несколько.

Работы по изучению нагруженности стенок водяной рубашки практически отсутствуют, есть лишь некоторые отрывочные сведения о ее нагруженности в работах [8]. Между тем количество выбракованных блоков по причине трещин в стенке водяной рубашки достигает более 8%, а по данным доходит до 17%.

Исследованиями [9] установлено, что уровень остаточных напряжений в стенках водяной рубашки колеблется от 80 до 100 МПа. Естественно такие напряжения не могут служить причиной образования трещин ввиду того, что появление магистральной трещины в сером чугуне обусловлено напряжениями в 120...150 МПа. Монтажные напряжения в этих стенках также незначительны.

При имитации «размораживания» напряжения в стенке водяной рубашки достигают 57...61 МПа. Деформация продольных стенок увеличивается от краев к центру (рассматривалась коробчатая форма рубашки охлаждения). Максимальные напряжения, возникающие от рабочих нагрузок, составляют 8,5 МПа. Ряд авторов [1, 10] считают, что трещины в водяных рубашках являются следствием неправильной эксплуатации двигателей при температурах окружающей среды ниже 0°C. Причиной разрушения, по их мнению, следует считать размораживание. Есть сведения (экспериментально не подтвержденные), что трещины в стенках рубашки охлаждения носят усталостный характер.

Из вышеизложенного следует, что для выбора рационального способа заделки трещин необходимо уточнить данные по нагруженности, причинам появления трещин и процессу протекания деформирования.

К тяжело нагруженным деталям относится головка цилиндров двигателя, в которой возникают значительные температурные напряжения [65], монтажные и рабочие, при этом играет роль и агрессивная среда. Разрушение носит характер термической усталости.

В ряде работ, например [11], приводятся данные по исследованию остаточных напряжений, в основном, в отливках корпусов коробок передач и задних мостов.

Максимальный уровень этих напряжений составляет 150 МПа. Следует отметить многочисленность подобных исследований, которые могут внести определенные коррективы как в конструкцию корпусов, так и в создание оптимальных технологий их ремонта.

Результаты изучения напряжений при различных видах движения трактора показали, что при обычных условиях работы они не велики. Близкое к ударному воздействие, достигается при переезде жестких препятствий. Наибольшие напряжения (до 30 МПа) возникают в более тяжелых условиях работы трактора: движение с поднятым плугом, с поворотами и наездом на продольный вал борозды, переезд под углом бетонной балки.

Уровень монтажных напряжений невелик (в среднем 2...5 МПа), а максимальные достигают 11,5 МПа.

Мнения о причинах разрушений корпусов трансмиссии различны. Так, в работах [12, 13] отмечается, что появление трещин в корпусах задних мостов связано с накоплением усталостных повреждений. Причинами появления трещин могут являться, как считают некоторые исследователи [14], совокупность усилий от веса, крутящих и тормозных моментов, переменных нагрузок, а также от остаточных напряжений.

Другими факторами, способствующими разрушению деталей, могут быть заниженные прочностные свойства материала отливки.

Нередко разрушение происходит в местах концентраций напряжений от воздействия внешних нагрузок [1].

Частой причиной появления трещин считаются аварийные поломки.

Количественный анализ некоторых деталей, поступающих в ремонт с трещинами, приведен в таблице 1. Таблица составлена по работам [15,16,17], а также по нашим исследованиям.

Таблица 1 – Количество корпусных деталей, поступающих в ремонт с трещинами

Марка машин, двигателя	Наименование корпусной детали	% от числа поступивших в ремонт деталей	
		трещины в перемычках	трещины стенок
МТЗ-80	Корпус заднего моста	15	9
МТЗ-80	Корпус КП	22	3
МТЗ-82	Корпус заднего моста	-	12
Т-150К	Корпус КП	-	17
К-701	Корпус КП	-	17
Д-50	Головка цилиндров	25	-
ЯМЗ-238НБ	Головка цилиндров	44,6	-
А-41	Головка цилиндров	44,2	2,1
А-01М	Головка цилиндров	44,2	2,1
Д-240	Блок цилиндров	-	3
А-41	Блок цилиндров	-	6

Обзор литературных источников показал недостаточную изученность причин трещинообразования. Совершенно отсутствуют работы, посвященные изучению деформирования в период разрушения таких ответственных базисных деталей, как блоки цилиндров (стенка рубашки охлаждения), корпуса КП и корпуса задних мостов. Во многих случаях исследования причин появления трещин носят случайный и противоречивый характер.

Выводы

1. Причинами появления трещин в корпусных деталях могут быть: динамические напряжения (применительно к межгильзовым перемычкам блоков цилиндров и перемычкам головок блоков); заниженные прочностные свойства чугуна; монтажные и рабочие напряжения в совокупности; коррозионные воздействия; усталостные напряжения (применительно к коробкам передач и задним мостам); остаточные напряжения; случайные факторы.

2. На основании аналитического обзора известных информационных источников установлено, что нагруженность корпусных деталей требует дополнительных исследований, особенно вопросов деформирования таких изделий в период разрушения.

Литература

1. Михальченков А.М. Напряженно-деформированное состояние восстановленных деталей от контактного взаимодействия до конструкции. Брянск, 2012. 250 с.
2. Михальченков А.М., Тюрева А.А., Козарез И.В. Технология ремонта машин. Курсовое проектирование: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2020. 232 с.
3. Методы профилактики дефектов отливок из серого чугуна: учеб. пособие / Л.В. Костылева, Д.С. Гапич, В.А. Моторин, А.В. Грибенченко. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. 92 с.
4. Суркин В.И. Основы теории и расчёта автотракторных двигателей: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Лань, 2021. 304 с.
5. Агеев Е.В., Грашков С.А. Практикум по технологии ремонта машин: учеб. пособие. Курск: Курская ГСХА, 2019. 147 с.
6. Михальченков А.М., Лялякин В.П., Соловьев Р.Ю. Влияние приемов сварки на уровень остаточных напряжений при заделке трещин в корпусных деталях из серого чугуна // Сварочное производство. 2017. № 4. С. 27-32.
7. Исследование внутренних напряжений в тонкослойных оксидных покрытиях на алюминиевых сплавах / Ю.А. Кузнецов, А.В. Коломейченко, В.В. Гончаренко, И.Н. Кравченко // VI Міжнародна конференція. Київ, 2019. С. 177-182.
8. Урбанский Б.М. Исследование деформации блока цилиндров дизелей при ремонте // Инженерно-техническое обеспечение АПК: реферативный журнал. 2001. № 3. С. 904.
9. Вершинин В.В. Искусственное старение тракторных чугунных отливок // Литейное производство. 1971. №12. С. 3-5.

10. Урбанский Б.М. Исследование деформации блока цилиндров дизелей при ремонте // Инженерно-техническое обеспечение АПК: реферативный журнал. 2001. № 3. С. 904.
11. Юданова А.В. Восстановление коренных опор блоков цилиндров двигателей комбинированными покрытиями // Инженерно-техническое обеспечение АПК: реферативный журнал. 2003. № 3. С. 885.
12. Копаев В.Н. Ремонт головок цилиндров автотракторных двигателей в условиях мастерских хозяйства // Сб. науч. работ выпускников факультета механизации сел. хоз-ва. Ставрополь, 2018. С. 29-35.
13. Вознесенский Н.П., Логвиненко А.Я. О причинах разрушения и выборе материала головок цилиндров дизелей // Тракторы и сельхозмашины. 1971. № 2. С. 13-14.
14. Усков В.П. Исследование причин ограничивающих работоспособность коренных опор тракторных двигателей, прошедших капитальный ремонт и путей повышения их долговечности: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Алма-Ата, 1975. 18 с.
15. Шевченко Л.П. Исследование вопросов долговечности и ремонта несущих систем тракторов и прицепов на основе закономерностей разрушения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: МИИСП, 1975. 21 с.
16. Коробейников А.Г., Лихачев В.С., Шолохов В.Ф. Испытания сельскохозяйственных тракторов. М.: Машиностроение, 1982. 184 с.
17. Соловьев С.А., Козарез И.В., Феськов С.А. Влияние расположения стрелчатых лап культиваторов посевных комплексов на их износ // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 11. С. 40-42.

УДК 631.563.2:631.15

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА В МАЛЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

к.т.н Ченин А.Н.

Брянский государственный аграрный университет, Россия

IMPROVING LABOR SAFETY WHEN DRYING GRAIN IN SMALL AGRICULTURAL ENTERPRISES

Senior lecturer Chenin A.N.

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Разработана и испытана барабанная гелиосушилка зерна, которая хорошо себя зарекомендовала при использовании малыми сельскохозяйственными предприятиями, и применяется при сушке как при нормальных погодных условиях, так и при неблагоприятных и является более безопасной по сравнению с крупногабаритными и высокопроизводительными аналогами.

Annotation. The drum solar grain dryer has been developed and tested, which has proven itself well when used by small agricultural enterprises, and is used for drying both under normal weather conditions and under unfavorable ones, and is safer compared to large-sized and high-performance analogues.

Ключевые слова: гелиосушилка, безопасность труда, вредные производственные факторы, опасные производственные факторы, травма, болезнь, сушка зерна.

Keywords: solar dryer, labor safety, harmful production factors, dangerous production factors, injury, disease, grain drying.

Большой объем работ при уборке урожая зерновых культур в малых сельскохозяйственных предприятиях приходится на послеуборочную обработку и сушку зерна, где на работника возможно воздействие многих производственных факторов, что связано с низким уровнем автоматизации данных процессов. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы, которые воздействуют на работника на его рабочем месте, делятся на опасные и вредные факторы [9].

В первую группу факторов [4] можно отнести вероятность получения травмы при контакте с движущимися частями зерносушильного оборудования, транспортирующих агрегатов, ленточных норий, ременных и цепных передач, а также при падении с высоты крупных зерносушильных комплексов. Кроме того, по электроопасности помещение напольной сушилки относится к помещениям с повышенной опасностью класса II, что связано с наличием токопроводящих бетонных полов, а также повышенной влажности и температуры, что при нарушении изоляции электрических проводов может привести к несчастному случаю. Также присутствует вероятность получения термической травмы при контакте с нагретыми поверхностями сушилки.

Так как оператор многих крупных и средних сушильных комплексов [6] находится практически постоянно непосредственно в зоне сушки, во вторую группу факторов можно отнести содержание в помещении производственной пыли, смешанного состава, выше установленной предельно-допустимой концентрации – более 6 мг/м^3 . Данный фактор может вызвать множество заболеваний органов дыхания и системы кровообращения. В табл. 1 приведены зависимости между снижением уровнем загрязнения атмосферного воздуха и уменьшением заболеваемости [3].

Также при сушке влажного зерна нагретый и влажный воздух выходит непосредственно в помещение зерносушилки, следствием чего является повышенная влажность (более 75%) и температура окружающего воздуха (более 27°). Кроме того, многие сушилки работают на органическом топливе, а значит,

в зоне сушки и рядом с ней могут находиться выхлопные газы. Кроме этого, работа большинства зерносушилок связана с постоянным повышенным шумом (более 70 Дб), а также проявлением общей и локальной вибраций от двигателей и различных транспортирующих механизмов.

Таблица 1 - Зависимость между снижением уровнем загрязнения атмосферного воздуха и уменьшением заболеваемости

Заболевание	Уменьшение числа заболеваний на 1000 чел.	
	с опасного уровня до допустимого	с уровня, вызывающего опасения, до допустимого
Грипп и катар верхних дыхательных путей	292	90
Пневмония	12,1	5,6
Бронхиты	13,6	3,2
Туберкулез органов дыхания	3	1,7
Болезни сердца	2,4	0,5
Гипертоническая болезнь	3,2	2,0

Кроме того, на крупных зерносушильных комплексах присутствуют взрывопожароопасные факторы [1]: выход из строя предохранительных клапанов, неисправности системы подачи топлива и зажигания, попадание искр в сухое зерно, мучная пыль и другие горючие материалы, короткое замыкание, а также чрезмерное повышение температуры агента сушки вкупе с несоблюдением правил охраны труда.

Все вышеперечисленные факторы могут привести к получению работником травмы, к резкому ухудшению здоровья или развитию профессиональной болезни.

На базе Брянского ГАУ разработана и испытана барабанная гелиосушилка зерна [2,5,8], которая хорошо себя зарекомендовала при сушке зерна при благоприятных и неблагоприятных погодных условиях в малых крестьянско-фермерских и селективных хозяйствах (рисунок 1).



Рисунок 1 – Опытный образец барабанной гелиосушки

Принцип работы гелиосушки (рисунок 2) основан на подогреве сушильного агента в горизонтальном гелиоколлекторе 1, в котором расположен гелиоводяной аккумулятор теплоты 2, для накопления избыточного тепла в камере, а также повышения температуры сушильного агента, и набор стоек и перегородок (3,4,5) для организации правильной циркуляции сушильного агента. Перфорированный барабан 6, в котором сушится зерно, вращается при сушке, но при входе в сушильную камеру он останавливается с поста оператора 13 (рисунок3) дистанционно, что исключает возможность контакта оператора с движущимися частями сушилки. Из сушильной камеры сушильный агент с избытком влаги удаляется через вытяжную трубу 10 посредством естественной тяги, либо через вытяжной вентилятор 8 (в зависимости от погодных условий).

В горизонтальном коллекторе, сушильной камере и вытяжной трубе установлены датчики температуры для контроля температуры сушильного агента и поддержания режима «бережной сушки». Кроме того, в вытяжной трубе имеются устройства для организации рационального отвода сушильного агента.

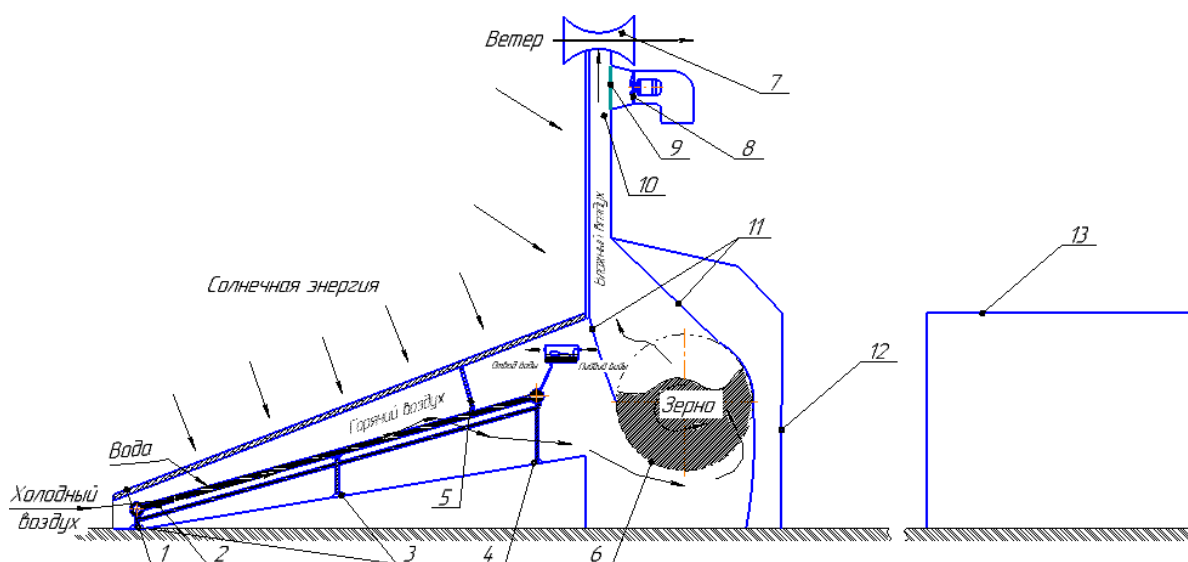


Рисунок 2 – Схема барабанной гелиосушилки: 1 – горизонтальный наклонный гелиоколлектор; 2 – гелиоводяной аккумулятор теплоты; 3 – стойка-перегородка; 4 – стойка; 5 – перегородка для организации движения воздуха; 6 – перфорированный барабан; 7 – дефлектор; 8 – вытяжной вентилятор; 9 – заслонка для организации активного вентилирования; 10 – вытяжная труба с вертикальным гелиоколлектором; 11 – фартук; 12 – входная дверь в сушилку; 13 – пост оператора

Для дистанционного управления [7] и контроля за параметрами сушки имеется пост оператора 13 (рисунок 2), причем он находится отдельно от зерносушилки, и тем самым, ограждает оператора от вредных и опасных факторов. Сама зерносушилка и пост оператора находятся на открытом воздухе, ориентируясь на южное направление.



а)

б)

Рисунок 3 – Оборудование поста оператора зерносушилки для дистанционного управления и контроля: а – щит управления; б – измеритель-регулятор

Влажность зерна в барабане контролирует оператор вручную с периодичностью в 1 час с помощью портативного влагомера зерна Wile-65 (рисунок 4), тем самым, минимизируя, время проведения в зоне сушки.



Рисунок 4 - Влагомер зерна Wile-65 компании «Farmcomp Agroelektronics»

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что данная зерносушилка отличается от своих крупногабаритных и высокопроизводительных аналогов тем, что при работе с ней оператор не подвергается многим опасным и вредным производственным факторам, что повышает безопасность труда на малых сельскохозяйственных предприятиях.

Литература

1. Двоенко О.В., Ченин А.Н. Повышение пожарной безопасности при сушке зерна и семян // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. М., 2020. № 3-20. С. 26-32.
2. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Ченин А.Н. Применение гелиосушилок зерна в условиях Брянской области: теория и результаты: монография. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. 174 с.
3. Медведева Е.С., Ченин А.Н. Методы улучшения условий труда при послеуборочной обработке зерна // Научное творчество студентов – развитию агропромышленного комплекса: сб. студенческих науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. С. 58-63.
4. Панова Т.В., Панов М.В. Обеспечение безопасности работающих при хранении и переработке растительного сырья: монография. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. 96 с.
5. Гелиосушилка: пат. 159524 Рос. Федерация / Чащинов В.И., Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М., Ченин А.Н.; опубл. 10.02.2016, Бюл. № 4.
6. Сушилка: пат. 196966 Рос. Федерация / Купреенко А.И., Панова Т.В., Панов М.В.; опубл. 23.03.2020., Бюл. № 9.
7. Ульянова Н.Д., Купреенко А.И. Перспективы использования информационных тех-

нологий при производстве экологической продукции АПК // Проблемы экологизации сельского хозяйства и пути их решения: сб. материалов нац. науч.-практ. конф. Брянск, 2017. С. 115-119.

8. Ченин А.Н. Повышение эффективности сушки зерна в барабанной гелиосушилке: дис. ... канд. техн. наук. М., 2017, 166 с.

9. Ульянова Н.Д., Чирков Е.П. Цифровизация аграрного производства в Брянской области // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 9. С. 52-58.

10. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

11. Развитие современных методов защиты работающих на предприятиях сельскохозяйственной отрасли / Т.И. Белова, Е.М. Агашков, В.И. Гаврищук, Г.Д. Захарченко и др. Орел: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2019.

12. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб., 2017.

13. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

УДК 631.53.027.2

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАПСА

к.т.н. Михеев Д. А.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

WAYS TO INCREASE EFFICIENCY CULTIVATION OF RAPE

Candidate of Technical Sciences Mikheev D. A.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. В статье описаны пути повышения эффективности возделывания рапса за счет применения технологии точного высева и создания искусственной оболочки на поверхности семян, инкрустации и дражирования. Рассмотрены преимущества инкрустированных семян рапса. Предложено создание специализированной сеялки точного высева для рапса.

Annotation. The article describes ways to increase the efficiency of rapeseed cultivation through the use of precision seeding technology and the creation of an artificial shell on the surface of the seeds, encrustation and coating. The advantages of encrusted rape seeds are considered. The creation of a specialized precision seeder for rape is proposed.

Ключевые слова: рапс, семена рапса, точный высев, инкрустация, дражирование.

Key words: rape, rapeseed, precision seeding, encrustation, coating.

Введение

В настоящее время возделывание такой сельскохозяйственной культуры как рапс приобретает все больший интерес. Это связано с тем, что эта культура обладает высоким сельскохозяйственным потенциалом. Из рапса можно полу-

чить сырье для различных нужд. Рапсовое масло используется в пищевой промышленности. Зеленая масса рапса по содержанию протеина и питательности приравнивается к бобовым культурам, широко используется в качестве корма. Рапс дает сырье для производства возобновляемых источников энергии – биодизельного топлива, масла и пеллетов из соломы [1].

Ценность семян рапса определяется, прежде всего, содержанием жиров и белков. В семенах рапса содержится 40...46 % жира, 22...27 % протеина в пересчете на сухое вещество. При выращивании рапса можно получить 10...15 ц/га растительного масла и 3...8 ц/га высокобелкового шрота [1].

Семена рапса пользуются хорошим спросом на рынке сельхоз продукции и имеют достаточно высокую стоимость (до 800 у.е. за 1 т.) [2]. Учитывая это многие сельхозпроизводители с каждым годом отводят все больше площадей в своих хозяйствах для возделывания рапса.

Для получения высокого урожая хорошего качества производителям необходимо использовать высокопродуктивные семена прошедшие весь цикл предпосевной подготовки, а также точно соблюдать технологию возделывания. Однако каждый сельскохозяйственный производитель ищет пути повышения урожайности культуры при снижении себестоимости ее возделывания [7].

Очень важным при возделывании рапса является точно соблюсти норму высева, которая может меняться в зависимости от самих семян (гибриды, сорта), так и от условий выращивания. Слишком высокие нормы высева способствуют вытягиванию центрального побега. В тех местностях, где существует большой риск вымерзания, рекомендуется ориентироваться на меньшие нормы высева, которые способствуют лучшему развитию органов регенерации при меньшей длине стебля. Слишком большая густота стояния в процессе вегетации нередко приводит к полеганию растений. В результате этого наблюдаются запоздалое цветение и не дозревание семян. Они не только ухудшают качество урожая, но и обуславливают его потерю. Кроме того, при слишком густых посевах создаются идеальные условия для развития грибковых заболеваний.

Постановка целей и задачи

Цель исследований – определить пути повышения эффективности возделывания рапса.

Задачами исследования являются: рассмотрение приоритетных направлений в улучшении технологии посева семян рапса; анализ эффективности использования семян рапса с искусственной оболочкой.

Результаты исследований и их обсуждение

В настоящее время высев семян рапса производится сеялками и комбинированными агрегатами АПП-6, СПУ-6, AirSem Rau, MegaSeed-2000 Rabe, Amazone и др. Использование почвообрабатывающих посевных агрегатов имеет преимущество перед сеялками, так как позволяет сократить сроки проведения работ и разместить семена во влажном слое почвы.

Существуют научные исследования [3], которые свидетельствуют о том, что равномерное распределение семян по площади поля позволяет повысить урожайность. Даже при снижении требуемой нормы высева рапса на 20-50%, но при равномерном распределении семян можно получить прибавку к урожаю. Наиболее ощутим этот эффект на семенах гибридов. Также надо учитывать показатель всхожести семян, очевидно, что для точного посева рапса всхожесть семян должна быть не менее 90%.

Большинство современных гибридов отличается высокой компенсационной способностью. За счет индивидуального развития растения компенсируют невысокую плотность посева. Известны многочисленные примеры, когда посевы с густотой стояния 15...20 растений на м² формировали урожай на уровне посевов с оптимальной густотой (40...50 растений на м²) [3]. Учитывая то, что стоимость посевной единицы импортных семян гибридов рапса составляет 100...150 у.е. можно сделать вывод, что при правильно рассчитанной норме высева можно повысить рентабельность производства рапса только за счет точного высева на 50...70 у.е. с 1 га.

Для точного посева семян рапса использую существующие сеялки точного высева, при всем том эти сеялки разработаны под другие культуры, с большим

междурядьем (кукуруза - 0,7 м, свекла - 0,45 м). Такие сеялки не могут обеспечить максимально точного распределения семян рапса по полю. Норма высева для сортовых семян рапса составляет 1...1,2 млн. всхожих семян на 1 га (4...6 кг/га), для гибридов – 0,7-1 млн. всхожих семян на 1 га (2...4 кг/га) [4].

Исходя из этого можно сделать вывод, что средняя норма высева семян рапса на 1 га составляет 1 млн. шт. Это означает что на 1 семечко в идеальных условиях должно приходиться 0,01 м² площади посева. Учитывая то, что развитие растения будет максимально эффективным если расстояние между соседними семенами, как в рядке, так и между рядками должно быть одинаковым, оно составит 0,1 м. Сеялок точного высева которые могут обеспечить такое междурядье, или близкое к нему, на сегодняшний день нет.

Кроме этого есть еще одна проблема – это размер семян. Поскольку семена рапса значительно меньше семян кукурузы и свеклы то становится намного сложнее обеспечить точный посев на существующих сеялках точного высева. Однако сегодня есть очень хорошее решение этой проблемы, которое позволит не только упростить точный посев семян рапса, но и увеличить их посевной потенциал – это создание искусственной оболочки на поверхности семян (инкрустация, дражирование). Создание искусственной оболочки позволяет увеличить размер семян, придать им шаровидную форму, а также включить в состав оболочки необходимые защитные препараты, микро и макроэлементы, в которых особенно нуждается растение на ранних этапах развития.

Ведущие западные фирмы уже давно поставляют на мировой рынок свои гибриды семян рапса с искусственной оболочкой. Инкрустация и дражирование семян является очень привлекательным способом предпосевной обработки для культур имеющих небольшую норму высева, к которым относится рапс.

Семена с искусственной оболочкой дороже обычных (необработанных), однако они дают больший урожай, и позволяют использовать технологию точного высева. Это в совокупности приводит к покрытию затрат на инкрустацию или дражирование, и получение дополнительной прибыли.

Научные исследования, проводимые в УО БГСХА (г. Горки Республика

Беларусь) показывают, что инкрустированные семена рапса могут дать прибавку к урожаю 5...8 % без учета химического состава почвы [5].

При использовании семян с искусственной оболочкой надо учитывать одну особенность, такие семена более требовательны к содержанию влаги в почве, чем обычные семена [6]. Поэтому для получения хорошего эффекта от инкрустации или дражирования необходимо высевать семена в строго отведенные сроки, что бы они оказались во влажной почве и оболочка быстро растворилась. В противном случае семена с искусственной оболочкой могут снизить всхожесть семян и негативно повлиять на урожайность.

Стоит отметить, что западные производители во избежание снижения всхожести инкрустированных семян из-за недостатка влаги в почве подбирают особые компоненты оболочки семян (гидрогели, водорастворимые компоненты и др.) которые позволяют легко разрушиться оболочке семян в почве, даже без избыточного количества влаги. Это упрощает высева семян, увеличивая сроки посевной компании.

Вывод

Для получения максимальной прибыли от возделывания сельскохозяйственных культур, и в частности рапса, необходимо использовать современные агротехнические способы и методы. К таким методам можно отнести точный высева семян рапса с искусственной оболочкой (инкрустированных или дражированных).

На сегодняшний день специализированных сеялок для точного высева рапса нет, а эффект от равномерного распределения семян научно доказан. Это свидетельствует о том, что создание специализированной сеялки точного высева для рапса является приоритетным направлением повышения эффективности возделывания этой культуры. Для точного высева семян рапса необходимо использовать высокопродуктивные семена с искусственной оболочкой увеличенного размера. Это позволит точнее высевать семена с заданной нормой, и повысит посевной потенциал самих семян, за счет средств защиты и удобрений нанесенных на их поверхность.

Литература

1. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И.Р. Вильдфлуш и др.; под ред. И.Р. Вильдфлуша, П.А. Саскевича. Горки: БГСХА, 2016. 383 с.
2. График цен на рапс [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: https://www.economicdata.ru/additional.php?menu=spot-price&ad_ticker=CanolaPrice&additional_show=details – Дата доступа: 11.03.2021.
3. ВЫШЕ ТОЧНОСТЬ – МЕНЬШЕ НОРМА [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <https://www.agroone.info/publication/vyshe-tochnost-menshe-norma> – Дата доступа: 11.03.2021.
4. Особенности посева рапса в условиях нынешнего года [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <http://zilmogilev.by/2018/08/22/osobennosti-poseva-rapsa-v-usloviyah-nyneshnego-goda/> – Дата доступа: 11.03.2021.
5. Михеев Д.А., Исаченко В.Н. Исследование посевных качеств инкрустированных семян рапса полученных в центробежном дражираторе с лопастным отражателем // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. 2020. № 2. С. 144–147.
6. Гелиосушка: пат. 148171 Рос. Федерация / Тихий В.А., Купреенко А.И., Байдаков Е.М., Исаев Х.М.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Брянская ГСХА; заявл. 27.03.2014; опубл. 27.11.2014, Бюл. 10.
7. Ульянова Н.Д., Чирков Е.П. Цифровизация аграрного производства в Брянской области // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 9. С. 52-58.
8. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.
9. Торигов В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб., 2017.
10. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

УДК 622.223:622.24

АВАРИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СКВАЖИН МЕТОДОМ БУРЕНИЯ БОКОВОГО СТВОЛА

к.т.н., Антонов К.В., antonov-k-v@mail.ru

Башкирский государственный университет, Россия

ACCIDENTS DURING THE RECONSTRUCTION OF WELLS BY THE METHOD OF SIDE-HOLE DRILLING WELLS

candidate of technical sciences Antonov K.V., antonov-k-v@mail.ru

Bashkir State University, Russia

Аннотация. На примере бурения основных и боковых стволов скважин из бездействующего фонда добывающих, с целью возврата их в разряд действующих, рассмотрены наиболее часто встречающиеся аварии и приемы их ликвидации. В анализе задействованы скважины пробуренные за десятилетний период одним буровым предприятием на многочисленных нефтяных месторождениях нефтегазоносных провинций России.

Annotation. On the example of drilling the main and side boreholes from the inactive fund of producing wells, in order to return them to the category of active ones, the most common accidents and methods of their elimination are considered. The analysis involves wells drilled over a ten-year period by one drilling company in numerous oil fields in the oil and gas provinces of Russia.

Ключевые слова: скважина, боковой ствол, забой, шарошка, долото, фрезер, бурильная колонна, буровой раствор, поглощение, авария, затяжка, прихват инструмента, расхождение, перфорация, торпедирование.

Key words: Borehole, side bore, bottom hole, roller, chisel, cutter, drill string, drilling mud, absorption, Accident, tightening, tool grip, pacing, perforation, torpedoing.

Введение. Постановка задачи

Одним из факторов успешного развития государства и процветания его общества является уровень энергетического потенциала представляемого на данном этапе углеводородным сырьем включающим нефть и природный газ обеспечивающих работу промышленности, транспорта и быт населения. В этом случае углеводородный потенциал недр оценивается в прогнозных ресурсах, промышленных запасах и непосредственно в количестве добываемых объемов нефти и газа. При этом от прогноза до добычи проходит несколько этапов геологоразведочных работ. На всех этапах геологоразведочных работ используется широкий набор геолого-геофизических методов исследования земных недр и каждый вносит свой информационный вклад в выявление и подготовку объектов к поисковому бурению или участков разведки и доразведки месторождений. Открыть месторождение и осуществить добычу нефти и газа можно только посредством бурения скважины. Скважина относится к объектам капитального строительства, а сооружение ее осуществляется с поверхности земли и без доступа в нее человека. Именно это и определяет специфику и особенности строительства скважин, возникающие проблемы и адекватные им решения [1-3].

Успешность строительства скважины во многом предопределяет степень изученности геологического разреза вскрываемого скважиной, техническое и технологическое оснащение, квалификационный уровень профессиональных знаний и умений буровой бригады, уровень профессиональной подготовки инженерно-технических специалистов всех уровней имеющих отношение к сооружению скважины [4-5]. Как свидетельствует практика, не смотря на все до-

пустимые благоприятные условия бурения, аварии при строительстве скважин все же имеют место.

Аварией считается нарушение непрерывности технологического процесса строительства (бурения и испытания) скважины, требующее для его ликвидации проведения специальных работ, не предусмотренных проектом.

Аварии в процессе бурения скважины бывают связаны с поломкой и оставлением в скважине частей бурильной или обсадной колонн, долот, забойных двигателей, потерей подвижности (прихватом) колонны бурильных труб, падением в скважину посторонних предметов.

Мероприятия по предупреждению аварий являются важным фактором снижения аварийности. Эти мероприятия могут быть самыми разнообразными – организационными, технологическими и техническими. Эффективная реализация их снижает, но не исключает аварийность.

Обработка и оценка производственных материалов

Для вырезания «окна» в 146 мм эксплуатационной колонне скважины № 252 БРЛ на глубину 2693 м произвели спуск клинового отклонителя и активацию гидравлического якоря поэтапным созданием избыточного давления с выдержкой в колонне бурильных труб с 3,0 МПа до 12,0 МПа. Сняли избыточное давление. При попытке подъема, на индикаторе собственный вес колонны (45 тн), при ходе вниз – разгрузки нет, заякоривания не произошло. Попытки активации избыточным давлением в 14,0 МПа, 16,0 МПа, 18,0 МПа и выдержкой в течение 10 мин к активации якоря не привели. При подъеме компоновки происходил излив промывочной жидкости из бурильных труб. На глубине 1618 м произошло увеличение веса с 24 до 28 т, после излив прекратился и подняли без затяжек, без клинового отклонителя и гидравлического якоря. Спустили торцевой фрезер и весом инструмента пытались сбить клин до искусственного забоя, положительных результатов не достигли. В последующем клин отклонитель был извлечен колоколом (рисунок 1).



Рисунок 1 - Клиновой отклонитель извлеченный из скважины

Причиной аварии явился человеческий фактор: был произведен спуск в скважину гидравлического якоря ЯЗГ-140 с диаметром раскрытия после активации 125,4 мм вместо якоря ЯЗГ-146 с диаметром раскрытия 133 мм.

В этой же скважине в последующем при забое 3240 м во время проработки ствола скважины в интервале 3180-3184 м произошел резкий скачок давления на стояке манифольда до 18,0 МПа (на буровом насосе СИН-61 сработала защита (ЭКМ), что привело к его отключению) с полной потерей циркуляции. При повторном запуске насоса наблюдался рост давления и полное отсутствие циркуляции. Инструмент потерял подвижность на глубине 3184 м. Попытки восстановить циркуляцию путем создания давления 18,0 МПа и расхаживанием инструмента положительных результатов не дали. Произвели кумулятивную перфорацию для восстановления циркуляции на глубинах 3181, 3182, 3183 м. Общее количество отверстий – 9. После перфорации циркуляцию восстановить не удалось. Для определения места прихвата инструмента спустили прихватопредделитель, который встал на глубине 3108 м и потерял подвижность. Расхаживанием прибор извлечь не удалось и созданием усиленной нагрузки произвели принудительный обрыв кабеля. Причина аварии: прибор застрял в соединении СБТ-73 с СБТ-89.

В процессе дальнейшего длительного расхаживания с созданием момента на роторе величина момента заметно уменьшилась и удалось произвести несколько оборотов колонны ротором. Созданием усилия нагрузки инструмент сдвинулся с места и был поднят на поверхность (рисунок 2).

Рисунок 2 - Бурильный инструмент извлеченный из скважины после ликвидации аварии



При создании момента на роторе произошло схлопывание тела трубы и образование плоского винта, число шагов которого равно числу оборотов ротора, что и способствовало освобождению инструмента. Причина аварии геологическая, обвал неустойчивых горных пород.

В этой же скважине позднее вновь произошел захват инструмента по той же причине. Произвели отстрел инструмента торпедой. В результате расхаживания бурильной колонны в 10-95 тн и вращения ротором слом бурильной трубы произошел на глубине 2987 м, со следами торпедирования в виде раздутия трубы в месте торпедирования.

В скважине № 5003 ХСР в процессе бурения при забое 2823 м произошел слом лапы долота 142,9 VGD-30Н. Авария ликвидирована спуском магнитного фрезера. В процессе дальнейшего углубления скважины при забое 2838

м после подъема инструмента обнаружилось, что в скважине оставлены две шарошки долота 142,9 STX-30. Авария ликвидирована спуском магнитного фрезера.

В процессе дальнейшего углубления скважины при забое 2838 м после подъема инструмента обнаружилось, что в скважине оставлены две шарошки долота 142,9 STX-30. Авария ликвидирована спуском магнитного фрезера.

В процессе бурения скважины № 4004 ЧРП при забое 1933,2 м произошел рост давления. После подъема бурильной колонны установлено, что произошел слом элементов бурильной колонны, в скважине оставлены вершины шарошек

долота. Авария ликвидирована установкой цементных мостов и зарезкой нового ствола.

В скважине № 720 СРМ при забое 3615,8 м во время проработки ствола произошел прихват инструмента, при этом циркуляция бурового раствора не прекращалась. Буровой раствор биополимерный хлоркалийевый, параметры: плотность 1,09 г/см³, вязкость 39 сек, фильтрация 3,7 см³/30 мин. Авария ликвидирована последовательной установкой двух соляно-кислотных ванн (12 % и 18 % HCl) и водно-нефтяной ванны.

В последующем, бурение скважины осуществлялось с промывкой биополимерным хлоркалийевым буровым раствором с параметрами: плотность 1,09 г/см³, вязкость 39 сек, фильтрация 3,7 см³/30 мин. При забое 3772,5 м бурильный инструмент был оставлен без движения в течении 6 минут, отрыв бурильной колонны от забоя был произведен на 3,57 м. При последующем спуске на забой, пробурено 0,8 м (забой 3773,3 м), при попытке отрыва от забоя бурильной колонны произошел прихват. Авария ликвидирована после установки соляно-кислотной (18% HCl) ванны.

Скважина № 595 НВЗ. При достижении проектного забоя глубиной 2831 м производилась проработка ствола скважины в интервале 2660-2729 м. При этом произошел резкий рост момента ротора, давление поднялось до 18,0 МПа. Сработал ЭКМ, отключился насос. Восстановить циркуляцию и расходить инструмент на длину рабочей трубы не удалось. С целью восстановления циркуляции произвели перфорацию (перфоратор ЗПК-42с) низа бурильной колонны в интервале 2723-2724 м. После восстановления и тщательной промывки скважины инструмент подняли. В поднятой перфорированной трубе ясно различимы 5 отверстий. В процессе бурения скважины № 308 ЮОК при забое на глубине 4017 метров появились скачки давления от 145 до 170 атм. После отрыва долота от забоя давление снижалось до рабочего. При последующем подходе к забою давление вновь поднималось до 170 атм. В течение 50 минут продолжались попытки продолжить бурение. Давление при подходе к забою увеличивалось до 200 атм. Решили поднять инструмент и после подъема инструмента об-

наружили, что сломаны вершины трех шарошек и сколоты зубки вооружения шарошки долота 139,7 НАТ 637 GLY. Бурение осуществлялось при нагрузке 5 тн, расход бурового раствора 9 л/сек, давление 145 – 150 атм. Для удаления металла с забоя скважины собрали КНБК: торцевой фрезер 2ФЗ-135 + переводник НЗ-88 × НЗ-86 + переводник МЗ-86 × НЗ-76 + шламометаллоуловитель ШМУ-120 + переводник НЗ-88 × МЗ-86 + бурильный инструмент до устья. Спустили КНБК до глубины «окна» (3842 м) промыли скважину и выровняли параметры бурового раствора (плотность 1,26 г/см³ условная вязкость 40 сек, фильтрация 3 см³/30 мин. в соответствие с геолого - техническим нарядом. С промывкой и вращением дошли до забоя. В течение 15 минут произвели фрезерование при нагрузке с навеса 1 тонна, расход 5-6 л/сек, скорость вращения до 60 об/мин. Подняли инструмент на 5 м над забоем и остановили циркуляцию с выдержкой 2 минуты. Без циркуляции и вращения дошли до забоя и без циркуляции произвели фрезерование в течение 2 минут, после чего восстановили циркуляцию и фрезеровали 15 минут. Подняли инструмент на 5 м и остановили циркуляцию, выдержали 2 минуты. Данный цикл в указанной последовательности повторяли в течение 1,5 часов. После чего промыли скважину 1 цикл и подняли инструмент. В процессе дальнейшего бурения при забое 4066,5 м произошло плавное падение давления с 165 атм до 150 атм. После отрыва от забоя при спуске не дошли до забоя 0,5 м. При проверке насоса обнаружили промыв гидрокоробки между нагнетательным седлом клапана и корпусом. Было принято решение поднять инструмент до «окна». Во время подъема первой свечи на 6-7 м появились затяжки 4-8 тн. Навернув квадрат и запустив насос начали расхаживание инструмента с промывкой. Через 0,5 часа возобновили подъем инструмента (свой вес инструмента 82 тн). Во время подъема третьей свечи начались затяжки от 2 до 20 тн (по ИВЭ-50). При расхаживании вес упал до 82 тн. Отвернув одиночную трубу и выбросив ее на мостки, навернули квадрат и запустили насос. При производительности 2 л/сек давление поднялось до 200 атм, циркуляция восстановилась частично. Вытяжка инструмента не более 5,5 м, затяжки до 96 тн по ИВЭ-50, долото на глубине 4015 метров. Продолжили расхажива-

ние инструмента с нагрузкой на крюке до 130 тн и созданием избыточного давления от 40 до 170 атм с разгрузкой инструмента до 20 тн и отбивкой ротором до 24 оборотов при этом циркуляцию восстановит не удалось. Для открытия промывочных окон УСОУ бросили в инструмент шар диаметром 32 мм. При избыточном давлении 230 атм срезали штифты УСОУ. Давление упало с 230 атм до 170 атм. Циркуляция не восстановилась и продолжили расхаживание, циркуляция не восстановилась. Произвели геофизические исследования в колонне ШМУ. По данным записи инструмент прихвачен ниже глубины 3942 м. Торпедировали инструмент на глубине 3936 м шнуровыми торпедами последовательно четыре раза. Разрушительная мощность заряда рассчитывалась не на разрыв бурильной трубы, а на встряхивание колонны и раздутие для последующей попытки сдвинуть с места и расходить при одновременном возможном создании в интервале торпедирования трещин для последующего восстановления циркуляции.

После взрыва четвертой торпеды инструмент пошел вниз. Восстановили циркуляцию через трещины в инструменте на глубине 3936 м, расходили инструмент и подняли компановку из скважины. После подъема обнаружили, что у долота в скважине остался конус вершины одной шарошки, вооружение долота имело сколы (рисунок 3).

Завершив выполнение аварийных работ по извлечению КНБК, в скважину спустили роторную компоновку: долото 139,7 мм с шламометаллоуловителем. При проработке ствола скважины на глубине 4047 м давление промывки поднялось до 200 атм и увеличился момент на роторе. Во время расхаживания бурильной колонны с отбивкой ротором при нагрузке 110 тн на глубине 4040 м восстановилась циркуляция и получили свободное движение бурового инструмента. Анализ шлама отобранного на выходе из скважины во время промывки позволил оценить состав который включал 40 % аргиллита и 60 % алевролита. После окончания промывки компоновку подняли в безопасную зону. Утяжелили буровой раствор до плотности 1,4 г/см³. Спустили КНБК на бурильных трубах до глубины 4040 м. Закачали утяжеленный раствор в скважину, произвели

промывку в течение одного цикла и выровнив весь раствор до плотности 1,4 г/см³ продолжили бурение.



Рисунок 3 - Долото отработанное в скв. № 308 ЮОК

Заключение

Список примеров может быть существенно продолжен, да он и не закончится, так как предусмотреть абсолютно все, а значит предупредить и исключить возникновение аварий практически невозможно, а каждая авария, происходящая при бурении и геофизических исследованиях скважин, безусловно, имеет как сходную картину, так и свои отличительные черты и нюансы. Именно на это и следует обращать внимание при предупреждении и ликвидации аварий.

Так из девяти рассмотренных примеров однозначно можно сказать, что причина двух из них обусловлены человеческим фактором, то есть ответственные специалисты отнеслись к исполнению своих прямых обязанностей весьма поверхностно. Отнесись они с требуемой ответственностью и аварий можно было избежать.

Другой вопрос, геологические причины, по которым произошло 7 аварий. В этом случае хоть многое известно и предусмотрено проектными документами, малейшее, на первый взгляд самое незначительное отклонение и может привести к аварии, что и имело место в приведенных примерах.

При статистической обработке материалов бурения скважин в анализе задействованы 85 скважин, из которых в 26 скважинах (30,59 %) произошли

аварии, общее количество которых составило 52. В том числе в двух скважинах произошло по 8 аварий.

По видам и количеству аварии распределяются в следующем порядке: прихват инструмента – 20; слом инструмента – 6; аварии с долотом – 6; аварии с клином-отклонителем – 3; слом фрезера – 3; прихват НКТ при спуске «хвостовика» - 1; аварии с геофизическими приборами при исследовании скважин и перфорации колонн – 11.

Литература

1. Антонов К.В. Бурение скважин / сост. К.В. Антонов, Р.А. Валиуллин, И.Г. Низаева; под ред. К.В. Антонова. Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. 344 с.
2. Гилязов Р.М. Бурение нефтяных скважин с боковыми стволами. М.: Недра-Бизнесцентр, 2002. 255 с.
3. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности: утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12.03.2013 № 101.
4. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. М.: Недра, 1988. 279 с.
5. Перепечина Ю.И. Научное обоснование организации хозяйства в лесах на основе их состояния в южном Зауралье: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Брянск, 2011. 18 с.

УДК 631.84

ЖИДКИЕ УДОБРЕНИЯ НА БАЗЕ КАС ПРИ ЗАСУХАХ И ПРОГНОЗИРУЕМОМ «ГЛОБАЛЬНОМ ПОТЕПЛЕНИИ»

*д.т.н., профессор Милюткин В.А.,
Самарский государственный аграрный университет, Россия
Длужевский Н.Г.,
ПАО «КуйбышевАзот», Россия*

LIQUID FERTILIZERS ON THE BASIS OF CAS IN DROUGHT AND FORECASTING "GLOBAL WARMING"

*Doctor of Technical Sciences, Professor Milyutkin V.A.,
Samara State Agrarian University, Russia
Dluzhevsky N.G,
PJSC "KuibyshevAzot", Russia*
Аннотация.

Аннотация. В работе представлены материалы, обобщающие комплексные исследования по эффективности инновационных технологий применения жидких минеральных удобрений КАС-32 и КАС+S. Данное направление является значительным резервом в нара-

щивании производства высоко востребованной продукции, главным образом пшеницы, подсолнечника, кукурузы, сои.

Annotation. The paper presents materials summarizing complex studies on the effectiveness of innovative technologies for the use of liquid mineral fertilizers KAS-32 and KAS + S. This direction is a significant reserve in increasing the production of highly demanded products, mainly wheat, sunflower, corn, soybeans.

Ключевые слова: Сельхозкультуры, технологии, инновации, жидкие удобрения, КАС, логистика, хранение, внесение.

Key words: Agricultural crops, technologies, innovations, liquid fertilizers, UAN, logistics, storage, application.

Введение

Несмотря на значительно возросший уровень отечественной сельскохозяйственной отрасли, особенно в растениеводстве, есть еще много резервов по совершенствованию технологий. В тоже время неблагоприятные прогнозы экспертов по глобальному потеплению на планете, в том числе и в России, все в большей степени подтверждаются-в частности в Поволжье. Последние три года погода в Самарской области была аномально жаркой и сухой. Дан-ная ситуация вызывает проблемы в устойчивом ведении сельского хозяйства, в получении высоких урожаев сельхоз-культур в регионе. При этом более эффективно, при сегодняшнем росте внесения минеральных удобрений, следует увеличивать внесение их в жидкой форме, в частности по азоту—это карбамидно-аммиачная смесь—КАС. В связи с чем решаются задачи по созданию более эффективных новых видов удобрений на базе КАС-32-это КАС+S, производства крупнейшего в России предприятия - ПАО «КуйбышевАзот» с использованием, в исследованиях Самарского ГАУ, высокоэффективной специализированной техники российского производства-АО «Евротехника» (Самара) немецкой компании AMAZONEN-Werke [1-11].

Цель

Разработать инновационные технологии применения жидких азотных минеральных удобрений на базе карбамидно-аммиачной смеси КАС как в чистом виде: КАС-32, так и в смеси с очень необходимым мезо-элементом-серой-S: кас+S.

Материалы и методика исследования

В исследованиях использовались опрыскиватели Anazone (Рисунок 1 а,б),

оборудованные для внесения жидких минеральных удобрений комплектами распылителей фирмы Lechler (Рисунок 1 в,г). При этом для поверхностной обработки вегетативной части растений применяются крупнокапельные инжекторные форсунки (Рисунок 1 в), исключая задержку КАС на листьях зерновых в фазе кущения с исключением образования ожогов, а при внекорневых подкормках на пропашных культурах во всех случаях и на зерновых в более позднюю фазу развития используются удлинительные резиновые шланги с металлическими наконечниками на конце и 5-струйными распылителями с размещением на штанге опрыскивателя через 500 мм (Рисунок 1 г).

Исследования проводились на опытных полях Самарского ГАУ на тяжелосуглинистых черноземах достаточно плодородных в засушливые 2018-2020 годы на яровой твердой пшенице, кукурузе на зерно, подсолнечнике и сое.

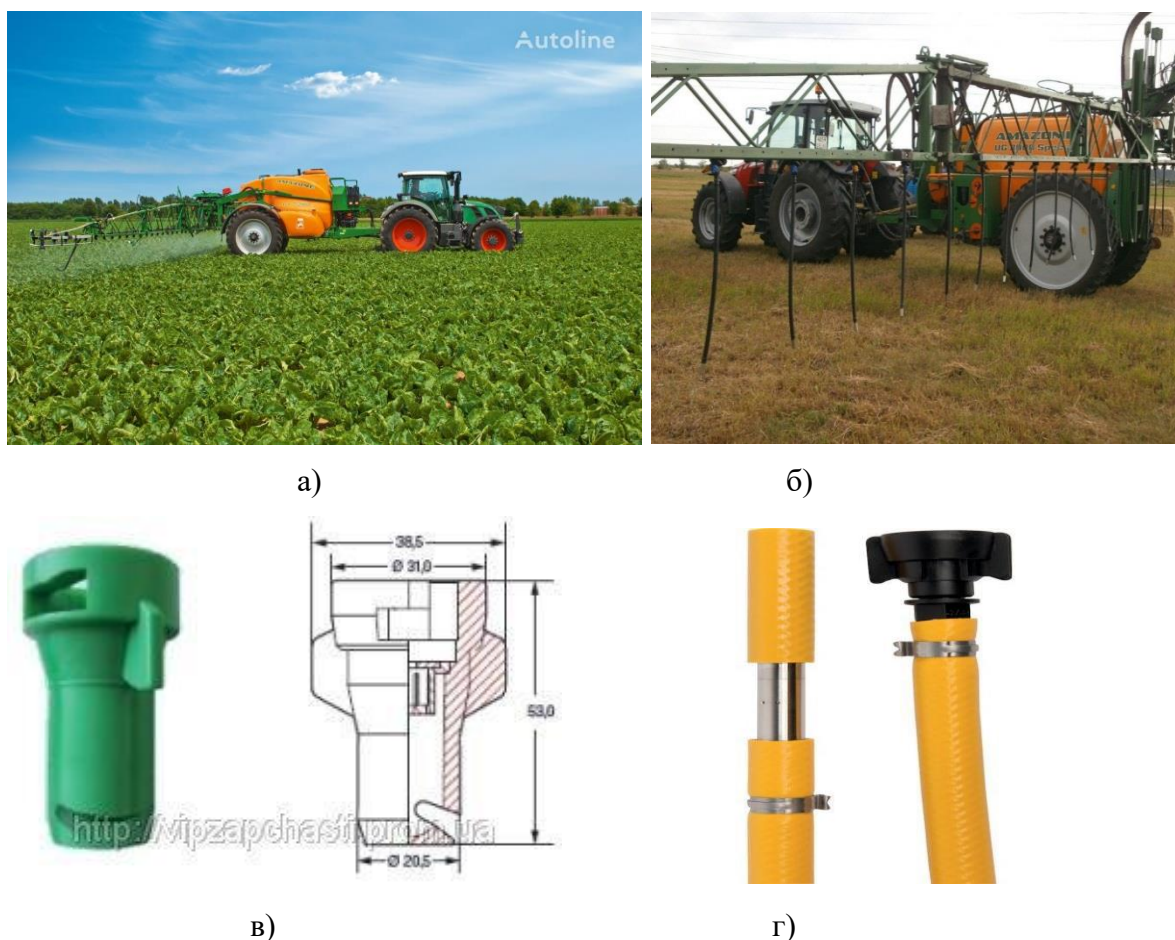


Рисунок 1 - Опрыскиватели АО «Евротехника» (г.Самара) компании «Amazonen Werke» (Германия) для внесения КАС по различным технологиям: а)-«по листу», б)-внекорневые подкормки, в)- крупнокапельная дефлекторная форсунка, г)- удлинитель фирмы «Lechler» (Германия)

Результаты исследования

Результаты исследований применения КАС как в чистом виде КАС-32, так и с добавлением серы КАС+S в сравнении с широко распространенным твердым азотным удобрением-аммиачная селитра в одинаковом азотном эквиваленте показали значительную прибавку урожая на всех исследуемых культурах (Рисунок 2), особенно при использовании КАС+S при дробном внесении [4-6].

Иновация технологии внесения жидких удобрений заключается во внесении КАС в соответствии с потребностью растений в азоте в зависимости от фазы развития, так как жидкие азотные удобрения КАС, включающие 3-формы азота, амидной его составляющей могут проникнуть в растение через листья и в значительной степени активизировать вегетацию.

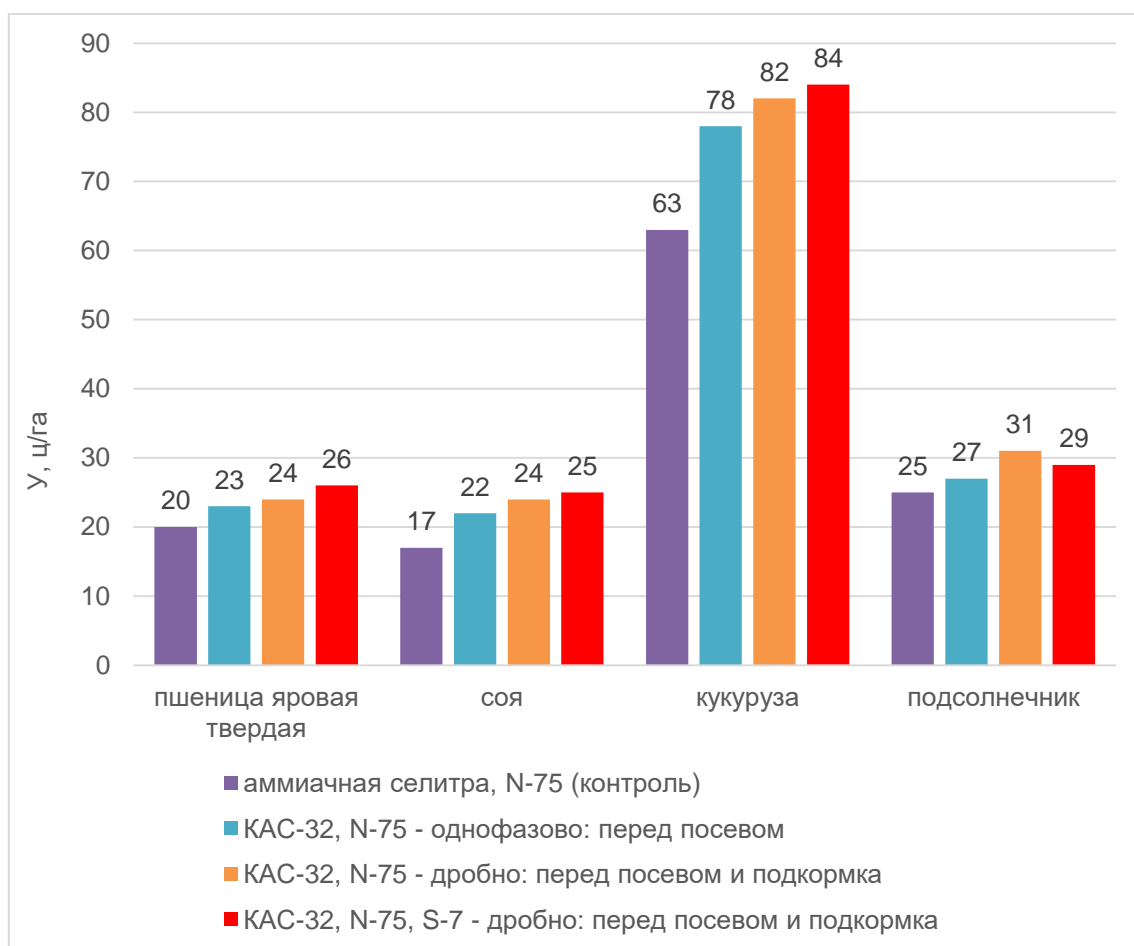


Рисунок 2 - Средняя урожайность за три года (2018-2020 гг.) исследуемых Самарским ГАУ сельхоз-культур от минеральных удобрений

Также в 2020 году нами были проведены исследования в производственных условиях на озимой пшенице в ООО Агро-Альянс Сергиевского района Самарской области (Рисунок 3) по следующим вариантам (Таблице 1).

В результате проведенных исследований установлено значительное положительное влияние жидких минеральных удобрений КАС-26 с серой S2 по сравнению с твердыми минеральными удобрениями-традиционной аммиачной селитрой на 16% (с 64,22 до 74,33 ц/га) и на 33% при добавлении в КАС ингибитора-N-Стайкер (с 64,22 до 83,38 и 87,27 ц/га) (таблица 2).

Значительная прибавка урожайности от применения жидких азотных удобрений на базе КАС по сравнению с твердыми-объясняется главным образом чрезвычайно засушливым летом в Самарской области, как и во многих регионах страны, когда на растворение твердых минеральных удобрений-аммиачная селитра-просто не хватило влаги в наиболее востребованный период развития озимой пшеницы, а также за счет более эффективного состава применяемых жидких удобрений.

Таблица 1

1-вариант	2-3 вариант	3 – вариант-контроль
Дробное внесение чистым КАС: в начале вегетации и при выходе в трубку	Дробное внесение КАС с препаратом NСтрайкер: в начале вегетации и при выходе в трубку	Контроль (аммиачная селитра). Однократно в начале возобновления вегетации.

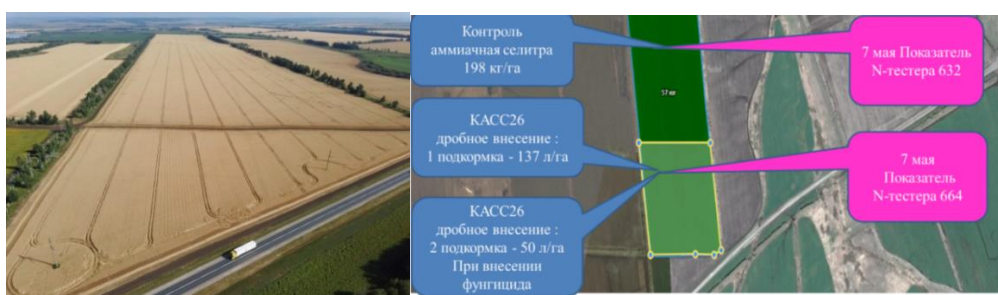


Рисунок 3 - Подкормка озимой пшеницы жидким удобрением КАС+S-N26S2

Таблица 2 - Показатели урожайности, намолота, влажности и т.п.

Ва- риант	Вид удобрений	Урожай жай- ность, ц/га	Влажно- сти зерна,%	Урожай- ность, ц/га	Клейкови- на, %	ИДК	ЧП	Масса 1000 семян, г	Натура, г/л
1	КАС26+2S	74,33	13,3	73,23	16,6	82,3	365	44,0	805,3
2	КАС26+2S+ NСтрайкер	87,27	12,9	86,38	16,1	83,1	386	45,1	809,5
3	КАС26+2S+ N-Страйкер	83,38	12,4	83,00	15,9	76,4	350	45,3	810,1
4	Контроль: аммиачная селитра 150 кг/га	64,22	13,6	63,05	14,5	71,6	370	46,6	794,3

Для оперативного хранения КАС в агропредприятиях ООО «Регион» (г. Кинель, Самарская обл.) в своей широкой номенклатуре изделий выпускает пластиковые емкости для комплектации авто-транспортных средств для перевозки КАС и секции емкостей для комплектации склада любой вместительности при длительном хранении КАС перед использованием (Рисунок 4).



а)

б)

Рисунок 4 - а)-перевозка КАС автомобильным транспортом, б)- строящийся склад для жидких удобрений КАС из емкостей ООО «Регион» в агропредприятии «Степные Зори» Самарской обл.

Продукция ООО «Регион» достаточно хорошо зарекомендовала себя по надежности и удобству в обслуживании во многих регионах Российской Федерации, в том числе и в Самарской области [9].

Выводы

1. В целом проделанная научная, производственная и исследовательская работа по использованию жидких азотных минеральных удобрений на базе карбамидно-аммиачной смеси КАС с изучением проблем логистики, хранению и инновационных решений при применении КАС на сельхоз-культурах показывает его значительные преимущества как по увеличению урожайности сельхоз-культур по сравнению с твердыми удобрениями, так и по удобству качественного внесения с минимальными затратами при хранении.

2. Сегодняшняя ситуация с технологией внесения КАС и технической готовности для проведения всех необходимых работ находится на достаточно-высоком уровне решения.

Литература

1. Милюткин В.А. Пути развития производства устойчиво-востребованной продукции аграрного комплекса для улучшения социально-экономической ситуации в регионах страны // Глобальные и региональные аспекты устойчивого развития: современные реалии: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. Грозный, 2020. С. 419-426.

2. Милюткин В.А. Повышение эффективности производства сельхоз-культур в засушливых климатических условиях применением жидких минеральных удобрений / В.А. Милюткин, А.Н. Макушин, Н.Г. Длужевский, В. Н. Сысоев // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. с. Соленое Займище, 2020. С. 186-191.

3. Милюткин В.А., Сазонов Д.С., Буксман В.Э. Современные сельскохозяйственные комплексы для агропредприятий России (АО "Евротехника" - г. Самара) // Актуальные вопросы совершенствования систем земледелия в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф.(с международным участием). Махачкала, 2020. С. 232-237.

4. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Техничко-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сб. ст. IV междунар. науч.-практ. конф. / отв. за выпуск Е.А. Галиуллина. Пенза, 2018. С. 122-127.

5. Гелиосушка: пат. 159524 Рос. Федерации / Чащинов В.И., Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М., Ченин А.Н. - № 2010109893/22; заявл. 16.03.2010; опубл. 20.07.2010, Бюл. № 20.

6. Advantages of liquid mineral fertilizers on the base of KAS-32 in comparison with solid fertilizers (ammonium nitrate) on sunflower and corn / V.A. Milyutkin, V.N. Sysoev, A.N. Makushin, N.G. Dluzhevskiy, S.V. Bogomazov // Volga Region Farmland. 2020. № 3 (7). С. 55-60.

7. Высокоэффективная организация универсальных конструкций почвообрабатывающе-удобрительных агрегатов / В.А. Милюткин, Ю.А. Савельев, С.А. Толпекин, А.А. Перфилов, В.Э. Буксман // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сб. ст. IV междунар. науч.-практ. конф. / отв. за выпуск Е.А. Галиуллина. Пенза, 2018. С. 127-132.

8. Милюткин В.А., Канаев М.А. Совершенствование технических средств для внесения удобрений // Аграрная наука сел. хозяйству: сб. ст. В 3 кн. Горно-Алтайск: Алтайский ГАУ, 2016. С. 36-37.

9. Купреенко А.И., Исаев Х.М.О., Михайличенко С.М. Применение информационных технологий в современном сельском хозяйстве // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. материалов I междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 11-16.

10. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Высокоэффективный агрегат для внутрпочвенного внесения удобрений Xtender с культиватором Senius - TX (Amazonen-Werke, АО "Евротехника") в технологиях No-Till, Mini-Till и гребне-рядовых // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIV междунар. науч. конф. Брянск, 2017. С. 488-493.

11. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Интеллектуальный опрыскиватель нового поколения // Техника и оборудование для села. 2018. № 7. С. 10-12.

12. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

УДК 62-9:637.07

МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ

к.т.н. Вербицкий С.Б., tk140@hotmail.com

Институт продовольственных ресурсов НААН, Украина

MATERIALS AND DESIGN OF THE WORKING TOOLS OF AN INSTALLATION FOR COMMINUTING RAW MEATS

Candidate of Engineering Sciences, Verbytskyi S.B., tk140@hotmail.com

Institute of Food Resources of NAAS, Ukraine

Аннотация. Рассмотрены особенности эмульсаторов мясного сырья, конструктивной схемой которых является «ротор-статор». Описана конструкция экспериментальной установки Я5-ФПФ для тонкого измельчения мясного сырья и ее рабочие органы, состоящие из зубчатых ротора и статора. Проанализированы конструкционные материалы, используемые для изготовления рабочих органов машин тонкого измельчения, признано рациональным изготовить режущие элементы рабочих органов установки из стали 50Х14МФ.

Annotation. The features of flow cutters of raw meats, the structural layout of the said cutter being "rotor-stator", are considered. The design of the Я5-ФПФ (Ya5-FPF) experimental installation for comminuting of raw meats and its working tools, consisting of a cog rotor and a cog stator, are described. The structural materials used for the manufacture of the working tools of comminuting machines have been analyzed, it is considered rational to make the cutting elements of the working tools of the installation from the steel 50X14MF (50H14MF).

Ключевые слова: мясное сырье, тонкое измельчение, рабочие органы, конструкционные материалы, эмульсатор, ротор, статор.

Key words: raw meats, comminuting, working tools, constructional materials, flow cutter, rotor, stator.

Введение. Постановка задачи

Среди многочисленных типов оборудования, используемых сегодня для тонкого измельчения мясного сырья, соответствующее место занимают эмульситаторы мяса. Это измельчители непрерывного действия, позволяющие качественно и эффективно осуществлять обработку первичного фарша в потоке, отличаясь, вместе с тем, более простой конструкцией и меньшей металлоемкостью, чем куттеры с вращающейся чашей, которые обычно применяют для выполнения указанной технологической операции. Используемый в отечественной профессиональной литературе термин «эмульситатор», равно как и немецкоязычный термин «Brätautomat», не столь точно отражают принцип действия этих машины, как англоязычный термин «flow cutter», немецкоязычный «Durchlaufkutter» или польский «kuter przelotowy», которые означают «проточный куттер», то есть куттер непрерывного действия [1,2].

В мировой практике мясопереработки наиболее распространенными являются две конструктивные схемы машин непрерывного действия для тонкого измельчения мясного сырья: с рабочими органами типа «нож-решетка» или типа «зубчатый ротор – зубчатый статор». Применение режущей пары «нож-решетка» является весьма эффективным с точки зрения качества измельчения, а рабочие органы достаточно просты в исполнении, однако тонкое измельчение на машинах такой конструктивной схемы вызывает существенный перегрев обрабатываемой массы по причине трения ножей по поверхности режущей решетки и создает риск попадания частиц металла в фарш. Машинам типа «нож-решетка» также присуща интенсивная закупорка цилиндрических отверстий решетки, поэтому возникает необходимость частых технологических остановок с целью очистки рабочих органов измельчения. Для минимизации вредных воздействий активного контакта рабочих органов, современные эмульситаторы типа «нож-решетка» оснащают специальными механизмами регулировки зазора и усилия прижима ножей к режущим решеткам [2,3,9]. Указанные недостатки не характерны для эмульситаторов с рабочими органами «ротор-статор», обосновать применение которых и предстоит в этой работе.

Методика проведения испытаний

Для проведения исследований процессов тонкого измельчения мясного сырья был разработан и изготовлен экспериментальный измельчитель Я5-ФПФ, показанный на рисунок 1.

На рисунок 2 показана схема общего вида установки Я5-ФПФ, на рисунок 3 – поперечный разрез места контакта прижимной шайбы с профильной фторолоновой втулкой. Установка состоит из опорной рамы 1, на которой закреплены электродвигатель 2 и корпус 3. Вал электродвигателя 2 с помощью упругой муфты 4 соединен с рабочим валом 5, установленным в подшипниковых опорах 6. К корпусу 3 прикреплен опорный фланец 7. К фланцу 7 прикреплены внешнее резательное кольцо-статор 8, снабженное режущими зубьями 9 с твердосплавными накладками 10, и крышка 11 рабочей камеры 12.

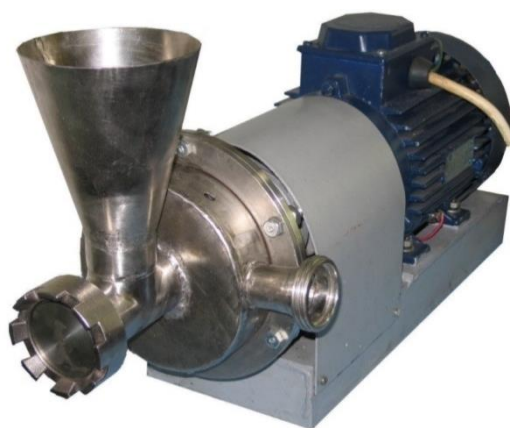


Рисунок 1 - Общий вид измельчителя Я5-ФПФ

Крышка 11 представляет собой единую сварную конструкцию с загрузочным бункером 13 и выгрузочным патрубком 14. На рабочем валу 5 установки зафиксировано внутреннее резательное кольцо-ротор 15, снабженное режущими зубьями 16 с твердосплавными накладками 17. Между периферийной поверхностью внешнего режущего кольца-статора 8 и крышкой 11 образуется кольцевой канал 18. К передней части рабочего вала 5 присоединен шнек 19. В торцевой части внутреннего режущего кольца-ротора 15 использована стальная шайба 20 из набора калиброванных дистанционных шайб, которая, контактируя с торцевой поверхностью профильной втулки 21, уплотняет место выхода рабочего вала 5 устройства из опорного фланца 7. Набор шайб 20 позволяет уста-

навливать необходимую для проведения исследований величину зазора между ротором и статором в диапазоне от 0,1 мм до 0,7 мм. Профильная втулка 21 выполнена из фторолона. Для обеспечения постоянного плотного контакта профильной фторолоновой втулки 21 со стальной шайбой 20 до проточки профильной фторолоновой втулки 21 установлена цилиндрическая пружина 22, которая нажимает на втулку 21, опираясь на прижимную шайбу 23. Прижимная шайба 23 фиксируется относительно корпуса 3 винтами 24. В пазы 25 прижимной шайбы 23 входят радиальные выступы 26 профильной фторолоновой втулки 21 во избежание ее прокручивания относительно опорного фланца 7. Конструкция установки в целом и ее отдельные элементы защищены патентами Украины.

Установка работает следующим образом. Мясное сырье, предварительно измельченное с помощью волчка, загружают в бункер 13. Шнеком 19 пищевое сырье подается внутрь рабочей камеры 12, где, благодаря форме режущих зубьев 16 внутреннего режущего кольца-ротора 15, организуется постоянный центробежный поток пищевого сырья к режущей паре, образуемой режущими зубьями 16 внутреннего режущего кольца-ротора 15, оснащенными твердосплавными накладками 17, и режущими зубцами 9 внешнего режущего кольца-статора 8 с твердосплавными накладками 10. Измельченное пищевое сырье заполняет кольцевой канал 18 между периферийной поверхностью внешнего режущего кольца-статора 8 и крышкой 11, выходя затем из ее выгрузочного патрубка 14. Крутящий момент от электродвигателя 2 передается к рабочему валу 5 через упругую муфту 4. Соединительные стержни-пальцы полумуфт служат срезными элементами, разрушающимися в случае возникновения аварийных сверхнагрузок на рабочих органах.

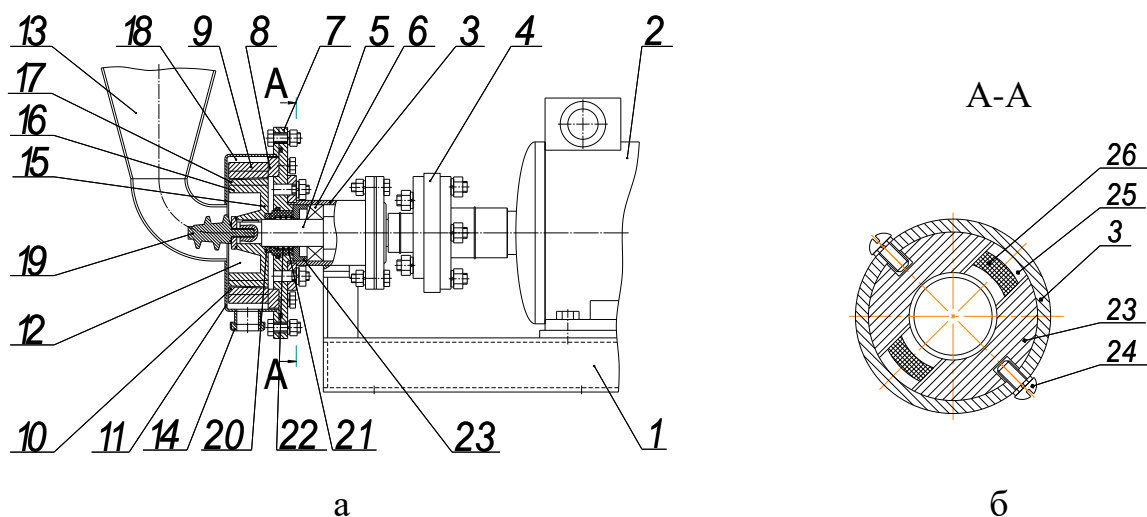


Рисунок 2 - Установка для тонкого измельчения мясного сырья: а) схема общего вида; б) поперечный разрез места контакта прижимной шайбы с профильной фторолоновой втулкой

Результаты экспериментов и их обсуждение

Эмульсаторы с рабочими органами «ротор-статор» не менее эффективны, чем эмульсаторы «нож-решетка», поскольку обеспечивают и ударное, и резательное измельчение, причем их конструкция исключает закупоривание, а рабочие органы не требуют дополнительного регулирования, обеспечивают постоянную степень измельчения и стабильное качество обработанной массы. Ротор представляет собой зубчатый венец, зубья которого наклонены относительно основания ножа, а статор выполнен в форме зубчатого кольца, зубья которого наклонены в направлении, противоположном направлению наклона зубьев ротора (рисунок 3).



Рисунок 3 - Рабочие органы установки для тонкого измельчения мясного сырья: а) фотография; б) трехмерная компьютерная модель

Рассмотрим подробнее вопросы подбора конструктивного материала для рабочих органов. В целом, условия, при которых эксплуатируются материалы режущих органов измельчителей мяса и мясных продуктов, являются очень сложными, поскольку имеют место переменные и динамические нагрузки, износ и коррозионное воздействие. Согласно [4], при измельчении мякотного сырья переменные динамические нагрузки являются относительно небольшими, и ограничительными факторами при выборе материала для режущих инструментов является его стойкость к износу и коррозии. Традиционно, для изготовления режущих органов используют углеродистые стали: У7А, У8А, У9А, У10А и У12А, легированные стали: 9ХС, Х (ШЧ15), ХВГ, ХВСГ, Х12М, 6ХС, 6ХВ2С, 7ХЗ, 6ХЗФС (ЭП788), 7ХГ2ВМ [4]. Для изготовления рабочих органов мясорезательного оборудования рекомендуют [5] использовать также цементируемые стали марок 20, Ст2, Ст3 и закаленные стали марок 45, 60, У7А, ШХ15, Р9, Р18, Р18ВФ2 и т.д. Твердость сталей должна быть в пределах HRC 45 – 60. Согласно [6,7], для изготовления рабочих органов дробилок используют углеродные (У7А, У8А и т.д.), низколегированные (9ХС, ХВГ, Х12М, 3Х13, 4Х13, 12Х13, 30Х13, 12Х17, 40ХГ, 40ХГР, 35ХГ2 и т.д.) и высоколегированные (14Х17Н2, 20Х17Н2 и т.д.) стали, которые должны иметь высокую износостойкость, твердость после термообработки в пределах HRC 54 – 58 и удовлетворительную пригодность к закалке. Органы резания, изготовленные из низколегированных и высоколегированных сталей, отличаются в 3-4 раза большей, по сравнению с органами из углеродистых сталей, износостойкостью, однако возможность использования с этой целью высоколегированных сталей ограничена из-за вероятности попадания в фарш вредных для здоровья веществ, в частности никеля. Для изготовления куттерных ножей и рабочих органов эмульсаторов роторного типа используют коррозионностойкие хромистые, хром-молибден-ванадиевые и специальные марки стали типа 40Х13, 50Х14МФ, AISI 420-I. Рабочие органы мясорезательных волчков и эмульсаторов типа «нож-решетка» изготавливают из инструментальных легированных сталей 50ХФА, 60С2А, 65Г и инструментальных коррозионностойких сталей 40Х13, 95Х18.

Важным показателем материала режущих органов является стойкость к коррозии. Для производства режущих органов пищевого и мясоперерабатывающего оборудования используют коррозионностойкие стали с содержанием 13 – 18% хрома и 0,2 – 0,95% углерода (20X13, 40X13, 65X13, 95X18), в том числе стали дополнительно легированные молибденом 0,4 – 0,5% и ванадием 0,1 – 0,5% (50X14МФ, 90X18МФ), их подвергают закалке с последующим отпуском для улучшения пластичности [7]. Хромистые стали 40X13, 65X13, 95X18 могут быть подвержены коррозии, однако полировкой, нанесением защитных покрытий, ингибированием коррозионной среды либо легированием их коррозионную стойкость можно повысить. Стали, легированные молибденом (50X14МФ, 90X18МФ), устойчивы к коррозии, они имеют запас повышения твердости и режущих свойств. Если главным требованием к инструменту является износостойкость, применяют стали с содержанием углерода 0,8 – 1% (95X18, 90X18МФ и т.д.). Инструмент с острыми лезвиями целесообразно изготавливать из сталей с содержанием углерода 0,4 – 0,6% (40X13, 50X14МФ, 65X13 и др.). Перспективными для изготовления режущего инструмента являются стали 50X14МФ и 90X18МФ, аналоги немецкой стали марки 1.4115 и американской стали марок 440В и 440С. Путем надлежащей термообработки пластичность стали 50X14МФ можно повысить в 2 – 3 раза.

Для улучшения качества материалов часто применяют поверхностное упрочнение, в частности химико-термическую обработку – азотирование, цементацию, нитроцементацию и т.д. Перспективной является обработка ножей импульсными электронными пучками, благодаря чему имеет место эффект самозаточки [8]. Рекомендуется также наплавление такими материалами, как X12Ф4М, X12ВМ, электродами Эн-60М, ОЗИ-3, сплавом Т620, стеллитами и сормайтотом [4].

Исходя из приведенной информации, а также из практического опыта эксплуатации эмульсаторов мяса, рабочие органы установки Я5-ФПФ были изготовлены из нержавеющей стали пищевого качества 08X18Н10Т, а режущие элементы ротора и статора – из стали 50X14МФ.

С помощью установки Я5-ФПФ был проведен цикл исследований влияния технологических параметров тонкого измельчения на реологические свойства

фарша для изготовления вареных колбас и паштетов, при этом качество измельчения отвечало требованиям технологической документации на указанные изделия, поломок и сбоев в работе установки не наблюдали.

Выводы

Эмульсаторы с рабочими органами «ротор-статор» обеспечивают стабильное и качественное тонкое измельчение мясного сырья, их конструкция исключает закупоривание рабочих проемов, а рабочие органы (зубчатые ротор и статор) не требуют дополнительного регулирования, обеспечивают постоянную степень измельчения и стабильное качество обработанной массы. Изготовленная согласно указанной конструктивной схеме установка Я5-ФПФ для тонкого измельчения мясного сырья показала надлежащую эффективность и надежность в эксплуатации, что стало возможным, в частности, благодаря анализу конструкционных материалов, используемых для изготовления рабочих органов машин тонкого измельчения. Было признано рациональным изготовить режущие элементы рабочих органов установки Я5-ФПФ из стали 50X14МФ.

Литература

1. Kunz В. Lexikon der Lebensmitteltechnologie. Springer-Verlag, 2013.
2. Вербицкий С.Б., Батраченко О.В., Філімонова Н.В. Удосконалення математичної моделі подрібнення м'ясної сировини на роторному емульсаторі // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2019. № 1 (32). С.25-35
3. Конструкция и технологические особенности использования эмульсатора мясного сырья / С.Б. Вербицкий, Е.В. Копылова, Н.Ф. Усатенко, Т.А. Крыжская // Вестник государственного ун-та им. Шакарима города Семей. 2019. № 1 (85). С.18-22.
4. Чижикова Т.В., Шишкова А.П. Перспективные материалы для изготовления режущих инструментов измельчителей мяса и мясных продуктов // Мясная индустрия СССР. 1979. № 7. С. 28-32.
5. Прейс Г.А., Сологуб Н.А., Некоз А.И. Повышение износостойкости оборудования предприятий пищевой промышленности. М.: Машиностроение, 1979. 208 с.
6. Василевский О.М., Соловьев О.В., Трифонова Д.О. Классификация машин непрерывного действия для тонкого измельчения мясного сырья // Мясные технологии. 2006. № 6. С. 36–39.
7. Боголюбский С.Д., Гук В.В., Шлямиев А.П. Оценка коррозионной стойкости сталей для режущего инструмента // Мясная индустрия. 2001. № 6. С. 49-51.
8. Гончаров П.Н., Коршунов В.Я. Методика проведения экспериментальных исследований износа образцов на машине трения МИ-1М // Вестник Брянской ГСХА. 2014. № 3. С. 67-69.
9. Устройство для испытаний на абразивное изнашивание рабочих органов почвообра-

батывающих, строительных и дорожных машин: пат. 2410668 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Кононенко А.С., Гончаров П.Н.; заявл. 03.06. 2009; опубл. 27.01.2011, Бюл № 10.

10. Итоги развития пищевой и перерабатывающей промышленности АПК Брянщины - 2019 год / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, А.В. Дронов, И.Н. Белоус, М.П. Наумова // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 3 (79). С. 3-9.

УДК 620.92

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Зайцев А.М., anton.zajczew2013@yandex.ru

Брянский государственный технический университет, Россия

д.э.н., проф. Дадыкин В.С., dadykin88@bk.ru

Брянский государственный технический университет, Россия

ANALYSIS OF RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES

2nd year undergraduate Zaitsev A.M., anton.zajczew2013@yandex.ru

Bryansk State Technical University, Russia

Doctor of Economics, Professor Dadykin V. S., dadykin88@bk.ru

Bryansk State Technical University, Russia

Аннотация. В данной статье рассмотрены и проанализированы технологии возобновляемой энергетики, которые повлияют на отрасль в ближайшем будущем, дано их описание. Отмечены особенности каждой технологии на рынке возобновляемых источников энергии. Обоснована актуальность применения технологий возобновляемой энергетики.

Annotation. This article discusses and analyzes renewable energy technologies and describes them. The features of each technology in the renewable energy market are highlighted. The relevance of the use of renewable energy technologies is justified.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергетический рынок, производство электроэнергии.

Key words: renewable energy sources, energy market, electricity production.

Рынок возобновляемых источников энергии меняется из-за падения цен и увеличения спроса на более чистые источники энергии. Появление возобновляемых источников энергии произвело революцию на мировых рынках, и изменения, связанные с возобновляемыми источниками энергии, продолжаются с беспрецедентной скоростью. Даже несколько лет назад мало кто догадывался о масштабах новых технологий, которые были разработаны, чтобы помочь странам начать процесс декарбонизации своей экономики, или предсказывали, что такие известные имена, как Google, будут инвестировать большие суммы в проекты солнечной энергетики.

Некоторые из этих изменений были постепенными, некоторые - внезапны-

ми. Другие только начинаются, и их значение еще не понято. Рассмотрим наиболее важные тенденции и технологии в области возобновляемых источников энергии - некоторые из них радикально изменили энергетический рынок за последнее десятилетие, в то время как другие собираются произвести фурор в ближайшие годы.

Ветровая и солнечная энергия. Наибольшее влияние оказали ветровые и солнечные технологии, которые привели к очень быстрому падению затрат на производство электроэнергии. Именно ветряные турбины и солнечные панели олицетворяют для большинства людей дальнейшее развитие возобновляемых источников энергии. Два источника энергии видны во многих сельских ландшафтах и преобразили рынок.

По данным Международного энергетического агентства, к 2024 году ожидается, что возобновляемые источники энергии будут составлять 30 процентов мировой энергетики, и большая часть этого будет обеспечена проектами солнечной и ветровой энергии, которые продолжают развиваться с поразительной скоростью. Это рост использования солнечных панелей, которые составили 60 процентов от установленных в 2019 году мощностей возобновляемых источников энергии. Даже технологические гиганты, такие как Apple, Google и Amazon, инвестировали в солнечную энергию.

Электрификация. Эксперты сходятся во мнении, что развитие электрификации в ближайшие десятилетия ускорит переход к возобновляемым источникам энергии [1]. Согласно некоторым прогнозам, электрификация европейской промышленности, зданий и транспорта на основе возобновляемых источников энергии позволит континенту сократить выбросы углекислого газа, связанные с энергетикой, на 90 процентов к 2050 году.

Эта тенденция уже видна. Например, финская публичная машиностроительная компания, которая производит машинное и прочее оборудование для морского и энергетического рынков Wärtsilä устанавливает первый в мире накопитель энергии мощностью 100 МВт, подключенный к передаче энергии, наряду с подключениями к электросети большого объема, которые обеспечат

необходимую мощность для национальной сети станций быстрой зарядки электромобилей. Ожидается, что этот проект сыграет большую роль в ускорении перехода Великобритании к энергетическому переходу к нулевым выбросам к 2050 году.

Директор по исследованиям Школы энергетических систем Технологического университета Лаппеенранта-Лахти (LUT) Финляндии Петтери Лааксонен отмечает, что появятся новые способы использования электроэнергии, в том числе производство водорода из воды посредством электролиза, переработка углекислого газа путем улавливания его из воздуха, а азот для удобрений также будет производиться из воздуха. Он прогнозирует, что со временем спрос на электроэнергию в европейских странах может вырасти в 3-4 раза, а цена упадет (благодаря буму возобновляемой энергетики). Переход на электричество является ключом к снижению выбросов углекислого газа в экономике, но есть и другие, менее очевидные побочные выгоды, включая повышение энергетической безопасности (независимость от экспортеров ископаемого топлива) и улучшение качества воздуха в городах.

Power-to-X. Power-to-X - одна из новых технологий возобновляемой энергетики, - это общий термин, охватывающий различные процессы, которые превращают электричество в тепло, водород или возобновляемое синтетическое топливо. Это дает значительную возможность ускорить переход к возобновляемым источникам энергии за счет увеличения производства синтетического топлива и быстрого сокращения выбросов ископаемого топлива в различных секторах, от черной металлургии и производства продуктов питания до химической промышленности и производства удобрений. Эта технология также может сыграть ключевую роль в решении долгосрочных проблем хранения энергии, регулируя взлеты и падения поставок из возобновляемых источников. «Power-to-X необходим, потому что реинвестирование в инфраструктуру и технологии в целом (авиация, судоходство, тяжелые автомобили и даже электромобили) невозможно в ближайшие два десятилетия, в течение которых нам необходимо осуществить переход», - говорит Лааксонен.

Распределенная генерация. Тихая революция в области возобновляемых источников энергии - это растущая доступность и популярность так называемой распределенной генерации. Это означает местное производство электроэнергии либо в розничном, либо в коммерческом секторе: от солнечных панелей в частных домах до заводов, использующих комбинированные системы тепла и электроэнергии. Расширение распределенной генерации дает множество преимуществ: от уменьшения зависимости от централизованных источников энергии до повышения надежности сети и создания жизнеспособных малых возобновляемых источников энергии. В сочетании с интеллектуальными сетями, которые регулируются компьютерами для точной настройки передачи, распределенная генерация становится еще более эффективной [2,3].

За последние годы человечество в полном объеме осознало необходимость перехода на возобновляемую энергетику. И дело не только в истощении традиционных источников, экономической выгоде отдельных энергетических проектов. В настоящее время все отчетливее проявляется негативное воздействие антропогенных факторов, ведущее к ухудшению жизни людей во всех частях света.

Литература

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / сост. И.Ю. Чуенкова. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный ун-т, 2015. 148 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/63104.html> (дата обращения: 01.05.2021).
2. Из опыта организации самостоятельной работы студентов в лингвомультимедийной лаборатории / М.В. Семьшев, Н.Д. Михно, В.В. Романеева, Е.В. Андрищенко // Трансформация экономики региона в условиях инновационного развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2011. С. 279-282.
3. Шустов А.Ф. Моральное измерение современной технической деятельности // Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2016. С. 420-426.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СКРЫТОЙ ЭНЕРГИИ В ПРОЦЕССЕ ГРАНИЧНОГО И АБРАЗИВНОГО ТРЕНИЯ

д.т.н, профессор Коршунов В.Я.

Брянский государственный аграрный университет. Россия

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE RELATIVE VALUE OF THE LATENT ENERGY IN THE PROCESS OF BOUNDARY AND ABRASIVE FRICTION

Doctor of Technical Sciences, Professor Korshunov V. Ya.

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. На основе термодинамического подхода к прочности и разрушению твёрдых тел получены и рассмотрены результаты экспериментальных исследований относительной величины скрытой энергии δ в процессе трения образцов о закреплённые и незакреплённые абразивные частицы. Получена также зависимость δ при граничном трении от количества фракции абразивных частиц в моторном масле.

Annotation. On the basis of the thermodynamic approach to the strength and fracture of solids, the results of experimental studies of the relative value of the latent energy δ in the process of friction of samples on fixed and loose abrasive particles are obtained and considered. The dependence of δ at the boundary friction on the amount of the fraction of abrasive particles in the engine oil is also obtained.

Ключевые слова: термодинамика, энергия, трение, мощность, экспериментальные исследования.

Keywords: thermodynamics, energy, friction, power, experimental studies.

Введение. Цель исследования

В условиях рыночной экономики одной из главных задач сельскохозяйственного машиностроения и ремонта является производство продукции высокого качества и долговечности при минимальной её себестоимости [1-4].

Значительное влияние на долговечность деталей сельскохозяйственных машин оказывает скорость износа при внешнем трении, которая согласно термодинамическому подходу к прочности и разрушению твёрдых тел [5,6] в значительной мере зависит от относительной величины скрытой энергии δ , которая представляет собой отношение поглощённой изношенным слоем детали скрытой энергии ΔU_{ei} к мощности трения $W_{тр}$ [7,8]. Следует отметить, что изменение δ от условий и вида трения исследована в недостаточной степени, поэтому целью данной работы является проведение экспериментов по определению зависимости относительной величины скрытой энергии от условий и вида внешнего трения.

Методика проведения исследований

Согласно энергетическому принципу, основанному на первом законе термодинамики – законе сохранения энергии, баланс энергии в процессе пластической деформации при трении твёрдых тел равен:

$$\frac{d\omega}{dt} - \frac{dq}{dt} - \frac{dU}{dt} = 0 \quad (1)$$

где ω – удельная работа деформирования; q , U – тепловой эффект и внутренняя энергия пластической деформации при трении;

Согласно уравнению (1) скорость изменения внутренней энергии будет равна

$$\dot{U} = \dot{\omega} - \dot{q} \quad (2)$$

При этом следует учитывать начальный уровень внутренней энергии U_o , накопленной материалом до деформирования, которая состоит из скрытой энергии U_{eo} и тепловой составляющей U_{mo}

$$\dot{U} = U_o + \Delta\dot{U} = U_{eo} + U_{mo} + \Delta\dot{U}_{ei} + \Delta\dot{U}_{mi} \quad (3)$$

В термодинамической теории прочности и разрушения твёрдых тел за интегральную меру повреждаемости и критерий разрушения принята плотность внутренней энергии и её критическое (предельное) значение U_* , накапливаемое в деформируемых микрообъёмах и согласно структурно – энергетической теории прочности твёрдых тел, предложенной В.С. Ивановой [6], равна энтальпии плавления в жидком состоянии H_S . Для стали $U_* = H_S = 10 \text{ Дж/мм}^3$. Условие разрушения записывается в виде:

$$U_o + \Delta U = U_* = H_S = \text{Const.} \quad (4)$$

Для расчёта значения U_{eo} материалов (Дж/мм^3) получена зависимость в виде:

$$U_{eo} = 85 \cdot 10^{-5} HV_o. \quad (5)$$

где HV_o – начальная твёрдость материала.

Начальный уровень тепловой составляющей внутренней энергии

$$U_{mo} = C_V \cdot T_i \quad (6)$$

где C_V , T_i – теплоёмкость и начальная температура материала.

На основе термодинамического подхода к проблеме прочности и разрушения твёрдых тел, была предложена зависимость для расчёта скорости износа материалов \dot{V}_{mp} при внешнем трении

$$V_{mp} = \frac{\delta \cdot W_{mp}}{U_* - U_{eo} - U_{mo}} = \frac{\delta \cdot f_{mp} \cdot P \cdot V_{mp}}{U_* - U_{eo} - U_{mo}}, \quad (7)$$

где δ – относительная величина скрытой энергии; \dot{W}_{mp} – мощность трения; f_{mp} – коэффициент трения; P – нагрузка; V_{mp} – скорость трения.

Значение δ определяется соотношением

$$\delta = \frac{U_{ei}}{W_{mp}} = \frac{\Delta U_{ei} \cdot V_{mp}}{W_{mp}} \quad (8)$$

Анализ формулы (7) показал, что скорость износа при внешнем трении в значительной степени определяется величиной δ , которую теоретически определять в настоящее время довольно затруднительно, Поэтому были проведены экспериментальные исследования для установления закономерностей изменения величины δ в зависимости от условий внешнего трения: нагрузки, скорости, а также концентрации абразивных частиц в минеральном масле.

Экспериментальные исследования проводились на установке СМЦ-2, которая позволяет проводить испытания образцов на износ о закреплённые и незакреплённые абразивные частицы [9].

Алмазный круг АСО 125/100 100% М1 при трении о закреплённые абразивные частицы крепится на вал, испытываемые образцы (колодка $b=14$ мм, $h=12$ мм, $L=22$ мм) из стали 45, твёрдостью HV1800 монтируется в специальной державке откидной головки. Нагрузка на образец осуществляется с помощью нагрузочного устройства. В зону трения с помощью дозирующего устройства

из специальной ёмкости подавалось масло моторное. При изнашивании незакреплёнными абразивными частицами образцы использовались те же, что описаны выше, контр тело в виде диска из стали 45 твёрдостью HV7200 ($D=50$ мм, $d=12$ мм, $b=14$ мм) крепилось на вал вместо алмазного круга. При изнашивании образцов незакреплёнными абразивными частицами использовалась абразивно-масляная взвесь с концентрацией абразива 10%. В качестве абразива использовался кварцевый песок размером частиц $d_{cp} \approx 0,05$ мм.

При изнашивании образцов о закреплённые и незакреплённые абразивные частицы было проведено три серии опытов. В первой, при постоянной скорости процесса трения $V_{тр} = 1,1$ м/с изменялась последовательно нагрузка $P = 25; 30; 35; 40; 45$ Н. Во второй серии при постоянном давлении $P = 35$ Н менялась скорость трения $V_{тр} = 1,1; 1,4; 1,7; 2,0; 2,3$ м/с. При проведении третьей серии экспериментов использовался диск из стали 45 твёрдостью HV7200, скорость и нагрузка были постоянными $V_{тр} = 1,1$ м/с, $P = 35$ Н, а менялась концентрация абразивных частиц в моторном масле: 4, 6, 8, 10, 12 %. Мощность процесса трения определялась ваттметром, с учётом холостого хода. Замеры линейного износа образцов в сериях экспериментов проводились микрометром с ценой деления 0,01 мм через разные промежутки времени, в зависимости от серии экспериментов. Для 1-ой и 2-ой серий длительность опытов составила 1 час, для третьей серии - 4 часа После чего рассчитывались скорость объёмного износа, скорость накопления скрытой энергии и её относительная величина (см. формулы 1- 8).

Результаты экспериментов и их обсуждение

Зависимости относительной величины скрытой энергии $\delta_{мп}$ в виде графиков представлены на рисунках 1-3.

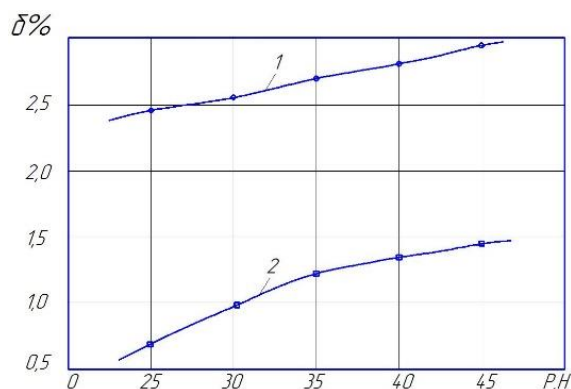


Рисунок 1 – Зависимость относительной величины скрытой энергии δ от нагрузки P : 1 – изнашивание о закреплённые абразивные частицы; 2 – изнашивание о незакреплённые абразивные частицы в масле. Материал – сталь 45, твёрдость HV1800, $V_{тр} = 1,1$ м/с

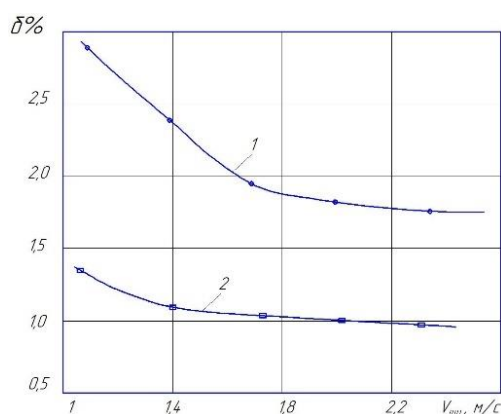


Рисунок 2 – Зависимость относительной величины скрытой энергии δ от скорости $V_{тр}$: 1 – изнашивание о закреплённые абразивные частицы; 2 – изнашивание о незакреплённые абразивные частицы в масле. Материал – сталь 45, твёрдость HV1800, $P = 35$ Н

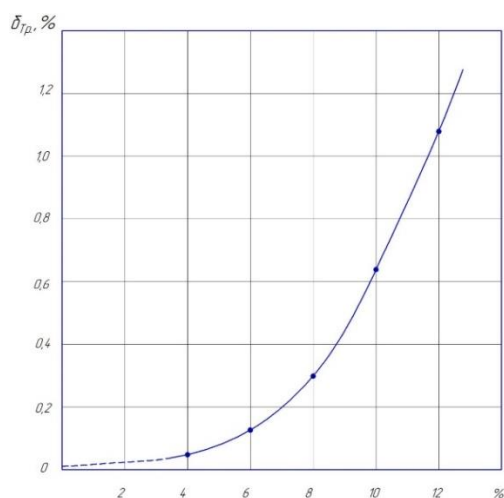


Рисунок 3 - Зависимость относительной величины скрытой энергии от концентрации незакрепленных абразивных частиц в масле: $P = 35$ Н, $V_{тр} = 1,1$ м/с

Анализ полученных данных показал, что с увеличением нагрузки (см. рисунок 1) относительная величина скрытой энергии δ растёт и наоборот при увеличении скорости трения (см, рисунок 2) значение δ начинает плавно уменьшаться независимо от степени закреплённости абразивных частиц. С увеличением в масле концентрации абразивных частиц (см, рис., 3) значение δ монотонно повышается, а после значения концентрации 4 % величина δ начинает резко расти. Анализ также показал, что при чистом граничном трении, т.е. отсутствии абразива в масле, значение δ может достигать очень маленьких величин 0,001 – 0,0001, что соответственно определит небольшую скорость износа материала.

Выводы

Полученные графические зависимости относительной величины скрытой энергии δ от нагрузки, скорости и концентрации абразивных частиц в масле дают возможность прогнозировать износ деталей сельхозмашин при заданных условиях внешнего трения и на основе полученных данных принимать конструктивно-технологические решения для повышения их долговечности.

Литература

1. Черноиванов В.И., Халфин М.А. Качество и надежность техники в сфере ее производства и эксплуатации // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000. № 11. С. 41-43.
2. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; под ред. Е.А. Пучина. М.: Колос, 207. 488 с.
3. Черноиванов В.И., Лялякин В.П. Организация и технология восстановления деталей машин. М.: ГОСНИТИ, 2003. 488 с.
4. Надёжность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; под ред. В.В. Курчаткина. М.: Колос, 2000. 776 с.
5. Фёдоров В.В. Термодинамические аспекты прочности и разрушения твёрдых тел. Ташкент: Изд-во «Фан», 1979. 168 с.
6. Иванова В.С., Терентьев В.Ф. Природа усталости металлов. М.: Металлургия, 1975. 455 с.
7. Коршунов В.Я., Комаров В.С. Повышение износостойкости деталей сельскохозяйственных машин при абразивном трении. М.: МГАУ, 2010. № 2. С. 137–139.
8. Коршунов В.Я., Комаров В.С. Прогнозирование относительной абразивной износостойкости металлов на основе механико-термодинамического подхода к процессу разрушения твёрдых тел // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2014. № 3. С. 45–48.
9. Гончаров П.Н., Коршунов В.Я. Методика проведения экспериментальных исследований износа образцов на машине трения МИ-1М // Вестник Брянской ГСХА. 2014. № 3. С. 67–69.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

к.э.н Кузнецова Л.В.

*Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
«Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», Россия*

TECHNOLOGICAL MAP OF FOOD POTATO CULTIVATION IN THE KALUGA REGION

PhD in Economics Kuznetsova L.V.

*Kaluga Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato
Research Centre, Russia*

Аннотация. Научная новизна: впервые в условиях Калужской области произведен расчет технологических карт возделывания картофеля продовольственного на основе адаптивных технологий, включающих в себя использование новейших районированных сортов, высокопроизводительных механизированных агрегатов, а также адаптированной системы применения минеральных удобрений и защиты растений, позволяющие производить продукцию конкурентоспособную на внутреннем и внешнем продовольственном рынке. При возделывании картофеля на площади 100 га по технологии с элементами голландской, потребуется 906 нормосмен. На производство 1 центнера картофеля при плановой урожайности 40 т/га, потребуется 590 рублей, экономическая эффективность производства картофеля, в зависимости от заданных параметрах урожайности (от 350 до 450 ц/га), варьируется от 64,5 до 120,6 %. Область применения результатов исследований – сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства Калужской области.

Abstract. Scientific novelty: for the first time in terms of Kaluga region, the calculation of technological maps of potato cultivation of food-based adaptive technologies, including the use of new cultivars, high-performance mechanical components as well as tailored system of application of mineral fertilizers and plant protection, which allow to make products competitive in the domestic and foreign food market. When cultivating potatoes on an area of 100 hectares according to the technology with elements of the Dutch, 906 standard shifts will be required. For the production of 1 centner of potatoes with a planned yield of 40 t / ha, it will take 590 rubles, the economic efficiency of potato production, depending on the specified yield parameters (from 350 to 450 c/ha), varies from 64.5 to 120.6 %. The scope of the research results is agricultural organizations and farms of the Kaluga region.

Ключевые слова: адаптивные технологии; картофель продовольственный; технологическая карта; экономическая эффективность.

Key words: adaptive technologies; food potatoes; routing; economic efficiency.

Картофель – одна из важнейших продовольственных культур в мире. С единицы площади картофель дает больше питательных веществ и в более короткие сроки, чем любая другая сельскохозяйственная культура. Так, 1 гектар картофеля может принести в 2–4 раза большее количество пищи, по сравнению с зерновыми, и до 7 раз эффективнее использует воду, чем крупяные культуры.

При переработке клубней картофеля получают крахмал, патоку, декстрин, глюкозу, спирт, жидкую углекислоту и отходы – барду и мезгу, которые являются хорошим кормом для животных. Он относится к сельскохозяйственным культурам многофункционального использования: на продовольственные, кормовые и технические цели [1]. Из одной тонны клубней с крахмалистостью 17,6% получают 112 литров спирта, 55 кг жидкой углекислоты, 0,39 л сивушного масла или 170 кг крахмала, или 80 кг глюкозы и 65 кг гидрола. Картофель имеет большое агроэкономическое значение, однако до сих пор производство картофеля является недостаточно эффективным, с высокой трудоемкостью и себестоимостью [2]. Энергетическая проблема занимает одно из первых мест в развитии и существовании человечества. Большие перспективы для разрешения этой проблемы, как восполняемого источника энергии заложены в картофеле [3]. В настоящее время наибольшее значение на пути к обеспечению продовольственной независимости в продукции картофелеводческого подкомплекса имеет достижение финансовой устойчивости товаропроизводителей и грамотной организации распределения произведенной продукции [4]. Важным значением эффективности производства сельскохозяйственной культуры, является соблюдение технологии её возделывания, которая ложится в основу технологической карты. В сельскохозяйственных организациях Калужской области наибольшее применение находит технология с элементами голландской, основой которой являются высококачественные семена, фрезерные рабочие органы, обязательная обработка полей гербицидами, сжатые сроки выполнения отдельных работ. Ее отличия проявляются в фрезеровании перед посадкой на глубину 15-18 см, довсходовом формировании гребней за один проход гребнеобразователя. Затем производится посадка картофеля, а через 12-15 дней формирование высокообъемных грядок горизонтально-фрезерным культиватором. При этом фрезерным четырехрядным гребнеобразователем формируется трапециевидный гребень с параметрами: высота 23-25 см, ширина по основанию 75 см, по верху 15-17 см. Для борьбы с сорняками возможны повторные проходы гребнеобразователем, пока растения не достигнут 20 см [5].

Исследования проведены на основе использования методик [6,7,8,9,10].

Таблица 1 - Типовая технологическая карта по возделыванию картофеля продовольственного с элементами голландской технологии

Наименование работ	Объем работ		Срок, месяц	Марка трактора, с/х машины	Норма выр.	Нормо-смен, мех./раб.	ГСМ на ед. работы, л	ГСМ всего, л
	ед. изм.	в физ. выр.						
Лущение стерни	га	100	VIII	New Holland T8040, Catros	35	2,9	7,5	750
Погрузка органического удобрения	т	6000	IX	T-75M, ПФП-1,2	125	48,0	0,4	2400
Внесение удобрения	т	6000	IX	K-701, ПРТ-16	109	55,0	1,39	8340
Вспашка зяби	га	100	IX	New Holland T8040	12	8,4	23	2300
Погрузка минер. удобрения	т	50	IV	Погрузчик JCB	220	0,2	0,3	12
Внесение удобрения	га	100	IV	K-700, РУМ-16	53,1	2,0/2,0	3,77	377
Фрезерование почвы	га	100	V	JD 3650 Zirkon 7/300	7,0	14,3	10,4	1040
Формирование гребней	га	100	V	Fend 310, GF 4-75	11,9	8,4	1,2	120
Подвоз семян на посев	т/км	800		КАМАЗ 55102(7 т)	-	12,8	32/100	256
Посадка картофеля	га	100	V	Fend 310 GL-34T	7,8	12,8/12,8	8,2	820
Междурядная обработка с фрезерованием	га	100	V, VI	Fend 310 GRIMME GF 4-75	10,7	8,6	1,2	120
Подвоз воды	т	150	VI	T-150K, МЖТ 10	54	2,8	0,5	75
Опрыскивание посевов	га	500	VI	МТЗ-82, ПРИМУС 35	67	7,5	0,5	250
Скашивание ботвы	га	100	VIII	Fend 310 KS-3000	14,4	7,2	17,6	
Уборка картофеля	га	100	IX	JD 8220	5,8	17,3/69,2	56л/час	7750
Перевозка картофеля с поля	т/км	11440		КАМАЗ 55102(7 т)	-	17,3	32/100	3660
Сортировка картофеля	т	4000	IX	ТЗК-30А КСП-15Б	90	44,5/178,0	16,05 кВт	-
Затаривание картофеля в сетки	т	2850	IX	ТЗК-30А БЗК-2 (НЗК2)	24	118,8/237,6	12,75кВт	-
Отвоз фуражного картофеля	т/км	272		КАМАЗ 55102(7 т)	55	17,2	32/100	84
Отвоз отходов и земли	т/км	58		КАМАЗ 55102(7 т)	72	0,8	32/100	19
Итого	-	-	-	-	-	406,8/499,6	-	30133

На основе существующих методических рекомендаций возделывания картофеля продовольственного и имеющегося опыта хозяйств области, который предусматривает использование современных технических средств, произведен расчет технологических карт по возделыванию картофеля продовольственного в расчете на 100 га возделываемой культуры (таблица 1).

Таблица 2 - Свод затрат по типовой технологической карте производства картофеля (с элементами голландской технологии)

Наименование затрат	Потребность на ед. (площади, объема)	Всего потребность	Цена единицы, руб.	Стоимость всего, т.р.
Семена	3000 кг/га	300 т	25000	7500,0
Органическое удобрение	60 т/га	6000т	800	4800,0
Удобрение - азофоска	500 кг/га	50 т	20000	1000,0
Протравливание семян фунгицидом «Престиж»	Норма внесения раствора – 1 л/т х 300 т (1л на 20 л воды) = 6 т воды	300 л	3000	900,0
Фунгицид «Акробат» (1-2 обработки)	Норма внесения раствора – 2 кг/га, (300 л воды на 1 га) = 30 т воды х 2 раза = 60 т	200 кг	2000	400,0
Фунгицид «Инфинито» (3-4 обработки)	Норма внесения раствора - 1,5 л/га, (300 л воды на 1 га) = 30 т воды х 2 раза = 60 т	150 л	3160	474,0
Фунгицид «Ширлан» (5 обработка)	0,4 л/га, (300 л воды на 1 га) = 30 т воды	40 л	7800	312,0
Сетки	2850000кг :30кг=95000 шт	95000 шт	6	570,0
ГСМ	х	30133 х 10% =50686,9	43	1295,7
Оплата труда	Количество нормосмен: трактористы/рабочие	406,8/499,6	2400/1440	976,3/719,4
Оплата труда с отчислен.	% отчислений – 30,2	512,1	х	2207,8
Амортизация	согласно расчетам	-	-	1448,5
Текущий ремонт	99% от амортизации (по нормативу)	-	-	1434,0
Вода	5 обработок х 300л/га х 100 га =	150 м3	60	9,0
Электроэнергия	365,4+5714+12118 кВт	18197,4	7,54	137,2
ИТОГО ЗАТРАТ:	-	-	-	22488,2
Общех. и общепр. расх.	в % к затратам	5	-	1124,4
ВСЕГО ЗАТРАТ:	-	-	-	23612,6
Затрат на 1 ц, руб.	-	-	-	590,3

В результате полученных расчетов при возделывании картофеля по технологии с элементами голландской потребуется около 906 нормосмен, в том числе: около 406 нормосмены трактористов-машинистов и около 500 нормосмен работников ручного труда, а также 30,1 т горюче-смазочных материалов. На основе предложенной технологии, приведен расчет себестоимости продукции по статьям затрат (таблица 2).

В результате проведенных расчетов, на производство 1 центнера картофеля с элементами голландской технологии, при плановой урожайности 40 т/га потребуется 590,3 рубля.

С целью рассмотрения показателя эффективности производства с учетом погодного риска и конъюнктуры рынка, произведен расчет получения прибыли (таблица 3), с учетом изменения урожайности (по трем вариантам) и изменения цены реализации продукции (по двум вариантам).

Таблица 3 - Эффективность производства картофеля с учетом погодного риска и конъюнктуры рынка

Вариант технологии	Урожайность, ц/га	Себестоимость ед. продукции, руб. коп.	Вариант 1			Вариант 2		
			цена реализации 1 кг., руб.коп.	прибыль с 1 кг, руб. коп.	уровень рентабельности, %	цена реализации 1 кг., руб.коп.	прибыль с 1 кг, руб. коп.	уровень рентабельности, %
базовая	350	7,76	15,0	7,24	93,3	13,0	5,24	67,5
	400	7,16	15,0	7,84	109,5	13,0	5,84	81,5
	450	6,69	15,0	8,31	124,2	13,0	6,31	94,3
С элементами голландской	350	7,90	15,0	7,10	89,9	13,0	5,10	64,5
	400	7,28	15,0	7,72	106,0	13,0	5,72	78,6
	450	6,80	15,0	8,20	120,6	13,0	6,20	91,2

На основе полученных результатов исследований показателей эффективности производства с учетом погодного риска и конъюнктуры рынка, можно утверждать, что экономическая эффективность производства картофеля по технологии с элементами голландской, в зависимости от заданных параметрах урожайности (от 350 до 450 ц/га), варьируется от – от 64,5 до 120,6 %. Эти показатели указывают на высокую эффективность производства картофеля при соблюдении технологии производства и стабильности ценового предложения

на данную продукцию. Полученные показатели положительно характеризуют данную культуру, как адаптированную в калужском регионе.

Выводы

В результате полученных на основе технологической карты расчетов, при возделывании картофеля на площади 100 га с элементами голландской технологии потребуется 906 нормосмен и 30,1 т ГСМ. На производство 1 центнера картофеля при плановой урожайности 40 т/га, потребуется 590,3 рубля. На основе полученных в результате исследований показателей эффективности производства с учетом погодного риска и конъюнктуры рынка можно утверждать, что экономическая эффективность производства картофеля в зависимости от заданных параметров урожайности (от 350 до 450 ц/га), варьируется от 64,5 до 120,6%. Эти показатели указывают на высокую эффективность производства картофеля при соблюдении технологии производства и стабильности ценового предложения на данную продукцию. Полученные показатели положительно характеризуют данную культуру, как адаптированную в Калужском регионе.

Литература

1. Девяткина Л.Н. Производство картофеля: глобальные и национальные дискурсы // ВЕСТНИК НГИЭИ. 2018. № 5 (84). С. 122-134.
2. Патшина М.В. Эффективность производства картофеля в России // Интерактивная наук. 2018. № 6 (28). С. 85-87.
3. Бряков В.К., Бряков И.В., Курков Ю.Б. Картофель как перспективный источник энергии и высококонцентрированного корма для сельскохозяйственных животных // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. Благовещенск, 2013. С. 98-102.
4. Смирнов Н.А., Шамин А. Е., Груздев Г. В. Эффективность картофелеводческого подкомплекса и его значимость в системе продовольственного обеспечения населения // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2017. № 3 (20). С. 301-305.
5. Novainfo. Современные технологии возделывания картофеля и их теоретический анализ. [Электронный ресурс]. - URL: <https://novainfo.ru/article/3269>.
6. Составление технологических карт по выращиванию основных сельскохозяйственных культур: метод. пособие / сост. М.А. Бункова, В.М. Головач. Калуга, 2008. С. 9-55.
7. Методы экономических исследований в агропромышленном производстве / под ред. В.Р. Боева. М., 1999. С. 20-104.
8. Методические рекомендации по бухгалтерскому учету затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в сельскохозяйственных организациях / сост. Е.В. Фастова, О.А.Коваленко, Н.Г. Белов и др. М., 2003. С. 5-178.
9. Ушачев И.Г. Эффективность сельскохозяйственного производства: метод. рекомендации. М., 2005. С. 5-137.
10. Купреенко А.И., Исаев Х.М.О., Михайличенко С.М. Применение информационных

технологий в современном сельском хозяйстве // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. материалов I междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 11-16.

11. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

12. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб., 2017.

13. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

УДК 621.866.1

ВЛИЯНИЕ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ В ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ НА ВОЗНИКАЮЩИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

*д.т.н. Купреенко А.И., к.э.н. Исаев Х.М., к.т.н. Михайличенко С.М.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

INFLUENCE OF OPERATING PRESSURE IN A HYDRAULIC MACHINE ON THE RESULTING FRICTION FORCES AND HYDRAULIC RESISTANCE

*Doctor of Technical Sciences. Kupreenko A.I., Ph.D. in Economic Sc. Isaev KH.M.,
candidate of technical sciences Mikhaylichenko S.M.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Предложена схема лабораторного стенда гидравлического домкрата, описан принцип его работы. Разработана методика проведения экспериментальных исследований по изучению характера влияния величины рабочего давления, действующего в гидравлическом домкрате, на возникающие силы трения и гидравлические сопротивления. В рамках проводимого исследования рассматривается суммарное действие этих величин. Для получения экспериментальных данных и их обработки необходимо изготовить лабораторный стенд на основе предложенной схемы.

Annotation. The scheme of laboratory installation of hydraulic lift jack is proposed, and its operating principle is described. A method is developed for conducting experiments to study the nature of the influence of the working pressure acting in a hydraulic lift jack on the resulting friction forces and hydraulic resistances. Within the framework of this study, the total action of these values is considered. To obtain experimental data and process them, it is necessary to make a laboratory installation based on the proposed scheme.

Ключевые слова: гидравлическая машина, гидравлический домкрат, выигрыш в силе, силы трения, гидравлические сопротивления.

Key words: hydraulic machine, hydraulic lift jack, gain in power, friction forces, hydraulic resistance.

Введение

Гидравлические машины широко применяются в различных отраслях

производства, в том числе и в сельском хозяйстве. Гидроприводом оснащаются тракторы, комбайны, сельскохозяйственные машины, например, мобильные смесители-раздатчики кормов [1,2]. В основу работы всех гидравлических машин заложено действие закона Паскаля.

Одной из простейших гидравлических машин является гидравлический домкрат, который относится к гидравлическим насосам. В зависимости от площади используемых в данных устройствах поршней достигается определенный выигрыш в силе. Как показывают опыты, его фактическое значение отклоняется от теоретического и зависит от поднимаемых масс грузов и, соответственно, от рабочих давлений, что объясняется действием в системе сил трения и гидравлических сопротивлений [4].

Целью исследования является разработка методики изучения характера влияния величины рабочего давления, действующего в гидравлической машине, на возникающие силы трения и гидравлические сопротивления.

Материалы и методы, результаты исследований

С целью проведения опытных исследований нами предложена схема лабораторного стенда гидравлического домкрата (рисунок 1). Для увеличения достигаемого выигрыша в силе и для повышения устойчивости поднимаемого груза большой гидроцилиндр состоит из четырех гидроцилиндров, объединенных в общую гидролинию. Изменение выигрыша в силе обеспечивается за счет:

- изменения площади поршня малого гидроцилиндра;
- изменения суммарной площади поршней гидроцилиндров, образующих большой гидроцилиндр;
- изменения количества гидроцилиндров, образующих большой гидроцилиндр.

Принцип действия лабораторного стенда описан ниже.

1. Такт впуска. При поднятии поршня *малого гидроцилиндра 2* в результате создаваемого разрежения рабочая жидкость из *бака 3* через *клапан линии всасывания 4* под действием атмосферного давления поступает в полость *малого гидроцилиндра 2*. Одновременно с этим *клапан линии нагнетания 5* перекры-

вается, в результате чего сохраняется положение поршней *большого гидроцилиндра 1* и, соответственно, положение груза. *Кран 6* при этом закрыт.

2. Рабочий такт. При опускании поршня *малого гидроцилиндра 2* в результате создаваемого в его полости избыточного давления рабочая жидкость перемещается через *клапан линии нагнетания 5* в *полость большого гидроцилиндра 1*. При этом *клапан линии всасывания 4* перекрывается, *кран 6* остается закрытым, что исключает возможность перемещения рабочей жидкости обратно в *бак 3*. В результате груз поднимается.

3. Опускание груза. В конце рабочего такта *клапан линии нагнетания 5* закрывается. При открытии *крана 6* поршни *большого гидроцилиндра 1* под действием силы тяжести груза начинают опускаться, вытесняя рабочую жидкость через *кран 6* обратно в *бак 3*.

Теоретический выигрыш в силе $k_{\text{теор.}}$, который обеспечивает гидравлический домкрат, определяется из условия равенства давлений p_6 и p_M , действующих в области большого и малого поршней площадью соответственно S_6 и S_M :

$$k_{\text{теор.}} = \frac{F_6}{F_M} = \frac{S_6}{S_M}, \quad (1)$$

где F_6 и F_M – сила тяжести грузов, размещенных соответственно на штоках большого и малого гидроцилиндров, Н.

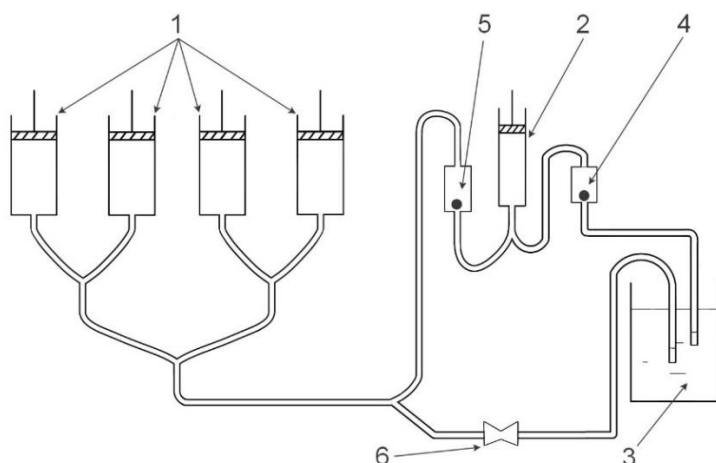


Рисунок 1 – Конструктивная схема лабораторного стенда гидравлического домкрата: 1– большой гидроцилиндр, 2 – малый гидроцилиндр, 3 – бак с рабочей жидкостью, 4 – клапан линии всасывания, 5 – клапан линии нагнетания, 6 – кран

На практике значение реального выигрыша в силе оказывается меньше теоретического, что обусловлено наличием сил трения и гидравлических потерь (величина последних зависит от рода жидкости, ее температуры, конструктивных особенностей установки). Их действие в гидравлическом домкрате схематично представлено на рисунке 2.

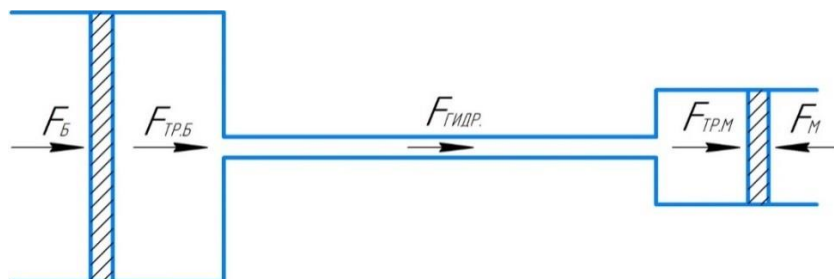


Рисунок 2 – Действие сил в гидравлическом домкрате

На данном рисунке приняты следующие обозначения:

F_b и F_m – силы тяжести грузов, действующие соответственно на большой и малый поршни, Н;

$F_{тр.б}$ и $F_{тр.м}$ – силы, возникающие в результате трения соответственно большого и малого поршней о стенки гидроцилиндров, Н;

$F_{гидр.}$ – величина гидравлических сопротивлений [3], Н.

В рамках данной работы величины $F_{тр.м}$, $F_{тр.б}$ и $F_{гидр.}$, приводящие к снижению значения выигрыша в силе гидравлического домкрата, объединены и обозначены как $F_{тр}$, т.е. $F_{тр} = F_{тр.м} + F_{тр.б} + F_{гидр.}$.

При этом встает вопрос об изучении характера влияния величины рабочих давлений в гидравлическом домкрате на значение силы $F_{тр}$, которое влияет на достигаемый выигрыш в силе.

Поскольку значение создаваемого в системе давления прямо пропорционально действующей на поршень силе, которая, в свою очередь, прямо пропорциональна массе груза, для выполнения поставленной цели необходимо определить зависимости силы $F_{тр}$ и реального выигрыша в силе $k_{эксп.}$ от массы поднимаемого груза m_b .

Для этого необходимо изготовить лабораторный стенд гидравлического домкрата и провести испытания, суть которых заключается в том, чтобы размещать на штоке большого гидроцилиндра грузы массой m_b (табл. 1) и опреде-

лять соответствующее значение массы груза m_m , при достижении которого система утратит состояние равновесия, т.е. поршень малого гидроцилиндра начнет опускаться, а большого – подниматься.

Для обработки полученных экспериментальных данных их предложено представить в виде таблицы (табл. 1). Очевидно, что при малых значениях масс грузов действие силы $F_{тр}$ будет приводить к существенному понижению выигрыша в силе по сравнению с его теоретическим значением, а увеличение массы грузов приведет к снижению данного влияния, поэтому в первых опытах изменение массы большого груза выбрано с шагом в 0,5 кг, впоследствии – с шагом в 1 кг. Итоговые значения параметра m_6 зависят от хода проведения эксперимента с использованием лабораторного стенда.

Таблица 1 – Обработка экспериментальных данных

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m_6 , КГ	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
m_m , КГ	$m_{м1}$	$m_{м2}$	$m_{м3}$	$m_{м4}$	$m_{м5}$	$m_{м6}$	$m_{м7}$	$m_{м8}$	$m_{м9}$	$m_{м10}$
$k_{теор.}$	$= S_6 / S_m$									
$k_{эксп.}$	$k_{эксп.1}$	$k_{эксп.2}$	$k_{эксп.3}$	$k_{эксп.4}$	$k_{эксп.5}$	$k_{эксп.6}$	$k_{эксп.7}$	$k_{эксп.8}$	$k_{эксп.9}$	$k_{эксп.10}$
$\frac{k_{эксп.}}{k_{теор.}}$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$F_{тр}$, КГ	$F_{тр.1}$	$F_{тр.2}$	$F_{тр.3}$	$F_{тр.4}$	$F_{тр.5}$	$F_{тр.6}$	$F_{тр.7}$	$F_{тр.8}$	$F_{тр.9}$	$F_{тр.10}$

Значение теоретического выигрыша в силе $k_{теор.}$ определяется по формуле (1) на основании замеров площади большого и малого поршней.

Значение экспериментального выигрыша в силе $k_{эксп.}$ определяется отдельно для каждого опыта как отношение m_6 / m_m .

Значение силы $F_{тр}$ определяется как разность между теоретическим значением массы поднимаемого груза и экспериментально определенным m_6 , т.е. $F_{тр} = m_m \cdot k_{теор.} - m_6$.

По результатам опытов строятся графики зависимостей силы $F_{тр}$ и экспериментально определенного выигрыша в силе $k_{эксп.}$ от массы поднимаемого груза m_6 .

Выводы

Для изучения характера влияния величины рабочих давлений на возни-

кающие в гидравлической машине силы трения и гидравлические потери предложена схема лабораторного стенда гидравлического домкрата, и разработана методика проведения эксперимента. В рамках данного исследования рассматривается совместное действие сил трения и гидравлического сопротивления. Для получения экспериментальных данных и дальнейшей их обработки необходимо изготовить лабораторный стенд на основе предложенной схемы.

В качестве одного из направлений дальнейшего исследования может выступить изучение зависимости величины гидравлических потерь от действующего давления и рода рабочей жидкости.

Литература

1. Михайличенко С.М. Сравнительный анализ хронометражных замеров и моделирования работы мобильного кормоцефа // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2019. С. 315-321.
2. Михайличенко С.М. Моделирование эксплуатационных показателей мобильных кормоцехов // Вестник ВНИИМЖ. 2017. № 3 (27). С. 27–32.
3. Байдакова Е.В., Байдаков Е.М. Гидравлика: метод. указ. к выполнению лабораторных работ студентами очной и заочной форм обучения по направлению: природообустройство и водопользование. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 51 с.
4. Михальченков А.М., Комогорцев В.Ф., Дьяченко А.В. Метод испытаний на адгезионную прочность системы полимерная клеевая композиция - металлический сплав // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2015. Т. 81, № 8. С. 59-61.

УДК 664.8.047

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО ТЕПЛООБМЕННИКА СУШИЛКИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО НАГРЕВА

*д.т.н., Купреенко А.И., к.э.н., Исаев Х.М.,
Исаев С.Х., Куницыки А., kupreenkoai@mail.ru
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE COMBINED HEAT EXCHANGER OF THE AERODYNAMIC HEATING DRYER

*Doctor of Technical Sciences, Assoc. Prof. Kupreenko A.I.,
Candidate in Economics Science, Assoc. Prof. Isaev Kh.M.,
assistant Isaev S.Kh., master's degree student Kunitsky A., kupreenkoai@mail.ru
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Для сушилки аэродинамического нагрева ПАПРКТО дается теоретическое обоснование основного параметра комбинированного теплообменника – площади теплообменной поверхности, без учета дополнительного теплопритока от солнечной радиации в

дневное время. Также обосновывается количество и сечение каналов средней камеры теплообменника. Приводятся принятые в математической модели допущения.

Annotation. For the PAPRKTO aerodynamic heating dryer, a theoretical justification is given for the main parameter of the combined heat exchanger – the area of the heat exchange surface, without taking into account the additional heat input from solar radiation in the daytime. The number and cross-section of the channels of the middle chamber of the heat exchanger is also justified. The assumptions accepted in the mathematical model are given.

Ключевые слова: комбинированный теплообменник, сушилка аэродинамического подогрева, площадь теплообменной поверхности.

Keywords: combined heat exchanger, aerodynamic heating dryer, heat exchange surface area.

Введение. Постановка задачи

Сушилки аэродинамического нагрева используются для сушки различного сельскохозяйственного сырья, в частности, плодово-ягодного [1,2,3,4,5].

Сушилка аэродинамического нагрева ПАПРКТО имеет плоскую горизонтальную крышу сушильной камеры размером 2,31x1,53 м, площадью 3,53 м². Для расположения комбинированного теплообменника крыша является наиболее удобным местом, т.к. не при этом не увеличиваются горизонтальные габаритные размеры сушилки.

Высота сушилки составляет 1,93 м, поэтому в вертикальной плоскости также есть достаточное габаритное пространство для размещения комбинированного теплообменника.

Комбинированный теплообменник представляет собой трехкамерное устройство, верхняя камера которого является воздушным солнечным коллектором, средняя предназначена для движения подогреваемого атмосферного воздуха (сушильного агента), а нижняя камера омывается горячим отработанным сушильным агентом [6].

Задачей является обоснование площади теплообменной поверхности, которой являются стенки, разделяющие камеры теплообменника, а также количества и сечения каналов средней камеры.

Методика исследования

Мощность теплового потока Q , передаваемого отработанным сушильным агентом в комбинированном теплообменнике через теплообменную поверхность, равна мощности теплового потока, воспринимаемого подогреваемым

сушильным агентом с учетом мощности потока потерь теплоты через стенки теплообменника:

$$Q = L_o c_{o.a} (T_2 - T_3) = L_o c_{o.c} (T_1 - T_{o.c}) + Q_n = k_{т.п} F_{т.п} \Delta t_{ср}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где L_o - расход атмосферного воздуха, кг/с;

$c_{o.a}$, $c_{o.c}$ – соответственно, теплоемкость отработанного сушильного агента и атмосферного воздуха, Дж/(кг·°С);

T_2 – температура отработанного сушильного агента на входе в комбинированный теплообменник, °С;

T_3 - температура отработанного сушильного агента на выходе из комбинированного теплообменника, °С;

T_1 – температура сушильного агента на входе в сушилку, °С;

$T_{o.c}$ - температура окружающей среды, °С;

Q_n – мощность потока потерь теплоты в окружающую среду через ограждения комбинированного теплообменника, Вт;

$k_{т.п}$ – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С);

$F_{т.п}$ - площадь теплообменной поверхности, м²;

$\Delta t_{ср}$ – температурный напор, °С.

Поскольку в верхней и нижней камерах комбинированного теплообменника нет организованных для направленного движения воздуха каналов, а воздух, движущийся по каналам средней камеры периодически меняет свое направление движения, то нельзя определенно утверждать, какая схема движения теплоносителя и подогреваемого воздуха является определяющей: прямоточная, противоточная или перекрестная.

Поэтому на основании [7] примем допущение, что при отношении $\Delta t_6 / \Delta t_m \leq 2$ температурный напор можно считать как среднее суммы наибольшей и наименьшей разницы температур (рисунок 1).

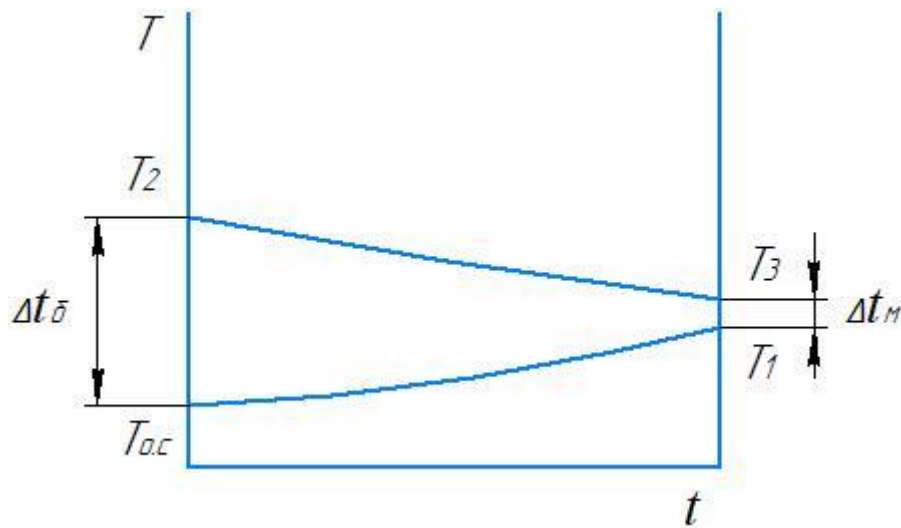


Рисунок 1 – Изменение температуры сушильного агента в процессе сушки

Тогда температурный напор будет равен:

$$\Delta t_{cp} = 0,5(\Delta t_{\delta} + \Delta t_{m}) = 0,5(T_3 - T_{o.c} + T_2 - T_1), \quad (2)$$

где Δt_{δ} , Δt_{m} – наибольшая и наименьшая разница температур.

Потери теплоты в окружающую среду

$$Q_n = kF(T_{cm} - T_{o.c}), \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопередачи через ограждения комбинированного теплообменника, Вт/(м²·°С);

F - площадь ограждений комбинированного теплообменника, м²;

T_{cm} - температура стенок комбинированного теплообменника, °С.

Тогда, с учетом выражений (2) и (2) уравнение (1) представим в виде

$$L_o c_{o.c}(T_1 - T_{o.c}) + kF(T_{cm} - T_{o.c}) = 0,5k_{т.п}F_{т.п}(T_3 - T_{o.c} + T_2 - T_1). \quad (4)$$

Примем, что температура стенок комбинированного теплообменника находится в прямой зависимости от температуры омывающего их отработанного сушильного агента, т.е.:

$$T_{cm} = a_a T_2 + b_a, \quad (5)$$

где a_a, b_a – эмпирические коэффициенты пропорциональности.

Также примем температуру отработанного сушильного агента на выходе из комбинированного теплообменника пропорциональной средней температуре между температурой подогретого сушильного агента на выходе из комбинированного теплообменника и температурой отработанного сушильного агента на входе в него:

$$T_3 = a_3((T_1 + T_2)/2) + b_3, \quad (6)$$

где a_3, b_3 – эмпирические коэффициенты пропорциональности.

Проведя преобразования, с учетом выражений (5) и (6) из уравнения (4) выразим площадь теплообменной поверхности:

$$F_{Т.П} = \frac{L_0 c_{0.c}(T_1 - T_{0.c}) + kF(a_2 T_2 + b_2 - T_{0.c})}{0,5k_{Т.П}(0,5a_3(T_1 + T_2) + b_3 - T_{0.c} + T_2 - T_1)}. \quad (7)$$

Исходя из предлагаемой конструкции комбинированного теплообменника, можно установить связь между площадью теплообменной поверхности $F_{Т.П}$ и площадью ограждений комбинированного теплообменника F (рисунок 2), учитывая, что:

$$F = l \cdot b + 2c(l + b) = 0,5F_{Т.П}/n + 2c(l + b) = 0,5F_{Т.П}/n + 7,68c, \quad (8)$$

где l – длина крыши сушильной камеры, $l = 2,31$ м;

b – ширина крыши сушильной камеры, $b = 1,53$ м;

c – высота ограждения комбинированного теплообменника, м;

n – количество секций в комбинированном теплообменнике (средних камер или парных комплектов теплообменных поверхностей, расположенных друг над другом по вертикали).

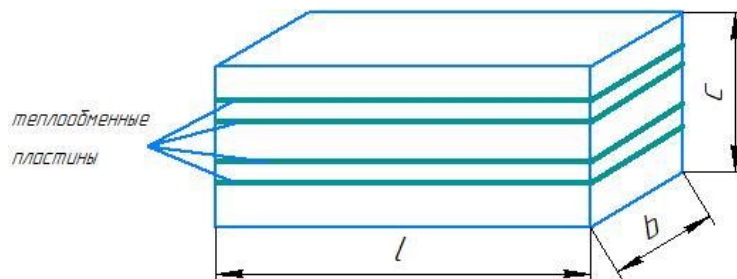


Рисунок 2 – Схема к определению площади ограждения комбинированного теплообменника

Если принять нижний предел температуры окружающей среды $T_{o.c}$ равным $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ из условия размещения сушилки вне помещений и неиспользования ее при отрицательных температурах, а температуру отработанного сушильного агента на входе в комбинированный теплообменник T_2 равной максимально допустимой в сушильной камере – $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, то с учетом выражения (8) уравнение (7) будет иметь вид:

$$F_{T.п} = \frac{2L_o c_{o.c}(T_1 - 5) + 15,36kc(a_2 60 + b_2 - 5)}{k_{T.п}(T_1(0,5a_3 - 1) + 30a_3 + b_3 + 55) - k(60a_2 + b_2 - 5)}. \quad (9)$$

Расход атмосферного воздуха L_o в теплообменнике представим через расходы двух подсасывающих патрубков сушильной камеры в виде:

$$L_o = 2 \frac{\pi d^2}{4} V_B \rho_B = 0,04V_B, \text{ кг/с} \quad (10)$$

где d – внутренний диаметр патрубка подсоса воздуха в сушильную камеру, $d = 0,08$ м;

V_B – скорость движения подсасываемого воздуха в патрубке, м/с;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность атмосферного воздуха, кг/м^3 , $\rho_{\text{в}} = 1,29 \text{ кг/ м}^3$.

Подставим выражение (10) в (9):

$$F_{\text{т.п}} = \frac{0,08V_{\text{в}}c_{\text{о.с}}(T_1-5)+15,36kc(a_260+b_2-5)}{k_{\text{т.п}}(T_1(0,5a_3-1)+30a_3+b_3+55)-k(60a_2+b_2-5)}. \quad (11)$$

Результаты исследования и их обсуждение

Выражение (11) устанавливает функциональную зависимость вида $F_{\text{т.п}} = f(T_1)$, т.е. площадь теплообменной поверхности зависит от заданной (максимальной, но не более $60 \text{ }^\circ\text{C}$) температуры нагрева сушильного агента в комбинированном теплообменнике.

Зависимость (11) получена без учета дополнительного поступления теплоты за счет воздушного солнечного коллектора, т.к. его эффективная работа обеспечивается только днем в период с 8 до 18 часов.

Одним из условий обеспечения наименьшего гидравлического сопротивления воздухопроводов сушилки является равенство их сечений.

Исходным в данном случае является сечение подсасывающих патрубков, т.к. сечение окна выброса отработанного сушильного агента регулируется жалюзи типа «ромашка».

При внутреннем диаметре подсасывающего патрубка $0,08 \text{ м}$ общая площадь сечения двух подсасывающих патрубков будет равна $0,01 \text{ м}^2$.

Соответственно площадь сечения канала средней камеры комбинированного теплообменника также должна быть равна $0,01 \text{ м}^2$.

Тогда, количество каналов определим как отношение площади сечения средней камеры к площади сечения одного канала.

Площадь сечения средней камеры в пределах габаритов сушилки будет определяться по формуле:

$$F_{\text{с}} = b \cdot h \cdot n, \quad (12)$$

где h – расстояние между теплообменными поверхностями, м.

По рекомендациям для воздушных солнечных коллекторов [8] примем $h = 0,05$ м.

Тогда, выражение (12) примет вид:

$$F_c = 0,0765n, \text{ м}^2. \quad (13)$$

Число каналов средней камеры будет равно:

$$N = \frac{F_c}{0,01} = \frac{0,0765n}{0,01} = 7,65n. \quad (14)$$

Таким образом, принимаем число каналов средней камеры равным 8 (в каждом комплекте теплообменных поверхностей).

Выводы

Полученное выражение (11) позволяет определить основной параметр комбинированного теплообменника - площадь теплообменной поверхности в зависимости от заданной температуры нагрева сушильного агента. Однако, в данное выражение входят эмпирические коэффициенты, значение которых необходимо определить в результате экспериментальных исследований.

Значение данной площади будет определять число секций комбинированного теплообменника при числе каналов средней камеры, равном восьми.

Литература

1. Ториков В.Е., Евдокименко С.Н., Сазонов Ф.Ф. Перспективы развития садоводства в Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 5 (51). С. 3-8.
2. Белоус Н.М., Евдокименко С.Н. Результаты сотрудничества ученых Брянского ГАУ и Кокинского опорного пункта ВСТИСП по развитию садоводства // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 15-22.
3. Купреенко А.И. К определению поверхности теплообмена утилизатора теплоты сушилки / А.И. Купреенко, Х.М. Исаев, И.И. Коновалова // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. С. 72-79.
4. Исаев С.Х. Сушильная установка аэродинамического подогрева с утилизатором теплоты // Современные аспекты развития АПК: тр. Всерос. совета молодых учёных и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. С. 60-64.

5. Исаев Х.М., Купреенко А.И., Исаев С.Х. Плодово-ягодная сушилка с комбинированным теплообменником // Сельский механизатор. 2020. № 1. С. 16-17.
6. Сушилка: пат. 192350 Рос. Федерация: МКИ F26B 9/06; F26B 3/28, F26B 21/04 / Купреенко А.И., Исаев Х.М., Исаев С.Х. - № 2019103013; заявл. 04.02.19; опубл. 13.09.19, Бюл. № 26.
7. Чагин О.В, Кокина Н.Р., Пастин В.В. Оборудование для сушки пищевых продуктов. Иваново: Иван. хим. технол. ун-т., 2007. 138 с.
8. Турулов В.А. Гелиоактивные стены зданий: науч. изд. М.: Изд-во АСВ, 2011. 168 с.

УДК 664.724

ОЦЕНКА РИСКА ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

к.т.н., Панова Т.В., panovatv@yandex.ru

к.т.н., Панов М.В., pmv-1980@yandex.ru

Брянский государственный аграрный университет, Россия

HEALTH RISK ASSESSMENT IN POST-HARVEST GRAIN PROCESSING

*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor Panova T.V.,
panovatv@yandex.ru*

*Candidate of Engineering Sciences Panov M.V., pmv-1980@yandex.ru
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрен и проанализирован процесс послеуборочной обработки зерна с точки зрения безопасности технологических процессов, оценён риск возникновения несчастных случаев и дано обоснование необходимости повышения безопасности труда.

Annotation. The process of post-harvest grain processing is considered and analyzed from the point of view of the safety of technological processes, the risk of accidents is assessed and the justification for the need to improve labor safety is given..

Ключевые слова: послеуборочная обработка зерна, риск, вероятность события, несчастный случай.

Key words: post-harvest grain handling, risk, probability of event, accident.

Введение

Сельхозпредприятия являются основными производителями зерна (79,0%), сахарной свеклы (79,0%) и подсолнечника (74,6%). В Центральном федеральном округе на 1 января 2017 года насчитывалось 19239 крестьянских (фермерских) хозяйств с общим земельным наделом 2583 тыс. га. На долю крестьянских (фермерских) хозяйств в общем объеме валовой сельскохозяйственной продукции составляет 19,1%. За последние годы наблюдается тенденция роста как самих крестьянских (фермерских) хозяйств, так и производства ими сель-

хозпродукции. Как показывают статистические данные, хозяйствами этой категории было собрано зерна 20,3% от общего сбора [3]. Таким образом, целесообразно оценить риски, возникающие в процессе послеуборочной обработки зерна.

Постановка задачи

Необходимо оценить риски возникновения несчастных случаев в процесс послеуборочной обработки зерна и обосновать необходимость повышения безопасности труда в процесс послеуборочной обработки.

Результаты и обсуждение

Для эффективного хранения зерна необходимо следовать технологической схеме зернозаготовки и соблюдением установленных режимов послеуборочной обработки зерна, схема которой представлена на рисунке 1. [1]

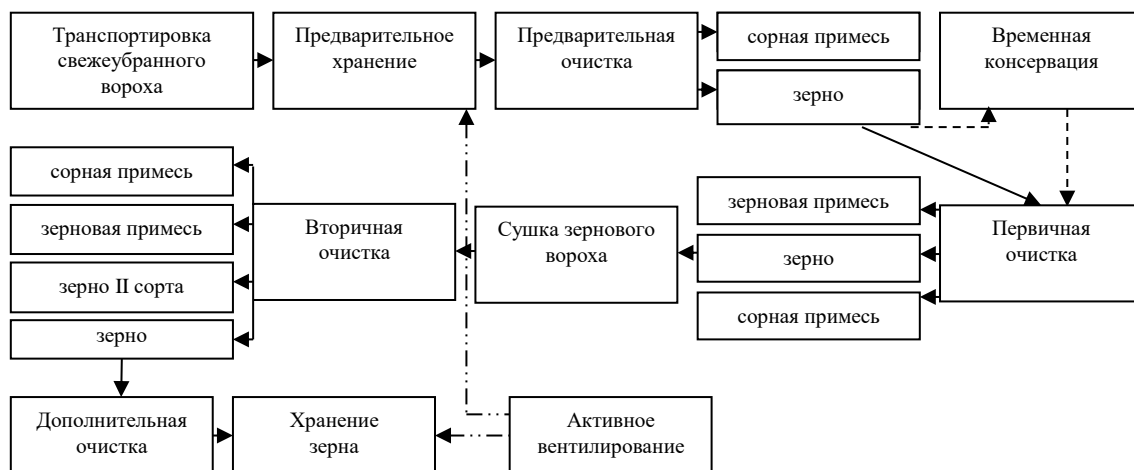


Рисунок 1 – Схема послеуборочной обработки зерна

Понятие риска используется для оценки вероятности травмирования и гибели людей в процессе выполнения технологических операций. Это связано с тем, что риск как количественная характеристика реализации угроз может быть использован для оценки состояния условий труда, а также экономического ущерба, для формирования системы социальной политики на производстве (компенсационные выплаты, льготы). Потенциальными носителями риска является среда (производственная, природная) и субъект (человек). Субъект, в по-

давяющие большинство, в процессе своей производственной деятельности, в частности, принятия решения, становится субъектом опасности [2,4].

Профессиональная деятельность по риску гибели человека делится на четыре категории безопасности в следующих пределах: условно безопасная ($R < 10^{-4}$), относительно безопасная ($R = 10^{-4} - 10^{-3}$), опасная ($R = 10^{-3} - 10^{-2}$), особо опасная ($R > 10^{-2}$).

В нашем случае, процесс послеуборочной обработки зерна является относительно безопасным.

Учитывая статистические данные, составим таблицу для расчета рисков причинения ущерба здоровью.

Таблица 1 – Вероятность событий, приводящих к причинению ущерба здоровью

№ п/п	Событие	Вероятность P(t)
1	Транспортировка свежесобранного вороха	$3,6 \cdot 10^{-4}$
2	Предварительное хранение	$3,5 \cdot 10^{-4}$
3	Предварительная очистка	$2,6 \cdot 10^{-5}$
4	Временная консервация	$4,5 \cdot 10^{-4}$
5	Первичная очистка	$1,8 \cdot 10^{-4}$
6	Сушка зернового вороха	$4,9 \cdot 10^{-5}$
7	Вторичная очистка	$4,1 \cdot 10^{-5}$
8	Дополнительная очистка	$1,4 \cdot 10^{-4}$
9	Хранение зерна	$5,0 \cdot 10^{-5}$
10	Активное вентилирование	$2,5 \cdot 10^{-4}$

На основании таблицы 1 построим «дерево рисков» причинения вреда здоровью работающим в процессе послеуборочной обработки зерна (рисунок 2)

Риск причинения вреда здоровью определим по формуле:

$$R_A = 1 - \prod_{i=1}^B (1 - P_i) = 1 - (1 - P_B) \cdot (1 - P_B) \quad (1)$$

где P_B – вероятность отказа технических средств в процессе послеуборочной обработки зерна;

P_B – вероятность нарушения требований безопасности работниками в процессе послеуборочной обработке зерна.

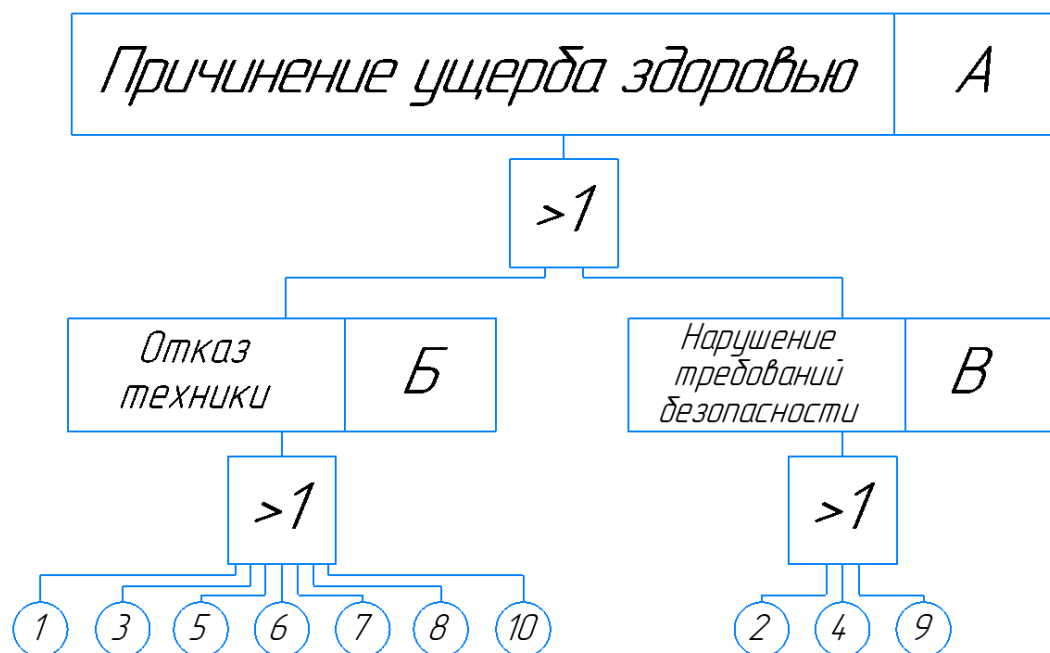


Рисунок 2 – «Дерево рисков»

$$P_B = P_1 + P_3 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_{10} - P_1 \cdot P_3 \cdot P_5 \cdot P_6 \cdot P_7 \cdot P_8 \cdot P_{10} \quad (2)$$

где $P_1, P_3, P_5, P_6, P_7, P_8, P_{10}$ - вероятность событий, связанных с отказом технических средств.

$$\begin{aligned} P_B &= 3,6 \cdot 10^{-4} + 2,6 \cdot 10^{-5} + 1,8 \cdot 10^{-4} + 4,9 \cdot 10^{-5} + 4,1 \cdot 10^{-5} + 1,4 \cdot 10^{-4} + 2,5 \cdot 10^{-4} - \\ &- 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 2,6 \cdot 10^{-5} \cdot 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 4,9 \cdot 10^{-5} \cdot 4,1 \cdot 10^{-5} \cdot 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} = \\ &= 10,46 \cdot 10^{-4} - 1,18 \cdot 10^{-4} = 9,27 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

$$P_B = P_2 + P_4 + P_9 - P_2 \cdot P_4 \cdot P_9 \quad (3)$$

где P_2, P_4, P_9 – вероятность событий связанных нарушением требований безопасности работниками.

$$\begin{aligned} P_B &= 3,5 \cdot 10^{-4} + 4,5 \cdot 10^{-4} + 5 \cdot 10^{-5} - 3,5 \cdot 10^{-4} \cdot 4,5 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-5} = \\ &= 8,5 \cdot 10^{-4} - 7,88 \cdot 10^{-4} = 0,63 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

$$R_A = 1 - (1 - 9,27 \cdot 10^{-4}) \cdot (1 - 0,63 \cdot 10^{-4}) = 4,1 \cdot 10^{-4}$$

Таким образом, риск причинения ущерба здоровью во время послеуборочной обработке зерна составляет $4,1 \cdot 10^{-4}$, что соответствует относительно безопасному производству и указывает необходимость предусматривать и планировать мероприятия по улучшению условий и повышению безопасности труда.

Литература

1. Горбачёв И.В., Панова Т.В., Панов М.В. Послеуборочная обработка зерна в фермерских хозяйствах с использованием малогабаритной зерносушилки // Техника и оборудование для села. 2018. № 6. С. 29-31.
2. Чепегин И.В. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб.пособие. Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. 164 с.
3. <http://www.gks.ru/> - Федеральная служба государственной статистики
4. Михальченко А.М., Комогорцев В.Ф., Дьяченко А.В. Метод испытаний на адгезионную прочность системы полимерная клеевая композиция - металлический сплав // заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2015. Т. 81, № 8. С. 59-61.
5. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.
6. Развитие современных методов защиты работающих на предприятиях сельскохозяйственной отрасли / Т.И. Белова, Е.М. Агашков, В.И. Гаврищук, Г.Д. Захарченко и др. Орел, 2019.

УДК 004:62

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

к.п.н., Петракова Н.В., npetrakova71@mail.ru

Брянский государственный аграрный университет, Россия

COMPUTER TECHNOLOGIES IN ENGINEERING EDUCATION

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor Petrakova N.V.,

npetrakova71@mail.ru

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. В статье рассматриваются особенности применения компьютерных технологий для инженерного образования в вузе. Для улучшения и конкурентоспособности инженеров предлагается новый подход к организации обучения, который позволяет решить проблемы с подготовкой кадров, способных проектировать, производить и обслуживать сложную технику.

Annotation. The article discusses the features of the use of computer technologies for engineering education at a university. To improve and competitiveness of engineers, a new approach to the organization of training is proposed, which allows solving the problems with the training of personnel capable of designing, producing and servicing complex equipment.

Ключевые слова: компьютерные технологии, инженерное образование, компетенции инженера, образовательная система.

Key words: computer technology, engineering education, engineering competence, educational system.

Введение

Проблемы XXI века, вызванные истощением природных ресурсов и критическим состоянием экосистем, привели к изменениям в структуре занятости

населения – исчезают старые профессии и появляются новые. С одной стороны, быстро развивающаяся экономика требует ускоренной подготовки кадров, способных решать все более сложные задачи. Это повышает роль инженеров, которые проектируют, эксплуатируют и обслуживают сложное оборудование, создают новые материалы и технологии. С другой стороны, существует инерция системы образования, которую необходимо преодолеть, чтобы должным образом подготовить необходимые кадры [4, 6].

Это одна из главных задач нашего времени, стоящих перед системой образования, ответ на которую возможен только через реализацию системной стратегии, которая сочетала бы возможности, предоставляемые развитием технологий и технологий организации обучения, с положительным опытом в области инженерного образования, накопленным университетами разных стран. Такая стратегия должна обеспечить стабильность системы образования, возможность ее постоянного совершенствования, соответствующего потребностям реального сектора экономики. Система подготовки инженеров, способных решать поставленные задачи, должна основываться на инновационных принципах, методах и технологиях обучения. Кроме того, само содержание учебных курсов должно отражать современные достижения в области техники и технологий. Необходимо совершенствовать систему «опережающего обучения», ориентированную на подготовку инженеров будущего.

Аналитический обзор

О компетенциях специалиста чаще всего говорят в двух контекстах: как о результате получения высшего образования по конкретной специальности и как о содержании профиля компетенций, с помощью которого компания отбирает и нанимает подходящих кандидатов для работы на определенной должности, а впоследствии обучает, развивает и оценивает существующих сотрудников. В организации профили компетенций специалистов составляются на основе используемой в ней модели компетенций. В образовательном стандарте компетенции определяются в зависимости от вида профессиональной деятельности, характерной для отрасли, в которой будет работать специалист. Поскольку, с одной стороны, виды деятельности инженера становятся все более разнообраз-

ными, а с другой, предприятия хотят получить готового специалиста для выполнения конкретной работы, возникает противоречие между целями образования и бизнеса.

На наш взгляд, эти противоречия могут быть разрешены системным подходом к совершенствованию образовательного пространства в интересах устойчивого развития [5]. Поскольку баланс между «спросом и предложением» на инженеров с определенными компетенциями диктуется рынком труда, именно рынок служит связующим звеном между образовательной и производственной системами [7]. Такое взаимное сотрудничество будет способствовать устойчивости как образовательных, так и промышленных систем. Но в то же время необходимо, чтобы представления о модели специалиста или профилях компетенций предприятия и вуза совпадали или были близки.

Трудности вызваны проблемами в формализации системы оценки компетентности специалиста. Традиционная система образования и профессиональной стандартизации не устанавливает норм в тех областях, от которых напрямую зависит эффективность организации: принятие решений, достижение договоренностей, ответственность и т.д. Используя стандартные методы оценки, можно определить, насколько профессионален человек в узкоспециализированной области, но невозможно сказать, насколько он эффективен в организации. Именно для этой оценки используется модель компетенций [8].

Управление компетенциями – это особый подход к управлению персоналом организации, в котором выделяют три основных вида компетенций: учебно-познавательную – способность к познавательной деятельности, постановке целей и планированию, анализу, рефлексии и саморегуляции, решению проблем и решению задач и т.д.; информационную – способность, связанную с поиском, отбором, обработкой, анализом и интерпретацией информации; и коммуникативную, связанную с взаимодействием с другими людьми, способностью сотрудничать с ними, выполнять различные социальные функции и т.д. [9, 10, 11].

Миссия инженера будущего – построить более устойчивый, стабильный и справедливый мир. Поскольку инженеры несут коллективную ответственность перед будущими поколениями за улучшение условий жизни во всем мире, они

должны мыслить и действовать глобально. Поэтому инженеры должны иметь более широкую междисциплинарную базу знаний, особенно в областях, традиционно рассматриваемых в инженерном образовании.

Проблема также заключается в снижении мотивации молодых людей к получению инженерного образования, в частности, предполагающего последующее вовлечение в высокоинтеллектуальную деятельность. Для повышения мотивации предлагаются различные варианты, связанные с ранней профессиональной ориентацией молодежи, выявлением и развитием способностей и повышением престижа инженерного дела. В контексте этих задач необходимо понимать, что компьютерные технологии должны рассматриваться как инструмент для всех участников образовательного процесса: для создания образовательного контента и образовательной среды, для решения образовательных задач, для общения преподавателя и студента, для развития профессиональных компетенций, для оценки качества образования.

Образование должно быть эффективным в подготовке инициативных личностей к решению сложных задач инновационными и гибкими способами, необходим переход от репродуктивного к творческому подходу в организации образовательной системы и образовательного процесса, что подразумевает умение использовать компьютер для самостоятельного приобретения необходимых знаний и навыков с использованием разработанного образовательного контента.

Информационная компетентность как компонент профессиональной компетентности включает в себя комплекс специфических вопросов, соответствующих уровню и содержанию компьютеризации в конкретной профессиональной среде. Специалист должен уметь совершенствовать свои знания и опыт в профессиональной и смежных областях. Формирование информационной составляющей профессиональной компетентности должно обеспечиваться набором дисциплин, учебных ситуаций и практик, имитирующих реальные профессиональные задачи.

Заключение

Так как требования работодателей в настоящее время подразумевают знание ИТ, при построении учебных курсов следует, на наш взгляд, ориентировать-

ся на приобретение студентами навыков использования тех программных комплексов и математических моделей, которые используются для решения задач, аналогичных тем, с которыми он столкнется в профессиональной деятельности.

Применение компьютерных технологий в инженерном образовании позволяет совершенствовать процесс получения новых знаний студентами и повышать их профессиональную востребованность на рынке труда.

Литература

1. Афанасьева Н.А. Использование приемов электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в инженерном образовании // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве: сб. материалов III междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2020. С. 582-585.
2. Бабурина Ю.М., Лысенкова С.Н. Технология информационной деятельности // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве: сб. материалов III междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2020. С. 134-140.
3. Балухто В.П. Трехмерное моделирование: особенности, классификация, применение в регионе // Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: тр. II междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2019. С. 71-75.
4. Вerezубова Н.А. Системы автоматизированного проектирования – ступень качественного инженерного образования // Проблемы энергетики и природопользования. Вопросы безопасности жизнедеятельности и экологии: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. / под реда. Л.М. Маркарянц. Брянск, 2010. С. 69-73.
5. Вerezубова Н.А. Информационные технологии как фактор и необходимое условие развития высшего образования // Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК: материалы междунар. науч.-техн. конф. Брянск, 2012. С. 43-46.
6. Голованова Е.В., Толстопятов С.Н. Информатизационные технологии в системе математической подготовки студентов инженерных специальностей // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке: материалы нац. науч.-практ. конф. Майский, 2021. С. 325-328.
7. Жиденко Е.В. Изменение рынка труда под влиянием IT-технологий // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве: сб. материалов III междунар. науч.-практ. конф., 2020. С. 218-225.
8. Петрова И.В. Психологическая и информационная культуры: сфера их взаимодействия у студентов вуза // Технологизация системы современного образования: стратегия, концепции, практика: материалы II междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2017. С. 245-247.
9. Семьшев М.В., Семьева В.М. Формирование межкультурной коммуникации в условиях образовательной среды вуза // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. ст. Брянск, 2020. С. 115-120.
10. Семьева В.М., Семьшев М.В. Информационно-коммуникационные технологии в современном профессиональном образовании // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. ст. Брянск, 2020. С. 121-126.
11. Купреенко А.И., Исаев Х.М.О., Михайличенко С.М. Применение информационных технологий в современном сельском хозяйстве // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. материалов I междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 11-16.

АНАЛИЗ ВИДОВ ИЗНОСА И ВЛИЯЮЩИХ НА НИХ ФАКТОРОВ

Починов В.Д., VadimPochinov73@yandex.ru

к.т.н., Салахутдинов И.Р., ilmas.73@mail.ru

*Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина,
Россия*

ANALYSIS OF THE TYPES OF WEAR AND THE FACTORS AFFECTING THEM

undergraduate Pochinov V. D., VadimPochinov73@yandex.ru

candidate of Technical Sciences, Salakhutdinov I. R., ilmas.73@mail.ru

*Benannt nach der Staatlichen Agraruniversität Uljanowsk P.A. Stolypin,
Russland, Russia*

Аннотация. При проведении анализа, выявлено при каком виде изнашивания происходит наибольшее количество отказов механизмов. Проведен анализ факторов, влияющий на износ.

Annotation. During the analysis, it was revealed at which type of wear occurs the greatest number of failures of mechanisms. The analysis of the factors influencing wear is carried out.

Ключевые слова: изнашивание, виды трения, характеристики, свойства, факторы.

Keywords: wear, types of friction, characteristics, properties, factors.

Введение. Износ – результат процесса изнашивания деталей, выражающийся в изменение формы, размеров, массы или состояния поверхности под действием различных факторов (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Классификация износа

Из данных диаграммы видно, что наибольшее количество отказов приходится на молекулярно–механическое изнашивание - 31%; коррозионно-механическое изнашивание 27% [1].

Рассмотрим основные виды износа:

Усталостное изнашивание - изнашивание в результате повторного деформирования микрообъемов материала поверхности трения или отдельных ее участков, что приводит к возникновению усталостных трещин и отделению частиц.

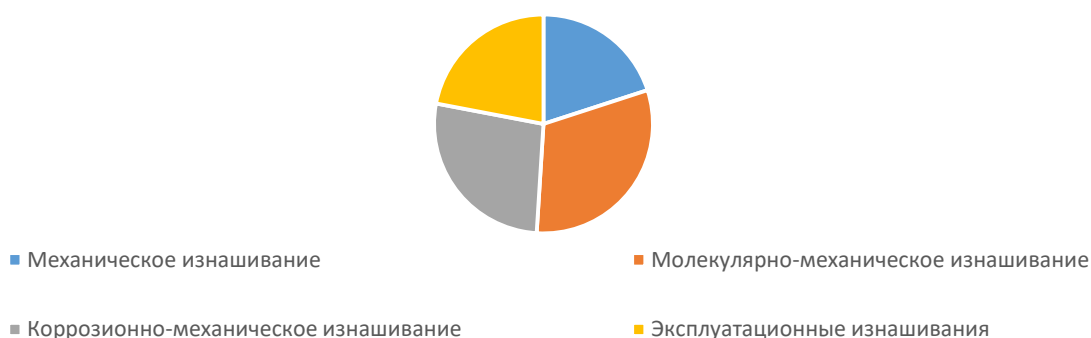


Рисунок 2 – Количество отказов по различным видам износа

Абразивное изнашивание - механическое изнашивание материала в результате царапающего или режущего действия на него абразивных частиц, находящихся в закрепленном или свободном состоянии.

Кавитационное изнашивание - разрушение материала от соприкосновения его с движущейся жидкостью, в которой нарушается сплошность ее объема из-за образования полостей, заполненных паром, газом или их смесью.

Адгезионное изнашивание образуется вследствие действия сил молекулярного сцепления на поверхности раздела двух металлических деталей с образованием адгезионных связей. Этот вид взаимодействия называют изнашиванием при заедании, схватывании и т.д. [2]

Водородное изнашивание- процесс разрушения металлического элемента пары трения вследствие поглощения металлом водорода.

Окислительное изнашивание - коррозионно-механическое изнашивание,

при котором химическая реакция материала с кислородом или окисляющей окружающей средой оказывает основное влияние на изнашивание.

Электроэрозионное изнашивание – эрозионное изнашивание поверхности вследствие воздействия разрядов при прохождении электрического тока. При электрической эрозии контактов происходит частичный перенос металла с одного контакта на другой и распыление металла.

Фреттинг-коррозия — коррозия при минимальном повторяющемся перемещении двух поверхностей относительно друг друга в условиях воздействия коррозионной среды, подвержены муфты, шестерни, резьбовые соединения, посадочные поверхности подшипников качения, листовые рессоры и т.д. [3].

При прямом методе коэффициент физического износа механизмов рассчитывают исходя из нормативных затрат на их полное восстановление до нового состояния:

$$K_f = S_z / C_v, \quad (1)$$

S_z - сумма нормативных затрат на восстановление объекта оценки до нового состояния, руб.;

C_v - стоимость воспроизводства, руб.

Определение износа также возможно через формулу остаточного ресурса механизма:

$$L_{ост} = L \left(\left(\frac{R_{пр} - R_{ном}}{R_{изм} - R_{ном}} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right) \quad (2)$$

$L_{ост}$ - остаточный ресурс;

L - действительная наработка к моменту диагностирования;

$R_{пр}$ - предельное значение параметра;

$R_{ном}$ - номинальное значение параметра;

$R_{изм}$ - измеренное значение параметра при диагностировании;

α - показатель степени функции изменения параметра

На интенсивность изнашивания оказывают влияние различные факторы, которые определяют вид изнашивания и характер нарастания износа.

Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания, можно подразделить на три основные группы: конструкторские, технологические и эксплуатационные (рисунок 3) [1].

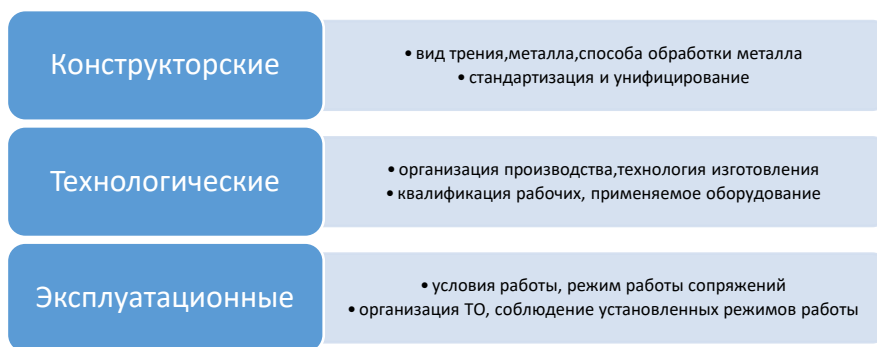


Рисунок 3 – Основные факторы, влияющие на износ

Смазывающие жидкости, вид трения оказывают большое влияние на скорость процесса изнашивания. Также существенно влияют механические характеристики материала:

- а) предел прочности или текучести;
- б) предел усталости;
- в) твердость материала.

Вид трения, наблюдаемый в сопряженных деталях, зависит от условий работы автомобиля (скорости, нагрузки, температурного режима). Например, при изменении скорости или нагрузки движения автомобиля, жидкостное трение может перейти в граничное и наоборот.

Режимы работы сопряжения, такие как давление на поверхность трения, скорость относительного скольжения, температура связаны не только с кинематикой сопряжения и конструкцией, но и зависят от режимов работы самого автомобиля. При возрастании скорости движения автомобиля и его нагрузочного режима изменяются и режимы работы сопряжения трущихся пар. Большое влияние на износ оказывают: удельное давление между трущимися поверхностями и скорость их относительного перемещения, качество обработки поверхностей, температура окружающей среды, степень запыленности качество технического обслуживания [4, 5, 6].

Литература

1. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с измененными физико-механическими характеристиками поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глушенко, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск, 2010. С. 107-116.
2. Методы управления трением и изнашиванием материалов в условиях возникновения контактной разности потенциалов / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глушенко, М.М. Замальдинов, А.П. Никифоров // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы III междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2017. С. 125-127.
3. Методы управления трением и изнашиванием материалов сопряжений в условиях электрохимических явлений / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глушенко, А.П. Никифоров, А.В. Лисин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы IX междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск: УлГАУ, 2018. С. 250-252.
4. Глушенко А.А., Салахутдинов И.Р., Прошкин Е.Н. Управление автомобилем и трактором. Ульяновск, 2017. 344 с.
5. 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.
6. Устройство для испытаний на абразивное изнашивание рабочих органов почвообрабатывающих, строительных и дорожных машин: пат. 2410668 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Кононенко А.С., Гончаров П.Н.; опубл. 2011, Бюл № 10.
7. Широбокова О.Е. Вопросы моделирования хрупких материалов в стадии разрушения // Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Л.М. Маркарянц. Брянск, 2011. С. 201-203.

УДК 631.354

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЯ СВЕКЛОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ HOLMER В ХОЗЯЙСТВАХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ДРУГИХ РЕГИОНОВ

д. т. н., Балашов А. В., к.т.н.. Синельников А.А.

e-mail: vniiti@mail.ru.

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Россия

ANASYSIS OF USE AND MAINTENANCE OF HOLMER BEET HARVESTER IN FARMS TAMBOV REGION AND OTHER REGIONS

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor Balashov A.V., Ph.D. Art. scientific. co-workers A. A. Sinelnikov e-mail: vniiti@mail.ru.

*All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Oil Products
in Agriculture, Russia*

Аннотация. Проанализирована работа сервисного предприятия при технической эксплуатации 116 самоходных свеклоуборочных комбайнов германской фирмы Holmer различных

модификаций и сроков службы, на основании полученных от хозяйств 258 заявок на регламентное техническое обслуживание, настройку и регулировку, дефектовку, устранение последствий отказов и неплановый ремонт.

Annotaton. The work of a service company during the technical operation of 116 self-propelled sugar beet harvesters of the German company Holmer of various modifications and service life is analyzed, based on 258 requests received from farms for routine maintenance, adjustment and adjustment, troubleshooting, elimination of the consequences of failures and unscheduled repairs.

Ключевые слова: свеклоуборочный комбайн, наработка, отказ, обслуживание, ремонт.

Key words: beet harvester, operating time, failure, maintenance, repair.

Введение

В настоящее время в свеклосеющих регионах Российской Федерации на уборке сахарной свеклы используются в основном самоходные комбайны различных иностранных фирм. Наиболее востребованы свеклоуборочные комбайны германской фирмы Holmer различных модификаций. Нашими исследованиями работы этих комбайнов в хозяйствах установлено, что из-за низкой квалификации комбайнеров и обслуживающего инженерно-технического персонала недостаточно эффективно используются (не более 65% реализуются их потенциальные возможности) [1, 2]. Для улучшения использования и технической эксплуатации комбайнов фирмой в различных регионах страны организованы дилерские сервисные центры, на которые возложены функции по предпродажной подготовке, регламентному техническому обслуживанию, диагностике, поиску и устранению последствий отказов в период уборочных работ и неплановый ремонт комбайнов [5,6].

Результаты и обсуждения

Нами совместно со специалистами ООО «Агролидер» - Тамбов была проанализирована работа 116 свеклоуборочных комбайнов Holmer Terra Dos T-2, T-3, T- 4- 40 различных сроков службы, из общего количества которых от 2 до 10 лет использовались около 72%, а остальные - до 15 и более лет в шести свеклосеющих регионах Российской Федерации, рисунок 1.

Производительность комбайнов, обслуживаемых сервисным предприятием, за час работы составила от 1,8 до 2,5 га при коэффициенте использования эксплуатационного времени 0,6-0,70 и дневной наработке в 20-25 га. При вве-

дении квот на приемку корнеплодов дневная наработка комбайнов снижалась до 7,5 – 10 га.

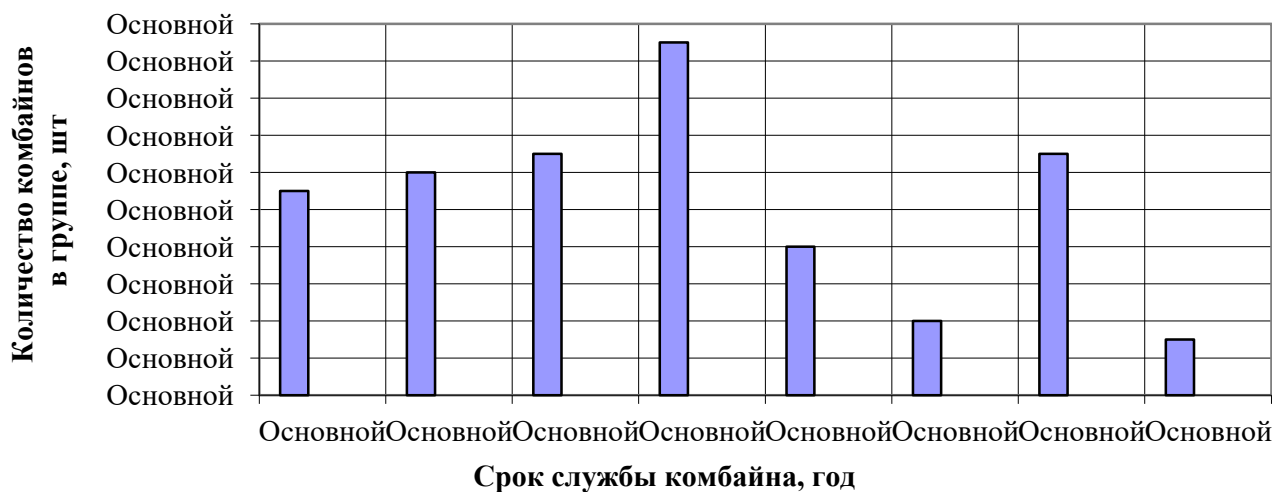


Рисунок 1 – Распределение обследованных свеклоуборочных комбайнов Holmer по срокам службы

Простои свеклоуборочных комбайнов по техническим причинам в обслуживаемых хозяйствах составили в среднем 25-30 % основного времени работы. При этом их продолжительность в зависимости от времени доставки запасных частей и материалов от базы предприятия до поля хозяйства составляла от двух до 5 до 50 часов, которая снижала коэффициент готовности комбайнов до 0,75. В результате качественного и своевременного технического обслуживания, ремонта и устранения последствий отказов комбайнов квалифицированными сервисными механиками, коэффициент их готовности составил более 0,9 [4, 7, 8].

По результатам анализа монтажных докладов сервисных механиков предприятия было выявлено, что средняя сезонная наработка свеклоуборочных комбайнов снизилась с увеличением сроков их службы и колебалась от 850-650 до 300-250 га, а наработка на отказы II и III группы сложности от 220 -175 до 85-120 га, рисунок 2.

В 2020 году от обслуживаемых хозяйств на предприятие поступило 258 заявок на проведение регламентных технических обслуживаний, дефектовка узлов

и агрегатов, диагностирование элементов электронного контроля и управления работой комбайна, устранение последствий отказов механических, гидравлических и электронных систем, неплановый ремонт комбайнов в полевых условиях, рисунок 3. Большинство хозяйств обращались в ООО «Агролидер» - Тамбов в течение года не более двух раз, а хозяйства эксплуатирующие комбайны свыше нормативного срока службы от 4 до 7 раз.

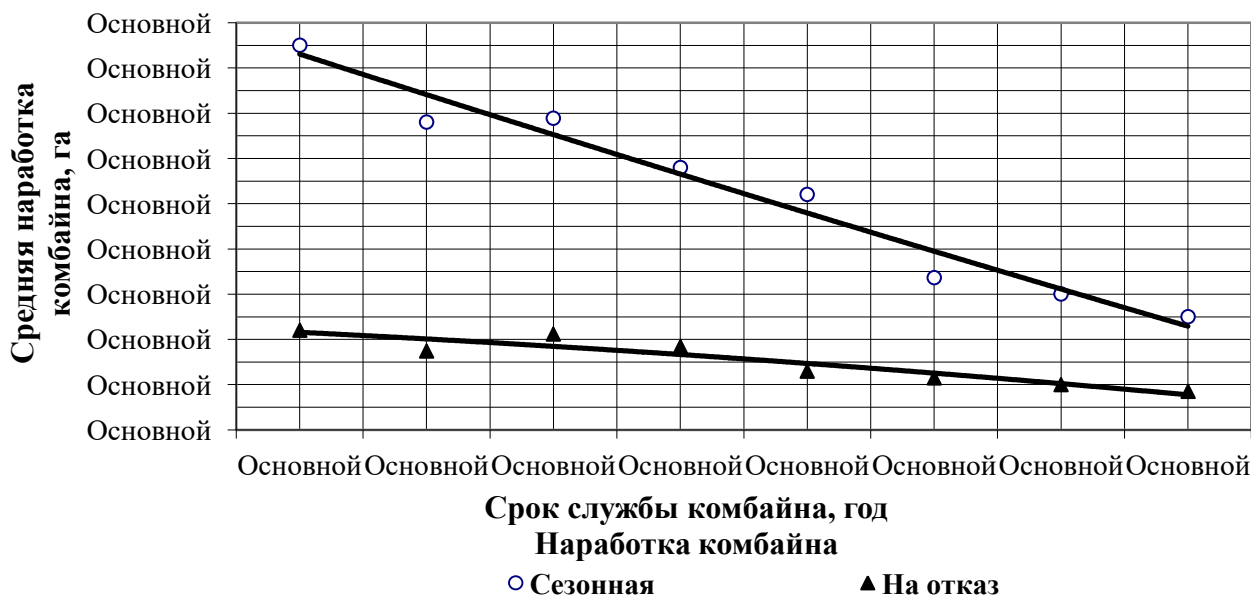


Рисунок 2 – Средняя сезонная и на отказ наработка свеклоуборочных комбайнов Holmer в зависимости от сроков службы

Хозяйства, имеющие современную ремонтно-обслуживающую базу, оснащенную средствами диагностики, могут самостоятельно оценить техническое состояние свеклоуборочных комбайнов после их выхода с поля.

По результатам дефектовки комбайнов инженерно-технической службой хозяйства составлялась заявка на поставку запасных частей и расходных материалов, которая передавалась в сервисное предприятие. В остальных хозяйствах заявки на запасные части и расходные материалы, необходимые при плановом ремонте и регламентном техническом обслуживании комбайнов, составлялись с привлечением сервисных механиков предприятия. При этом учитывались потребности запасных частей на возможные случаи устранения последствий отказов комбайнов при уборке сахарной свеклы в предстоящий период.

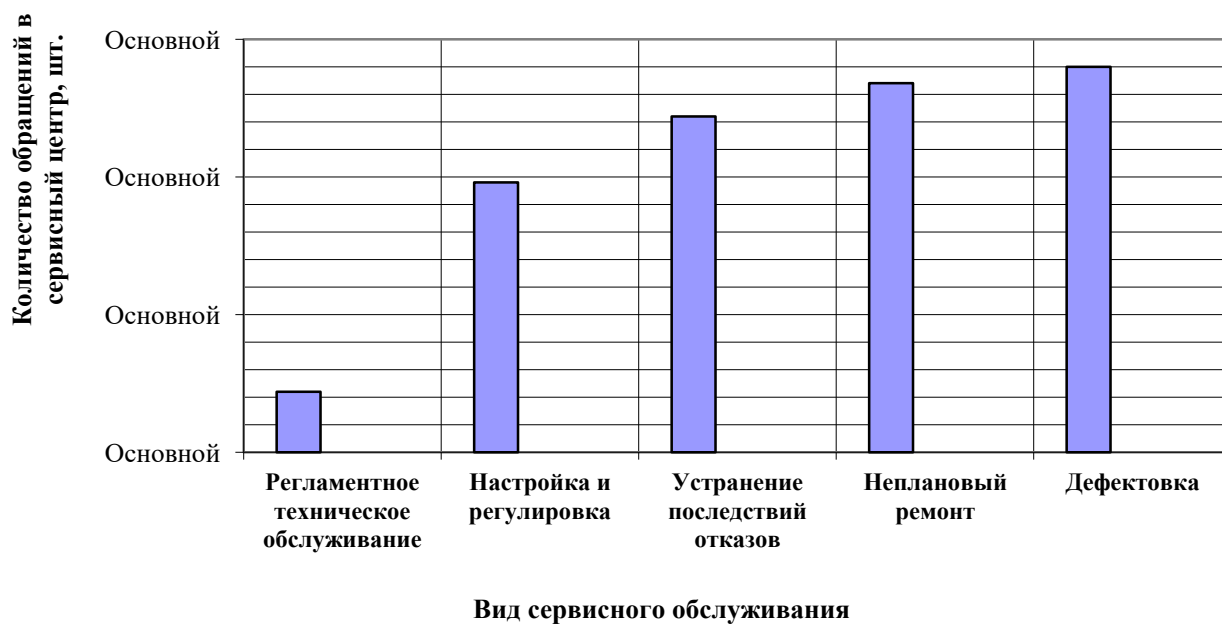


Рисунок 3 – Распределение заявок от хозяйств в ООО «Агролидер» - Тамбов по видам сервисного обслуживания комбайнов Holmer

Нами были проанализировано распределение приобретенных запасных частей на комбайны Holmer по сборочным единицам, поступивших по заявкам хозяйств, которое представлено на рисунке 4.

В результате анализа поступивших запасных частей по заявкам хозяйств было установлено, что более 73% из них относятся к рабочим органам, гидравлической системе комбайна [3]. При этом наибольшее количество запасных частей было заменено при неплановом ремонте, устранении последствий отказов, которое составляло от 29 до 42 % от каталожной номенклатуры запасных частей по основным рабочим органам комбайна.

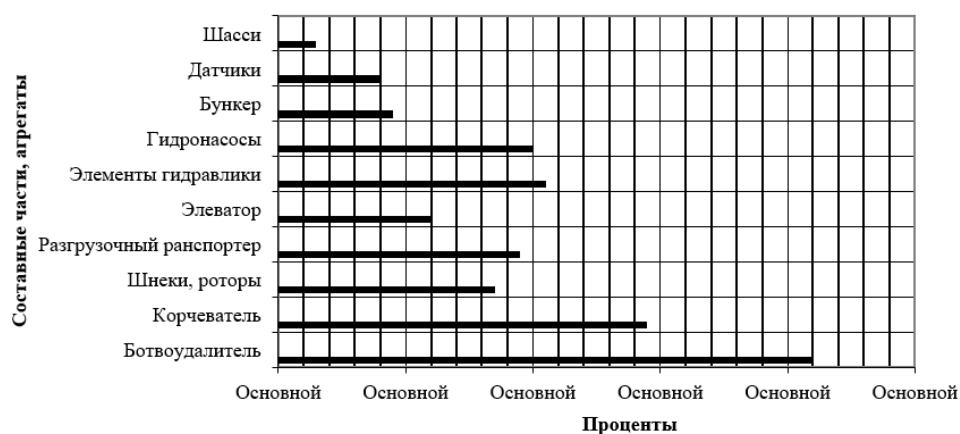


Рисунок 4 – Распределение приобретенных хозяйствами запасных частей к комбайну Holmer относительно их каталожной номенклатуры по конкретной сборочной единице

Выводы

Была проанализирована работа 116 свеклоуборочных комбайнов Holmer различной модификации, 72% их которых со сроком службы от 2 до 10 лет. Средняя сезонная наработка свеклоуборочных комбайнов снизилась с увеличением сроков их службы и колебалась от 850-650 до 300-250 га, а наработка на отказы II и III группы сложности от 220-175 до 85-120 га. Сервисным предприятием в течение года выполнялись работы и оказывались услуги по 258 заявкам, полученным от обслуживаемых хозяйств, а также им были поставлены заявленные хозяйствами запасные части и расходные материалы на ремонт, и техническое обслуживание комбайнов.

Литература

1. Балашов, А.В., Гуцин Д.А. Характеристика сервисного обслуживания свеклоуборочных комбайнов HOLMER // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 6. С. 13-14.
2. Тырнов Ю.А., Балашов А.В., Синельников А.А. Оценка работы свеклоуборочных комбайнов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 4. С. 35-36.
3. Балашов А.В. Обеспечение ресурсами ремонта и технического обслуживания свеклоуборочных комбайнов HOLMER // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 4. С.17-18.
4. Синельников А.А. Анализ показателей надежности свеклоуборочных комбайнов HOLMER в хозяйствах ЦФО // Наука в центральной России. 2014. № 2 (8). С. 74-78.
5. Синельников А.А. Повышение эксплуатационной надежности и экономичности свеклоуборочного комбайна Holmer в условиях сельского товаропроизводителя: дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03. Мичуринск, 2014. 159 с.

6. Синельников А.А. Свеклоуборочные комбайны HOLMER TERRA DOS в современных условиях, их использование и обслуживание // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: сб. науч. ст. по материалам XV междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. О.Г. Ангилеева в рамках XXI междунар. агропромышленной Выставки «Агро-универсал-2019». Ставрополь, 2019. С. 276-281.

7. Феськов С.А. Надёжность стрельчатых культиваторных лап (технологии и их возможности) // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 1. С. 46-52.

8. Феськов С.А., Федукова О.В. Компьютерные технологии при оценке линейных износ-ов // Бюлл. науч. работ Брянского филиала МИИТ. 2012. № 2 (2). С. 34-37.

9. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

11. Торигов В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб., 2017.

12. Торигов В.Е., Сычев С.М. Овощеводство: учеб. пособие. СПб., 2017.

УДК 621.867.2

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ГРУЗА НА ЛЕНТУ И СРЕДНЕГО
ДАВЛЕНИЯ В МАССИВЕ ГРУЗА В ПРОЦЕССЕ СВРАЧИВАНИЯ
ЛЕНТЫ ТРУБЧАТОГО КОНВЕЙЕРА В ТРУБУ**

*к.т.н. Дьяченко А.В., к.э.н. Гринь А.М., к.с.-х.н. Орехова Г.В.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

**DETERMINATION OF LOAD PRESSURE ON THE BELT AND THE
AVERAGE PRESSURE IN THE LOAD MASS DURING THE ROLLING OF
THE PIPE CONVEYOR BELT INTO A PIPE**

*candidate of technical Sciences Dyachenko A.V., candidate of Economic Sciences
Grin A.M., candidate of agricultural Sciences Orehova G.V.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. В статье рассмотрено напряженно-деформированное состояние сыпучего груза на участке сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу. Показано, что внутри массива груза имеется область, находящаяся в непредельном простейшем напряженно-деформированном состоянии. Определены границы этой области. Получены зависимости для давления груза на ленту и среднего давления в массиве груза.

Annotation. The article deals with the stress-strain state of bulk cargo at the section of rolling the tape of a tubular conveyor into a pipe. It is shown that inside the bulk of the load there is a region in the unsaturated simplest stress-strain state. The boundaries of this area have been determined. Dependencies are obtained for the pressure of the load on the belt and the average pressure in the bulk of the load.

Ключевые слова: ленточный конвейер, трубчатый конвейер, напряженно-деформированное состояние, насыпной груз.

Key words: belt conveyor, pipe conveyor, stress-strain state, bulk cargo.

Введение

Ленточные конвейеры получили широкое распространение в сельском

хозяйстве и дорожном строительстве для транспортировки сыпучих, порошкообразных, мелко- и среднекусковых, а также небольших штучных грузов, таких как зерно 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 то же время известны конструкции ленточных конвейеров, исключаящие недостатки традиционных. В частности конвейеры с лентой в форме трубы (трубчатые) [1, 2] или с подвесной лентой в форме глубокого желоба (мешка) [3], исключаящие или уменьшающие пылеобразование и потерю груза, способных работать при значительных углах наклона и допускающие изгиб трассы в горизонтальной и вертикальной плоскости [9].

Напряженно-деформированное состояние системы груз-лента определяет устойчивость их совместного движения, нагрузки на несущие элементы, сопротивление движению. Наибольший представляет напряженно-деформированное состояние системы груз-лента на переходных участках – участке сворачивания ленты в трубу [4], криволинейных участках [5].

Определение давления груза на ленту и среднего давления в массиве груза

Примем, что процесс сворачивания ленты с грузом в трубу происходит так, что поперечное сечение ленты в любой момент времени является дугой окружности (рисунок 1). При этом траектории движения всех точек поверхности ленты представляют собой спиралевидные кривые - кохлеоиды [6].

Если коэффициент внешнего трения не меньше коэффициента внутреннего трения груза, имеется полное сцепление груза с лентой. При этом можно считать, что вблизи поверхности контакта груза с лентой наибольшие главные напряжения направлены внутрь груза по касательным к траекториям движения точек ленты. Угол ψ - угол между направлением наибольшего главного напря-

жения и касательной к дуговой координате в системе полярных координат r, α с полюсом в нижней точке поперечного сечения желоба ленты. Поэтому, в дальнейшем, целесообразно использовать эту систему координат.

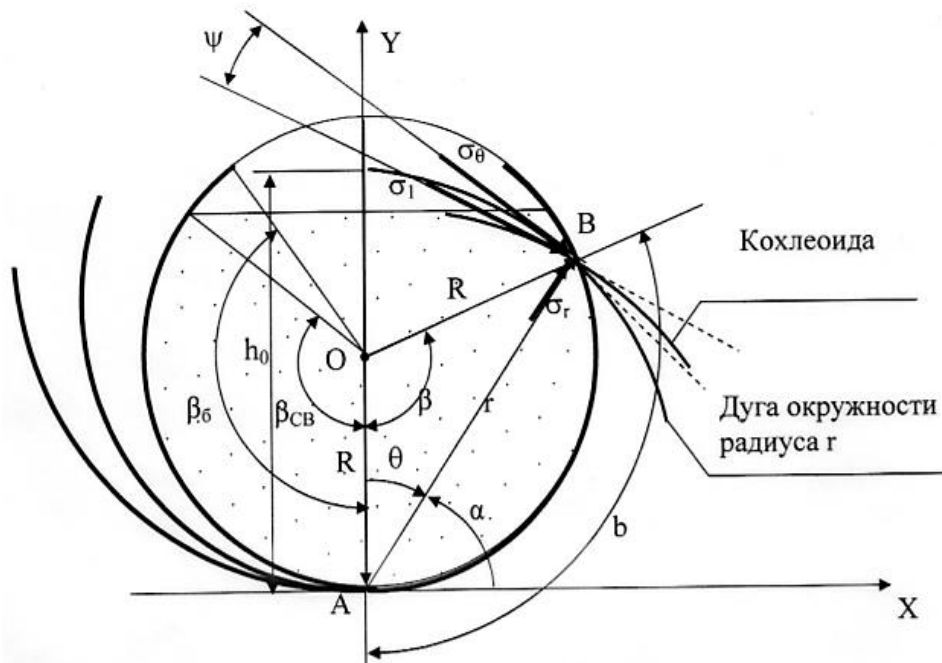


Рисунок 1 - Расчетная схема процесса сворачивания ленты с грузом в трубу

Нормальное напряжение, действующее в вертикальном направлении и равное в каждой точке гидростатическому давлению, определяется из соотношений механики сплошной среды:

$$\begin{aligned} \sigma_B &= \frac{\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_3}{2} + \frac{\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3}{2} \cos 2\xi = \frac{\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_3}{2} + \frac{\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3}{2} \cos 2(\alpha + \psi) = \\ &= \frac{\bar{\sigma}_\theta + \bar{\sigma}_r}{2} + \frac{\bar{\sigma}_\theta - \bar{\sigma}_r}{2} \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}{1 - \operatorname{tg}^2 \psi} \cos 2(\alpha + \psi) = \frac{\bar{\sigma}_\theta + \bar{\sigma}_r}{2} + \frac{\bar{\sigma}_\theta - \bar{\sigma}_r}{2} \frac{\cos 2(\alpha + \psi)}{\cos 2\psi}, \end{aligned} \quad (1)$$

где ξ – угол между вертикальной осью и направлением действия наибольшего главного напряжения.

$$\frac{\cos 2(\alpha + \psi)}{\cos 2\psi} = \cos 2\alpha - \sin 2\alpha \operatorname{tg} 2\psi = \cos 2\alpha - \frac{2 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \psi}{1 - \operatorname{tg}^2 \psi}. \quad (2)$$

Угол α связан с углом θ соотношением $\alpha = \pi/2 - \theta$.

В уравнении (2) учтено, что

$$\frac{\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3}{2} = \sqrt{\frac{(\bar{\sigma}_\theta - \bar{\sigma}_r)^2}{4} + \tau^2}, \quad (3)$$

$$\text{где } \tau^2 = (\bar{\sigma}_\theta - \bar{\sigma}_r) \frac{tg^2 \psi}{(1 - tg^2 \psi)^2}, \quad (4)$$

согласно уравнению траектории главных напряжений.

С другой стороны,

$$\sigma_B = \gamma [h_{CB}(\theta) - r \cos \theta], \quad (5)$$

где $h_{CB}(\theta)$ – высота свободной поверхности груза над точкой траектории, характеризуемой углом θ .

Напряжения $\bar{\sigma}_\theta$ и $\bar{\sigma}_r$, согласно уравнению для функции напряжений Эри $\phi(r, \theta)$, выражаются через $\frac{\partial \phi}{\partial r}$.

При этом выражение для σ_B принимает вид:

$$\begin{aligned} \sigma_B &= \frac{\frac{\partial \phi}{\partial r}}{2r(1 - tg^2 \psi)} \left[\frac{3 - tg^2 \psi}{2} - (1 + tg^2 \psi) \cos \left(\frac{\pi}{2} - \theta + \psi \right) - \gamma r \cos \theta \right], \quad (6) \\ &= \gamma [h_{CB}(\theta) - r \cos \theta] \end{aligned}$$

или

$$\frac{\partial \phi}{\partial r} \frac{F[\theta, tg \psi(\theta)]}{2r(1 - tg^2 \psi)} = \gamma h_{CB}, \quad (7)$$

$$\text{где } F[\theta, tg \psi(\theta)] = \frac{3 - tg^2 \psi}{2} - (1 + tg^2 \psi) \cos \left(\frac{\pi}{2} - \theta + \psi \right). \quad (8)$$

После логарифмирования этого уравнения получаем:

$$\ln \left(\frac{\partial \phi}{\partial r} \right) = \ln r + \ln 2(1 - tg^2 \psi) - \ln F[\theta, tg \psi(\theta)] + \ln \gamma + \ln h_{CB}. \quad (9)$$

Значение производной от этого выражения по углу θ :

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left[\ln \left(\frac{\partial \phi}{\partial r} \right) \right] = \frac{tg \psi}{2(1 - tg^2 \psi)} = \frac{1}{4} tg 2\psi(\theta). \quad (10)$$

Поэтому, дифференцируя полученное равенство по координате θ и учитывая, что, согласно уравнению связи между r и θ на траектории главных напряжений,

$$\frac{\partial \ln r}{\partial \theta} = \frac{1}{r} \frac{dr}{d\theta} = \operatorname{tg} \psi, \quad (11)$$

получаем нелинейное обыкновенное дифференциальное уравнение для $\operatorname{tg} \psi(\theta)$:

$$\operatorname{tg} \psi - \frac{2\operatorname{tg} \psi}{1 - \operatorname{tg}^2 \psi} \frac{d}{d\theta} (\operatorname{tg} \psi) - \frac{d}{d\theta} \ln F[\theta, \operatorname{tg} \psi(\theta)] + \frac{d}{d\theta} \ln h_{CB} = \frac{\operatorname{tg} \psi}{2(1 - \operatorname{tg}^2 \psi)}. \quad (12)$$

При этом величина $h_{CB}(\theta)$ определяется из уравнения траектории главных напряжений на свободной поверхности груза:

$$\frac{dr_{CB}}{r_{CB}(\theta)d\theta} = \operatorname{tg} \psi_{CB}, \quad \text{при } h_{CB}(\theta) = r_{CB}(\theta) \cos \theta \quad (13)$$

или

$$\frac{d}{d\theta} \ln \left(\frac{h_{CB}}{\cos \theta} \right) = \operatorname{tg} \psi_{CB}, \quad (14)$$

откуда

$$\frac{d}{d\theta} \ln h_{CB} - \operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} \psi_{CB}. \quad (15)$$

Качественный анализ изменения напряженно-деформированного состояния груза показывает, что при приближении к оси y угол ψ стремится к $\pi/4$. Действительно, если учесть, что функция напряжений (как и сами нормальные напряжения) должна быть симметричной относительно оси y , то ее первая производная по координате θ при $\theta \rightarrow 0$ должна быть равной нулю. Выражение (7) можно записать через первую производную Φ по θ в виде

$$\frac{\partial \phi}{\partial \theta} \frac{F[\theta, \operatorname{tg} \psi(\theta)]}{2} \frac{\operatorname{tg} \psi}{1 - \operatorname{tg}^2 \psi} = \gamma h_{CB}. \quad (16)$$

При $\theta \rightarrow 0$

$$F[\theta, \operatorname{tg} \psi(0)] = 3 - \frac{1 - \operatorname{tg}^2 \psi}{2}, \quad (17)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \theta} \frac{(5 + \operatorname{tg}^2 \psi) \operatorname{tg} \psi}{4(1 - \operatorname{tg}^2 \psi)} = \gamma h_{CB}. \quad (18)$$

При $h_{CB} \neq 0$ и $\frac{\partial \phi}{\partial \theta} \rightarrow 0$ необходимо, чтобы соблюдалось условие:

$$\frac{4(1 - tg^2 \psi) \psi}{tg \psi (5 + tg^2 \psi)} \rightarrow 0, \quad (19)$$

то есть либо $tg^2 \psi \rightarrow \infty$ ($\psi \rightarrow \pi/2$, чего не может быть при пассивном радиальном давлении), либо $tg^2 \psi \rightarrow 1$ ($\psi \rightarrow \pi/4$). Последнее означает, что здесь груз находится в неопредельном состоянии в условиях равномерного всестороннего сжатия (кроме точки $y = h_0, x = 0$, где напряженно-деформированное состояние груза становится неопределенным). При этом $\bar{\sigma}_r \rightarrow \bar{\sigma}_\theta$, а среднее напряжение равно σ_B . Экспериментальные исследования [7] показывают, что движение груза в направлении движения точек ленты происходит вблизи ее поверхности. Таким образом, внутри массива груза имеется ядро, находящееся в состоянии близком к упругому. В процессе сворачивания ленты в трубу геометрия ядра изменяется, происходит переход некоторых его внутренних областей в предельное состояние. Экспериментальные исследования показывают, что это состояние является простейшим, при котором наибольшее главное напряжение направлено горизонтально ($tg \psi = ctg \alpha$). Границы зоны неопредельного равновесия начинаются из точки А (см. рисунок 1), и, при полном заполнении грузом свернутой в трубу ленты, заканчиваются в верхней точке трубы. Поэтому естественно принять, что в движение границы ядра приходят там, где траектории движения точек ленты (кохлеоиды) или их продолжения горизонтальны, т. е. вдоль радиуса-вектора с углом $\alpha \cong 67^\circ$ и его продолжения.

Для определения нагрузок на опорные элементы конвейера и продольного подпора груза необходимо определить нормальное давление груза на ленту и среднее давление внутри массива груза во всех его точках. Давление груза на ленту определяется из соотношений механики сплошной среды:

$$\sigma_L = \frac{\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_3}{2} + \frac{\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3}{2} \cos 2(\alpha - \psi) = \sigma_B \frac{1 + \sin \varphi \cos \frac{4}{3} \alpha}{1 + \sin \varphi \cos \frac{8}{3} \alpha}, \quad (20)$$

при $\alpha = \alpha_{ГР}, \quad tg \psi = f_{ГР}$.

Среднее давление внутри массива ядра при его простом пассивном напряженном состоянии составит

$$\sigma_{CP} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_B}{m} + \sigma_B \right) = \frac{1+m}{2m} \sigma_B = \frac{\sigma_B}{1 - \sin \varphi}, \quad (21)$$

где m - коэффициент подвижности груза.

Напряжение σ_B , исходя из геометрических соображений, при близком к прямолинейной и горизонтальной свободной поверхности груза:

$$\sigma_B \cong \gamma(h_0 - h_{GP}) = \gamma R(\cos 2\alpha_{GP} - \cos 2\alpha_{CB}), \quad (22)$$

где α_{CB} - угол соответствующий свободной поверхности груза, определяемый из баланса площади сечения груза:

$$S = 2R^2 \alpha_{CB} - R^2 \cos 2\alpha_{CB} \sin 2\alpha_{CB} = \pi R_{min}^2 K, \quad (23)$$

где R_{min} - радиус свернутой трубы;

K - коэффициент ее заполнения грузом.

Отсюда

$$2\alpha_{CB} - \frac{1}{2} \sin 4\alpha_{CB} = \pi \left(\frac{R_{min}}{R} \right)^2 K = \left(\frac{B_P}{R} \right)^2 \frac{K}{4\pi}. \quad (24)$$

Вертикальная составляющая скорости смещения частиц груза в ядре до уровня, соответствующего углу $\alpha \cong 67^\circ$, направлена вниз, а выше него - вверх. Поскольку груз несжимаем, а, согласно рассмотренной кинематике его движения, горизонтальная составляющая скорости движения в нижней части ядра должна быстро возрастать при приближении к точке А и медленно расти в верхней части ядра, то наибольшая вертикальная составляющая скорости имеет место вблизи нижней точки желоба. Здесь ядро интенсивно разрушается под действием бокового давления. В зонах между границами ядра и поверхностью ленты направление наибольшего главного напряжения изменяется от вертикального до горизонтального. Поэтому согласно теории сыпучих тел, здесь чередуются участки активного и пассивного состояния груза, разделенные участками с нейтральным состоянием. Если же воспользоваться приближением теории пластического течения [8], то можно считать траектории наибольшего

главного напряжения совпадающими в среднем с траекториями кохлеоид. Тогда из (1) среднее напряжение в этих зонах

$$\sigma_{CP} = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3) = \frac{1}{2}\sigma_1(1 + m) = \frac{\sigma_B(r, \alpha)}{1 + \sin \varphi \cos 2(\psi + \alpha)}, \quad (25)$$

где r, α – координаты рассматриваемой точки (см. рисунок 1);

$$\psi \cong \alpha/3; \quad \alpha = \alpha_{ГР} \dots \alpha_{КР}; \quad r = 0 \dots 2R; \quad \sigma_B(r, \alpha) = \gamma[R(1 - \cos \alpha_{CB}) - r \sin \alpha].$$

Очевидно, эта величина всегда положительна, но равна нулю в нижней и верхней точках трубы.

Выводы

1. Внутри массива груза имеется ядро, находящееся в состоянии близком к упругому, границы которого приблизительно соответствуют радиус-вектору с углом $\alpha = \alpha_{кр} \cong 67^\circ$.

2. Ядро находится в неопредельном простейшем напряженно-деформированном состоянии, при котором наибольшее главное напряжение направлено горизонтально.

Литература

1. Конвейеры с трубчатой лентой / Б.Т. Сазамбаева, Ш.Д. Ахметова, Г.И. Куанышев, М.А. Жуманов // Технические науки - от теории к практике. 2016. № 8 (56). С. 69-75.
2. Zamiralova M.E., Lodewijks G. Shape Stability of Pipe Belt Conveyors: From Throughability to Pipe-Ability // Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade. 2016. № 44. С. 263-271.
3. 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.
4. Кинематика процесса сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу / А.В. Дьяченко, А.М. Гринь, Л.С. Киселева, Е.И. Слезко, Н.В. Мысшакова // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2019. С. 477–484.
5. Кулагин Д.С. Обоснование допустимых радиусов изгиба трасс ленточных трубчатых конвейеров в горизонтальной плоскости : дис. ... канд. техн. наук. М., 2007. 159 с.
6. Математический энциклопедический словарь / под ред. Ю.В. Прохорова. М.: «Советская энциклопедия», 1988. 846 с.
7. Дьяченко А.В. Экспериментальные исследования напряженного состояния сыпучего груза при повышенной степени обжатия конвейерной лентой // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2005. № 8. С. 274–276.
8. Генералов М.Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии. Калуга: Изд-во Н. Бочаровой, 2002. 592 с.

9. Михальченков А.М., Комогорцев В.Ф., Дьяченко А.В. Метод испытаний на адгезионную прочность системы полимерная клеевая композиция - металлический сплав // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2015. Т. 81, № 8. С. 59-61.

10. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

УДК 341.1/8

МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИИ И ТЕХНОСФЕРЫ

*Коношенко А., nastasya.konoshenko@mail.ru
Брянского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова, Брянск, Россия*

INTERNATIONAL LEGAL REGULATION ECOLOGY AND TECHNOSPHERE

*Konoshenko A., nastasya.konoshenko@mail.ru
student of the Bryansk Branch of Plekhanov Russian University of Economics,
Bryansk, Russia*

Аннотация. Статья знакомит с понятием и международно-правовым регулированием экологии и техносферы. Рассматриваются проблемы воздействия человека на экологию, приводятся тенденции решения этих проблем, меры защиты, принимаемые с помощью сотрудничества государств, систематизируются нормативные правовые акты, регулирующие охрану окружающей среды от негативного воздействия на неё техносферы, анализируется имеющаяся нормативно-правовая база регулирования экологических проблем на международном уровне.

Annotation. The article introduces the concept and international legal regulation of ecology and the technosphere. The problems of human impact on the environment are considered, the trends of solving these problems, the measures of protection taken through the cooperation of states are given, the normative legal acts regulating the protection of the environment from the negative impact of the technosphere on it are systematized, the existing regulatory framework for regulating environmental problems at the international level is analyzed.

Ключевые слова. Техносфера, техносферная безопасность, экология, международное сотрудничество, субъект международного права.

Key words. Technosphere, technosphere security, ecology, international cooperation, subject of international law.

Введение

Актуальность данной статьи обусловлена ухудшением экологического состояния окружающей среды, связанной с вредоносным действием человека на нее в связи с техническим прогрессом в 2021 г. Количество стихийных бедствий растет, что связано с техногенным воздействием на планету Земля и глобальным потеплением климата на ней.

Постановка цели

Целью исследования настоящей темы является выявление международно-правовых концепций и мер по возможному решению проблем, влияющих на состояние окружающей среды и вызванных воздействием техносферы.

Постановка задач

Основываясь на поставленной цели можно выделить следующие задачи, которые предстоит решить:

1. Дать определение термину «техносфера». Определить международные акторы влияющие на безопасность в техносфере.
2. Определить меры, предпринимаемые государствами для защиты окружающей среды.
3. Привести примеры законов и подзаконных актов, регулирующих безопасность окружающей среды, принятые международными организациями.
4. Предложить возможные пути решения проблем экологии и техносферы при помощи международного сотрудничества.

Методика проведения исследования

При исследовании данной темы использовались следующие методы: анализ, синтез, формально-правовой и структурно-системный и ряд других методов.

Результаты проведения исследования

История свидетельствует о давнем межгосударственном сотрудничестве, прежде всего в экономической (в т.ч. промышленной) сфере [1-3]. Современная эпоха характеризуется бурным промышленным развитием, и в результате производственные предприятия широко взаимодействуют с природной средой, зачастую принося урон окружающей среде [5].

За полезными функциями различных изобретений, помогающих прожить жизнь с полным комфортом, существует и другая сторона: чем больше развивается мир, чем больше ресурсов человек тратит на свою жизнь, извлекает ресурсы, используя их, тем больше вреда он наносит экологии планеты. Потому и понятие «техносферная безопасность» и существует сейчас.

Что же такое «техносфера» и «техносферная безопасность»? В общем го-

вора, техносфера – часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в инженерно-технические сооружения: города, заводы, карьеры, шахты, дороги, плотины, водохранилища и др.

В общем и целом, можно сказать, что техносферная безопасность – это деятельность, направленная на защиту окружающей среды и человека. Объектом в системе управления техносферной безопасностью является безопасность человечества, включающая в себя экологическую, санитарно-гигиеническую, экономическую безопасность, безопасность при возможном возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и антропогенного характера, международных конфликтов и войн, безопасность в повседневной трудовой деятельности.

Вопрос об экологии и безопасности в техносфере требует внимания не только от РФ или ряда других государств, он целиком охватывает и должен интересовать весь мир. Мировое сообщество давно осознало важность данной безопасности, доказательство тому различные правовые документы и нормативные акты, направленные на повышение качества экологии и безопасности в техносфере. Особенно активно это началось с момента создания Организации Объединенных Наций (ООН) в 1945 году, образования главного органа ООН – ЮНЕП (UNEP – United Nations Environmental Programme), который занимается вопросами охраны окружающей среды, организации других комитетов по вопросам окружающей среды.

На международном уровне регулируется и экология, которая тесно связана с техносферой, идет бок о бок с рядом с ней. Вопросами экологии занимается международное экологическое право (МЭП). Одними из причин формирования МЭП стали экологические проблемы, которые, в большей степени, стали глобальными, теперь они затрагивают интересы всего человечества, потому требуют международного сотрудничества.

Роль ООН заметно возросла в период, когда технологии и человеческие изобретения стали развиваться с наибольшей скоростью, это происходило со второй половины XX и начала XXI века и продолжается до сих пор во все

больших масштабах. Это повлекло за собой увеличение числа глобальных проблем, рисков, экологических катастроф, угроз международной безопасности. Человечество получило такие проблемы как: загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов, международный терроризм, экстремизм, голод, нищету, эпидемии (например, пандемия COVID-19, зафиксированная в декабре 2019 года в Китае, которая все еще продолжается в 2021 году).

Наиболее подходящим механизмом для достижения реальных решений глобальных проблем является ООН и ее разветвленная система органов и институтов (учреждений). Управление ООН по уменьшению опасности бедствий сообщило, что в период с 2000 по 2019 год произошло 7348 стихийных бедствий, в результате которых погибло 1,23 миллиона человек, пострадало 4,2 миллиарда человек и обошлось мировой экономике примерно в 2,97 триллиона долларов. Эта цифра намного превышает 4212 крупных стихийных бедствий, зарегистрированных в период с 1980 по 1999 год, согласно новому докладу управления ООН, озаглавленному "Человеческая цена бедствий 2000-2019 годов". Доклад показал, что с начала века было зарегистрировано 6 681 стихийное бедствие, связанное с климатом, по сравнению с 3656 за предыдущий 20-летний период.

Международные договоры, как источники экологического права, занимаются вопросами окружающей среды, которые связаны не только с использованием внутригосударственных природных объектов, но и природных объектов, находящихся вне национальной юрисдикции и сферы государственного суверенитета. К их числу относятся: Мировой океан за пределами территориальных вод, континентального шельфа и экономических зон; Антарктида; атмосфера Земли; космическое пространство. Правовой режим таких международных природных объектов регулируется главным образом международными договорами.

Источниками экологического права являются международные договоры и соглашения, регулирующие вопросы охраны пограничных и трансграничных водных объектов. К ним, в частности, относится Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер.

С помощью международных договоров обеспечивается сохранение морской среды. Например, Россия является участницей Конвенции о защите Черного моря от загрязнения (Бухарест, 21 апреля 1992 г.) и Конвенции по защите морской среды района Балтийского моря (Хельсинки, 22 марта 1974 г.).

Глобальное значение имеют проблемы охраны атмосферы Земли, климата и озонового слоя Земли. Нашей страной подписаны Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (Нью-Йорк, 9 мая 1992 г.); Венская конвенция об охране озонового слоя (Вена, 22 марта 1985 г.); Заключительный акт Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой (Монреаль, 16 сентября 1987 г.), и др.

В ходе программного выступления на заседании, посвященном работе ООН в 2021 г., 28 февраля 2021 г., Генеральный секретарь ООН – Антониу Гутерриш, представил странам-членам Организации 10 приоритетов. Одним из приоритетов является «установление мира с природой». 2021 год – год критический в том, что касается климата и биоразнообразия. Глава ООН напомнил о своем призыве объявить чрезвычайное климатическое положение во всех странах мира и предложил добиваться выполнения пяти ключевых задач: углеродная нейтральность к 2050 году; сокращение глобальных выбросов на 45 процентов к 2030 году; адаптация к изменению климата; выполнение финансовых обязательств; а также внедрение преобразовательных стратегий, включая поэтапный отказ от использования угля и прекращение субсидирования ископаемых видов топлива.

В ходе ряда других международных мероприятий будут решаться вопросы, связанные с «зеленой» энергетикой, здоровьем океанов, продовольственными системами, устойчивым транспортом и развитием городов.

Еще одним приоритетом, по словам Генерального секретаря, является обращение вспять процесса эрозии режима ядерного разоружения и нераспространения. В феврале 2021 г. вступил в силу Договор о запрещении ядерного оружия и потому государства должны поддержать цели, собранные в этом документе. Особое беспокойство сейчас вызывает ухудшение государственных

отношений между государствами, обладающими ядерным оружием. Решение Соединенных Штатов и Российской Федерации продлить действие Договора СНВ-3 на пять лет – максимальный срок, предусмотренный этим соглашением – это еще один шаг на путь безопасности экологии в мире.

Сегодня, в ситуации, когда моря и океаны кишат пластиком и стремительно окисляются, запасы флоры и фауны сокращаются, а температура воздуха повышается, бездействовать уже нельзя. Задача охраны окружающей среды должна быть в центре любой политики и любых планов.

Глава ЮНЕП И. Андерсен предупредила, что, если не принять срочных мер, будущие поколения «унаследуют перегревшуюся планету с наиболее высоким содержанием углерода в атмосфере за 800 тысяч лет». Она привела оценки ученых, согласно которым человечеству придется жить «в тонущих городах» и «с токсичными отходами, ежегодного объема которых хватит для того, чтобы заполнить 125 тыс. бассейнов олимпийского размера» [4].

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) и Иран достигли временных договоренностей об инспекциях на иранских ядерных объектах, заявил генеральный директор агентства Рафаэль Гросси на пресс-конференции в Вене.

В соответствии с временными договоренностями инспекторы МАГАТЭ будут иметь меньший доступ, чем в соответствии с соглашением 2015 года по иранской ядерной программе, известным как Совместный всеобъемлющий план действий. Но количество инспекторов в стране не изменится.

Эти технические договоренности должны позволить активизировать политические консультации.

Как известно, доверие к иранской ядерной программе было подорвано тем, что в течение 20 лет Иран якобы занимался необъявленной ядерной деятельностью в нарушение Договора о нераспространении ядерного оружия. МАГАТЭ стало известно об этом в 2003 году. В конце 2003 года Иран подписал Дополнительный протокол к Договору о нераспространении ядерного оружия и добровольно объявил о приостановке деятельности по обогащению урана. Однако

позже он возобновил их. Как известно, обогащенный уран может быть использован для производства ядерного оружия. В то же время он также используется в качестве топлива для атомных электростанций. Ряд государств, в том числе США, считают, что Иран стремится создать ядерное оружие, и требуют не допустить такого развития событий. В конце декабря 2006 года в ответ на отказ прекратить обогащение урана Совет Безопасности ООН ввел санкции против Тегерана, а затем ужесточил их. В последующие годы санкции обновлялись, и этот вопрос стал предметом постоянного обсуждения в Совете Безопасности ООН.

В 2015 г. в результате длительных переговоров между Китаем, Францией, Германией, Россией, Великобританией, США, ЕС и Ираном был принят Совместный всеобъемлющий план действий по иранской ядерной программе (СВПД). Он был одобрен резолюцией 2231 Совета Безопасности ООН.

В мае 2018 года США отказались от участия в иранской ядерной сделке, а затем в одностороннем порядке решили возобновить ранее снятые санкции, в первую очередь связанные с торговлей нефтью и эмбарго на поставки оружия. Власти США предложили членам Совета Безопасности ООН принять аналогичные меры, но Совет Безопасности не поддержал предложение Вашингтона.

С июля 2019 г. Иран в ответ на шаги США перестал выполнять некоторые собственные обязательства по этому плану. Но затем он пообещал, что все меры, принятые им после июля 2019 г., будут отменены, и заявил о полной приверженности "ядерной сделке".

Выводы

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том что международное сообщество осознает все риски и проблемы в безопасности экологии планеты, вызванной технологическим прогрессом, более того, оно активно принимает участие в том, чтобы предотвратить его последствия и создать комфортную среду для дальнейшего существования человечество. Конечно, это регулируется и внутри суверенитета отдельных государств, и, в международно-правовом порядке, что правильно. Только путем мирных соглашений и объединения уси-

лий, возможно, создать и сохранить комфортные условия существования человека, безопасность жизни, и, не менее главное – баланс и гармонию в окружающей среде.

Важно постоянное совершенствование международного права окружающей среды, включая вопросы пользования общими или уникальными природными богатствами, территориями и ресурсами, сохранения биологического разнообразия на планете. Предстоит выработать эффективные, основанные на консенсусе международные процедуры и механизмы, которые бы обеспечивали рациональное использование экологических ресурсов.

Также нужно отметить, что в течение длительного периода времени Россия, являющаяся правопреемницей СССР, активно участвует в международном сотрудничестве по соблюдению международно-правовых договоров и экологических программ. Вместе с тем она зачастую недостаточно представлена в комитетах и других органах, созданных на основе соглашений.

Литература

1. Бобков В.А. Российско-Французское экономическое сотрудничество и проблема поиска модели мобилизации отечественной промышленности в период I мировой войны // Современные глобальные социально-экономические процессы: проекция на регионы: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 16-20.
2. Бобков В.А. Экономические и военно-технические контакты России с иностранными государствами в области производства артиллерии в к. XIX – нач. XX вв. // Деснинские древности: материалы IX межгосударственной науч. конф., посвящ. памяти брянского археолога и краеведа, Заслуженного работника культуры РСФСР Ф.М. Заверняева (1919-1994). Брянск, 2018. С. 136-148.
3. Бобков В.А. Экономическое взаимодействие России и Франции в создании модели мобилизации отечественной промышленности в период I Мировой войны // Проблемы и тенденции развития социокультурного пространства России: история и современность: материалы III междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Т.И. Рябовой. Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2016. С. 94-96.
4. Техносферная безопасность в XXI веке. IX Всероссийская научно-практическая конференция (г. Иркутск, 26–27 ноября 2019 г.): сб. науч. тр. магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2019. 394 с.
5. Управление техносферной безопасностью. Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019 80 с.
6. Эффективность окультуривания дерново-подзолистых почв в земледелии на радиоактивно загрязненных территориях / А.Н. Ратников, Т.Л. Жигарева, К.В. Петров, Г.И. Попова, Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Ф.В. Моисеенко // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. 2001. № 114. С. 151-152.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОСЕВА СОИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЕЁ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

*д.т.н., профессор, академик РАН Завражнов А.И.,
Мичуринский государственный аграрный университет, Россия,
д.т.н., доцент Балашов А.В., к.т.н. Стрыгин С.П., e-mail: ntc.agro@yandex.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и
нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Россия*

THE RESULTS OF INDUSTRIAL STUDIES OF SOWING SOYBEAN WITH DIFFERENT METHODS OF ITS CULTIVATION

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of
Sciences Zavrazhnov A.I., Michurinsk State Agrarian University, Russia,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor Balashov A.V., Ph.D. Strygin S.P.,
e-mail: ntc.agro@yandex.ru All-Russian Research Institute for the Use of Technique
and Petroleum Products in Agriculture, Russia*

Аннотация. Рассмотрены варианты посева сои, возделываемой по традиционной, минимальной, нулевой (No-till) и гнездовой технологиям и используемые машинно-тракторные агрегаты на базе отечественной и зарубежной техники. Определены качественные показатели работы посевного комплекса, зерновой сеялки, а также предлагаемой сеялки для гнездового посева сои.

Annotation. The options for sowing soybeans cultivated according to traditional, minimal, no-till and nesting technologies and used machine-tractor units based on domestic and foreign technology are considered. The qualitative indicators of the work of the sowing complex, grain seeder, as well as the proposed seeder for nested sowing of soybeans have been determined.

Ключевые слова: соя, посев, технологии, посевной агрегат, качество.

Key words: soybeans, sowing, technologies, sowing unit, quality.

Введение

Сою возделывают по нескольким технологиям: традиционной (рядовой), минимальной, нулевой (No-till) и гнездовой [1].

При возделывании раннеспелых низкорослых сортов сои на хорошо окультуренных почвах посев проводят рядовым способом с использованием зерновых сеялок.

При минимальной технологии возделывания сои вспашку почвы не проводят, а её обрабатывают дисковыми боронами на глубине около 15 см. Это позволяет одновременно разрыхлять, перемешивать и разравнивать поверхность поля, в результате чего почва становится более рыхлой, что способствует лучшему развитию корневой системы.

При нулевой (No-till) технологии основную обработку почвы не проводят, а по полю равномерно разбрасывают мульчу (измельчённые менее 10 см остатки растений при уборке предшествующей культуры). Мульча позволяет медленнее прогревать почву и поэтому сою высевают на несколько дней позже посева по сравнению с традиционной технологией.

Для создания лучшей освещенности и благоприятных условий развития растений применяют широкорядный посев сои с междурядьями 45 см и используют пропашные сеялки. Разновидностью широкорядного посева является гнездовой способ, при котором семена распределяются гнездами (по 2-3 семени в гнезде). При этом способе по сравнению с рядовым посевом уменьшаются норма высева семян и потребность в средствах защиты семян и инокулянтах для их предпосевной обработки [3, 6, 10].

Материалы и методы

Показатели качества посева сои в полевых условиях определяли после настройки сеялки на заданную норму высева.

Ширину междурядий измеряли между центрами смежных рядов в поперечном направлении между крайними растениями относительно центра ряда. Измерения проводили в трехкратной повторности на двух смежных проходах агрегата, а стыковых междурядий менее чем в пяти местах каждого прохода [5].

На каждом проходе посевного агрегата на трех учетных 2,5-метровых отрезках определяли распределение семян по длине рядка на различных нормах высева (заданной, максимальной и минимальной) в трехкратной повторности. Для чего вдоль этих отрезков накладывали рейку с делениями 1 см и измеряли с погрешностью $\pm 0,5$ см интервал между растениями (гнездами) нарастающим итогом. По результатам измерений определяли средний интервал между семенами (гнездами), стандартное отклонение, коэффициент вариации.

Результаты и обсуждение

Полевые исследования проводились в Тамбовском районе на полях фирмы «Белая Дача» и МФК «Нива», где при возделывании сои по традиционной, минимальной и нулевой (No-till) технологиям. Посев сои по всем технологиям воз-

делывания культуры в этих хозяйствах проводился посевным комплексом ДМС 9000-2 в агрегате с трактором John Deere и зерновыми сеялками СЗП-3,6 в агрегате с трактором Т-150К [2], рисунок 1. Дальнейшая обработка посевов сои в этих хозяйствах осуществлялась по зерновой технологии, предусматривающая выполнение многократных боронований, внесения гербицидов, десикацию. Кроме того, на отдельных полях фирмы осуществлялся полив с подкормкой жидкими удобрениями.

Машинно-тракторный агрегат с посевным комплексом ДМС 9000-2 позволяет высевать семена сои и вносить минеральные удобрения через долотообразные сошники, как по предпосевной обработке почвы, так и без её предварительной обработки. Для качественной работы посевного агрегата использовалась система автоматического и параллельного вождения по полю управляемая системой GPS. Применение этой системы позволило добиться отклонения от прямолинейного движения посевного агрегата в пределах от 15 до 20 мм и использовать его круглосуточно с комфортными условиями труда механизатора без применения маркёров.

По результатам проведенных хронометражных наблюдений за работой машинно-тракторных агрегатов на посеве сои определены сменная производительность, коэффициент использования времени смены, а также распределение растений по всходам. На рисунке 2 представлены результаты эксплуатационно-технологической оценки работы машинно-тракторных агрегатов на посеве сои возделываемой по различным технологиям с использованием отечественных и зарубежных тракторов и сеялок [2, 7, 8].



а) John Deere 6135B+DMC 9000-2



б) Т-150К+ СЗП-3,6

Рисунок 1 – Машинно-тракторные агрегаты для посева сои

Использование на посеве сои по различным технологиям машинно-тракторного агрегата на базе иностранной техники при механизированной загрузке бункера сеялки предварительно инокулированными семенами и удобрениями, повышенной скоростью приводит к увеличению сменной производительности от 54 до 63 га и коэффициента использования времени смены от 0,65 до 0,71.

Посевной агрегат на базе отечественной техники работал с низкой сменной производительностью (до 42 га) из-за ручной заправки и инокуляции семян в бункерах сеялок (продолжительность одной загрузки сеялок агрегата составляла от 15 до 20 минут), малой длиной гона не более 500 м и не качественно проведенной предпосевной обработкой почвы, что снизило скорость агрегата.

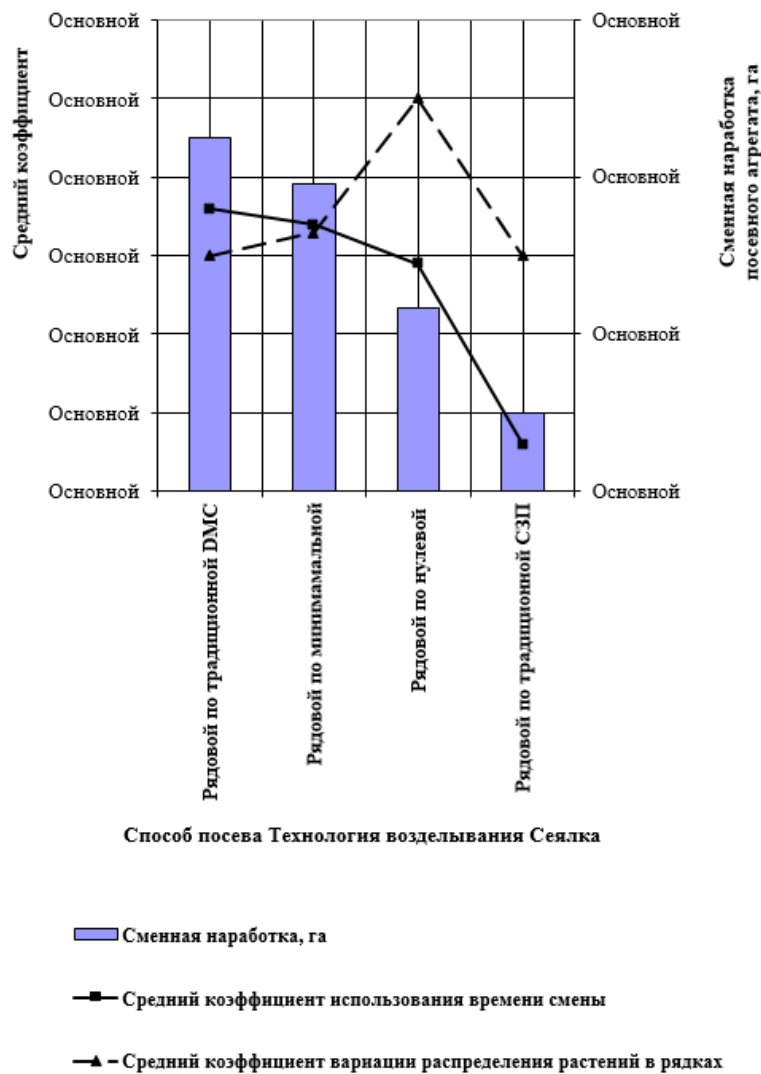


Рисунок 2 – Эксплуатационно-технологические параметры работы машинно-тракторных агрегатов на посеве сои по различным технологиям возделывания

При этом коэффициенты вариации распределения всходов сои посеянной отечественной сеялкой СЗП-3,6 превышают 0,64, а посевным комплексом ДМС-9000-2 при исследуемых технологиях варьировались в пределах 0,79-0,815.

Для отработки технологии гнездового посева сои был запатентован и изготовлен высевной аппарат, который был исследован в лабораторных условиях на специально изготовленном стенде.

В ходе проведения лабораторно-полевых исследований были получены значения временных интервалов между выбросами семян, пересчитанных на расстояния между семенами в гнездах и между гнездами в рядке, повреждений семян в зависимости от частоты вращения высевного диска [3, 6].

В результате лабораторных исследований экспериментального высевяющего аппарата для гнездового посева сои были определены коэффициенты вариации распределения семян: в гнезде от 0,1 до 0,3, а между гнездами – от 0,045 до 0,17 в зависимости от частоты вращения диска, а дробление семян варьировалось от 0,8 до 1,21%, рисунок 3.

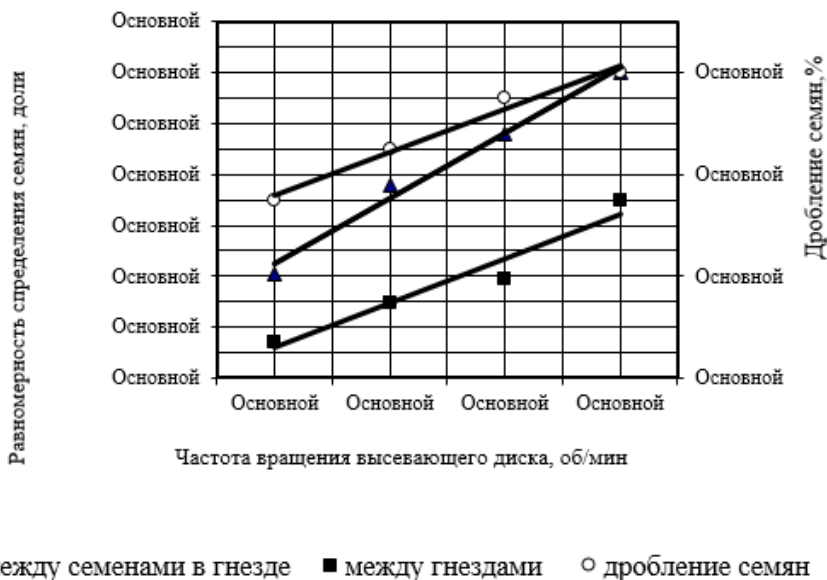


Рисунок 3 – Результаты лабораторных исследований экспериментального высевяющего аппарата для гнездового посева сои

Изготовленный экспериментальный образец сеялки с новыми высевяющими дисками для гнездового посева сои был оснащен системой контроля высева семян, который использовался на опытной деланке в МФП «Нива» Тамбовского района Тамбовской области [7], рисунок 4.



Рисунок 4 – Сеялка для гнездового посева сои с системой контроля высева семян

Сеялка настраивалась на заданную норму высева. После прохода посевного агрегата определялись расстояния между семенами в гнезде и между гнездами в рядке зависимости от заданной нормы высева семян, рисунок 5.

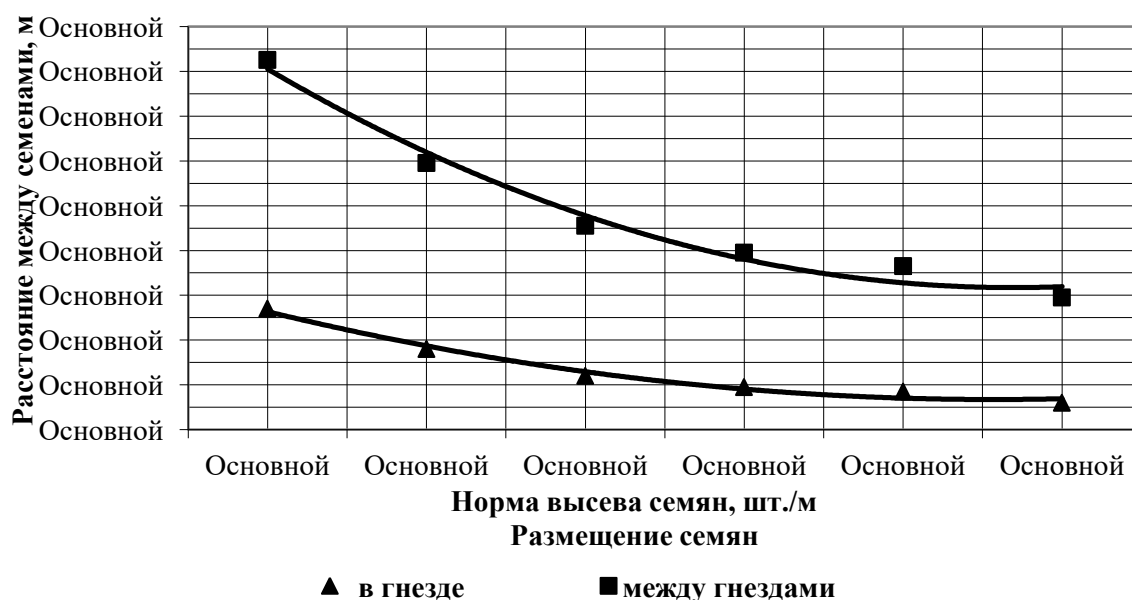


Рисунок 5 – Расстояния между семенами в гнезде и между гнездами в рядке зависимости от нормы высева семян

Исследованиями установлено, что при скорости посевного агрегата 1,64 м/с большинство семян были размещены в гнезде с интервалом от 39 до 46 мм,

интервалы между гнездами в рядке варьировали от 79 до 84 мм. Дальнейшее увеличение рабочей скорости посевного агрегата от 1,75 до 1,94 м/с интервалы между семенами в гнезде и между гнездами увеличивались не более, чем на 5%.

Заключение

Использование на посевах сои по различным технологиям машинно-тракторного агрегата на базе иностранной техники позволило увеличить сменную производительность от 53 до 63 га и коэффициент использования времени смены от 0,65 до 0,71. При этом, по минимальной технологии возделывания урожайность сои была на 5% ниже, возделываемой традиционной технологией, а по нулевой технологии снижение достигло более 16%. По результатам лабораторно-полевых исследований на опытной делянке была получена биологическая урожайность сои при гнездовом способе посева более 4 т/га, которая на 3-5% больше, чем при сплошном посеве на контрольной делянке при повышенной в 2 раза норме высева на этой делянке. Фактическая норма высева по каждому высевающему аппарату сеялки для гнездового посева находилась в пределах заданной, с отклонением не более 5,6 %.

Литература

1. Посев сои по различным технологиям / А.Н. Зазуля, А.В. Балашов, А.А. Синельников, С.П. Стрыгин // Сельский механизатор. 2020. № 5-6. С. 20-21.
2. Результаты производственных исследований зарубежного агрегата на посевах сои возделываемой по различным технологиям / А.И. Завражнов, А.Н. Зазуля, А.В. Балашов и др. // Наука в центральной России. 2020. № 1 (43). С. 36-43.
3. Теоретическое обоснование параметров диска высевающего аппарата сеялки для гнездового посева семян сои / А.Н. Зазуля, А.В. Балашов, С.П. Стрыгин и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 2. С. 69-71.
4. Устройство для гнездового высева семян: пат. 2685733 Рос. Федерация: МПК А01С7/04 / А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников, С.Г. Хайруллина, Н.Ю. Пустоваров; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. - № 2018105648, заявл. 14.02.2018; опубл. 23.04.2019, Бюл. № 12. 7 с.
5. Хайруллина С.Г. Совершенствование высевающего аппарата для посева семян сои гнездовым способом: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.20.01. Мичуринск - Научоград, 2019. 19 с.
6. Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров сеялки для гнездового посева семян сои / А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников и др. // Наука в центральной России, 2017. № 6. С. 6-17.
7. Система контроля высева семян / А.И. Завражнов, А.В. Балашов, С.П. Стрыгин и др. // Сельский механизатор. 2017. № 12. С. 18-21.

8. Перепечина Ю.И. Хозяйственно-лесорастительное районирование лесов лесостепи южного зауралья (на примере Курганской области) // Лесной журнал. 2011. № 2 (320). С. 40-45.
9. Перепечина Ю.И. Послепожарное состояние лесов в хозяйственно-лесорастительных районах курганской области // Лесной журнал. 2011. № 2 (320). С. 66-70.
10. Михайличенко С.М. Моделирование эксплуатационных показателей мобильных кормоцехов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2017. № 3 (27). С. 27-32.
11. Эффективность окультуривания дерново-подзолистых почв в земледелии на радиоактивно загрязненных территориях / А.Н. Ратников, Т.Л. Жигарева, К.В. Петров, Г.И. Попова, Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Ф.В. Моисеенко // Бюл. Всероссийского науч.-исслед. ин-та агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. 2001. № 114. С. 151-152.
12. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.
13. Торики В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб., 2017.
14. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

УДК 656.13.05.001

ПРИЧИНЫ, АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ДОРОЖНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

к.т.н Никулин В.В., nikso227@mail.ru

Брянский государственный аграрный университет, Россия

REASONS, ANALYSIS AND FORECAST OF ROAD SAFETY OF MOTOR VEHICLES IN THE BRYANSK REGION

candidate of technical sciences Nikulin V.V., nikso227@mail.ru

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация В статье проведен и выполнен статистический анализ состояния безопасности дорожного движения в агропромышленном комплексе Брянского региона. Исследованиями установлено, что меры, принимаемые руководством региона в обеспечении охраны труда и безопасности дорожного движения недостаточны, абсолютные и относительные показатели аварийности и травматизма остаются достаточно высокими. Большое внимание в работе уделено выявлению причин, факторов и обстоятельств дорожно – транспортных происшествий. Автор отмечает что основным источником аварийности и травматизма остается «человеческий фактор», т.к. большинство дорожно – транспортных происшествий в АПК региона совершили водители автотранспортных средств. Исследовано влияние неисправности автотранспортных средств на проблему обеспечения безопасности дорожного движения в Брянской области.

Abstract The paper presents a statistical analysis of the state of road safety in the agro-industrial complex of the Bryansk region. Studies have found that the measures taken by the regional authorities to ensure occupational safety and road safety are insufficient, and the absolute and relative indicators of accidents and injuries remain quite high. Much attention is paid to the identification of the causes, factors and circumstances of road accidents. The authors note that the main source of accidents and injuries remains the "human factor", since the majority of road accidents in the agro – industrial complex of the region were committed by drivers of vehicles. The

influence of motor vehicle malfunctions on the problem of ensuring road safety in the Bryansk region is investigated.

Ключевые слова: аварийность, безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, водитель, автотранспортное средство, пешеход, дорожные условия.

Keywords: accidents, traffic safety, traffic accident, driver, vehicle, pedestrian, road conditions.

Введение

Большая изношенность оборудования и машин, недостаточная организация рабочих мест, пренебрежение мерами безопасности, недисциплинированность входят в число основных причин приводящих к летальному исходу работников агропромышленного комплекса.

Выполнение национального проекта развития АПК потребовало увеличения объемов перевозок сельскохозяйственной продукции, что в свою очередь вызвало увеличение транспортных средств (ТС) на дорогах и, как следствие, высокая аварийность и травматизм.

Исследования показали, что главной причиной аварийности и травматизма в АПК региона стали грубые нарушения водителями транспортных средств Правил дорожного движения (ПДД), сопутствующими причинами дорожно-транспортных происшествий (ДТП) стали пренебрежение мерами безопасности, эксплуатационные характеристики и неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств, большинство из которых является модификацией моделей освоенных более 10-20 лет назад и не отвечающих современным требованиям безопасности движения, что способствует росту числа ДТП и негативное влияние на техническое состояние дорожной сети, которое на данный момент в сельской местности оценивается как критическое.

Материал и методика исследования

Брянская область расположена на юго-западе Российской Федерации и является субъектом Центрального Федерального округа Российской Федерации. Протяженность области с запада на восток составляет 270 км, с севера на юг - 190 км. Административно область состоит из 28 районов. Областной центр г. Брянск.

Дороги Брянской области имеют общую протяженность 5322,64 км, из них: протяженность дорог II категории - 36,67 км; протяженность дорог III категории - 374,42 км; протяженность дорог IV категории - 4820,26 км; протяженность дорог V категории - 64,04 км; протяженность дорог без категории - 26,25 км.

Одной из серьезных проблем, стоящих перед региональной властью, это проблема аварийности на дорогах г. Брянска и области. За период с 1992 по 2020 год в Брянской области зарегистрировано 43750 дорожно-транспортных происшествий, в которых 7060 человек погибло и 49245 человек получили травмы различной степени тяжести [2].

Основные показатели аварийности на дорогах Брянской области за период с 1992 по 2020 год представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Динамика аварийности в Брянской области

Годы	Количество ДТП, шт.	Погибло, чел	Ранено, чел.	Тяжесть последствий ДТП
1992	1484	340	1488	18,6
1993	1404	326	1483	18,0
1994	1394	312	1482	17,4
1995	1384	264	1503	15,0
1996	1382	264	1521	14,8
1997	1381	264	1561	14,5
1998	1379	262	1560	14,4
1999	1378	260	1600	14,0
2000	1376	258	1630	13,0
2001	1393	253	1650	13,3
2002	1505	259	1834	12,0
2003	1623	261	2003	11,5
2004	1691	284	2139	11,0
2005	1785	305	2299	11,7
2006	1750	250	2279	9,9
2007	1714	274	2202	11,1
2008	1665	247	2072	10,7
2009	1638	224	2056	9,8
2010	1547	234	1923	10,8
2011	1574	269	1964	12,0
2012	1449	238	1823	11,5
2013	1494	261	1860	12,3
2014	1455	278	1748	13,7
2015	1402	244	1726	12,4
2016	2020	173	1609	9,5
2017	1268	154	1562	8,2
2018	1263	178	1507	7,1

				Продолжение таблицы 1
2019	470	115	1253	4,1
2020	835	139	1012	17,3

Ко многим опасным факторам, определяющим причины высокого уровня аварийности, авторы хотели бы отметить следующие [2]:

– недостатки системы государственного обеспечения безопасности дорожного движения (БДД). Принятая ранее Федеральная программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 - 2012 годах», кардинально не решила проблемы аварийности на дорогах, в связи с этим в октябре 2013 года была принята новая программа с изменениями и дополнениями «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах».

В ее рамках к 2020 году планировалось снизить смертность на дорогах на 25% по сравнению с показателями 2010 года (с 26,5 тысячи до 20 тысяч человек в год соответственно). Ориентировочная стоимость всей программы составит 99 млрд рублей, половина из которых будет выделена из федерального бюджета

Задачами новой программы являются:

- создание системы пропаганды в целях формирования негативного отношения к правонарушениям в сфере дорожного движения;
- формирование у детей навыков безопасного поведения на дорогах;
- повышение культуры вождения;
- развитие современной системы оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях;
- повышение требований к подготовке водителей на получение права на управление транспортными средствами и требований к автошколам, осуществляющими такую подготовку [6].

Используя данные таблицы 1 методом регрессионного анализа сделаем прогноз динамики дорожно-транспортных происшествий в Брянской области.

Уравнение тренда имеет вид:

$$y = -2,77x^2 + 75,883x + 1130,8$$

где y - количество ДТП, шт.; x - периоды. На рисунке 1 представлен график прогноза динамики дорожно-транспортных происшествий в Брянской области до 2025 года.

Исходя из прогноза дорожно-транспортные происшествия в регионе произошли по следующим причинам:

1. По итогам 2020 года управление АТС водителями с признаками опьянения произошло – 835 ДТП, в том числе:

- управление АТС водителем в состоянии опьянения – 248 (в т. ч. 50 – в наркотическом опьянении).

1. В 2020 году по вине пешеходов произошло 115 ДТП, в которых погибло 36 человек, ранено 81 человек.

2. По причине неисправностей автотранспортных средств. Диаграмма распределения ДТП по причине неисправностей автотранспортных средств (АТС) представлена на рисунке 2.

3. За 2020 года неудовлетворительные дорожные условия стали причиной 494 ДТП;

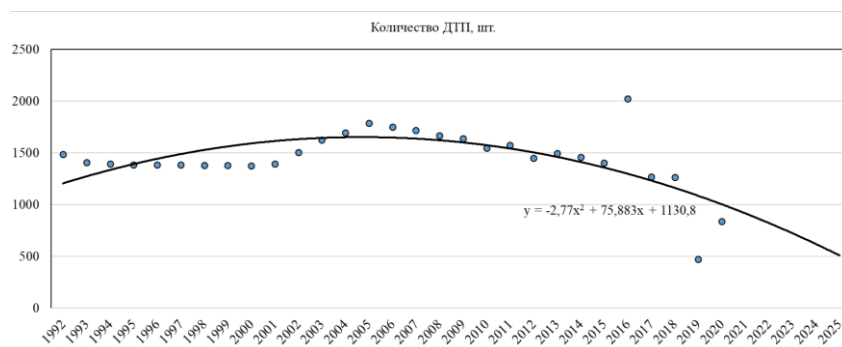


Рисунок 1 - Прогноз динамики дорожно-транспортных происшествий в Брянской области

Рисунок 2 свидетельствуют о том, что неисправности тормозной системы, стали главной причиной совершения ДТП из-за неисправностей АТС. В

настоящее время в автотранспортных предприятиях применяют прицепные автопоезда на транспортных перевозках, в первую очередь трех и четырехзвенных. В настоящее время все ведущие фирмы по изготовлению и эксплуатации АТС отдают предпочтение тормозным устройствам дискового типа, которые имеют неоспоримые преимущества, перед барабанными, например, стабильность и эффективность тормозов [2].

Рисунок 2 свидетельствуют о том, что неисправности тормозной системы, стали главной причиной совершения ДТП из-за неисправностей АТС. В настоящее время в автотранспортных предприятиях применяют прицепные автопоезда на транспортных перевозках, в первую очередь трех и четырехзвенных. В настоящее время все ведущие фирмы по изготовлению и эксплуатации АТС отдают предпочтение тормозным устройствам дискового типа, которые имеют неоспоримые преимущества, перед барабанными, например, стабильность и эффективность тормозов [2].

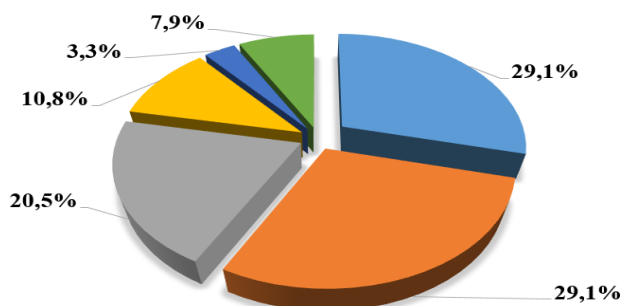


Рисунок 2 - Диаграмма распределения ДТП из-за неисправностей АТС, %: неисправности тормозной системы - 29,1; неисправности внешних световых приборов - 29,1; неисправности шин и колес - 20,5; неисправности рулевого управления - 10,8; неисправности сцепного устройства - 3,3; иных неисправностей - 7,9

Тормоз состоит из корпуса 1 и блока цилиндров 2 выполненного из алюминиевого сплава. Блок цилиндров удерживается на корпусе с помощью двух полуколец 8, закрытых крышкой 5. Во внутренней полости корпуса расположены подвижные 13 и неподвижные 14 диски.

Подвижные диски своими шлицами устанавливаются в пазы с направляющими 11 тормозного барабана 3, неподвижные – в пазы корпуса 1. Чтобы уменьшить износ барабана, при движении стального диска по пазам,

направляющие выполнены из стали. Подвижные диски с двух сторон имеют секторы из металлокерамики склепанных попарно, неподвижные – восемь биметаллических секторов, расположенных на металлическом кольце, которые имеют возможность свободного перемещения по окружности кольца (рисунок 3). В блоке цилиндров выполнено шестнадцать отверстий, в восьми из них размещены поршни 6, в восьми других установлены регуляторы 7 зазора. Уплотнение поршней обеспечивают резиновые и фторопластовые кольца.

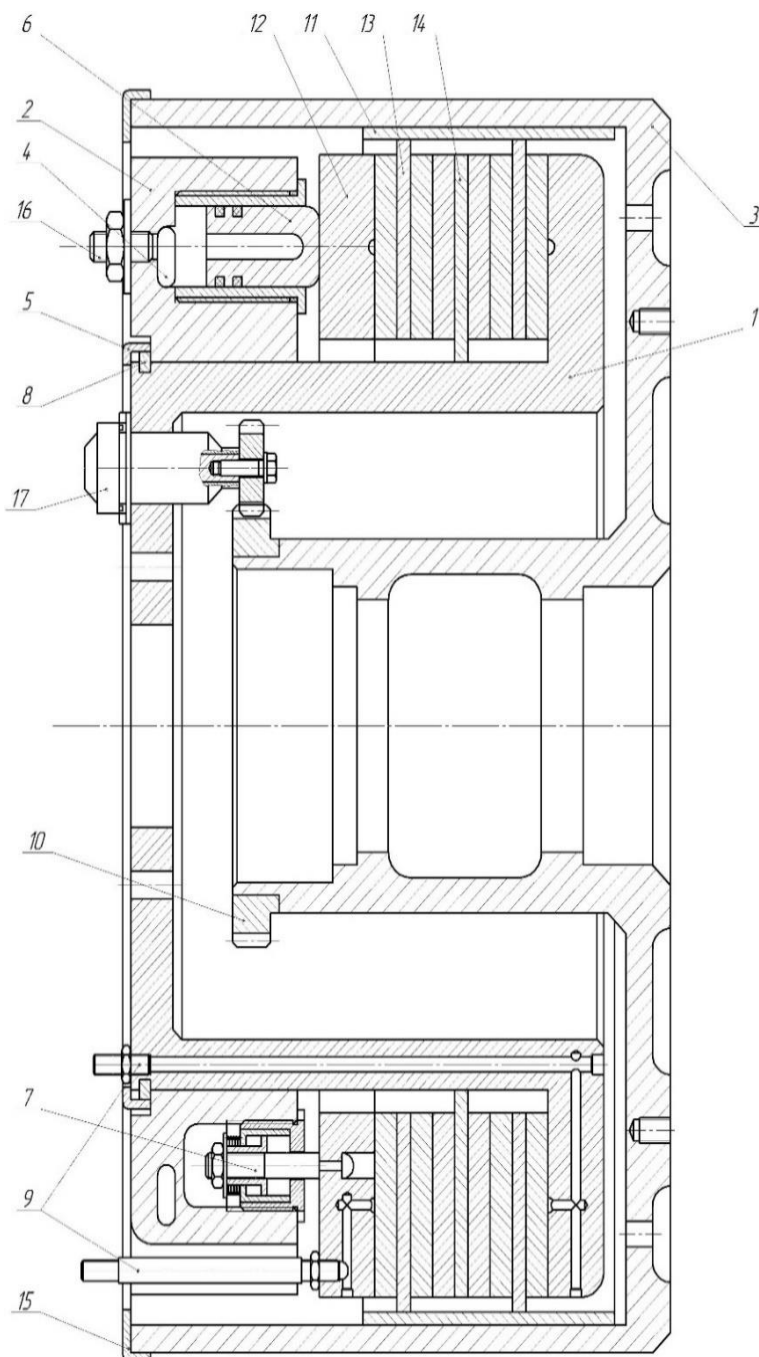


Рисунок 3 - Тормозное устройство (Патент №107834) 1 – корпус; 2 – блок цилиндров; 3 – тормозной барабан; 4 – кольцевой канал; 5 – крышка;

6 – цилиндр; 7 – регулятор зазора; 8 – полукольца; 9 – штуцер; 10 – зубчатый венец; 11 – направляющая; 12 – прижимной диск; 13 – подвижные диски; 14 – неподвижные диски; 15 – крышка; 16 – штуцер; 17 – датчик АБС.

Выводы.

Таблица 2 - Результаты диагностирования тормозного устройства

Показатели	Требования ГОСТ Р 51709-2001	Полученные результаты
Удельная тормозная сила, не менее	0,46	0,52
Относительная разность тормозных сил колес оси	20 %	12%
Усилие на органе управления, Р _п , Н	686	610

Основываясь на результатах, полученных при диагностировании, автор считает, что разработанное тормозное устройство позволит улучшить тормозные качества автотранспортных средств, что позволит снизить и устранить причины аварийности и травматизма из-за неисправности тормозной системы в АПК региона.

Литература

1. О федеральной целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах: постановление Правительства РФ от 3 октября 2013 г. N 864.
2. Никулин В.В. Снижение аварийности и транспортного травматизма работников сельскохозяйственного производства за счет инженерно - технических мероприятий (на примере Брянской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург-Пушкин, 2012. 210 с.
3. Системный анализ и моделирование проблем обеспечения безопасности транспортно-технологических процессов в агропромышленном производстве: монография / В.В. Никулин, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович и др. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2015. 504 с.
4. Тормоз механических транспортных средств: пат. № 107834. Рос. Федерация / В.В. Никулин, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, В.И. Самусенко и др.; опубл. 2011. Бюл. № 24.
5. Условия труда, состояние аварийности и травматизма в агропромышленном комплексе Брянской области / Ю.Н. Баранов, В.В. Никулин, А.М. Никитин, М.Ю. Николаев // Вестник аграрной науки Дона. 2019. Т. 1, № 45. С. 77-85.

6. Никулин В.В., Кузнецов А.А., Николаев М.Ю. Силовые системы сельскохозяйственных и строительных машин // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 1 (74). С. 77-82.

7. Развитие современных методов защиты работающих на предприятиях сельскохозяйственной отрасли / Т.И. Белова, Е.М. Агашков, В.И. Гаврищук и др. Орел: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2019.

8. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.

9. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения / А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов, В.И. Самусенко, А.М. Никитин // Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 4 (44). С. 188-195.

УДК 631.317

ДИНАМИКА НАГРУЖЕНИЯ НОЖА ФРЕЗЫ С НАКЛОННОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА

*д. с.-х.н, профессор Ожерельев В.Н., vicoz@bk.ru
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

LOADING DYNAMICS OF THE ROTOR OF A MILLING CULTIVATOR WITH A INCLINED AXIS OF ROTATION

*Doctor of agricultural Sciences, Professor Ozherelev V.N., vicoz@bk.ru
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. В статье изложен теоретический подход к расчету нагрузки на *L*-образном наружу отогнутом ноже в разных фазах поворота ротора. Для этой цели адаптирована рациональная формула В.П. Горячкина. В качестве первого члена формулы принято сопротивление затупленного лезвия. При принятых в расчете параметрах почвы усилие на ноже варьируется от 69 до 591 Н, а на протяжении 130⁰ он полностью выглублен. Прогнозные расчеты согласуются с результатами тензометрирования.

Annotation. The article presents a theoretical approach to calculating the load on an *L*-shaped outwardly bent knife in different phases of the rotor rotation. For this purpose, the rational formula of V.P. Goryachkina. The resistance of a blunt blade is taken as the first term in the formula. With the soil parameters taken into account, the force on the knife varies from 69 to 591 N, and over a length of 130⁰ it is completely raised. Predictive calculations are consistent with the results of strain gauging.

Ключевые слова. Фреза, ротор, *L*-образный нож, сопротивление почвы, тензометрирование.

Key words. Milling cutter, rotor, *L*-shaped knife, soil resistance, strain gauge.

Введение. Использование для ухода за плантацией малины ограничителя ширины ряда на базе ножевого ротора, вращающегося вокруг наклонной оси, показало его высокую технологическую эффективность [1-3]. При этом в процессе эксплуатации машины выявлены проблемы, которые было трудно спрогнозировать на начальном этапе исследования. В частности, это касается попе-

речной устойчивости агрегата в связи с периодичностью нагрузки на ножах ротора [4]. Так, при работе с вертикальной осью вращения максимальный крутящий момент на роторе от одного ножа в 4,1 раза превышает минимальное значение [5].

Очевидно, что максимальные значения усилия соответствуют перемещению ножа по монолитной (необработанной) почве в сторону трактора, а минимальные – его движению в противоположную сторону по уже разрыхленной почве. Таким образом возникает неуравновешенная боковая нагрузка, периодически действующая на остов трактора.

С точки зрения технологии и экономии энергозатрат целесообразно наклонить ось вращения ротора вперед и в сторону трактора. При этом ножи выглубляются в задней части траектории относительного движения, а глубина их хода в рабочей зоне становится переменной. В результате этого динамический дисбаланс увеличивается до такой степени, что в отдельных случаях фрезерный агрегат за счет упругой деформации шин трактора самопроизвольно сдвигается в сторону, противоположную направлению вращения ротора в передней части траектории движения ножа. Для минимизации этого негативного явления целесообразно разобраться с механизмом его возникновения.

Методика исследования. Исследование базируется на конструкции ограничителя ширины ряда, используемого в к(ф)х «Ягодное» на протяжении более двадцати лет. Рабочий орган представляет собой ротор диаметром 600 мм, снабженный четырьмя *L*-образными наружу отогнутыми ножами. При этом ось вращения ротора наклонена вперед на угол β_n и в сторону трактора на угол γ , равные 15^0 . Длина подрезающего лезвия принята равной 0,1 м, и оно расположено в плоскости вращения ротора. В качестве эмпирических данных использованы результаты тензометрирования ножевого ротора, которые получены автором, а также доцентом Блохиным В.Н. [4, 5]. Расчеты выполнены на основе общепринятых законов и методов теоретической механики.

Результаты исследования.

Поскольку при углах наклона оси вращения ротора равных 15^0 искажение проекции траектории движения конца подрезающего лезвия ножа не превышает 2%, для упрощения построений и рассуждений примем указанную проекцию за окружность радиуса R (рисунок 1а). Тогда наиболее информативными явля-

ются две фазы поворота ротора. Первая (базовая) характеризуется положением диаметра ротора (обозначен точками 1 и 8), повернутого относительно поперечного направления на угол 15° . При этом характерным является то, что глубина хода ножа в обеих точках одинакова.

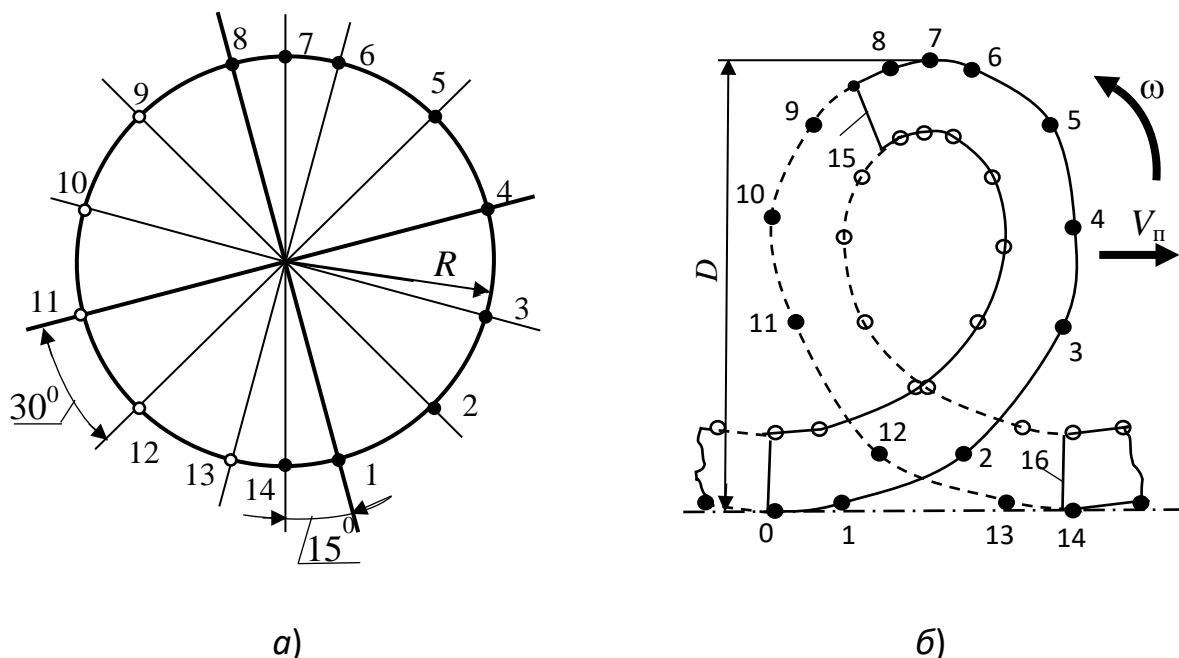


Рисунок 1 - Траектория движения подрезающего лезвия L-образного наружу отогнутого ножа фрезы, вращающейся вокруг оси, наклоненной вперед и в поперечном направлении (к трактору): а) – учетные точки по углу поворота ротора (в относительном движении); б) – те же точки в абсолютном движении; 1 – 14 – точки, обозначающие последовательное положение наружного конца подрезающего лезвия ножа; 15 и 16 – положения лезвия в момент потери контакта с почвой и его начала, соответственно

Второй базовой фазой поворота ротора является положение, показанное диаметром, обозначенным точками 4 и 11, то есть, повернутым относительно исходного диаметра на 90° . Характерной особенностью указанной фазы поворота ротора является достижение наружным концом подрезающего лезвия ножа максимальной глубины

$$h_{\max} = R \cdot \sin \beta_0 \quad ,$$

где β_0 – угол наклона оси вращения ротора в направлении диаметра, обозначенного точками 4 и 11.

Для расчетов окружность была разбита на 12 точек (через 30^0). Кроме того, были дополнительно назначены две характерные точки (7 и 14), лежащие на диаметре, перпендикулярном направлению движения агрегата $V_{п}$. Это обусловлено тем, что в точке 14 наружный конец подрезающего лезвия ножа максимально приближается к стеблям малины, в связи с чем целесообразно вблизи нее начать его заглубление, срезая излишнюю поросль практически на уровне почвы, как рекомендуют большинство агрономов [6]. Соответственно, в точках 1 и 8 глубина хода лезвия достигает 20 мм.

С учетом подачи на оборот ротора, равной длине четырех подрезающих лезвий ножа, траектория его наружного конца принимает вид растянутой пространственной спирали, которая проецируется на горизонтальную плоскость в виде периодической кривой, близкой по форме к трохойде (рисунок 1б). При этом нож вступает в контакт с почвой (поз. 16) вблизи точки 0 (или 14), а полностью выглубляется сразу за точкой 8 (поз 15). Траектория выглубленного ножа показана на схеме пунктирными линиями.

При принятых параметрах процесса полосы обработки каждого следующего ножа частично накладываются на полосы обработки предыдущих ножей (рисунок 2). Таким образом, формируются зоны повторной, трехкратной и т.д. обработки.

В рамках поставленной задачи необходимо определить усилие на ноже в разных точках траектории его движения. Представляется целесообразным адаптировать для этой цели рациональную формулу В.П. Горячкина. В качестве аналога «мертвым сопротивлениям» целесообразно принять сопротивление почвы затупленной режущей кромке лезвия, как это принято в теории землеройных машин [7]. Рыхление почвы полностью соответствует представлениям рациональной формулы, а ее третий член может быть оценен по степени отброса почвы. Тогда выражение принимает следующий вид

$$F_{\Sigma} = F_{л} + F_{р} + F_{ин} \quad (1),$$

где $F_{л}$ – сила реакции почвы, действующая на режущую кромку лезвия, Н;

$$F_{ли} = l_{л} (\delta_{max i} \cdot P_{уд max} + \delta_{min i} \cdot P_{уд min}) \quad (2),$$

$l_{л}$ – длина подрезающего лезвия (принимаем $l_{л} = 0,1$ м);

$\delta_{max i}, \delta_{min i}$ – доля длины подрезающего лезвия, приходящаяся на монолит или неоднократно обработанную почву, соответственно (принимаем значения по сечениям 0 – 8 фактической схемы на рисунок 2);

$P_{уд max}, P_{уд min}$ – удельное сопротивление на режущей кромке при работе на монолите и при повторном проходе, соответственно (принимаем $P_{уд max} = 2000$ Н/м; $P_{уд min} = 300$ Н/м [7]);

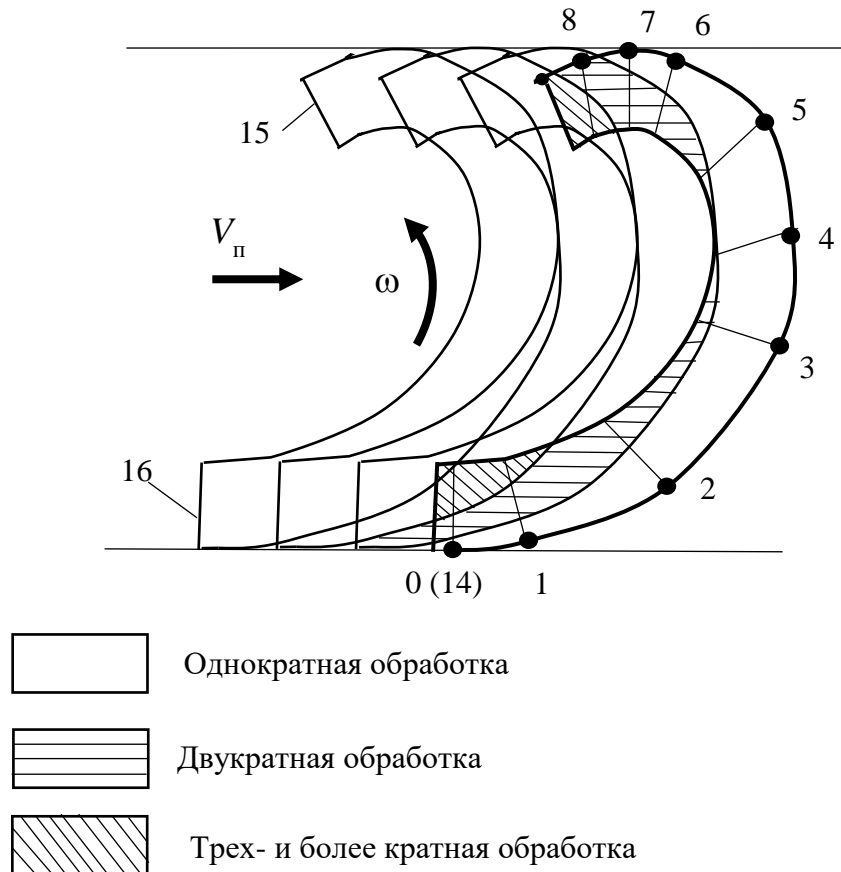


Рисунок 2 - Кратность проходов в связи с перекрытием полос обработки почвы соседними ножами фрезы

F_{pi} – усилие, расходуемое на разрыхление почвы, Н;

$$F_{pi} = S_i(\delta_{\max i} \cdot K_{n\max} + \delta_{\min i} \cdot K_{n\min}); \quad (3);$$

S_i – площадь поперечного сечения пласта почвы над подрезающим лезвием в i -той расчетной точке, м²;

$$S_i = l_{\text{л}} \frac{(h_{\max i} + h_{\min i})}{2}; \quad (4);$$

$h_{\max i}$ – глубина обработки по наружной кромке подрезающего лезвия, м;

$h_{\min i}$ – глубина обработки в зоне стойки ножа, м;

$K_{\text{пmax}} = 30$ кПа и $K_{\text{пmin}} = 10$ кПа – удельная энергоемкость рыхления монолита и повторно обрабатываемой почвы, соответственно;

$F_{\text{ин}i}$ – сила инерции, преодолеваемая ножом при отбросе почвы, Н;

$$F_{\text{ин}i} = a \cdot S_i \cdot b_{\text{л}} \cdot \rho \quad (5);$$

$b_{\text{л}} = 0,04$ м – ширина средней части подрезающего лезвия ножа;

$\rho = 2000$ кг/м³ – удельная масса почвы;

$a = 200$ с⁻¹ – ускорение, передаваемое лезвием почве (получено путем оценки дальности отброса почвы при выполнении экспериментальных исследований).

Промежуточные расчеты и окончательный результат представлены в таблице.

Таблица – усилия на подрезающем лезвии ножа в разных фазах поворота ротора фрезы

Параметры	Фазы поворота ротора							
	1	2	3	4	5	6	7	8
φ_i град.	0	30	60	90	120	150	165	180
$h_{\max i}$ мм	20	59	87	98	87	59	40	20
$S_i \cdot 10^{-4}$ м ²	20	52,5	76,0	85,0	76,0	52,5	37	20
$\delta_{\max i}$ доля	0,27	0,62	0,81	1,0	0,85	0,42	0,25	0
$F_{\text{ли}}$ Н	75,9	135,4	167,7	200	174,5	101,4	72,5	30
F_{pi} Н	30,8	116,5	199	255	205,2	96,6	55,5	20
$F_{\text{ин}i}$ Н	32	84	121,6	136	121,6	84	59,2	32
$F_{\Sigma i}$	138,7	335,9	488,3	591	501,3	282	187,2	82

Продолжение таблицы

Параметры	Фазы поворота ротора						
	9	10	11	12	13	14	15
φ_i град.	210	240	270	300	330	345	360
$h_{\max i}$ мм	-10	-38	-49	-38	-10	5	20
$S_i \cdot 10^{-4}$ м ²	0	0	0	0	0	6	20
$\delta_{\max i}$ доля						0,13	0,27
F_{li} Н						52,1	75,3
F_{pi} Н						7,6	30,8
F_{uni} Н						9,6	32
$F_{\Sigma i}$ Н						69,3	138,7

Чтобы оценить адекватность предложенной методики расчета усилия на подрезающем лезвии ножа фрезы сопоставим полученный результат с ранее полученными экспериментальными данными. Если принять радиус средней части подрезающего лезвия равным 0,25 м, то максимальная величина расчетного крутящего момента составит порядка 150 Н*м. Полученный при тензометрировании экспериментального ротора средний крутящий момент (при радиусе ротора 0,35 м и частоте вращения 150 мин⁻¹) равен 120 Н*м [8]. В другом эксперименте, при сопоставимом радиусе и частоте вращения, средний расчетный крутящий момент на роторе оказался равным порядка 100 Н*м.

Поскольку расчетные исходные данные не сопоставимы с условиями проведения эксперимента, то оценить можно только порядок чисел. С учетом высокой степени варьирования свойств почвы разница между прогнозируемым результатом и фактическими данными в 20 - 30% представляется не существенной.

Полученный результат хорошо согласуется и с экспериментальными данными, полученными при тензометрировании ножа при его прямолинейном движении по сильно засоренному междурядью [8]. Увеличение при этом реакции почвы до 700-900 Н по сравнению с максимальным расчетным значением усилия (591 Н) обусловлено дополнительным сопротивлением корней пырея ползучего их перерезанию, которое в прогнозном (теоретическом) расчете не учитывалось.

Выводы

1. При работе фрезы, ось вращения ротора которой наклонена вперед и в сторону междурядья, неравномерность нагрузки на ноже увеличивается по углу поворота до 4,3 – 8,5 раза, тогда как при вертикальной оси вращения разница не превышает 4,2 раза. При этом на 130^0 угла поворота ротора нож полностью выглублен.
2. Адаптация рациональной формулы В.П. Горячкина к расчету фрезы дает приемлемую адекватность результата и позволяет более полно учитывать большинство нюансов процесса взаимодействия ножа с почвой.

Литература

1. Ожерельев В.Н. Технологические процессы и средства механизации производства ягод малины: дис. ... д-ра. с.-х. наук: 05.20.01: утв. 10.10.2002. Брянск, 2001. 312 с.
2. Ожерельева М.В. Совершенствование технологии возделывания малины в условиях средней полосы России: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07: утв. 15.08.2001. Брянск, 2001. 145 с.
3. Агрегат для ухода за высокостебельными культурами: а.с. 1724040 СССР / В.Н. Блохин, В.Н. Ожерельев, А.А. Цымбал. - № 4654677/30–15; заявл. 24.02.89; опубл. 07.04.92, Бюл. 13. 4 с.
4. Блохин В.Н. Исследование процесса и рабочего органа для ухода за междустовой зоной на ягодниках: автореф. канд. техн. наук: 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства. М., 1993. 22 с.
5. Блохин В.Н. Определение некоторых кинематических параметров и энергетических показателей комбинированного рабочего органа фрезы // Ягодководство в Нечерноземье: сб. науч. тр. М.: Изд-во ВСТИСП, 1993. С. 94–107.
6. Казаков И.В. Малина. Ежевика. М.: ООО «Изд-во АСТ»; Харьков: Изд-во «Фолио», 2001. 256 с.
7. Машины для земляных работ: конструкция, расчет, потребительские свойства. В 2 кн. Кн. 1. Экскаваторы и землеройно-транспортные машины: учеб. пособие для вузов / В.И. Баловнев, С.Н. Глаголев, Р.Г. Данилов и др.; под общ. ред. В.И. Баловнева. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 401с.
8. Ожерельев, В. Н. Исследование и конструирование фрезерных машин: монография. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. 196 с.
9. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ШТАНГОВОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ
ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ**

*д.т.н., профессор Петровец В.Р., к.т.н, Подшиваленко И.Л., к.т.н., профессор
Дудко Н.И., ст.преподаватель Греков Д.В.*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

**STUDY OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF EXPERIMENTAL ROD
MACHINE FOR APPLYING LIQUID ORGANIC FERTILIZERS**

*Doctor of Technical Sciences, Professor Petrovets V.R., Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor Podshivalenko I.L., Ph.D., Professor Dudko N.I.,
Senior Lecturer Grekov D.V.*

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. В статье приведены результаты лабораторно-производственных и государственных приемочных испытаний опытного образца штанговой машины для поверхностного внесения жидких органических удобрений. Определены характеристики центробежного насоса и трубопроводов насосной установки. Проведена проверка правильности ранее проведенных теоретических исследований по обоснованию параметров делительной головки. Рассмотрены результаты исследований влияния величины подачи насосной установкой на неравномерность распределения и на потребляемую мощность делительной головки, а также приведены данные влияния влажности жидкого навоза на неравномерность его распределения делительной головкой, ее производительность и энергоемкость.

Annotation. The article presents the results of laboratory-production and state acceptance tests of a prototype rod machine for surface application of liquid organic fertilizers. The characteristics of the centrifugal pump and the pipelines of the pumping unit are determined. The results of studies of the influence of the pumping unit supply value on the unevenness of the distribution and on the power consumption of the dividing head are reviewed, as well as data on the influence of liquid manure moisture on the unevenness of its distribution by the dividing head, its productivity and energy consumption are presented.

Ключевые слова: опытный образец штанговая машины для внесения жидких органических удобрений, эксплуатационные характеристики, делительная головка, насосная установка, трубопроводы насосной установки, адаптеры.

Keywords: prototype rod machine for applying liquid organic fertilizers, performance characteristics, dividing head, pumping unit, pumping unit pipelines, adapters.

Введение

Поверхностное внесение жидких органических удобрений осуществляется преимущественно рабочими органами пассивного и активного действия, в зависимости от того, какой способ заполнения и опорожнения цистерны применяется. Рабочие органы пассивного действия обеспечивают веерообразное распределение удобрений за счет соударения жидкой струи о дефлектор или за счет рас-

пада жидкой струи в воздухе, рабочие органы активного действия – за счет сообщения поступающих на них удобрением большой кинетической энергии.

В настоящее время в Республике Беларусь для транспортирования и поверхностного распределения жидких органических удобрений (ЖОУ) используются в основном машины типа МЖТ, РЖТ, МЖУ (ОАО «Бобруйскагро-маш»), на которых в качестве рабочего органа применяют разбрызгивающее устройство дефлекторного типа (напорный насадок с дозирующей задвижкой и отражательным щитком). Машины с пассивными рабочими органами имеют следующие недостатки:

- высокую неравномерность распределения жидких органических по ширине захвата (50 ...70% и более при допустимых значениях -25%);

- колебание рабочей ширины захвата, ведущее к появлению пропусков между полосами внесения или к наложению этих полос;

- веерообразное разбрызгивание ЖОУ приводит к большим потерям азота за счет испарения (90%) и его смыв с растений и почвы. В связи с этим происходит перераспределение удобрений по площади поля, ведущее к недобору до 15-20% урожая и загрязнению окружающей среды.

Установлено, что неравномерное распределение жидких органических удобрений по поверхности поля вызывает снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Так, при неравномерности их внесения 11-15% урожайность зерновых снижается на 1%, а при неравномерности внесения более 25% урожайность зерновых снижается на 7% и более.

Эти машины не рекомендуется применять при скорости более 4м/с и при микро- и макронеровностях поля, которые приводят к повышению фактической неравномерности внесения удобрений. Анализ распределяющих органов, в нынешних условиях ведения хозяйства использование пассивных распределяющих рабочих органов на машинах для внесения ЖОУ не представляется возможным, так как они не отвечают требованиям экологии и качества распределения.

Одной из главных причин неравномерного внесения жидких органических удобрений этими машинами является несовершенство конструкции их распре-

деляющих рабочих органов [1,2,3,7]. На качество распределения жидких органических удобрений этими машинами влияют также ветер, микро- и макрорельефности поля.

В перспективной машине должны быть исключены недостатки указанных машин. Ширина захвата такой машины должна быть постоянной. Распределяющие рабочие органы ее должны вносить ЖОУ равномерно, непосредственно на поверхность поля, без разбрызгивания.

Результаты экспериментальных исследований

Для проведения исследований была разработана экспериментальная установка, основу которой составляет машина МЖТ-6 [4].

Для определения характеристик центробежного насоса машины и характеристик трубопроводов насосной установки экспериментальная установка состояла из машины МЖТ-6, на которую дополнительно монтировали нагнетательный трубопровод, мерную бочку, сливной шланг, манометр и два мановакуумметра. Привод насоса осуществлялся от ВОМ трактора МТЗ-82 через карданный вал с тензометрическими датчиками для измерения крутящего момента. Давление в трубопроводах измеряли с помощью манометра и двух мановакуумметров. Производительность насосной установки определяли измерением времени наполнения мерной бочки. Опыты проводились на жидком навозе влажностью 100%, 96,2% и 92,8%.

Результаты проведенных экспериментальных исследований центробежного насоса и насосной установки подтвердили правильность ранее теоретически определенных их характеристик. Кроме того, установлено, что снижение влажности навоза от 100% до 92,8% для одного и того же объемного расхода ведет к снижению напора и к.п.д. насоса, а также к росту затрат мощности на привод насоса.

Для исследования делительной головки на машину МЖТ-6 дополнительно монтировали трехсекционную штангу с делительной головкой 4 (рисунок 1), нагнетательным трубопроводом 3, выливными шлангами-понижителями 5 электродвигателем 6 для привода ротора делительной головки.

Жидкие органические удобрения центробежным насосом из цистерны 1 подавались по нагнетательному трубопроводу 3 в распределительный ротор

делительной головки 4, которым они распределялись по выливным шлангам 5. Из них ЖОУ выливались в мерные ведра 8 вместимостью 12 литров.

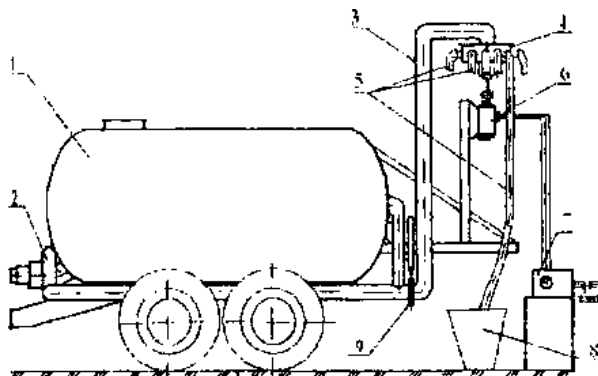


Рисунок 1 – Схема установки для исследований делительной головки: 1 – цистерна; 2 – насос; 3 – нагнетательный трубопровод; 4 – делительная головка; 5 – выливные шланги-понизаторы; 6 – электродвигатель; 7 – преобразователь частоты тока; 8 – ведро; 9 – задвижка

На основании теоретически обоснованных параметров делительной головки был изготовлен экспериментальный образец. Для подтверждения правильности их расчета проведены эксперименты по исследованию влияния частоты вращения распределительного ротора на неравномерность распределения, производительность и энергоёмкость делительной головки.

В результате экспериментальных исследований установлено, что наиболее рациональной частотой вращения ротора делительной головки является частота, равная 250 мин⁻¹, при которой обеспечивается минимальная неравномерность распределения навоза (11,6%) и максимальная производительность делительной головки (298 м³/ч) (рисунок 2).

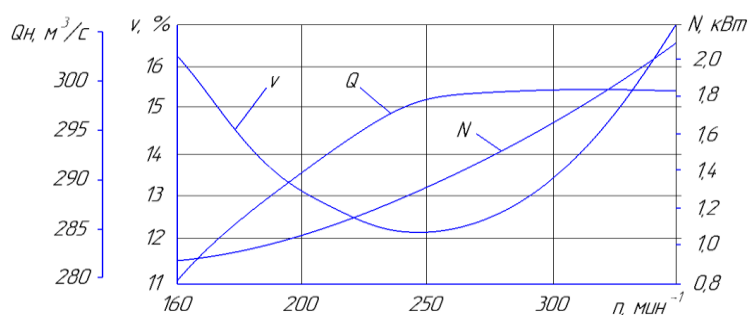


Рисунок 2 - Зависимость производительности делительной головки (Q), неравномерности распределения (v) и мощности на привод ротора (N) от частоты вращения ротора (n)

Опыты по исследованию влияния подачи насосной установки на неравномерность распределения жидкого навоза и на потребляемую мощность делительной головкой проводили при постоянной частоте вращения распределительного ротора 250 мин^{-1} . Производительность насосной установки регулировали задвижкой. Производительность штанговой машины оценивали суммарной массой проб в мерных ведрах за время их отбора.

Результаты исследований показали, что регулирование подачи, а соответственно дозы внесения жидких органических удобрений, с помощью задвижки неприемлемо на штанговых машинах с делительными головками вследствие того, что с уменьшением подачи неравномерность распределения жидкого навоза значительно увеличивается и превышает допустимые значения для штанговых машин (15%). Дозу внесения жидких органических удобрений следует регулировать изменением скорости движения агрегата.

Исследование зависимости неравномерности распределения жидкого навоза делительной головкой, ее энергоёмкости и производительности от влажности ЖОУ проводили на жидком навозе с различной влажностью 100%, 96,2 %, 92,8 % при постоянной частоте вращения распределительного ротора 250 мин^{-1} .

В результате экспериментальных исследований установлено, что уменьшение влажности навоза от 100% до 92,8% незначительно повышает потребление мощности на привод ротора делительной головки (на 0,19 кВт) (рисунок 3). При этом неравномерность распределения жидкого навоза делительной головкой по вылившимся шлангам увеличивается на 2,11 %, не превышая допустимые пределы для штанговых машин (15%).

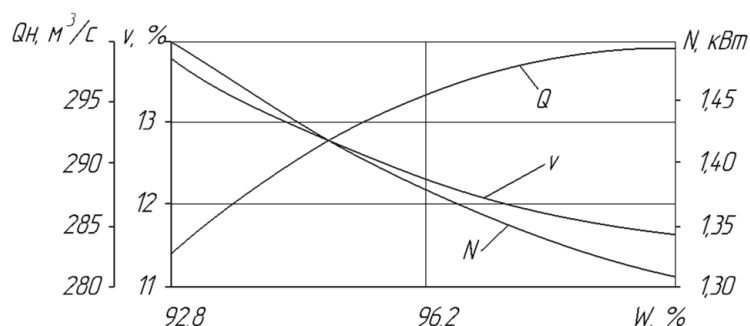


Рисунок 3 - Зависимость производительности делительной головки (Q), неравномерности распределения головкой и мощности на привод ротора (N) от влажности навоза (W)

На рисунке 4 – приведена схема машины для поверхностного внесения жидких органических удобрений. Работает машина следующим образом. Жидкие органические удобрения, находящиеся в цистерне 1, центробежным насосом 2 подаются по трубопроводам 3 и 4 в ротор делительной головки 6. Ротор, вращаясь, распределяет жидкий навоз по длинным выливным шлангам – понизителям 7, откуда он попадает в тройники 8 и далее в короткие шланги 10. Из них жидкий навоз самотеком выливается на поверхность поля. Дозу внесения жидких удобрений регулируют путем изменения скорости движения агрегата.

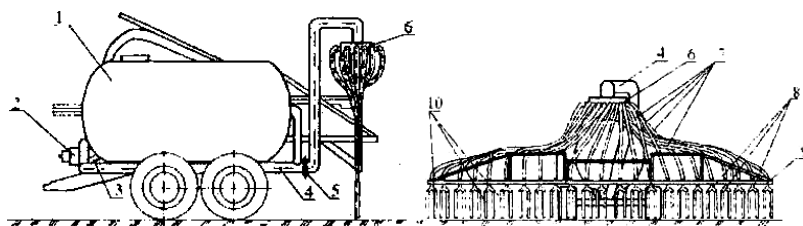


Рисунок 4 – Схема штанговой машины: 1 -цистерна; 2 – насос; 3 - всасывающий трубопровод; 4 – нагнетательный трубопровод; 5 задвижка; 6 – делительная задвижка; 7 – выливные шланги-понижители; 8 – тройники; 9 – штанга; 10 – короткие выливные шланги

Приведены результаты государственных приемочных испытаний опытного образца штанговой машины для поверхностного внесения жидких органических удобрений.

Таблица 1 – Агротехнические показатели качества выполнения технологического процесса машины МЖТ- 6Ш

Наименование показателей	Значение	
	по техническому значению (ТЗ)	по данным испытаний
Неравномерность внесений удобрений, %:		
- по ходу движения	15,0, не более	12,4
- по рабочей ширине	15,0, не более	13,2
Диапазон доз внесения при рабочей скорости от 2,5 до 14,8 км/ч, т/га	10,0 – 60,0	10,1 – 62,0

Определена экономическая эффективность использования машины. Фактический годовой экономический эффект на одну машину (с учетом повышения урожайности сельскохозяйственных культур) в сравнении с разбрасывателем МЖТ-6 составляет 2407 у.е.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований использованы УП «СКТБ МЗХ НАН Беларуси» при разработке конструкторской документации на машину МЖТ – 6М, по которой ОАО «Бобруйскагромаш» был изготовлен опытный образец машины [5,6].

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана перспективная, экологически состоятельная машина МПВУ-16, оборудованная сменными адаптерами для поверхностного и внутрипочвенного внесения жидкого навоза (рисунок 5а). Использование адаптера штангового со шлангами-понижителями позволяет распределять жидкие удобрения по поверхности поля с неравномерностью не превышающей 15%, при этом потери аммиачного азота не превышают 30%.

При использовании машины оснащенной дисковым адаптером (рисунок 5б) неравномерность также не превышает 15%, а потери аммиачного азота при этом снижаются до 10%.



а)



б)

Рисунок 5 – Машина МПВУ-16: а) с адаптером штанговым для поверхностного внесения жидкого навоза; б) с дисковым адаптером для подпочвенного внесения жидкого навоза

Выводы

1. Разработанные исходные требования на полуприцепную штанговую машину для поверхностного внесения жидких органических удобрений МЖТ-6Ш использованы при создании опытного образца, который успешно прошел государственные приемочные испытания. По результатам государственных приемочных испытаний неравномерность внесения жидких органических удобрений по ширине захвата составила 13,2 %, по ходу движения - 12,4% [4].

2. Фактический годовой экономический эффект от использования штанговой машины с учетом повышения урожайности сельскохозяйственных культур в сравнении с машиной МЖТ-6 составляет 2407 у.е. [4].

Литература

1. Степук Л.Я., Подшиваленко И.Л. Обзор и анализ средств механизации внесения жидких органических удобрений // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию образования факультета механизации сел. хоз-ва БГСХА, Горки, 5-7 декабря 2002 г. / редкол.: В.А. Шаршунов и др. Горки, 2005. С. 207-211.

2. Бондаренко Е.А., Степук Л.Я., Подшиваленко И.Л. Пути совершенствования машин для внесения жидких органических удобрений в Республике Беларусь // Ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве: материалы VI междунар. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, посвящ. 75-летию НАН Беларуси, Горки, 25-27 февраля 2004 г. / редкол.: А.З. Латыпов и др. Горки, 2004. С. 169-171.

3. Степук Л.Я., Барабанов В.В., Подшиваленко И.Л. Машина для внесения жидких органических удобрений МЖТ-6Ш // Агропанорама. 2006. № 4. С. 25-28.

4. Степук Л.Я., Барабанов В.В., Подшиваленко И.Л. Машина для внесения жидких органических удобрений МЖТ-6Ш // Агропанорама. 2006. № 4. С. 25-28.

5. Теоретические исследования по расчету основных параметров распределительной головки штанговых машин для внесения жидких органических удобрений / В.Р. Петровец, Н.Н. Дудко, И.Л. Подшиваленко, С.А. Сидоров // Конструирование, исследование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. 256 с.

6. Степук Л.Я., Подшиваленко И.Л. Методика расчета параметров распределяющей системы штанговой машины для внесения жидких органических удобрений // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6-8 апреля 2004г. / Белорусский государственный аграрный технический университет; редкол. И.Н. Шило. Мн., 2006. С. 112-122.

7. Степук Л.Я., Петровец В.Р., Подшиваленко И.Л. Обоснование подающего устройства к штанговой машине для внесения жидких органических удобрений // Вестник Белорусской ГСХА. 2004. № 2. С. 73-76.

8. Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2013. С. 18-23.

9. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

УДК 631.333.44

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ШТАНГОВОЙ РАСПРЕДЕЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

д.т.н., профессор Петровец В.Р., к.т.н, Подшиваленко И.Л., к.т.н., профессор Дудко Н.И., Греков Д.В.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

RESEARCH ON THE JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF THE TRANSPARENT DISTRIBUTION SYSTEM OF MACHINES FOR THE APPLICATION OF LIQUID ORGANIC FERTILIZERS

Doctor of Technical Sciences, Professor Petrovets V.R., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Podshivalenko I.L., Ph.D., Professor Dudko N.I., Art. teacher Grekov D.V. Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. В статье предложена методика определения ширины захвата штанговой машины для поверхностного внесения жидких органических удобрений (ЖОУ). Разработана методика гидравлического расчета штанговой машины, включающая определение характеристик насоса и насосной установки, рационального диаметра выливных шлангов и фактической производительности машины. Разработана методика расчета основных конструктивных параметров и режимов работы делительной головки. Осуществлены теоретические исследования по обоснованию параметров штанговой распределяющей системы машин для равномерного распределения по полю ЖОУ.

Annotation. The article proposes a method for determining the gripping width of a rod machine for the surface application of liquid organic fertilizers (ZHOU). The method of hydraulic calculation of the rod machine is developed, including the determination of the characteristics of the pump and pumping unit, the rational diameter of the discharge hoses and the actual performance of the machine. A method for calculating the main design parameters and operating modes of the dividing head is developed. Theoretical studies are carried out to substantiate the parameters of the rod distribution system of machines for uniform distribution over the ZHOU field.

Ключевые слова: жидкие органические удобрения, машины для поверхностного внесения жидкого навоза, штанговые распределяющие системы, делительная головка.

Keywords: liquid organic fertilizers, machines for surface application of liquid manure, rod distribution systems, dividing head.

Введение

В сельском хозяйстве получение высоких урожаев растениеводческой продукции нельзя решить без широкого применения органических удобрений. Органическим удобрениям, в частности жидким, принадлежит важная роль в

повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Они при правильном применении оказывают комплексное воздействие на плодородие почвы: повышают содержание гумуса и питательных элементов, улучшают водный и воздушный режимы, активизируют жизнедеятельность микрофлоры почвы [8].

Для внесения жидкого навоза в республике в основном используют мобильные агрегаты с рабочими органами дефлекторного типа, недостатком которых является высокая неравномерность распределения жидкого навоза по ширине захвата, фактические значения которой превышают допустимые пределы (25%), что ведет к недобору урожая зерновых более чем на 7%. Кроме того, разбрызгивание жидкого навоза обуславливает большие потери азота за счет испарения (40...50%), загрязняют растения и является источником неприятных запахов. Одной из главных причин неравномерного внесения (50...70% и более) ЖОУ этими машинами является несовершенство конструкции их распределяющих рабочих органов [1,2,3,4,5,6].

В связи с этим совершенствование существующих и разработка новых способов и технических средств для внесения жидких органических удобрений является актуальной задачей для АПК республики. Поисковые исследования показали, что наиболее рациональными и в максимальной степени удовлетворяющие современным требованиям внесения ЖОУ являются штанговые машины.

Основная часть

Основным технологическим параметром штанговой машины для внесения жидких органических удобрений является ширина захвата штанги. В качестве критериев оптимизации этого параметра были взяты – сменная производительность машины (формула (1)) и прямые удельные издержки (формула (2)):

$$W_{см} = \frac{0,36BT [N_e \eta_{мг} (1 - \delta_B) - \frac{N_{вОМ}}{\eta_{вОМ}} \frac{M_{тр} g f_l Q_H \rho_H}{0,36BQ}]}{\left[(M_{ц} g + M_{г} g + m_{лм} g B) ((1 - \lambda_d) f_1 + \lambda_d f_2) + \frac{0,377BQN_{вОМ}\eta_{мг}(1 - \delta_B)}{Q_H \rho_H \eta_{вОМ}} \right]} \times$$

$$\times \frac{\left[\frac{T - T_{п} - T_{ф} - T_{пер}}{T} \right]}{\left[1 + \frac{10Q_H \rho_H (12B + 2e)}{B \theta v_x (L - 9,4B + 2e)} + \frac{Q_H \rho_H}{M_{г}} \left(\frac{S}{v_{г}} + \frac{S}{v_{6г}} + \frac{Q}{W_{погр}} \right) \right]}, \quad (1)$$

где W_{CM} - сменная производительность машины, га/смену;
 B - ширина захвата машины, м;
 T - продолжительность смены, ч;
 N_e - эффективная мощность двигателя, кВт; η_{MG} - к.п.д. трансмиссии;
 δ_B - буксование движителей с включенным ВОМ;
 $N_{вом}$ - мощность, затрачиваемая на привод ВОМ, кВт;
 $\eta_{ВОМ}$ - к.п.д. ВОМ;
 $M_{тр}$ - масса трактора, т;
 g - ускорение свободного падения, м/с²;
 f_j - коэффициент сопротивления перекачиванию трактора;
 Q_n - подача насоса, м³/ч;
 ρ_n - плотность навоза, т/м³;
 Θ - доза внесения удобрений, т/га;
 M_c - масса цистерны с шасси, т;
 M_z - грузоподъемность машины, т;
 $m_{1м}$ - масса 1 погонного метра штанги, т;
 λ_{∂} - коэффициент догрузки;
 f_2 - коэффициент сопротивления перекачиванию машины;
 T_n - подготовительно-заключительное время, ч;
 T_{ϕ} - время на физиологические нужды, ч;
 $T_{пер}$ - время на переезды с участка на участок, ч; e - длина выезда агрегата, м;
 L - средняя длина гона, м;
 S - расстояние перевозки, км;
 v_r - скорость движения агрегата с грузом на транспортных работах, км/ч;
 $v_{\partial z}$ - скорость движения без груза на транспортных работах, км/ч;
 $W_{погр}$ - производительность погрузчика, т/ч.
Прямые удельные затраты С

$$C = \frac{1}{100W_{CM}} \left[\frac{B_m(a_m + r_m)}{T_m} + \frac{B_m(a_m + r_m)}{T_M} + 100(3m + 3\Pi_M) \right], \quad (2)$$

где B_m и $B_{.m}$ - балансовая стоимость соответственно трактора и сельхозмашины, у.е;

a_m и $a_{.m}$ - амортизационные отчисления на трактор и машину, %;

r_m и $r_{.m}$ - отчисления на ремонт, %;

T_m и $T_{.m}$ - годовая загрузка трактора и сельхозмашины, ч;

$Z_{ш}$ - затраты на топливо за час работы, у.е.;

$Z_{ПМ}$ - часовая оплата труда механизаторов, у.е.

Затраты денежных средств на топливо

$$Z_{т} = \frac{g_e N_e}{10^3} C_{зт}, \quad (3)$$

где g_e - удельный расход топлива, г/кВт ч;

$C_{зт}$ - стоимость 1 кг топлива, у.е.

Решение системы уравнений (1) и (2) проводим графическим способом по двум параметрам оптимизации (рисунки. 1 и 2).

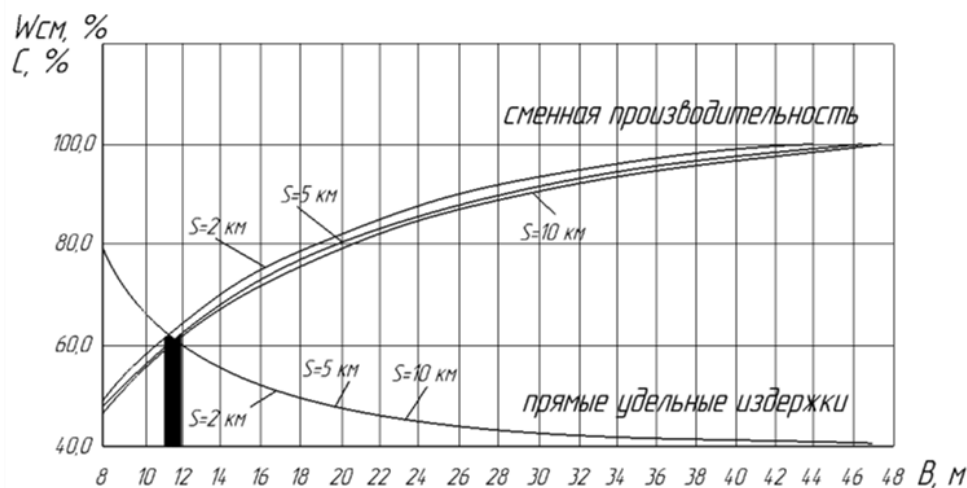


Рисунок 1 - Совмещенные графики зависимостей сменной производительности и прямых удельных затрат от ширины захвата машины для диапазона расстояний перевозки 2-10 км (доза внесения ~ 40 т/га)

Рациональная ширина захвата машины определяется точкой пересечения

графика сменной производительности с графиком прямых удельных затрат для соответствующих расстояний перевозки и доз внесения жидких органических удобрений. Для этого сменная производительность и прямые удельные затраты приведены к одинаковым удельным величинам.

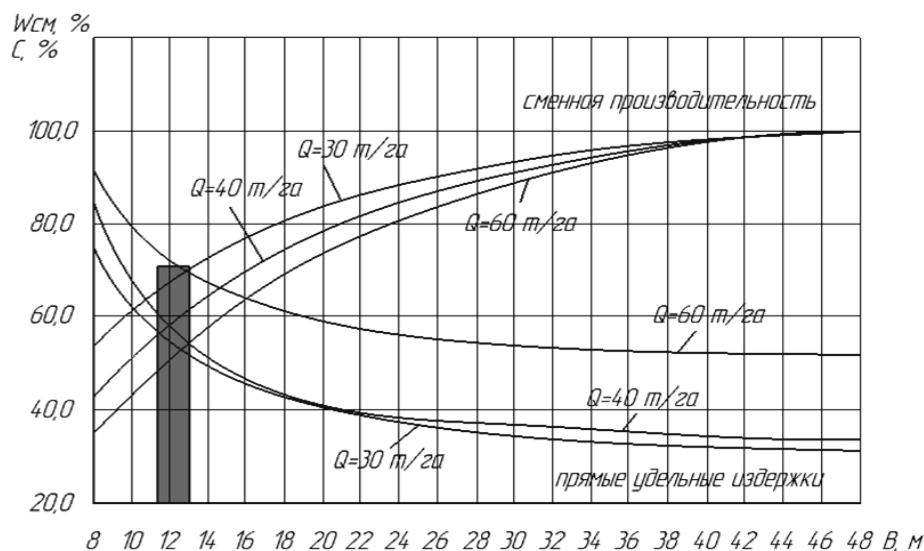


Рисунок 2 - Совмещенные графики зависимостей сменной производительности и прямых удельных затрат от ширины захвата машины для диапазона доз внесения 30-60 т/га (расстояние перевозки - 3 км)

Анализ рисунков 1 и 2 показывает, что при работе агрегата по прямооточной технологии для расстояний перевозки 2-10 км значение ширины захвата машины находится в пределах 11,2... 11,8 м, а при дозах внесения жидкого навоза 30...60 т/га оптимальное значение ширины захвата машины находится в пределах 11,5... 12,7 м. Исходя из этого, можно сделать вывод, что ширина захвата штанговой машины для внесения жидких органических удобрений должна находиться в пределах 11,2... 12,7 м.

Рациональный шаг установки выливных шлангов-понизителей на штанге обоснован исходя из многочисленных агрохимических исследований зон питания различных сельскохозяйственных культур. На основании этих исследований он равен 250 мм.

При обосновании параметров устройств штанговой машины необходимо учитывать, что при ширине захвата штанги $B = 12$ м и интервале установки вы-

ливных шлангов 250 мм вдоль нее количество выливных шлангов равно 48. Для упрощения конструкции штанговой распределяющей системы и ее удешевления от делительной головки будет отводиться 24 выливных шланга, количество которых будет увеличено до 48 с помощью тройников, установленных на штанге.

Внутренний диаметр выливных шлангов - понизителей определяется по формуле (4)

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v \cdot k}}, \quad (4)$$

где $d_{ш}$ - диаметр выливного шланга, м;

v - средняя скорость транспортирования жидкого навоза, м/с;

k - количество выливных шлангов.

Исходя из многочисленных рекомендаций, среднюю скорость транспортирования жидкого навоза в трубопроводе выбирали в пределах 0,6...3,6 м/с. Подставляя в формулу (4) известные значения, получили интервал допустимых диаметров выливных шлангов $d_{ш}=40...86$ мм. Для обоснования рационального внутреннего диаметра выливных шлангов определяли напорные характеристики для различных диаметров из расчетного интервала (рисунок 3).

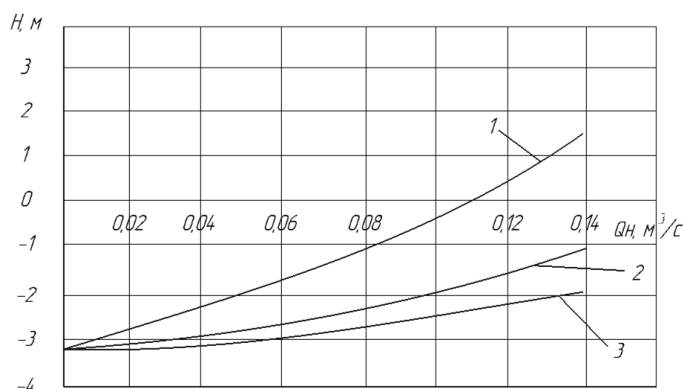


Рисунок 3 - Напорные характеристики выливного шланга: 1 - для внутреннего диаметра 40 мм; 2 - для внутреннего диаметра 50 мм; 3 - для внутреннего диаметра 60 мм

Анализ рисунка 3 показывает, что выливные шланги с диаметром 50 мм и более будут работать в безнапорном режиме, а при использовании выливных шлангов с внутренним диаметром 40 мм необходимо создать дополнительный напор для преодоления гидравлических сопротивлений в шланге. С целью удешевления и снижения металлоемкости машины выливные шланги следует выбирать с наименьшим внутренним диаметром, так чтобы при этом обеспечивалось безнапорное движение жидкого навоза по ним. Этому условию соответствуют выливные шланги с внутренним диаметром $d_{ш} = 50$ мм. Фактическую производительность штанговой машины определяли с учетом гидравлических потерь в трубопроводах насосной установки, делительной головке и выливных шлангах - понизителях. По результатам расчета фактическая производительность штанговой машины равна $297 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Вышеобоснованные рабочая ширина захвата машины, шаг установки шлангов-понизителей на штанге и их диаметр, фактическая производительность штанговой машины позволили определить параметры делительной головки (рисунок 4).

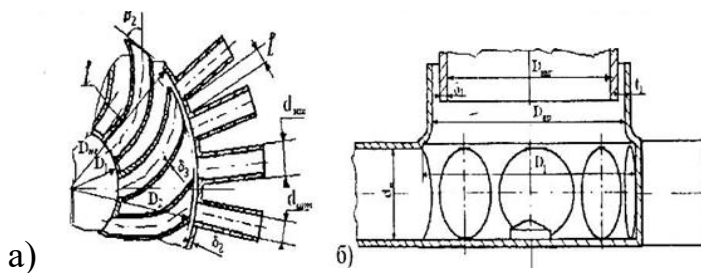


Рисунок 4 - Схема к определению параметров делительной головки (а) и распределительного ротора (б)

Наружный диаметр цилиндрического корпуса головки $D_{нг}$,

$$D_{нг} = \frac{k(d_{нш} + l)}{\pi}, \quad (5)$$

где $d_{нш}$ - наружный диаметр выливного штуцера, принимается равным внутреннему диаметру выливного шланга $d_{ш}$, м;

k - количество штуцеров, шт;

l - расстояние между штуцерами в месте их присоединения к корпусу головки, м.

Внутренний диаметр корпуса определим по формуле

$$D_{вг} = D_{наг} - 2\delta_2, \quad (6)$$

где δ_2 - толщина стенки цилиндрического корпуса головки, м.

Входной диаметр стакана ротора

$$D_{вп} = D_{наг} + 2\delta_1 + 2t_1 \quad (7)$$

где $D_{наг}$ - внутренний диаметр нагнетательного трубопровода, м;

δ_1 - толщина стенки нагнетательного трубопровода, м;

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

Диаметр, на котором расположены выходные сечения патрубков ротора

$$D_2 = D_{вг} - 2t_2, \quad (8)$$

где t_2 - зазор между выходными кромками патрубков ротора и внутренней стенкой корпуса головки, м.

Количество патрубков ротора z_n определим из условия обеспечения равенства площади поперечного сечения нагнетательного трубопровода и суммы площадей поперечных сечений патрубков ротора, откуда, выражая количество патрубков ротора, получим

$$z_n = \frac{D_{наг}^2}{d_n^2}, \quad (9)$$

где $D_{наг}$ - внутренний диаметр нагнетательного трубопровода, м;

dn - внутренний диаметр патрубков ротора $dn = d_{um} = d_{ui} - \delta_3$, м;

δ_3 – толщина стенки патрубка или штуцера, м.

Для построения очертания патрубка и определения его длины составим дифференциальное уравнение для малых приращений угла в радианах и радиуса Δr (рисунок 5).

Гипотенузу $B'B$ треугольника $TB'B$ можно записать $B'B = \Delta r / \sin \beta_i$. Тогда длину патрубка определим по формуле

$$l_n = \sum_{i=1}^{i=k} \frac{F_i + F_{i+1}}{2} \Delta r_i \quad (10)$$

где Δr_i - приращение радиуса ротора, м;

k - количество разбиений расстояния между радиусом входа $r_1 = D_1/2$ и радиусом выхода $r_2 = D_2/2$;

F_j - функция в i -й точке;

β_i - угол наклона патрубка к касательной окружности в i -й точке.

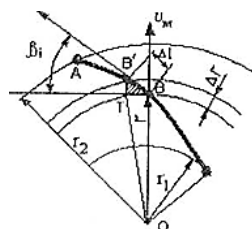


Рисунок 5 - Схема к определению длины патрубка ротора

Функция в i -й точке

$$F_i = \frac{1}{\sin \beta_i} \quad (11)$$

Мощность, необходимая на привод делительной головки

$$N = \left[\frac{(4 \cdot D_l \cdot h_c \cdot \sin \beta_l) - z_n \cdot d_n^2 + 2 \cdot D_l^2 \cdot \sin \beta_l \cdot \pi^2 \cdot C_l \cdot D_l \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot n_p}{240 \cdot \sin \beta_l} + Q \lambda_n \frac{l_n v_{om}^2 \rho_n}{d_n 2000} + \frac{\pi \cdot n_p \cdot P_{kp} \cdot D_2}{60} \right] / \eta \quad (12)$$

где h_c - высота стенки стакана ротора, м;

C_f - коэффициент трения жидкости о стенки стакана;

H - напор на входе в делительную головку, м;

$P_{кр}$ - критическая сила резания, кН;

η - к.п.д. подшипников.

Максимальной из всех сил, возникающих в процессе резания, является критическая сила резания $P_{кр}$, поэтому ее необходимо учитывать при расчете мощности. Она определяется по формуле (16)

$$P_{кр} = \delta \epsilon \Delta l \sigma_p + \frac{E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} \Delta l [tg\psi + f \sin^2 \varphi + \mu(f + \cos^2 \psi)], \quad (13)$$

где δ - толщина лезвия ножа, мм;

Δl - длина лезвия, мм;

σ_p - разрушающее контактное напряжение материала, МПа;

E - модуль упругости стебля, МПа;

h - толщина перерезаемого слоя, мм;

$h_{сж}$ - высота предварительного сжатия слоя, мм

ψ - угол заточки ножа, град;

μ - коэффициент Пуансона;

f - коэффициент трения перерезаемой массы о материал лезвия, $f = tg\varphi$;

φ - угол трения.

Мощность, необходимая на привод делительной головки, по результатам расчета составляет $N = 1,31$ кВт.

Выводы

1. Разработана методика определения ширины захвата машины, в которой учитываются грузоподъемность, рабочая и транспортная скорости агрегата, тяговое сопротивление, расстояние перевозки, размеры поля, прямые удельные издержки, позволяет определить рациональную ширину захвата штанговой машины для внесения жидких органических удобрений.

2. Полученные математические зависимости позволяют определить рациональный внутренний диаметр выливных шлангов-понижителей, шаг их установки вдоль штанги.

3. Разработанные методики расчета подающего устройства и насосной установки позволяют определить их характеристики и режим работы, а также основные конструктивные параметры и режимы работы делительной головки: наружный диаметр цилиндрического корпуса головки; внутренний диаметр корпуса; входной и выходной диаметры ротора; количество выливных патрубков ротора и частоту вращения ротора.

Литература

1. Степук Л.Я., Петровец В.Р., Подшиваленко И.Л. Средства механизации внесения жидких органических удобрений // Трактора и сельскохозяйственные машины. 2004. № 9. С. 9-10.

2. Подшиваленко И.Л. Обзор и анализ штанговых распределяющих систем для внесения жидких органических удобрений // Наука - образованию, производству, экономике: тез докл. 56-й междунар науч.-практ. конф. проф., преподавателей, науч. работников и аспирантов БИТУ, Минск, 4-7 фев. 2003 г. / Белорус, нац. техн. университет; под ред. Б.М. Хрусталева. Мн.: УП «Технопринт», 2003. Т. 2. С. 88.

3. Механизация внесения жидких органических удобрений - реальность и перспектива / Л.Я. Степук, С.И. Лях, В.Р. Петровец, И.Л. Подшиваленко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. сб. / РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»; редкол. В.Н. Дашков и др. Мн., 2003. Вып. 37. Т. 1. Механизация земледелия. С. 54-59.

4. Бондаренко Е.А., Степук Л.Я., Подшиваленко И.Л. Пути совершенствования машин для внесения жидких органических удобрений в Республике Беларусь // Ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве: материалы VI междунар. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, посвящ. 75-летию НАН Беларуси, Горки, 25-27 февраля 2004 г. / редкол. А.З. Латыпов и др. Горки, 2004. С. 169-171.

5. Степук Л.Я., Подшиваленко И.Л. Обзор и анализ средств механизации внесения жидких органических удобрений // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию образования факультета механизации с.-х. Белорус, госуд. с.-х. академии, Горки, 5-7 декабря 2002 г. / редкол. В.А. Шаршунов и др. Горки, 2005. С. 207-211.

6. Теоретические исследования по расчету основных параметров распределительной головки штанговых машин для внесения жидких органических удобрений / В.Р. Петровец, Н.Н. Дудко, И.Л. Подшиваленко, С.А. Сидоров // Конструирование, исследование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. 256 с.

7. Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2013. С. 18-23.

8. Купренко А.И., Исаев С.Х., Михайличенко С.М. Выбор режима работы автоматического кормовагона типа delaval ra135 // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2018. С. 10-17.

9. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

10. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.

УДК 631.331.024.2

**ЗАВИСИМОСТЬ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
ДВУХДИСКОВОГО СОШНИКА ДЛЯ ЛЕНТОЧНОГО ПОСЕВА ОТ
СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ, ГЛУБИНЫ ХОДА ДИСКОВ,
ИХ ДИАМЕТРА И РАССТОЯНИЯ В ТОЧКЕ СХОЖДЕНИЯ**

д.т.н., Петровец В.Р., к.т.н., Гайдуков В.А.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

**DEPENDENCE OF TRACTION RESISTANCE TWO-DISC COULTER
FOR BELT SEEDING FROM THE SPEED OF MOVEMENT,
THE DEPTH OF TRAVEL OF THE DISKS, THEIR DIAMETER AND
DISTANCE AT THE POINT OF CONVERGENCE**

*doctor of technical Sciences, Petrovets V. R., candidate of technical Sciences,
Gaidukov V. A. Belarusian state agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Рассмотрены факторы, влияющие на качество посева. Представлена схема сошника с распределением и прикатыванием семян по ленте. Приведены результаты исследования сошника о влиянии скорости движения, глубины хода дисков их диаметра и расстояния в точке схождения дисков на тяговое сопротивление двухдискового сошника для ленточного посева с прикатыванием семян по ленте.

Annotation. Factors affecting the quality of sowing are considered. The diagram of a Coulter with distribution and rolling of seeds on a tape is presented. The results of the study opener about the impact speed, depth speed disk diameter and the distance to the vanishing point discs on the traction resistance of the double disc opener for tape seeding by rolling the seed on the tape.

Ключевые слова: посев, урожайность, ленточный посев, двухдисковый сошник, скорость движения, глубина хода, диск, диаметр, точка схождения, тяговое сопротивление.

Key words: seeding, yield, belt seeding, two-disc Coulter, speed, depth of travel, disc, diameter, convergence point, traction resistance.

Введение. Для оптимального развития растений почву необходимо хорошо удобрить, разрыхлить и посеять семена.

Посев является важнейшим элементом технологии возделывания зерновых культур, урожайность которых в значительной степени зависит от качества посева. При посеве семена необходимо заделывать на заданную глубину, равномерно распределить по площади поля, прикатать и присыпать рыхлой почвой. Рав-

номерное распределение семян по полю обеспечивает им необходимую площадь питания. Прикатывание способствует лучшему поступлению влаги и питательных веществ [1].

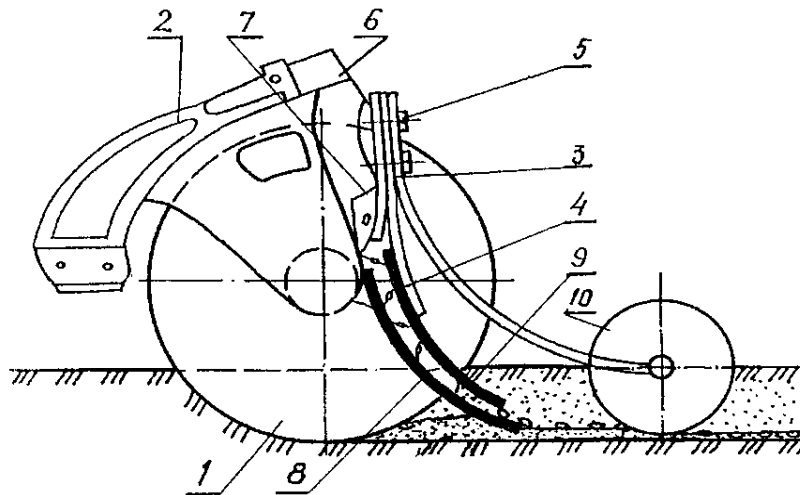


Рисунок 1 - Схема сошника с распределением и прикатыванием семян по ленте: 1- диски рабочие; 2 – корпус; 3 – поводок; 4 – распределитель; 5 – болт крепления; 6 – горловина; 7 – отражатель; 8 – пластина распределительная; 9 – пластина отражательная; 10 – каток прикатывающий.

Рассмотренные выше особенности реализации биологического потенциала хлебного злака требуют совершенствования процесса высева семян.

Для повышения качества посева зерновых, на кафедре «Механизации растениеводства и практического обучения» изготовлен и исследован сошник, для ленточного посева с одновременным прикатыванием семян по ленте [2, 3, 4, 5] (рисунок 1).

Основная часть

В результате испытания сошника были проведены лабораторно-полевые исследования о влиянии скорости движения сошника V_c , глубины хода дисков h , их диаметра D и расстояния в точке схождения a на его тяговое сопротивление T_c [6].

На основании экспериментальных исследований [7], теоретических расчетов и по результатам статистической обработки данных получены уравнения

регрессии второго порядка, описывающее влияние скорости движения сошника V_c , глубины хода дисков h , их диаметра D и расстояния в точке схождения a на тяговое сопротивление сошника T_c .

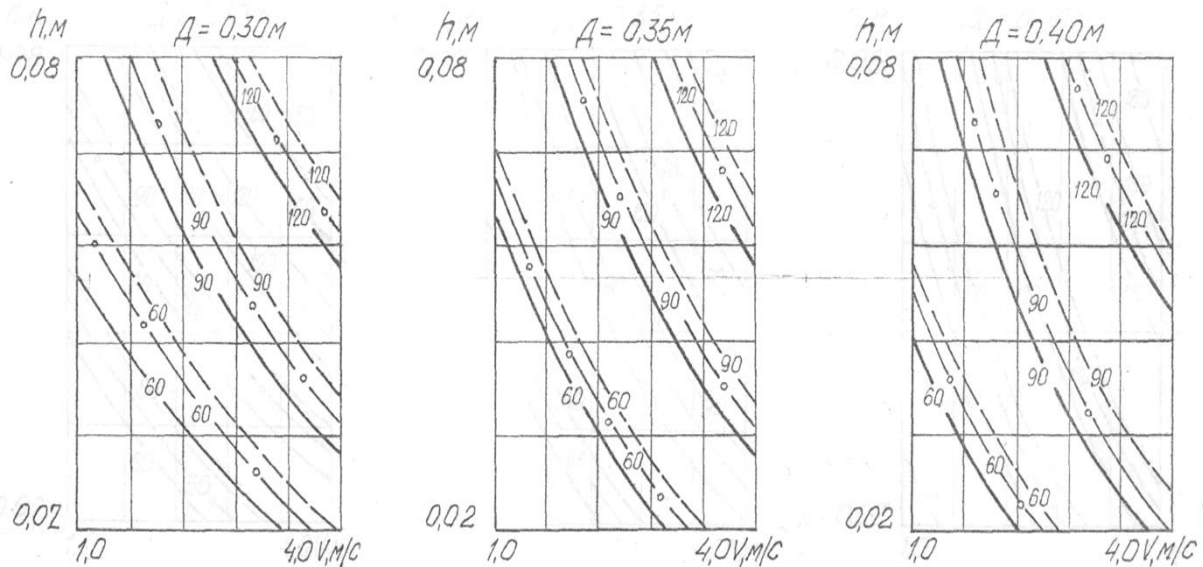


Рисунок 2 - Зависимость тягового сопротивления сошника T_c от скорости движения сошника V_c глубины хода дисков h при фиксированных значениях диаметра дисков D и расстояния в точке их схождения, без прикатывающего каточка: — $a = 0,001$ м; - - - $a = 0,01$ м; - · - $a = 0,02$ м

Для ленточного сошника без прикатывающего каточка уравнение имеет следующий вид:

$$T_c = 219,2 + 1587h - 1373D - 2050a + 2,7V_c^2 + 644h^2 + 2267D^2 + 54863a^2 + 138hV_c + 13,4 aV_c - 2929hD + 1772aD.$$

Для ленточного сошника с прикатывающим каточком уравнение имеет следующий вид:

$$T_c = 322,4 + 244Dh + 2104D - 1821a + 1,7V_c^2 - 208h^2 + 3536D^2 + 69752a^2 + 197hV_c + 19,4V_cD - 5165hD.$$

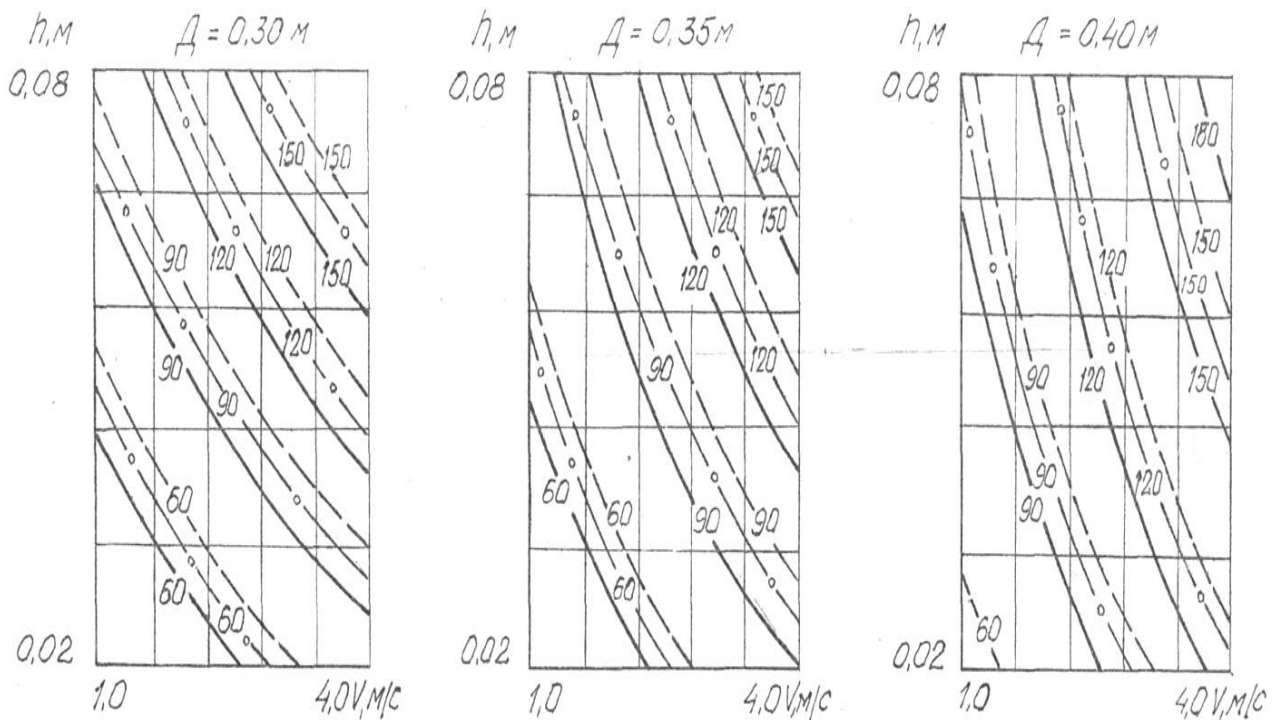


Рисунок 3 - Зависимость тягового сопротивления сошника T_c от скорости движения сошника V_c глубины хода дисков h при фиксированных значениях диаметра дисков D и расстояния в точке их схождения, с прикатывающим каточком: — $a = 0,001$ м; - - - $a = 0,01$ м; - ° - $a = 0,02$ м

На основании уравнений построены графические зависимости тягового сопротивления сошника T_c от скорости движения сошника V_c и глубины хода дисков h при фиксированных значениях диаметра дисков D и расстояния в точке их схождения, без прикатывающего каточка (рисунок 2) и с прикатывающим каточком (рисунок 3).

Заключение

Анализируя полученные уравнения и графики, можно сделать вывод, что наиболее существенное влияние на тяговое сопротивление сошника оказывают глубина хода дисков и скорость движения сошника. Изменение диаметра дисков сошника оказывает незначительное влияние на тяговое сопротивление. Так, при глубине хода дисков 0,02...0,05 м с изменением их диаметра от 0,30 до 0,40 м тяговое сопротивление увеличивается на 8...11 Н, но при глубине хода дисков

0,05...0,08 м с изменением их диаметра от 0,30 до 0,35 м тяговое сопротивление уменьшается на 5...8 Н. Тяговое сопротивление сошника с диаметром дисков 0,30 и 0,40 м при глубине их хода от 0,05 до 0,08 м практически одинаковое. Изменение расстояния в точке схождения дисков от 0,001 до 0,01 м ведет к увеличению тягового сопротивления на 8...9 Н, а дальнейшее изменение расстояния в точке схождения дисков от 0,01 до 0,02 м уменьшает тяговое сопротивление на 4...5 Н. Тяговое сопротивление сошника с прикатывающим каточком увеличивается на 12...30 Н в зависимости от скорости движения сошника и глубины хода дисков.

Литература

1. Ламан Н.А., Стасенко Н.Н., Каллер С.А. Биологический потенциал ячменя. Мн.: Наука и техника, 1984. 215 с.
2. Стрельчатая лапа культиватора: пат. 2462852 Рос. Федерация: С1 / Михальченков А.М., Ковалев А.П., Будко С.И., Комогорцев В.Ф. - № 2011106409/13; заявл. 21.02.2011; опубл. 10.10.2012.
3. Обзор и сравнительная оценка конструкций почвообрабатывающих агрегатов / С.И. Будко, В.М. Кузюр, Л.С. Киселева и др. // Инновации и технологический прорыв в АПК: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2020. С. 223-229.
4. Будко С.И., Кузюр В.М., Кузьменко И.В. Анализ способов основной обработки почвы с модернизацией рабочих органов плуга // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 2 (78). С. 32-36.
5. Сошник: а.с. 4424157 СССР / В.Р. Петровец, В.И. Ильин; опубл. 1990, Бюл. № 22.
6. Гайдуков В.А. Повышение качества посева зерновых культур сошниковой группой с распределением и прикатыванием семян по ленте: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Горки: БГСХА, 1998. 20 с.
7. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л.: Колос, 1972. 200 с.
8. Ожерельев В.Н., Никитин В.В., Синяя Н.В. Влияние угла наклона рифов на энергоемкость молотильного устройства // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 5. С. 34-36.
9. Рабочий орган почвообрабатывающей фрезы с вертикальной осью вращения: пат. 150776 Рос. Федерация / Блохин В.Н., Никитин В.В.; опубл. 2014, Бюл. № 12.
10. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.
11. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб., 2017.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ МУЛЬЧИРОВАНИЯ

к.т.н, Пузевич К.Л., к.т.н. Коцуба В.И, Пузевич В.В.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

к.т.н Филиппов А.И.

Гродненский государственный аграрный университет, Беларусь

ANALYSIS OF MULCHING METHODS

candidate of technical sciences, Puzevich K.L., candidate of technical sciences

Kotsuba V.I., Puzevich V.V.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

candidate of technical sciences Filippov A.I.

Grodno State Agrarian University, Belarus

Аннотация. В статье приводится анализ достоинств мульчирования почвы, а также описание свойств пленочного материала для мульчирования. Обосновывается, что разработка конструкций посевных агрегатов, способных осуществлять посев пропашных культур под мульчирующую пленку, является актуальным направлением.

Annotation. The article provides an analysis of the advantages of soil mulching, as well as a description of the properties of a film material for mulching. It is substantiated that the development of designs of sowing units capable of sowing row crops under mulch film is an urgent direction.

Ключевые слова: почва, мульчирование, пленка, цвет, растение, сорняки, температура.

Key words: soil, mulching, film, color, plant, weeds, temperature.

Введение

Урожайность культур и качество выращиваемого продукта в первую очередь зависят от почвы и ее состояния. Поэтому важно позаботиться о его защите от неблагоприятных погодных условий. Одним из эффективных методов является мульчирование [1].

Мульча – это защитный слой, которым покрывают верхнюю часть грунта между растениями или вокруг них для предотвращения ветровой эрозии, переуплотнения ливнями и градом, пересыхания, перегрева и переохлаждения, вымывания питательных веществ и зарастания сорняком. А сам процесс укрытия называется мульчированием.

С помощью мульчирования можно получить более ранний и богатый урожай, а также снизить использование пестицидов. Растения будут более здоровые, а плоды сочного и хорошего товарного вида. Используя мульчирование очень эффективно выращивать теплолюбивые овощи, такие как перец, томаты

и кукуруза, также были замечены очень хорошие результаты при выращивании клубники [2].

Основная часть

На сегодняшний день существует множество видов материалов для мульчирования. Их можно отнести к следующим группам:

1. Органическая (природная) мульча.
2. Неорганическая мульча.
3. Синтетические материалы.

К органическим материалам для мульчирования (рисунок 1) относятся сосновые кора и иголки, еловые и сосновые шишки, декоративная щепа, опилки, солома, сено, камыш, опавшая листва, торф.

Органическая мульча при перегнивании превращается в питательные вещества, что повышает количество гумуса и, соответственно, плодородие почвы. Поэтому органическую мульчу принято считать самой полезной, но в использовании органических материалов для мульчирования почвы есть и свои минусы.



Рисунок 1 - Виды органической мульчи

При перегнивании древесной мульчи (опилки, мелкой стружки и коры) из почвы забирается азот, который необходим в процессе гниения, а это, в свою очередь, плохо отражается на росте и развитии растения. К тому же древесная мульча содержит дубильные вещества, которые, выделяясь в почву, сдерживают развитие растений.

Мульчирование опавшей листвой тоже может нанести вред выращиваемым растениям. Если дерево было поражено грибковыми заболеваниями, то листья могут перенести их споры по всем посевам.

К неорганическим материалам для мульчирования (рисунок 2) относятся галька, гравий, щебень, керамзит, гранитная или мраморная крошка, ракушки.



Рисунок 2 - Виды неорганической мульчи

Неорганические материалы выпускаются различной фракции и цвета. Они хорошо исполняют роль мульчи, но использовать их рекомендуется только в ландшафтном дизайне. Основным недостатком такой мульчи является создание помех при обработке почвы под посев или посадку культур, а также затруднительно проводить междурядную обработку посевов.

Поэтому наиболее перспективными являются синтетические мульчирующие материалы. Наиболее широкое распространение получили агроволокно, агроткань и мульчирующая пленка.

Агроволокно («спанбонд», «лутрасил», «агроспан») для мульчирования почвы изготавливается плотностью 50 г/м^2 в черном и черно-белом цвете, за счет чего оно не пропускает свет, препятствуя таким образом прорастанию сорняков.

Черное агроволокно укладывается любой стороной, а черно-белое нетканое полотно стелется на землю черной стороной вниз, а белой кверху (рисунок 3).



Рисунок 3 - Мульчирование с помощью агроволокна

Агроволокно является достаточно плотным материалом, позволяющим хо-

дить между рядами. Но если планируется перемещение в междурядьях тяжелых объектов, лучше отдать предпочтение агроткани.

Агроткань – это тканый мульчирующий материал, изготовленный из УФ-стабилизированных полипропиленовых волокон. Выпускается она в черном, зеленом и коричневом цветах и имеет плотность 70-100 г/м².

Тканый агротекстиль применяют для сплошного застилания всей поверхности гряд, в том числе и междурядий (рисунок 4).



Рисунок 4 - Мульчирование с помощью агроткани

Агроткань, как и агроволокно, хорошо пропускает воду благодаря щелям между нитями, из которых она соткана. Она не гниет при постоянном контакте с водой и не выделяет вредных веществ при нагревании. Срок службы достигает 5 лет.

Мульчирующая пленка производится из полиэтилена, в состав которого входят специальные добавки, обеспечивающие материалу устойчивость к воздействию ультрафиолета (рисунок 5). Как правило, пленка выпускается толщиной 25-30 мкм в черном, серебристо-черном или белом цвете с перфорацией или без отверстий.



Рисунок 5 - Применение мульчирующей пленки

Серебристо-черная и черная пленка подойдет для выращивания любых сельскохозяйственных растений, особенно эффективно ее использование при

выращивании ягодных культур. Она не только обеспечивает защиту от сорняков, но также позволяет сохранить товарный вид ягод, предотвращая их загрязнение во время осадков или появления серой гнили.

Таблица – Особенности и недостатки синтетических материалов для мульчи

Показатели	Агроволокно	Агроткань	Пленка
Особенности	<p>Нетканый материал. Изготавливается из пропилена методом скрепления. УФ-стабилизированное. Выпускается в черном и черно-белом цвете. Плотность 50 г/м².</p> <p>Может быть с перфорацией и без.</p> <p>Ширина полотна 1,05 м, 1,6 м, 3,2 м.</p> <p>Способ поставки: пакет или рулон Многоразового использования.</p>	<p>Тканый материал. Изготавливается из пропиленовых волокон.</p> <p>УФ-стабилизированная.</p> <p>Выпускается в черном, коричневом и зеленом цвете. Плотность 70 г/м², 90 г/м² и 100 г/м².</p> <p>Сплошное полотно без перфорации с продольными полосами зеленого или оранжевого цвета для облегчения укладки.</p> <p>Ширина полотна 0,4 м, 0,6 м, 0,8 м, 1,05 м, 1,1 м, 1,6 м, 1,65 м, 2,1 м, 3,2 м, 3,3 м, 4,2 м, 5,25 м.</p> <p>Способ поставки: рулон.</p> <p>Многоразового использования.</p>	<p>Изготавливается из полиэтилена.</p> <p>УФ-стабилизированная.</p> <p>Выпускается в черном, серебристо-черном и белом цвете. Толщина 25 мкм и 30 мкм.</p> <p>Может быть с перфорацией и без.</p> <p>Ширина полотна 1,2 м, 1,4 м.</p> <p>Способ поставки: рукав, полурукав, рулон. Одноразового использования.</p>
Недостатки	<p>Возможность прорыва материала из-за перемещения тяжелых объектов</p>	<p>В случае проведения перфорации следует запаивать концы ткани, чтобы она не торчала.</p>	<p>Не пропускает воздух и воду.</p> <p>Укладывается только на грядку.</p> <p>Не рекомендуется применять на плохо дренированной почве.</p> <p>При использовании белой пленки почва под ней плохо прогревается и остается холодной.</p> <p>Кроме того, из-за отсутствия полной непрозрачности для видимых солнечных лучей, которые участвуют в фотосинтезе, возможно прорастание сорняков.</p>

Мульчирование синтетическими материалами обладает следующими достоинствами:

- защищает корни растений от пересыхания путем удержания влаги, сдерживает излишнее испарение, тем самым позволяет сократить частоту поливов, препятствует образованию почвенной корки;

- поддерживает оптимальную температуру почвы, исключает резкие перепады температур: в жаркие дни почва не перегревается, в холодную не мерзает;

- защищает растения от сорной растительности, подавляет прорастание семян однолетних сорняков, позволяя свести к минимуму использование химических препаратов;

- благоприятно влияет на состав и структуру почвы;

- регулирует кислотность почвы путем внесения определенного состава мульчирующих материалов;

- создаются условия для активизации земляных червей и работы полезных микроорганизмов.

Заключение

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 [4, 5, 6, 7].

Разработка конструкций посевных агрегатов, способных осуществлять посев пропашных культур под мульчирующую пленку, является актуальным направлением. При этом можно применять различные укрывные материалы.

Литература

1. Посев сельскохозяйственных культур под мульчирующую пленку / К.Л. Пузевич, В.И. Коцуба, В.В. Пузевич, А.И. Филиппов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. ред. В.Р. Петровец и др. Горки: БГСХА, 2020. Вып. 5. С. 163-166.

2. Дудка В. Мульчирование почвы // Лидер-Агро. 2018. № 12 (22).

3. Электронный ресурс <https://east-fruit.com/article/podrobno-o-mulchirovanii-pochvy-prakticheskie-rekomendatsii>.

4. Стрельчатая лапа культиватора: пат. 2462852 Рос. Федерация: С1 / Михальченков А.М., Ковалев А.П., Будко С.И., Комогорцев В.Ф. - № 2011106409/13; заявл. 21.02.2011.
5. Обзор и сравнительная оценка конструкций почвообрабатывающих агрегатов / С.И. Будко, В.М., Кузюр, Л.С., Киселева и др. // Инновации и технологический прорыв в АПК: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2020. С. 223-229.
6. Анализ способов основной обработки почвы с модернизацией рабочих органов плуга / С.И. Будко, В.М. Кузюр, И.В. Кузьменко, А.Н. Чайчиц // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 2 (78). С. 32-36.
7. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку. / В.И. Коцуба, К.Л. Пузевич, В.В. Пузевич, В.М. Кузюр // Конструирование, использование и надежность машин с/х назначения: сб. науч. тр. / редкол. А.М. Михальченков и др. Брянск: БрГАУ, 2020. С. 107-113.
8. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.
9. Торилов В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб., 2017. 10. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.

УДК 159.937.52

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ

Евтух Г.Г., Самсонов В.Л.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

AUTOMATIC TIRE PRESSURE MONITORING

Evtukh G. G., Samsonov V. L.

Belarusian state agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Рассмотрены системы контроля давления в шинах. Принцип работы систем контроля давления в шинах автомобиля. Дана подробная характеристика систем контроля давления в шинах автомобиля. Рассмотрены основные причины неработоспособности штатных систем контроля давления в шинах.

Annotation. Tire pressure monitoring systems are considered. The principle of operation of the vehicle tire pressure monitoring systems. A detailed description of the vehicle tire pressure monitoring systems is given. The main reasons for the failure of standard tire pressure monitoring systems are considered.

Ключевые слова: безопасность, система, контроль, давление в шинах.

Key words: safety, system, monitoring, tire pressure.

Введение.

Контроль давления в шинах автомобиля впервые начал устанавливаться в военной технике. В условиях боевой обстановки потеря давления в колесах

вследствие попадания осколков боевых снарядов и пуль существенно уменьшает тактико-технические характеристики боевых машин [2].

Основная часть

В отечественной технике устанавливались автоматизированные системы подкачки шин (автомобиль ГАЗ-66). С 70-х годов системы контроля давления в шинах (Tire Pressure Monitor System), или TPMS, начали устанавливать в автомобили премиум-класса в качестве дополнительных опций. Сейчас такие системы можно встретить и в бюджетных авто.

Это связано, прежде всего, с удешевлением процесса производства датчиков и систем управления. Помимо этого, в продаже появились недорогие системы контроля давления, организованные на Android-платформе, которые можно без труда установить и адаптировать в любой авто. Преимущества установки систем контроля шин: предотвращается нештатная аварийная ситуация вследствие уменьшения давления в колесе; уменьшается износ шин; некоторые системы оборудованы анти-вандалными сигнализаторами. В странах Евросоюза с 2012 года вводится стандарт обязательной установки датчиков давления в шинах. Принцип работы систем контроля давления в шинах автомобиля В зависимости от организации контроля давления в шине все системы подразделяются на прямые и косвенные.

Работа прямых систем контроля основана на непосредственном измерении величины давления в шине. Косвенные системы контролируют параметры, которые меняются вследствие изменения (уменьшения) давления в шине. Одним из таких параметров является относительное увеличение частоты вращения приспущившего колеса. Действительно, приспущенное колесо уменьшается в диаметре, следовательно, при одинаковой скорости вращается быстрее, чем не пробитое такого же размера.

В таком случае контроль возлагается на блок ABS, основными датчиками которого являются датчики частоты вращения колес. Такие системы штатно устанавливаются во многие авто. Собственно, процесс установки заключается в дополнительном программировании блока ABS без установки дополнительных контрольных устройств и оборудования.

Такие системы устанавливала Toyota, но сейчас перешла к более точным прямым системам контроля. К датчикам косвенного контроля можно отнести датчики температуры шин. При уменьшении давления в колесе, последнее начинает нагреваться. Таким образом, контроль температуры позволяет оценить уменьшение давления. Корректность такого контроля уменьшается на малых скоростях и влажном дорожном покрытии. Большинство современных датчиков интегрируют измерение давление и температуры. Наиболее точный контроль обеспечивают прямые системы контроля, которые непосредственно измеряют давление в колесе. Такие системы производят как для установки в качестве штатных опций авто так и для дополнительного оборудования автотранспортных средств [3].

Датчики давления шин могут быть во внешнем и внутреннем исполнении. В первом случае они устанавливаются на колпачки колес. Во втором случае требуется разбортирование колеса для установки датчика во внутреннюю полость шины. Преимущество внешних датчиков – простота установки, замены. Однако, внутренние датчики находятся в более благоприятных для эксплуатации условиях: внутри шины, там сухо. Датчики давления в шинах вращаются в такт движения колес. Поэтому для организации связи с головным блоком контроля системы TPMS используется радиоканал с небольшим радиусом действия (чтобы не было случайных данных от аналогичных датчиков движущихся рядом авто) [4].

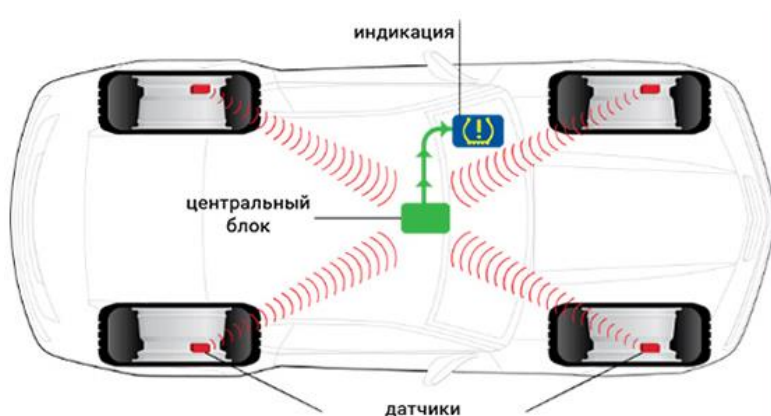


Рисунок 1 - Схема работы датчиков автоматического контроля давления в шинах

В качестве контролирующего элемента датчика выбираются тензо- либо пьезодатчики. Тензорезисторы в качестве датчика изменяют свое сопротивление при деформации. Тензорезистор представляет тонкую упругую диэлектрическую пластину или мембрану, на которую напылен тонкий слой проводника. При изгибании пластины (мембраны) сопротивление элемента увеличивается. Пьезоэлемент при механических нагрузках за счет давления в шинах формирует электродвижущую силу (ЭДС, говоря проще, разность потенциалов или напряжение). С точки зрения стабильности параметров и надежности пьезоэлемент лучше. В быту с пьезоэффектом мы сталкиваемся, используя некоторые зажигалки. Внешние датчики давления в шинах Внешние датчики применяются во многих системах TPMS, как дополнительно установленного на автомобиль оборудования. В качестве примера можно привести FOBO Tire. Они представляют собой модули, устанавливаемые вместо колпачков золотников.

Процесс установки занимает не более пяти минут. В каждый из датчиков встроен сенсор давления, сигнал который обрабатывается встроенным микропроцессором и передается на модуль Bluetooth. Питание производится от литиевого элемента питания CR2032 напряжением 3 Вольта. Разборка датчика для замены батарей не представляет труда.

Центральный блок по каналу Bluetooth связывается со смартфоном, на который устанавливается ПО для информирования о состоянии шин. Если автовладелец пользуется обычным телефоном, центральный блок может самостоятельно с помощью светодиодных индикаторов и звуковых сигналов предупреждать о критическом состоянии соответствующего колеса.

Преимущество таких датчиков в том, что их удобно переустановить на другой автомобиль или комплект колес. Недостаток очевиден – их легко украсть, часто из чистого любопытства это могут сделать дети. Кроме того, заявленный срок службы встроенных в датчики элементов питания составляет два года, реальный в условиях низких температур – не более года. TPMS с внутренними датчиками Принципиально такие системы ничем не отличаются от вышеописанных устройств. Большинство из них имеет возможность подключения внешних датчиков, как и SteelMate TP-77I.



Рисунок 2 - Устройство автоматического контроля давления в шинах

Это устройство позволяет устанавливать контрольные значения срабатывания сигнализации от 1,2 до 4,6 Bar, что позволяет его использовать на разных типах автотранспортных средств. Для удобства эксплуатации устройство питается от прикуривателя, имеет встроенный разъем для подзарядки через USB.

Датчики устанавливаются в посадочное вентиляционное гнездо. Они активируются непосредственно в начале движения. Программируются индивидуально, как по давлению, так и по температуре. Рабочий диапазон температур – от минус 40 до 105 градусов Цельсия.

Основные причины неработоспособности штатных систем контроля давления в шинах: неисправность основного блока; нарушение приемопередающего тракта; разряд элементов питания датчиков на колесах; механические повреждения и отказ отдельных датчиков; неполадки по питанию (часто в аварийных случаях, а также при движении по пересеченной местности); экстренная замена колеса на неукомплектованное встроенным датчиком либо с датчиками, выполненными по другому стандарту (европейский стандарт радиотракта 413 МГц, американский – 315 МГц). В этих случаях бортовой компьютер дает сообщение об ошибке, часто сопровождаемое световыми и звуковыми сообщениями. В некоторых случаях они отвлекают водителя от процесса управления транспортным средством. В этой ситуации следует программно отключить TPMS согласно инструкции по эксплуатации автомобиля.

Если поврежден один из датчиков, можно перепрограммировать уровень срабатывания данного датчика на нулевой уровень, если это допускает обеспе-

чение. В некоторых авто центральный блок установлен в полости днища, и может быть поврежден растительностью при движении на грунтовой дороге. Следует визуально оценить целостность проводки и разъемов блока. При адаптации датчиков, имеющих персональный идентификационный код, соблюдают последовательность: переднее левое, затем правое колесо, после заднее правое и потом левое. При этом используют специальное оборудование.

Процесс настройки датчиков при полной замене колес (с летней на зимнюю резину либо установке нового комплекта) непрост. Например, на Cadillac Escalade он представляет: включить стояночный тормоз; включить зажигание; одновременно нажать на кнопки открытия и закрытия дверей и удерживать 5 сек, после прозвучит двойной сигнал и активизируется функция запоминания шин; последовательно для левой передней – правой передней – правой задней – левой задней следует выполнить активацию: изменить давление в шине (проще уменьшить, нажав на золотник) до звукового сигнала; по окончании прозвучит двойной сигнал окончания процедуры, высветится индикация дисплея; выключить зажигание; накачать колеса до необходимого давления; закрутить колпачки, операция закончена. Вся операция ограничена по времени (около 5 минут), поэтому к ней надо подготовиться заранее. С точки зрения безопасности движения, сохранности шин – однозначно нет.

Заключение

Учитывая большую стоимость работ по восстановлению некоторых уникальных центральных блоков TPMS, возможно, такая операция оправдана. Но без помощи специалиста отключить данное оборудование для конкретной марки авто может быть трудновыполнимо. Перед тем как принять кардинальное решение по этому вопросу и аппаратно удалить устройства, следует все взвесить.

Чтобы датчики TPMS прослужили дольше, следует: не хранить колеса (с датчиками) в приспущенном состоянии, тем более, без золотников; желательно оставлять авто на длительную зимнюю стоянку в теплом гараже; снимать внешние датчики давления при длительной стоянке, во время эксплуатации следить за их чистотой, без надобности не производить монтаж-демонтаж, при первичном монтаже удалить с вентиля остатки грязи, протереть.

Литература

1. Безопасность дорожного движения: учеб. пособие для подготовки и повышения квалификации кадров автомобильного транспорта / В.В. Амбарцумян и др.; под ред. чл.-корр. Рос. акад. наук проф. В.Н. Луканина. М.: Машиностроение, 2008. 304 с.
2. Дорожно-транспортные происшествия: нормативные акты, материалы судебной практики, образцы документов / под ред. М.Ю. Тихомирова. 4-е изд., доп. и перераб. М.: Изд. М.Ю. Тихомирова, 2008. 284 с.
3. Коноплянко В.И., Зырянов В.В., Воробьев Ю.В. Основы управления автомобилем и безопасность дорожного движения: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2005. 271 с.
4. Берлова И.С. Психологические особенности участников дорожного движения как фактор безопасности // Ученые записки. 2010. Т. 1, № 2 (60). С. 32–36.
5. Гуревич П.С. Психологический словарь. М.: ОЛМАПРЕСС Образование, 2007. 800 с.
6. Комплекс универсальный психодиагностический УПДК-МК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.neurocom.ru/ru2/-psych/updk_mk.html. – Дата доступа: 27.02.2021.
7. Датчики давления шин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wtm-global.by/g7205895-datchiki-davleniya-shin>. – Дата доступа: 27.02.2021.

УДК 159.937.52

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ВЛИЯЮЩИЕ НА СПОСОБНОСТЬ ВОДИТЕЛЯ ВОСПРИНИМАТЬ ДОРОЖНУЮ ИНФОРМАЦИЮ

Самсонов В.Л., Евтух Г.Г.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

PSYCHOPHYSIOLOGICAL PROPERTIES THAT AFFECT THE DRIVER'S ABILITY TO PERCEIVE ROAD INFORMATION

Samsonov V. L., Evtukh G. G.

Belarusian state agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Рассмотрены психофизиологические свойства, влияющие на способность водителя воспринимать дорожную информацию. Раскрываются факторы, определяющие поведение участника дорожного движения и обусловленные его психическим состоянием в данный момент времени. Дана подробная характеристика психических процессов и явлений, влияющих на состояние участников дорожного движения, таких как: особенности восприятия пространства и времени, время реакции, внимание, мышление. Рассмотрены причины и условия возникновения иллюзорных восприятий. Выявлены наиболее значимые психофизиологические параметры восприятия, непосредственно влияющие на надежность профессиональной деятельности водителя автотранспортного средства.

Annotation. The psychophysiological properties that affect the driver's ability to perceive road information are considered. The article reveals the factors that determine the behavior of a road user and are caused by his mental state at a given time. A detailed description of mental processes and phenomena that affect the state of road users, such as: features of perception of space and time, reaction time, attention, thinking, is given. The causes and conditions of the appearance of illusory perceptions are considered. The most significant psychophysiological parameters of perception that directly affect the reliability of the professional activity of the driver of a motor vehicle are identified.

Ключевые слова: безопасность, реакция, восприятие, внимание, мышление, глазомер, иллюзии, психическое состояние.

Key words: safety, reaction, perception, attention, thinking, eyesight, illusions, mental state.

Введение

Для водителей, пешеходов важную роль играет такой когнитивный процесс, как восприятие, который может стать серьезной проблемой в процессе дорожного движения. Уровень безопасности на дорогах вытекает из эффективности работы наших органов чувств.

Изучая психофизиологические характеристики, следует определить способность водителя воспринимать дорожную информацию, осмысливать ее, принимать решения и своевременно выполнять действия по управлению транспортным средством.

Сам же процесс восприятия многообразен и включает в себя зрительные, слуховые, обонятельные, двигательные, вибрационные, кожные и другие ощущения [1]. Информацию об окружающей среде человек получает именно от органов восприятия. Она является источником представления об окружающем мире. Это подтверждается статистическими данными: несмотря на то, что в темное время суток интенсивность движения снижена до 10–15% от дневной величины, большинство ДТП (до 60%) происходит именно в это время, когда восприятие водителя ограничено [2].

В итоге действия водителя автотранспортного средства в определенный промежуток времени являются результатом его психического состояния, которое полностью подчиняется влиянию факторов восприятия.

Следовательно, психическое состояние, при котором наиболее быстро и оптимально качественно протекает процесс восприятия информации, зависит именно от факторов, моделирующих восприятие личности, и от того, насколько хорошо водитель может сохранять данные показатели положительно стабильными.

Основная часть

Качественные же показатели восприятия (точность, быстрота, полнота) прямо пропорциональны опыту и знаниям водителя. Они обуславливают раз-

личную результативную картину восприятия у опытного водителя и новичка. Однако причинная обусловленность наших действий все равно определяется психофизиологическими показателями.

В процессе вождения в основе положительного водительского расчета лежит такое качество восприятия, как умение правильно и быстро оценивать пространство и время. Наиболее важна оценка удаленности водителя от предметов, а также расстояния между ними.

Известно, что водитель автотранспортного средства в среднем охватывает своим вниманием не более трех объектов, не считая опасного. Поэтому в процессе вождения он пытается фиксировать попутные и встречные автомобили, наличие пешеходов и проезжую часть в целом.

Если глазомер дает искаженную картину восприятия временного интервала, чаще всего создается аварийная ситуация на дороге из-за излишней поспешности или запаздывающих действий, резких приемов управления. Как правило, негативные последствия при обгоне возникают в связи с некорректной оценкой временных микроинтервалов. Основное значение при выполнении опасных маневров играет не только знание о расстоянии до другого транспортного средства, но и умение сопоставить данную информацию с величиной тормозного пути или пути маневра, который необходимо осуществить при данной скорости в данной дорожной ситуации. Когда происходит искажение восприятия временных интервалов, водителю кажется, что времени для маневрирования будет достаточно, а на самом деле это не так, возникают напряженные ситуации на дорогах. Но исправить ошибку и ее последствия очень часто уже невозможно [3].

Итак, правильное восприятие времени – важнейшее профессиональное качество водителя. Данное качество является результативным в обеспечении безопасности на дорогах, дает как положительную характеристику уровню динамического глазомера водителя, так и возможность распознать нарушение оценки временного интервала, вследствие которого происходят ошибочные маневры или другие аварийные приемы управления автотранспортным средством.

Человек воспринимает пространство как трехмерное, восприятие предметов для него оправданно различно: удаленные видны под меньшим углом, чем

более близкие, с теми же размерами. А т. к. восприятие дает целостную картину мира, то для водителя информация о габаритах предметов, чаще всего встречающихся при управлении автотранспортным средством, является наиболее важной. И, чтобы эта информация была достоверной, необходимо систематически тренировать глазомер в определении расстояний. Более сложной для восприятия является оценка расстояний как между самими объектами, так и до движущихся объектов (пешеходов, автомобилей и пр.).

Цветовая гамма имеет огромное влияние на оценку расстояния до предметов. Известно, что переоценивается, т. е. кажется дальше, расстояние до движущего автотранспортного средства, окрашенного в темные тона (в черный или синий цвет), а светлые тона (желтый, оранжевый) способствуют более приближенному восприятию объекта. Соответственно, пологие подъемы за длинными спусками воспринимаются более крутыми [4].

Благоприятными условиями для возникновения иллюзий у водителя могут являться: утомление, ослабление внимания, состояние алкогольного опьянения, отрицательные эмоции (неуверенность, страх) или просто индивидуальные особенности человека. И успех управления автотранспортным средством будет зависеть от способности водителя преодолевать эмоциональное напряжение, чувство страха и неуверенность в действиях.

В большинстве случаев водитель оценивает условия дорожного движения преимущественно через визуальные каналы, а не через аудиальные. Благодаря опорным точкам он вырисовывает пространственный коридор своей траектории движения. При этом его взгляд скачкообразно перебрасывается с одного объекта на другой. А при высокой скорости данные психофизиологические манипуляции делать сложнее. Следовательно, водитель должен помимо соблюдения правил дорожного движения предъявлять высокие требования к состоянию своего зрения и учитывать физиологию его работы при выборе режима движения в различных условиях.

Не стоит забывать, что к личностным показателям восприятия относится такой психофизиологический процесс, как внимание. В литературных источни-

как внимание трактуется как направленность и сосредоточенность психической деятельности на чем-либо определенном [5]. Оно является важнейшим показателем надежности водителя автотранспортного средства. И если внимание сосредотачивается на других вещах, не связанных с управлением, то дорожную ситуацию должен постоянно контролировать такой психический процесс, как мышление. Мышление водителя совершенствуется при непрерывной практической деятельности, оказывает организующее влияние и отражается в его профессиональных действиях в опасных ситуациях и различных дорожных условиях. Более глубокие знания об особенностях своего восприятия необходимы как опытному водителю, так и начинающему для более продуктивного процесса мышления. Однако человек не сможет качественно распоряжаться своими знаниями для обеспечения эффективного мышления, если только они не будут подкрепляться его специальными знаниями и опытом управления автотранспортным средством.

В итоге исследования эмпирическим путем выявлены психофизиологические параметры наиболее значимых свойств восприятия. Удалось определить характеристики восприятия, непосредственно влияющие на надежность профессиональной деятельности водителя автотранспортных средств. На основе полученных результатов было разработано 5 методик, направленных на оптимальность определения и совершенствование уровня восприятия личности:

- 1) для оценки уровня восприятия расстояний и скоростей движущихся объектов психофизиологическим способом применялся тест на определение уровня восприятия скорости движения и расстояния до объектов в быстро меняющейся дорожной ситуации;

- 2) для оценки распределения внимания использовался тест на выявление способности водителя одновременно контролировать и при необходимости быстро и точно выполнять наиболее важные действия при вождении без потери контроля над другими значимыми аспектами дорожной ситуации (общение с пассажирами, манипулирование органами управления, оценка дорожной ситуации и т. д.);

3) для оценки эмоциональной устойчивости осуществлялось тестирование с целью определения способности водителя действовать при наличии отрицательных эмоциональных факторов и помех;

4) для оценки сложной двигательно-моторной реакции использован тест на определение способности водителя принимать правильное решение в быстро меняющейся дорожной обстановке;

5) для оценки склонности к риску применялся тест, позволяющий прогнозировать вероятность совершения рискованных действий во время дорожного движения, а также личностно-индивидуальную склонность к риску. В данном случае имеется в виду риск, реализация которого ставит под угрозу удовлетворение какой-либо достаточно важной потребности. Ибо ситуация риска основана на выборе из двух альтернативных вариантов поведения: с одной стороны, связанного с возможной неудачей, с другой – надеждой хотя бы на минимальное сохранение уже достигнутого результата. При этом выбор рискованного поведения не всегда обусловлен более высокой ценностью достигаемого результата. Часто проявляется тенденция к бескорыстному, немотивированному риску, который воспринимается как самостоятельная ценность.

Каждый человек отличается целым рядом особенностей, совокупность которых составляет его индивидуальность. Отрицательные черты личности затрудняют деятельность водителя, ведут к ошибкам и ДТП. Водители, допускающие наименьшее количество нарушений, имеют высокий уровень восприятия, характеризуются не только высокой дисциплинированностью, но и уравновешенностью, рассудительностью, находчивостью, более широкими интересами, высокими нравственными и моральными качествами. Воспитание этих качеств у водителей должно быть первостепенной задачей руководителей всех учебных и автотранспортных предприятий.

Заключение

Эмпирическим путем выявлены психофизиологические параметры наиболее значимых свойств восприятия, которые, в свою очередь, непосредственно влияют на надежность профессиональной деятельности водителя автотранс-

портного средства: уровень восприятия расстояний и скорости движущихся объектов, распределение внимания, эмоциональная устойчивость, сложная двигательно-моторная реакция, склонность к риску, на основе чего разработано 5 методик, направленных на оптимальность определения и развития уровня восприятия личности.

Для надежности профессиональной деятельности водителей автотранспортных средств, несомненно, важно, какой человек сидит за рулем, что он представляет собой как личность. Поэтому для безопасности дорожного движения необходимы не только коррекция определенных индивидуально-психологических параметров работающих водителей автотранспортных средств, но и модернизация на более ранних этапах коренных принципов обучения в автошколах, где должны проводиться тестирование и определение психологических характеристик будущих водителей, профилактика данных показателей, а также необходимый отсев обучаемых.

Литература

1. Безопасность дорожного движения: учеб. пособие для подготовки и повышения квалификации кадров автомобильного транспорта / В.В. Амбарцумян и др.; под ред. чл.-корр. Рос. акад. наук проф. В.Н. Луканина. М.: Машиностроение, 2008. 304 с.
2. Дорожно-транспортные происшествия: нормативные акты, материалы судебной практики, образцы документов / под ред. М.Ю. Тихомирова. 4-е изд., доп. и перераб. М., 2008. 284 с.
3. Коноплянко В.И., Зырянов В.В., Воробьев Ю.В. Основы управления автомобилем и безопасность дорожного движения: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2005. 271 с.
4. Берлова И.С. Психологические особенности участников дорожного движения как фактор безопасности // Ученые записки. 2010. Т. 1, № 2 (60). С. 32–36.
5. Гуревич П.С. Психологический словарь. М.: ОЛМАПРЕСС Образование, 2007. 800 с.
6. Комплекс универсальный психодиагностический УПДК-МК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.neurocom.ru/ru2/-psych/updk_mk.html. – Дата доступа: 27.02.2021.
7. Семьшев М.В., Андрющенок Е.В. Формирование информационно-коммуникативной компетенции в процессе использования современных педагогических средств оценивания // Международный научный журнал. 2012. № 5. С. 107-111.
8. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения / А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов, В.И. Самусенко, А.М. Никитин // Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 4 (44). С. 188-195.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ВИБРАЦИОННОЙ КАМЕРЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ФУРАЖНОГО
ЗЕРНА**

к.т.н., Курзенков С. В.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

**RESULTS OF RESEARCH ON THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL
PARAMETERS OF THE VIBRATION CHAMBER OF FORAGE GRAIN
CANNING**

Candidate of Engineering Sciences, Kurziankov S.V.,

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. В статье предложены результаты исследований конструктивных и технологических параметров вибрационной камеры консервирования фуражного зерна, которые могут быть использованы при проектировании аналогов оборудования различной производительности и выбора эффективных режимов обработки зернового материала раствором консерванта.

Annotation. The article proposes the results of research on the design and technological parameters of the vibrating chamber of forage grain canning, which can be used in the design of analogues of equipment of different performance and the choice of effective modes of processing grain material with a preservative solution.

Ключевые слова: конструктивные параметры оборудования, технологические параметры консервирования зерна.

Keywords: design parameters of equipment, technological parameters of grain preservation.

Введение

В работах [1, 2] детально описано оборудование для консервирования фуражного зерна с вибрационной камерой смешивания и принцип его работы. В основе такого оборудования лежит принцип направленных, перекрестно движущихся дисперсных потоков сыпучего и жидкого компонентов с взаимным проникновением одного в другой.

В представленной работе предложены на обсуждение основные результаты исследований конструктивных и технологических параметров вибрационной камеры консервирования фуражного зерна, которые могут быть использованы при проектировании аналогов оборудования различной производительности и выбора эффективных режимов обработки зернового материала раствором консерванта.

Результаты исследований и их обсуждение

Теоретические исследования, изложенные в работе [3] позволили получить математическую модель движения рабочего органа при изменении конструктивных параметров оборудования и технологических параметров процесса. Анализ зависимостей, описывающих траектории перемещения произвольных точек рабочего органа, показал, что в пространстве эти точки движутся по замкнутым линиям, напоминающим одинаково ориентированные эллипсы. При этом вертикальная составляющая амплитуды колебаний равна нулю для точек, совпадающих с осью симметрии системы, и возрастает с увеличением расстояния от вертикальной оси. В ходе анализа полученных теоретических зависимостей [4] было определено влияние режимов вибрационного процесса элементов устройства на динамику перераспределения материала в камере смешивания. Установлено, что при перемещении по поверхности распределительного устройства наблюдаются два вида движения материала – без отрыва и с отрывом от поверхности. Причём зоны такого движения зависят от конструктивных, массовых, инерционных параметров оборудования и режимов его работы. При детальном анализе параметров полученных теоретических зависимостей было установлено, что процесс формирования потока зернового материала в камере смешивания при его сепарации через перфорированную поверхность распределительного устройства зависит от: радиуса и высоты поднятия обечайки дозатора сыпучего компонента, соответственно $r_{об}$ (м) и $h_{об}$ (м), угловой скорости вращения вала рабочего органа – ω (c^{-1}), массы колеблющейся части рабочего органа – $M_{р.о.}$ (кг), массы дебаланса – m (кг), параметров, определяющих момент возмущающей силы – $x_{ц.м.}$ (м), z_d (м), безразмерной величины ν , характеризующей соотношение радиуса отверстия к радиусу частицы обрабатываемого материала. Такие же параметры, как радиус диска рабочего органа – r_d (м), коэффициент перфорации решета распределительной поверхности – $k_{пер}$, её ширину – $H_{реш}$ (м), а также безразмерный параметр ν_1 , характеризующий трансформацию отверстия при вибрации можно исключить из рассмотрения при изучении формирования потока зернового материала в камере смешивания. Исследования [6]

по изучению формы и расположению отверстий на перфорированной части рабочего органа показали, что с точки зрения наилучшей его пропускной способности и равномерности процесса сепарации через распределительную поверхность предпочтительнее использовать круглые отверстия решета, с центрами, распределёнными по вершинам правильных треугольников.

В статье [7] на основании теоретических предпосылок было выдвинуто ряд рабочих гипотез, нуждающихся в экспериментальном подтверждении:

- предлагаемая конструкция установки, выбранное расположение и форма отверстий перфорированной части рабочего органа обеспечивают равномерность кольцевого потока в камере смешивания;

- сепарация материала через перфорированную поверхность распределительного устройства зависит от перечисленных выше параметров и подчиняется нормальному закону распределения;

- эффективная зона просыпания зернового материала, а значит и радиус рабочего органа, которые могут быть определены исходя из вероятностного смысла процесса сепарации, изменяются в узких пределах при варьировании приведенных факторов и не существенно влияют на процесс обработки.

В работе [8] был экспериментально изучен процесс сепарации зернового материала через поверхность распределительного устройства рабочего органа. При этом статистической оценке подвергались характеристики пропускной способности распределительного устройства и равномерности прохождения через него зернового материала в зависимости от подачи и режимов вибрации. В данных экспериментах качественные показатели процесса обработки не исследовались. Исследования позволили определить опорные границы варьирования выбранных факторов и подтвердить выдвинутые гипотезы. В ходе моделирования процесса сепарации материала в рабочем органе было установлено, что зону эффективного просыпания зернового материала на распределительном устройстве достаточно зафиксировать на уровне 0,125 м.

На этапе поисковых экспериментов, изложенных в работе [9], ставилась цель определения границ варьирования выбранных факторов. Опыты проводи-

ли на лабораторной установке, повторяющей конструкцию модуля дозирования-смешивания, с диаметром корпуса камеры смешивания 0,6 м, с фиксированными диаметром обечайки 0,18 м и диаметром диска распределительного устройства 0,25 м. Основными показателями на этом этапе 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 ширине кольцевого потока при постоянных параметрах распыла был использован показатель $k_{нр}$, характеризующий неравномерность распределения материала в камере смешивания. На этом этапе была обоснована целесообразность использования при планировании многофакторного эксперимента вместо фактических величин $r_ч$, $r_{отв}$, $x_{ц.м.}$, $z_д$, $M_{р.о.}$, $m_д$, $r_{об}$, $h_{об}$, безразмерных комплексов – $v=r_{отв}/r_ч$, $\delta_д=z_д/x_{ц.м.}$, $\delta_М=m_д/M_{р.о.}$, $\delta_{об}=h_{об}/D_{об}$, которые принимались в качестве параметров подобия конструкции предлагаемого устройства. В ходе обобщения результатов поисковых экспериментов были установлены границы варьирования этих факторов: угловая скорость вала – $\omega \in [195; 320] \text{ с}^{-1}$, безразмерный параметр, характеризующий соотношение высоты поднятия обечайки к её диаметру – $\delta_{об} \in [0,056; 0,22]$, безразмерный параметр, характеризующий соотношение радиуса отверстия к радиусу частицы обрабатываемого материала – $v \in [5,30; 6,70]$, безразмерный параметр, характеризующий отношение массы дебаланса к массе колеблющейся части рабочего органа – $\delta_М \in [0,0014; 0,0071]$, безразмерный параметр, характеризующий расположение дебаланса, относительно центра масс колеблющейся части системы – $\delta_д \in [1,41; 1,88]$.

На этапе оптимизации конструктивных параметров модуля дозирования-смешивания и технологических параметров процесса консервирования зерна [10] были определены математические модели влияния исследуемых факторов на производительность установки и неравномерность обработки зерна консервантом соответственно:

$$Q=0,034\omega - 0,00007\omega^2 - 23412,6\delta_М^2 + 1,73\delta_д^2 + 0,019\omega\delta_{об} + 0,0013\omega v + 1,715\omega\delta_М - 0,0248\omega\delta_д;$$

$$k_{н.о} = -0,0463 \omega - 0,771 \delta_{об} + 1,536 \nu + 55,895 \delta_M + 0,0001 \omega^2 - 0,124 \nu^2 + 0,231 \delta_d^2 - 0,085 \omega \delta_{об} \nu \delta_M \delta_d,$$

а также установлена зависимость неравномерности его обработки раствором консерванта от распределения в камере смешивания

$$k_{н.о} = 0,5 k_{н.р}^2 + 0,509 k_{н.р}.$$

С целью обеспечения устойчивости процесса нанесения жидких растворов консервантов на зерно с гарантированным качеством получаемого продукта была разработана методика расчета предлагаемого рабочего органа [10], основанная на решении компромиссной задачи:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_{н.о} \rightarrow \min \\ 195 \leq \omega \leq 257,5; \\ 0,138 \leq \delta_{об} \leq 0,22; \\ 5,2 \leq \nu \leq 6,7; \\ 0,00425 \leq \delta_M \leq 0,0071; \\ 1,41 \leq \delta_d \leq 1,645; \\ 0,034 \omega - 0,00007 \omega^2 - 23412,6 \delta_M + 1,73 \delta_d^2 + 0,019 \omega \delta_{об} + 0,0013 \omega \nu + 1,715 \omega \delta_M - 0,0248 \omega \delta_d = Q_3. \end{array} \right.$$

Исходными данными при расчёте являлись: вид зернового материала, агротехнические требования к консервированному зерну и производительность оборудования по конечному продукту. На основании производительности оборудования по конечному продукту устанавливалась подача зернового материала и рассчитывалась подача консерванта. Для синхронизации подачи зернового материала в базовом оборудовании, обеспечения качественного процесса смешивания рабочего раствора и зернового материала с учётом изменения основных технологических параметров в указанных выше диапазонах была разработана номограмма [10]. Ее анализ показал, что наиболее эффективная обработка зернового материала осуществляется с производительностью от 12000 кг/ч до 15000 кг/ч. При этом коэффициент неравномерности обработки зерна будет варьировать от 0,045 до 0,08.

Для создания аналогов оборудования, с более широким диапазоном варьирования производительности и заведомо прогнозируемым качеством обработ-

ки в работе [10] была предложена номограмма определения рациональных конструктивных параметрам предлагаемого оборудования.

Заключение

На протяжении ряда лет сотрудниками УО “БГСХА” (г. Горки) и НПП “Белама плюс” (г. Орша) исследовалось, разрабатывалось и совершенствовалось оборудование, предназначенное для нанесения консервантов в виде растворов на поверхность зерна. Результатом этой работы стало создание оборудования, отличительной особенностью которого являлось использование в качестве активизирующего рабочего органа – вибрационного дозатора-смесителя камерного типа.

В данной статье описаны основные этапы исследований и их результаты по совершенствованию камеры консервирования фуражного зерна, которые могут быть использованы при проектировании аналогов оборудования различной производительности и выбора эффективных режимов обработки зернового материала раствором консерванта.

Литература

1. 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.
2. Червяков А.В., Курзенков С.В., Иващенко Л.М. Результаты испытаний установок консервирования зерна УКЗ-20 и УКЗ-50 // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы науч.-практ. конф. Горки: БГСХА, 2007. С. 152-156.
3. Курзенков С.В. Определение закона движения точки вибрационного распределительного устройства питателя-дозатора для консервирования зерна // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. С. 153-163.
4. Шаршунов В.А., Червяков А.В., Курзенков С.В. Изучение параметров потока сыпучего материала в камере смешивания установки консервирования зерна // Весці НАН Беларусі. 2008. № 4. С. 94-102.
5. 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.
6. Шаршунов В.А., Червяков А.В., Курзенков С.В. Основы расчёта конструкции оборудования для консервирования фуражного зерна // Техника и технологии: материалы междунар. науч. конф., Пловдив, 23-24 октября 2009 г., Болгария, 2009. С. 119-124.
7. Червяков, А.В., Курзенков С.В. Изучение процесса сепарации материала через перфорированную поверхность распределительного устройства оборудования консервирования зерна // Вестник БГСХА. 2009. № 2. С. 138-146.
8. Шаршунов В.А., Червяков А.В., Курзенков С.В. Обоснование интервалов варьирования факторов при консервировании фуражного зерна установкой УКЗ-20 // Вестник МГУП. Могилёв: МГУП, 2009. № 2 (7). С. 67-73.

9. Курзенков С. В. Определение параметров и условий формирования потока сыпучего компонента в вибрационной рабочей камере смешивания установки консервирования зерна с перфорированной распределительной поверхностью // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. С. 179-189.

10. Червяков А.В., Курзенков С.В. Методика расчёта вибрационного дозатора-смесителя камерного типа при консервировании фуражного зерна // Вестник БГСХА. 2010. № 2. С. 143-147.

11. Новиков А.А., Тюрева А.А., Михальченкова М.А., Гринь А.М. Термоупрочнение изготовленных из вторичного сырья долот штамповарных лемехов // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 28-29.

12. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

УДК 631.371

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

Астапенко И.М.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

WAYS OF INCREASING TRACTION-SPEED INDICATORS OF AGRICULTURAL TRACTORS

Astapenko I.M.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. рассмотрены и критически проанализированы способы повышения тягово – скоростных показателей сельскохозяйственных тракторов, направленных на повышение интенсивности рабочих процессов, протекающих в двигателе, дана их классификация, отмечены особенности работы двигателя за счет применения обогащения всасываемого воздуха активатором.

Annotation. the methods of increasing the traction and speed indicators of agricultural tractors, aimed at increasing the intensity of the working processes occurring in the engine, are considered and critically analyzed, their classification is given, the features of the engine operation are noted due to the use of the intake air enrichment with an activator.

Ключевые слова: трактор, двигатель, форсирование, активатор.

Key words: tractor, engine, forcing, activator.

Введение. Постановка цели и задачи

Самостоятельно трактор не выполняет никаких агротехнических операций. Он работает только с навесными или прицепными машинами, т. е. является составной частью машинно-тракторного агрегата. Поэтому при рассмотрении тяговых характеристик трактора всегда следует учитывать влияние агрегатируемой машины [11, 12]. Тяговые качества трактора определяются минимальными и

максимальными тяговыми усилиями, оцениваемыми диапазоном тяговых усилий. Форсирование двигателя состоит в увеличении мощности свыше номинальной и может быть организовано посредством различных способов, связанных с повышением интенсивности рабочих процессов, протекающих в двигателе.

Цель работы: повысить производительность и эффективность работы машинотракторного агрегата путем форсирования дизеля обогащением подаваемого воздуха различными активаторами.

Методика проведения исследований.

Анализ литературы [1, 2, 3, 4] показал, что можно выделить несколько способов форсирования двигателя:

- а) увеличение количества цилиндров двигателя и его рабочего объема;
- б) реализация двухтактного цикла (уменьшение тактности);
- в) повышение степени сжатия, что обеспечивает большую эффективность индикаторного коэффициента полезного действия;
- г) снижение коэффициента избытка воздуха (обогащение свежего заряда воздуха);
- д) увеличение скорости вращения коленчатого вала двигателя;
- е) использование импульсного наддува.

Результаты экспериментов и их обсуждение.

Проведем анализ описанных способов с целью выбора наиболее эффективного.

Увеличение числа цилиндров, при сохранении рабочего хода и диаметра цилиндра, увеличение рабочего объема двигателя, повышение скорости вращения коленчатого вала, уменьшение количества тактов (с четырех до двух) влечет за собой изменение конструкции мотора, его массогабаритных характеристик. Это приведет к изменению таких основных деталей, как коленчатый вал, детали газораспределительного механизма. Увеличение степени сжатия в дизельных двигателях (обычно выбирают на основе условий гарантированного запуска двигателя и допустимой нагрузки на детали мотора) не увеличивает удельную мощность и иногда даже приводит к её снижению, ввиду падения механического коэффициента полезного действия.

Основным недостатком использования наддува становится потеря мощности на привод компрессора или турбокомпрессора. При работе дизельный двигатель эксплуатируется в различных условиях, в связи с этим задержка времени разгона турбины от двигателя в значительной мере ухудшает показатели мотора. Дизельные двигатели с турбонаддувом более вибронегружены, работают с большой тепловой нагрузкой и имеют меньший коэффициент адаптации. С другой стороны, применение регулируемых турбокомпрессоров в сочетании с электронным управлением двигателем, позволяет значительно повысить коэффициент приспособляемости.

Большое влияние на эксплуатационные показатели сельскохозяйственных тракторов оказывает планомерное проведение работ, связанных с улучшением условий работы машинотракторного агрегата.

Результативным способом повышения мощности дизельных двигателей и преодоления перегрузок машинотракторного агрегата стал способ обогащения всасываемого воздуха активатором, чаще всего углеводородным. В роли активатора может выступать бензин, керосин, спирт, дизтопливо и другие. Это позволяет в зависимости от конструкции приспособления, количества и типа активатора увеличить мощность двигателя до 30%.

Активаторами в исследовании выступали различные углеводородные вещества в двух агрегатных состояниях – жидком и газообразном.

Результаты показали, что наилучший эффект получается при использовании легкоиспаряющихся и высококалорийных активаторов (эфир, бензин, дизельное топливо).

При обогащении наддувочного воздуха сжиженным нефтяным газом и бензином происходит повышение мощности двигателя при одновременном снижении дымности и уменьшает жесткость работы дизельного двигателя.

Исследования [7, 8] показали, что использование бензина как активатора для обогащения наддувочного воздуха дизельного двигателя помогает приготовить рабочую смесь к самовоспламенению, ускорить предварительные процессы в цилиндре двигателя, сократить период задержки воспламенения. В связи с этим

замечено уменьшение скорости увеличения давления и максимальной температуры цикла.

Использование керосина как активатора для дизельного двигателя объясняется его свойствами - высокой испаряемостью и калорийностью (43,1-43,9 МДж/кг), текучестью, низкотемпературными свойствами, малым смолообразованием и другими (антиизносные, диэлектрические, вязкостные и другие).

Исследования [6] по применению в качестве активатора авиационного керосина, показывают, что при введении 10% дозы активатора номинальная мощность увеличивается на 5%, удельный расход топлива падает на 6%.

Применение в качестве активатора минерального дизельного топлива требует определённой осторожности и проведения дополнительных исследований. Так, в работе [5] показано, что при применении 30% дозы минерального дизельного топлива во впускной коллектор экономичность двигателя испортилась, стали прослушиваться детонационные стуки. При дозировке до 25% наблюдается повышение эффективной мощности более 11%.

В настоящее время актуальными являются топлива на базе растительного сырья, производимые из масел рапса, подсолнечника, хлопка, сафлора, арахиса и другие. К основным преимуществам этих видов топлива относится возобновляемость, способность к биологическому разложению, улучшенные экологические свойства по монооксиду углерода и дыму в отработавших газах, по сравнению с традиционным дизельным топливом [9]. Растительные масла имеют повышенную вязкость по сравнению с дизельным топливом поэтому показатели впрыска топлива у них значительно хуже. Однако, снизить вязкость возможно путём подогрева масел.

Биодизель – это эфиры соответствующих масел, которые используются как дизельное топливо. Метиловый эфир обычно получают методом известным как «трансэфиризация». Молекула глицерольного эфира жирной кислоты расщепляется на молекулы метилового эфира. При этом масла и жиры реагируют со спиртом (обычно метанол), а катализатором является натриевый или содовый гидроксид (сода, щелок, поташ или едкий натрий). Проведенные исследования [4] обогащения наддувочного воздуха активатором на базе растительного рап-

сового масла (подача 10, 17 и 36% от подачи топлива насосом высокого давления) показали, что увеличение дозы вводимого активатора приводит к уменьшению токсичности отработавших газов, росту расхода топлива, попаданию рапсового масла в картер мотора.

Также в качестве замены традиционного топлива применяют спирт (метанол, этанол, нормальный бутанол). Спирт интересен ввиду малой стоимости, экологичности отработавших газов, большими перспективами по производству.

У спиртов имеются некоторые особенности, не позволяющие применять как топливо без какой-либо обработки. Спирты имеют малую воспламеняемость, цетановое число. Поэтому использование низших одноатомных спиртов в чистом виде требует дополнительных технологических и конструктивных мер по обеспечению воспламенения спиртов в цилиндрах дизелей.

Высокая теплота испарения приводит к образованию паров в топливной системе, а также снижению температуры смеси. Смазочные свойства также находятся на низком уровне ввиду низкой вязкости, это приводит к образованию задиров и привариванию как плунжерной пары, так и распылителя форсунок. Низкая теплота сгорания приводит к росту расхода топлива более 2 раз по сравнению с традиционным дизельным топливом. Кроме того, спирты крайне коррозионноактивны [9].

Таким образом, лучше применять спирт как активатор, чем основное топливо для дизельного двигателя.

В работах [10] сказано, что добавление 15% метанола обеспечивает уменьшение дымности отработавших газов порядка 2 раз и содержание NO_x на 65-75%.

Использование водорода как топлива и активатора трудно из-за его высокой диффузионной способности, высокой скорости горения и большого диапазона воспламеняемости, а также проблем, связанных с хранением.

Выводы

Поскольку в настоящее время запасы нефти истощаются и повышаются цены на дизельное топливо, стоит рассмотреть возможность использования альтернативных источников энергии в качестве частичной или полной замены дизельного топлива.

В результате проведенных исследований установлено, что обогащение подаваемого воздуха при работе с перегрузкой до 30% от объема топлива наиболее эффективны активаторы с повышенной теплотой сгорания и способностью к испарению, которые позволяют значительно повысить эффективные показатели дизельного двигателя и тяговые со скоростными характеристики трактора. Отличительной чертой смесевых топлив, как натуральных, так и обработанных ультразвуком, являются худшие теплотворные и испарительные свойства, что позволяет в незначительной степени улучшить вышеназванные характеристики МТА, однако решает проблему с дымностью выхлопных газов.

Литература

1. Ахрамадов Б.Р. Повышение эффективности функционирования тракторов класса 4,0 в условиях республики Таджикистан путем обоснования допускаемых режимов их работы: дис. ... канд. техн. наук. Душанбе: Таджикская академия с.-х. наук Республиканский науч.-техн. центр по с.-х. машиностроению и механизации АПК, 2006. 173 с.
2. Теоретические исследования по совершенствованию процесса диагностирования дизелей / С.И. Будко, И.В. Козарез, С.И. Козлов, Л.С. Киселева, А.Н. Агеенко, А.Н. Горбов // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 1 (77). С. 50-55.
3. Совершенствование методики и средств диагностирования дизельных двигателей / С.И. Будко, В.М. Кузюр, Л.С. Киселева, А.Н. Агеенко, В.И. Коцуба // Сельский механизатор. 2020. № 1. С. 36-37.
4. Модернизация оборудования для диагностирования форсунок / В.М. Кузюр, С.И. Будко, А.Н. Горбов, В.И. Коцуба // Сельский механизатор. 2020. № 1. С. 28-29.
5. Вальехо Мальдонадо П.Р. Применение разделенной подачи топлива растительного происхождения в малоразмерный дизель с целью улучшения его экологических показателей: дис. ... канд. техн. наук. М.: РУДН, 2000. 182 с.
6. Кузнецов А.В. Топливо и смазочные материалы. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: КолосС, 2010. 160 с.
7. Повышение эффективности работы тракторных дизелей обогащением воздушного заряда активаторами минерального и растительного происхождения / А.П. Уханов, В.А. Рачкин, Д.А. Уханов, М.В. Рыблов // Тр. междунар. форума по проблемам науки, техники и образования. М.: Академия наук о Земле, 2007. С. 47-49.
8. Рачкин В.А. Улучшение технико-эксплуатационных показателей тракторных дизелей применением комбинированной системы топливоподачи: дис ... канд. техн. наук. Пенза, 2005. 190 с.
9. Рыблов М.В. Улучшение эксплуатационных показателей тракторов обогащением воздушного заряда дизеля на впуске: дис. ... канд. техн. наук. Пенза, 2009. 190 с.
10. Смоленский В.В. Особенности процесса сгорания в бензиновых двигателях при добавке водорода в топливовоздушную смесь: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тольятти, 2007. 20 с.
11. 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.
12. Михальченков А.М., Козарез И.В., Горбачев Р.В. Влияние наплавочного армирования на изнашивание восстановленных лемехов компании Фогель и Ноот // Тр. ГОСНИТИ. 2013. Т. 111, № 1. С. 50-55.

13. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.

УДК 631.363.25

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРМОВ

*к.т.н., Самусенко В.И., к.т.н., Кузюр В.М., к.т.н., Будко С.И., к.э.н., Гринь А.М.,
к.т.н., Кузьменко И.В., samvi64@mail.ru
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

DEVELOPMENT OF THE UNIVERSAL CHOPPER DESIGN KORMOV

*candidate of technical sciences Samusenko V. I., Ph. D., candidate of technical
sciences Kuzyur V. M., Ph. D., candidate of technical sciences Budko S. I., candidate
of technical sciences Grin A. M., Ph. D., candidate of technical sciences
Kuzmenko I. V., samvi64@mail.ru
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрены вопросы и проанализированы технологические схемы приготовления кормов, направленных на повышение интенсивности рабочих процессов. Измельчение является одной из самых распространенных и важных операций в технологическом процессе подготовки кормов к скармливанию животным, обусловлено требованиями их физиологии кормления. Измельчение используется с целью улучшения вкусовых качеств кормов, предотвращения потерь при скармливании и повышение возможностей более точного дозирования во время раздачи кормовой смеси.

Annotation. The issues and technological schemes of feed preparation aimed at increasing the intensity of working processes are considered and analyzed. Grinding is one of the most common and important operations in the technological process of preparing feed for feeding to animals, due to the requirements of their feeding physiology. Grinding is used to improve the taste of the feed, prevent losses during feeding and increase the possibility of more accurate dosing during the distribution of the feed mixture.

Ключевые слова: измельчитель, корма, ротор, зерно.

Key words: shredder, feed, rotor, grain.

Введение. Постановка задачи

В решении задач по обеспечению населения продуктами питания, а также снабжения промышленности сырьем, важное значение имеет качественное совершенствование материально-технической базы сельского хозяйства, его целенаправленное перевооружение и внедрение достижений и передовой практики. Одной из важнейших отраслей сельскохозяйственной производство является жи-

вотноводство, доля которого в валовой продукции приближается к половине, а в районах интенсивного животноводства к 80%. Животноводство дает населению ценные продукты питания и сырье для перерабатывающей промышленности [1].

Производственный опыт показывает, что простое насыщение животноводческих предприятий машинами и оборудованием с целью повышения уровня механизации труда далеко не всегда сопровождается повышением эффективности производства в целом, особенно в настоящее время в связи с резким подорожанием сельскохозяйственной техники. Реальный срок службы отдельных машин 1,7 - 1,8 раза ниже нормативного, что обусловлено как их конструктивным несовершенством, так и низким уровнем эксплуатации [6]. В наибольшей степени вышеперечисленных недостатков относится к малым фермам, где эксплуатация высокопроизводительного и дорогостоящего оборудования, оказывается невыгодной из-за низкой загрузки и больших затрат на его обслуживание [5]. Так как, в настоящее время производство продукции животноводства на малых фермах приобретает большое значение, то назревает необходимость в создании машин и установок, способных в значительной мере снизить затраты ручного труда, а также эксплуатационных затрат, что затем положительно скажется на себестоимости продукции.

Основная часть

Измельчение является одной из самых распространенных и важных операций в технологическом процессе подготовки кормов к скармливанию животным, обусловлено требованиями их физиологии кормления. Измельчение используется с целью улучшения вкусовых качеств кормов, предотвращения потерь при скармливании и повышение возможностей более точного дозирования во время раздачи кормовой смеси [3].

При кормлении животных компонентами измельченного корма потери уменьшаются на 20-30%, измельченную солому и сено животные поедают почти полностью. В среднем один килограмм соломы содержит 0,2 кормовой единицы (600 ккал или 2510 кДж), 5...12 г перетравленного протеина и незначительное количество минеральных веществ, эффективность использования

грубых кормов повышается, если их скармливать животным в измельченном виде [2].

Для крупного рогатого скота длина частей измельченного корма должна составлять 3-5 см для телят 1-3 см.

Допустимый уровень остаточного загрязнения должен составлять: земли – не более 1-2%; песка – 0,3-1%; металлические примеси – до 30 мг на 1 кг корма

С учетом зоотехнических требований предлагается конструкция универсального измельчителя кормов [4].

Измельчитель кормов состоит из двух измельчающих аппаратов, которые предназначены для измельчения зерновых и стебельных кормов. Для измельчения зерновых кормов используются измельчающий ротор 1 (рис. 1), измельчающими элементами которого являются молотки. Ротор размещен в решетке 2, решетка является переменной в зависимости от фракции измельчения зерновых кормов. Зерно подается в бункер 3 и регулируется его подача в измельчительную камеру заслонкой 11. Молотковый ротор 1 также используется для измельчения измельченных стебельных на сennую муку, для этого из измельчителя грубых кормов выведен разгрузчик измельченного сена 9, откуда материал попадает в накопитель 4 и измельчительную камеру.

При измельчении стеблевых кормов и силоса используют вертикальный ножевой измельчитель с вентилятором 5. Для подачи стебельных кормов в передней части измельчителя установлен падающий транспортер 6, который подает корма в прижимных битеров 7. Битеры 7 уплотняют стебельную массу для увеличения качества измельчения. Для разгрузки измельченной массы на валу измельчителя и дисковые установлен вентилятор, который создает воздушный поток, при помощи которого измельченная масса через разгрузчик 8 поступает для дальнейшей обработки или использования. Для кормления свиней одним из необходимых компонентов смеси является травяную муку, для измельчения сена на муку используется второе измельчение, при этом разгрузочный канал 8 перекрывается заслонкой 10 и измельченное сено поступает для второго дробления в измельчающий ротор 1.

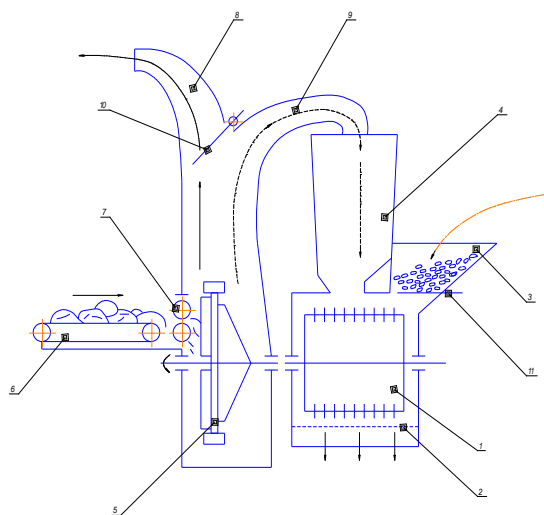


Рисунок 1 - Технологическая схема работы универсального измельчителя

Приводом измельчителя является электродвигатель. Два измельчителя могут работать в одно время, так и отдельно друг от друга, это дает возможность уменьшить затраты электроэнергии и уменьшить износ деталей машин. Отключается один из измельчителей при помощи соединительной муфты.

Выводы

Опыт практического использования указанных машин показал, что некоторые элементы конструкций требуют усовершенствования (модернизации) и доработки, а также разработки новых конструкций. Поэтому целью работы является: разработка малозатратной технологии производства кормов. В настоящее время в линиях приготовления кормов используются измельчители кормов различных конструкций. Однако они имеют относительно высокую стоимость и установленную мощность, что зачастую влечет определенные финансовые и энергетические затраты.

Литература

1. Козлов С.И., Кузюр В.М. Использование экспандера для переработки зерна ржи с целью повышения качества производства комбикормов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2019.
2. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты отсеивающих экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. С. 38-44.
3. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты однофакторных поисковых экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность ма-

шин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 211-219.

4. Режущий элемент измельчителя кормов: пат. 2075919 / Ермичев В.А., Кузюр В.М.; заявл. 14.03.1995; опубл. 27.03.1997.

5. Кузюр В.М., Ермичев В.А. Механизированное измельчение кормов в условиях фермерского хозяйства агропромышленному комплексу // Сб. науч. тр. ВСХИЗО. М., 1995. С. 32-34.

6. 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.

7. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.

8. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

9. Дьяченко О.В., Дронов А.В., Слѣзко Е.И. Возделывание многолетних травосмесей как способ эффективного обеспечения кормопроизводства Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 6 (58). С. 29-33.

УДК 631.371:621.311

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

к.т.н., Козлов С.И. Stepan-61@mail.ru,

Бортник С.А. sbortnik2012@baa.by

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь
к.т.н., Кузюр В.М., kvming@mail.com, к.т.н., Будко С.И., s.budko.32@bk.ru,*

Киселева Л.С., larisa_mi@mail.ru

Брянский государственный аграрный университет, Россия

ENSURING THE MICROCLIMATE ON THE LIVESTOCK FACILITIES

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Kozlov S.I.

kvming@mail.com

engineer Bortnik S.A. kvming@mail.com

Belarusian State Agricultural Academy, Republic of Belarus

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

V.M. Kuzur, kvming@mail.com

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

Budko S. I., s.budko.32@bk.ru

engineer Kiseleva L.S., larisa_mi@mail.ru

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация: Создание оптимального микроклимата, отвечающего физиологическим потребностям животных - обязательное условие для нормальной жизнедеятельности скота. Проблему вентиляции в коровниках лучше всего решить при помощи установки вентиляционных штор, что является актуальным направлением.

В статье обосновывается применение вентиляционных светопрозрачных штор, которые могут использоваться как в ненастную погоду, так и в жаркие дни.

Abstract: The creation of an optimal microclimate that meets the physiological needs of animals is a prerequisite for the normal functioning of livestock. The problem of ventilation in cowsheds is best solved by installing ventilation curtains, which is an actual trend.

The article substantiates the use of ventilation translucent curtains, which can be used both in inclement weather and on hot days.

Ключевые слова: микроклимат, вентиляция, температура, влажность, конденсат, вентиляционная система, шторы, привод.

Keywords: microclimate, ventilation, temperature, humidity, condensate, ventilation system, curtains, drive.

Введение. Постановка задачи

Молодняк на доращивании и откорме чаще всего содержат в закрытых помещениях, часть из которых имеет низкие потолки, полы с плохими жижестотками, неудовлетворительную вентиляцию и недостаточную освещенность. Все это отрицательно влияет на микроклимат в помещениях, ведет к повышению влажности и появлению конденсата, большой загазованности аммиаком, оксидом углерода и другими вредными веществами, что отрицательно сказывается на состоянии животных, их аппетите, сопротивляемости к заболеваниям, особенно легочным [1, 2]. Поэтому до постановки животных на стойловое содержание необходимо отремонтировать и очистить здание, починить ворота, двери, полы, проверить состояние вентиляционных труб, а при необходимости установить приточно-вытяжную вентиляцию в помещениях. Создание оптимального микроклимата, отвечающего физиологическим потребностям животных - обязательное условие для нормальной жизнедеятельности скота. Это условие надо помнить как при содержании животных на крупных фермах, так и в старых переоборудованных зданиях. К сожалению, зачастую этому не уделяется должного внимания. Необходимо следить за температурой, влажностью в помещениях, состоянием окон, проверять работу вентиляционной системы, не допускать сквозняков, особенно при содержании молодняка.

Для контроля над состоянием микроклимата в помещениях можно пользоваться оптимальными показателями, наиболее благоприятными для животных разных возрастных групп.

Часто скот содержится на площадках различного типа, которые используются сезонно или круглый год в зависимости от природно-климатических условий отдельных районов и возраста животных, содержащихся на этих площадках.

Откормочные площадки различных зон страны отличаются конструктивными и технологическими особенностями: покрытием выгульных и кормовых дворов, устройством места для отдыха животных и некоторыми другими элементами [3].

При организации кормления скота на площадках, особенно в зимнее время, необходимо по возможности использовать сухие корма [4]. Высокая эффективность получается при скармливании полнорационных кормовых смесей из кормушек, измельченного сена, соломы обработанной. Также следует устанавливать автопоилки с электроподогревом воды до 16-18°C.

Анализ работы откормочных площадок показывает, что привесы молодняка на откорме и затраты кормов на привес в большой степени зависят от сезона года и погодных условий. В холодное время года и при наличии грязи на площадках снижаются приросты на 25-40% и больше, а затраты кормов на прирост возрастают на 30-50% и выше. С наступлением теплых дней и благоприятных условий содержания животных на открытом воздухе приросты значительно возрастают и резко улучшается использование корма. Эти компенсаторные способности молодых растущих животных в большой степени нивелируют зимние задержки роста и перерасход кормов. Однако надо иметь в виду, что полной компенсации не наступает [5].

Проблему вентиляции в коровниках лучше всего решить при помощи установки вентиляционных штор.

Основная часть

Система штор служит одним из источников для создания удобства для коров, а именно, предоставление вентиляции и достаточного освещения в коровнике.

Системы штор крепятся вдоль стены, немного ниже оконного проема, при этом, в открытом виде создавая складку. При желании вентиляционный проем можно закрывать специальной ветрозащитной сеткой.



Рисунок 1 - Рулонная система штор

Вентиляционные шторы очень легки и удобны в установке, а так же в эксплуатации. Такие шторы имеют несколько видов: одно или двухслойные, которые скручиваются сверху или снизу и комбинированные.

К видам системы штор относятся: надувные, подъемные и рулонные. В процессе изготовления надувных штор применяются надувные гибкие трубы, которые соединяются между собой. После этого трубы надуваются при помощи вентилятора. При окончании этого этапа из этих труб образуется стена с идеальными теплоизоляционными характеристиками. Такие действия применяются при суровых погодных условиях или же неблагоприятном климате.

Подъемные вентиляционные шторы изготавливают из сотового поликарбоната и покрываются алюминием, что в свою очередь гарантирует долгий срок их службы, не смотря на любые условия окружающей среды.

Процесс подъема экранов систем штор проходит путем наматывания тросов на вал. Такой механизм предусматривает установку системы климат - контроля.

Рулонные вентиляционные шторы изготавливаются из сверхпрочных полиуретановых тканей. Чаще всего используют полиэтиленовый тент. Выбор материала для штор зависит от доли ультрафиолета. Такие шторы могут иметь электрическое управление, а так же возможность установления скорости и направления ветра, если нужно измеряется температура воздуха как внутри, так

и снаружи помещения. Зависимо от ветровой нагрузки рекомендуется установить рулонные шторы нужной плотности.



Рисунок 2 - Штора боковая рулонная

Эта система основывается на установке светопропускных, стабильных ультрафиолету тентов, которые открываются сверху вниз. В теплое время года, согласно потребностям коров шторы полностью открыты. Это рассчитано на свободный доступ большого количества свежего воздуха на общую площадь боковых стен здания. Зимой, при холодных ветрах, корова может быть защищена высокоподнятыми тентами и спокойно лежать, однако (чтобы избежать конденсации) для создания сухого микроклимата в помещении также очень важно проветривание. Шторы закрываются ветрозащитными сетками, которые не надо чистить и благодаря эластичности могут оптимально регулироваться для любого климата. Через светопропускные тенты в помещение проникает много дневного света.

При изготовлении вентиляционных окон используются стальные или алюминиевые профили, сотовый или монолитный поликарбонат (линейка толщин 8, 10, 16, 20, 24, 32 мм), в том числе с УФ-защитой. Конструктивно возможно изготовление окон без возможности открывания, сдвижных (вправо-влево), подъемных (вверх-вниз), окон-фрамуг. Управление положением открытия возможно вручную, ручным приводом (лебедка) или автоматическим электроприводом.



Рисунок 3 - Подвижные панели

Прогрессивные фермеры Северной Америки уже несколько десятков лет используют систему «холодных коровников» для содержания молочного скота. Данная система включает различные типы оборудования для естественной вентиляции помещений для содержания животных: шторы, прозрачные и изолированные панели, вентиляторы, вытяжные шахты. Помимо обеспечения необходимой температуры в помещениях и улучшения качества воздуха, данные системы позволяют в значительной степени сократить время строительства и капитальные затраты.

Заключение

Вместо боковых стен в коровниках устанавливаются шторы или панели с ручным или автоматическим управлением, обеспечивающие:

- Постоянный микроклимат в помещении.
- Долговечность и коррозионная стойкость конструкции.
- Бесшумность, безопасность работы.
- Экономичность, малое потребление энергии.

Предложенное техническое решение по усовершенствованию микроклимата, а именно, установка боковых вентиляционных штор позволит улучшить условия для животных и положительно отразится на надоях.

Литература

1. Брагинец Н.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. М.: Агропромиздат, 1991.

2. Механизация животноводства / В.К. Гриб, Н.М. Лукашевич, Н.И. Сёмкин и др.; под ред. В.К. Гриба. Мн.: Ураджай, 1997.
3. Козлов С.И., Кузюр В.М. Использование экспандера для переработки зерна ржи с целью повышения качества производства комбикормов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2019. С. 281-287.
4. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты отсеивающих экспериментов процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2018. С. 38-44.
5. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты однофакторных поисковых экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2017. С. 204-213.
6. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

УДК 636.085.5

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИОБЕЗОПАСНОЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ УГЛУБЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА И ЗЕРНОСМЕСЕЙ

*к.т.н., Курзенков С. В., к.т.н., Козлов С. И.,
к.т.н., Понталев О. В., к.т.н., Крупенин П. Ю.*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

WAYS TO IMPROVE THE BIO-SAFE FEED BASE OF ANIMALS AND POULTRY IN THE APPLICATION OF TECHNOLOGIES OF IN-DEPTH PROCESSING OF GRAINS AND GRAINS

*Candidate of Engineering Sciences, Kurziankov S.V., Candidate of Engineering
Sciences, S. I. Kozlov, Candidate of Engineering Sciences, O.V. Pontalev, Candidate
of Engineering Sciences, P. Y. Krupenin Belarusian State Agricultural Academy,
Belarus*

Аннотация. Сотрудниками Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на протяжении 20 лет ведется поиск путей совершенствования технологий производства биобезопасных кормов для животных и птицы. В данной статье представлены наиболее перспективные направления и технические решения комбинированного воздействия на зерно и зерносмеси, применение которых для кормопроизводства позволит решать задачи повышения питательной ценности и безопасности получаемого корма; экономии средств за счет включения в него вторичных сырьевых добавок; более широкого использования в рационах зерна традиционно выращиваемых культур – ржи и люпина.

Приведенные в статье исследования по совершенствованию технологий углубленной переработки фуражного зерна злаковых и бобовых культур были выполнены в рамках Государственных программ научных исследований. По их результатам сотрудниками БГСХА были успешно защищены кандидатские диссертации.

Annotation. For 20 years, the Belarusian State Agricultural Academy has been searching for ways to improve the production of bio-safe animal and poultry feed. This article presents the most promising directions and technical solutions to the combined impact on grain and grain mix, the use of which for feed production will solve the problems of increasing the nutritional value and safety

of the received feed; Savings by including secondary raw materials; increased use of traditionally cultivated crops such as rye and lupin in diets.

The research in the article on improving technologies for in-depth processing of forage grains of cereals and legumes was carried out within the framework of the State programs of scientific research. Based on their results, the staff of the BSAA successfully defended their theses for a candidate's degree.

Ключевые слова: зерно злаковых и бобовых культур, зерносмеси, корм, комбикорма, технологии углубленной переработки зерна, факторы комбинированного воздействия.

Key words: grain of cereals and legumes, grain mixtures, feed, feed, technology of in-depth processing of grain, factors of combined effect.

Введение

Производство высококачественных кормов из зерна и снижение их себестоимости предполагает решение комплекса технологических и конструкторских задач, среди которых основными являются: увеличение доли традиционно выращиваемых культур ржи, люпина, кукурузы в рецептуре комбикормов и концентрированных кормов; решение проблемы биобезопасности этих кормов; использование максимальной питательной ценности зерна в кормах за счет более полного раскрытия природного потенциала веществ, содержащихся в нем; — использование вторичных сырьевых ресурсов, имеющих кормовую ценность.

Основная часть

В Белорусской государственной сельскохозяйственной академии в сотрудничестве с ООО «Белама плюс» (г. Орша) на протяжении 20 лет ведутся научные изыскания по совершенствованию технологий углубленной переработки зернового сырья злаковых и бобовых культур при производстве высококачественных биобезопасных кормов [1, 2, 3, 4].

В связи с этим научный и практический интересы представляют разработки ученых БГСХА в области высокотемпературной обработки зерна в пульсационном потоке теплоносителя и комбинированного воздействия на его.

Имеющиеся результаты показывают [1], что кратковременное воздействие (10 ... 15 с) высоких температур (260 ... 450 °С) на зерно при пульсационном его движении в потоке теплоносителя обеспечивает эффект “попкорна”, т. е. взрывного испарения внутренней влаги. В результате чего зерно вспучивается (увеличивается в объеме), приобретая пористую структуру. При этом тер-

мическая обработка происходит как снаружи, так и внутри зерновки, обеспечивая тем самым стерильность и полную безопасность корма. Входящий в состав зерна крахмал превращается в легкоусвояемую форму – декстрины (до 80 %).

Особый интерес представляет такая обработка зерна ржи, сои, вики и других сельскохозяйственных культур, которые имеют в своем составе ингибиторы трипсина и уреазы. Высокотемпературная обработка зерна данных культур позволяет на 90 % снизить в нем активность ингибиторов и обеспечить тем самым неограниченный ввод их в рацион кормления животных и птицы. Использование в термовструдерах прямоточной рециркуляционной системы движения теплоносителя с тормозными устройствами значительно упрощает их конструкцию, и позволяет добиться снижения удельных энергозатрат на 25 %.

Предложенные в БГСХА технические решения по совершенствованию технологии экспандирования позволили улучшить технические характеристики оборудования для баротермической обработки зерносмесей и получить новые кормовые компоненты на основе зерна с использованием вторичных сырьевых добавок из отходов пищевой, свеклосахарной, крахмалопаточной, спиртовой промышленности и птицеводческих предприятий [2].

В предложенном экспандере был реализован основной принцип данного вида обработки – создание в рабочей камере оборудования условий декомпрессионного воздействия на продукт за счет деформативных нагрузений и подвода к нему тепла. Такие условия были обеспечены в кольцевом зазоре оборудования между стенками камеры шнека и активной матрицы, которая была выполнена в виде устройства цилиндрической формы. При этом используемый в рабочей камере шнек имел постоянный шаг и увеличивающийся диаметр вала по ходу движения обрабатываемого материала.

В результате быстрого переноса зерносмеси с влажностью 20 % из зоны высокого давления в 1,6...2,0 МПа в зоны с атмосферным давлением при температуре нагрева корпуса 200°C и частоте вращения шнека 25 с⁻¹ образовывалась однородная вязкопластическая кормовая масса вспученной, пористой структуры.

Производственные испытания экспандера с активной матрицей проводились в период с мая 2003 по сентябрь 2005 года. Полученная в ходе производственных испытаний экспандера кормовая добавка, в состав которой входило 70 % зерна ячменя и 30 % пудрета, была скормлена крупному рогатому скоту в сельскохозяйственной экспериментальной базе «Устье» Оршанского района Витебской области. За время кормления снижения привесов и надоя молока не наблюдалось. Экономия комбикормов в процессе кормления КРС составила 16%. Анализ качественных показателей произведенного продукта до и после обработки показал увеличение степени декстринизации крахмала на 25 %, содержания углеводов на 23,4 % перевариваемости белка на 15%, снижение сырой клетчатки на 22 % и отсутствие в нем патогенной микрофлоры [3]. Технико-экономические расчеты применения экспандера с активной матрицей для производства кормовой добавки для КРС показали годовой высокий экономический эффект.

Перспективным способом подготовки концентрированных кормов к скармливанию является гидроимпульсная обработка, заключающаяся во многократно повторяющемся воздействии на кормовое сырье рабочих элементов кавитационного диспергатора роторного типа [4]. Способ предусматривает обработку корма в водной среде, что позволяет использовать сырье различной влажности, в том числе заготовленный по энергосберегающей технологии плющения консервированный зернофураж. Конечным продуктом гидроимпульсной обработки является жидкая кормовая добавка, содержащая до 30 % сухого вещества, которая может быть использована в рационах кормления свиней и крупного рогатого скота.

Отличительной особенностью способа гидроимпульсной обработки является совмещение процессов измельчения зерна, смешивания продуктов размола с водой, гомогенизации кормовой суспензии и углубленной, направленной на повышение усвояемости конечного продукта, переработки корма в одной технологической операции, выполняемой при помощи одного технического средства – кавитационного диспергатора.

Принцип работы диспергатора [4] заключается в комплексной обработке корма, включающей факторы механического (измельчение частиц зерна), гидроимпульсного (получение однородной суспензии) и кавитационного (улучшение биохимического состава корма) воздействий. Кавитация является ключевым фактором эффективной обработки корма, а каналы статора, в которых она возникает, – наиболее активной рабочей зоной диспергатора. В связи с этим, для интенсификации высокоэнергетического кавитационного воздействия на обрабатываемый корм проведены теоретические и экспериментальные исследования рабочего процесса диспергатора с каналами переменного сечения статора. Выполнение указанных исследований позволило обосновать параметры проточной части рабочих элементов диспергатора и режима обработки корма, обеспечивающие максимальную интенсивность кавитационного воздействия.

Внедрение линий гидроимпульсного кавитационного диспергирования в технологический процесс приготовления и раздачи жидких кормовых смесей свиноводческого предприятия позволило использовать в рационе животных до 35 % консервированного плющеного зерна кукурузы в виде гомогенной кормовой суспензии, соответствующей зоотехническим требованиям по дисперсности (средневзвешенный размер частиц зерна 1,0...1,2 мм). Одновременно с этим, за счет кавитационного воздействия наблюдалось улучшение углеводного состава диспергированного корма, заключающееся в снижении по сравнению с необработанным зерном содержания трудноусвояемых крахмала (с 560,0 до 493,1 г/кг сухого вещества) и клетчатки (с 56,2 до 53,2 г/кг сухого вещества) и увеличении содержания легкорастворимых углеводов (с 18,0 до 47,9 г/кг сухого вещества), что повысило усвояемость корма и обеспечило повышение среднесуточного прироста живой массы свиней на откорме с 570 до 650 г при одинаковом расходе кормовых единиц.

Методика расчета параметров кавитационного диспергатора использована ООО «Научно-производственное предприятие «Белама плюс» при проектировании диспергатора кормов роторного ДКР-Ф-10, входящего в комплект оборудования для приготовления кормовой добавки на основе консервированного

влажного зерна кукурузы КОДК-1,5. Согласно результатам исследований [5], а также данным ГУ «Белорусская МИС» по эффективности комплекта оборудования КОДК-1,5, использование гидроимпульсной подготовки зернофуража на корм свиньям позволяет повысить продуктивность животных на 7...14 % и снизить удельные затраты на корма на 10...15 %. Диспергаторы кормов роторные ДКР-Ф-10 как в виде отдельных технологических единиц, так и в составе комплектов оборудования КОДК-1,5 и линий Liquidmix эксплуатируются в ОАО «Совхоз-комбинат «Сож», ЗАО «Агрокомбинат «Заря», КСУП «Агрокомбинат «Холмеч», ЧСУП «Свинокомплекс Чечерский», СУП «Свитино-ВМК».

Заключение

Представленные в статье результаты по совершенствованию технологий углубленной переработки фуражного зерна злаковых и бобовых культур выполнялись в рамках Государственных программ научных исследований. Неоспоримым фактом эффективного сотрудничества вузовского образования, науки и производства явилось то, что по результатам изложенных в статье научных исследований сотрудниками БГСХА г. Горки были успешно защищены кандидатские диссертации по техническим наукам.

Литература

1. Курзенков С.В. Повышение эффективности обработки зерна при производстве комбикормов прямоточным термодекстринизатором с завихрителями потока: дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства по техническим наукам. Горки: Белорусская ГСХА, 2003. 219 с.
2. Козлов С.И. Повышение эффективности обработки зерна ржи и сои при производстве комбикормов совершенствованием процесса экспандирования: дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства по техническим наукам. Горки: Белорусская ГСХА, 2006. 192 с.
3. Понталев О.В. Обработка смеси фуражного зерна и пудрета экспандером с активной матрицей: дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства по техническим наукам. Горки: Белорусская ГСХА, 2007. 172 с.
4. Крупенин П.Ю. Гидроимпульсная подготовка консервированного плющеного зерна кукурузы на корм свиньям кавитационным диспергатором: дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства по техническим наукам. Горки: Белорусская ГСХА, 2017. 207 с.
5. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

6. Торигов В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. Санкт-Петербург, 2017.

7. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.

УДК 637.133.1

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОХЛАДИТЕЛЯ МОЛОКА СЕЗОННОГО

к.т.н., Козлов С.И. Stepan-61@mail.ru

Бортник С.А. sbortnik2012@baa.by

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Республика Беларусь*

*к.т.н., Кузюр В.М., kvming@mail.com к.т.н., Будко С.И., s.budko.32@bk.ru
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

MODERNIZATION OF THE SEASONAL MILK COOLER

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Kozlov S.I. kvming@mail.com
engineer Bortnik S.A. kvming@mail.com*

Belarusian State Agricultural Academy, Republic of Belarus

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
V.M. Kuzyur, kvming@mail.com*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Budko S. I., s.budko.32@bk.ru
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация: Период работы сезонно действующих охладителей молока составляет 160-180 дней в год в зависимости от региона и ограничивается предельной температурой атмосферного воздуха. В остальное время года охлаждение молока обеспечивается работой штатного компрессорно-конденсаторного агрегата холодильной установки. Для более эффективного использования ОМС рассмотрена возможность продления интервала его применения в межсезонные весенне-летний и летнее-осенний периоды путем обеспечения совместной работы со штатным холодильным оборудованием в автоматизированном комбинированном режиме.

Abstract: The period of operation of seasonally operating milk coolers is 160-180 days per year, depending on the region and is limited by the maximum temperature of atmospheric air. During the rest of the year, milk cooling is provided by the operation of the regular compressor and condenser unit of the refrigeration unit. For more efficient use of OMS, the possibility of extending the interval of its use in the off-season spring-summer and summer-autumn periods by providing joint work with standard refrigeration equipment in an automated combined mode is considered.

Ключевые слова: температура, электроэнергия, охлаждение, хладоноситель, установка, производительность, качество, молоко.

Keywords: temperature, electric power, cooling, coolant, installation, productivity, quality, milk.

Введение. Постановка задачи

Известно, что незамедлительное охлаждение свежесвыдоенного молока до температуры ниже 10°C является важнейшим условием сохранения его ценных питательных качеств. Использование для этой цели холодильных машин требует больших энергозатрат (до $40 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ электроэнергии на охлаждение одной тонны молока), высокой стоимости их обслуживания [2, 3]. В то же время на территории отрицательные температуры воздуха бывают до 5 месяцев в году. Это открывает широкие возможности использования естественного холода на охлаждение молока на местах его производства. Для этой цели предлагается установка, в которой в качестве хладоносителя применяется вода.

Установка может работать как в активном режиме (при температуре наружного воздуха выше -50°C), так и в пассивном режиме (при температуре наружного воздуха ниже -50°C). Суточная производительность установки при температуре наружного воздуха минус 10°C составляет 15 т молока в час. Удельный расход электроэнергии составляет $1,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$, что в 20-40 раз ниже, чем при охлаждении молока на молокоохладительных установках [4, 5]. В летнее время ее можно использовать как градирню для охлаждения конденсата холодильных машин типа МКТ-20, пластинчатых охладителей ОМ-400, ОМ-1500, а также в качестве противопожарного оборудования.

В соответствии с ГОСТ 13264-88 «Молоко коровье» свежесвыдоенное молоко должно быть охлаждено до 6°C в течение 2 часов с момента окончания дойки.

В настоящее время для охлаждения молока на молочно – товарных фермах Республики Беларусь используется два типа холодильных установок:

- с применением искусственного холода в течение всего времени года;
- с использованием в зимний сезон естественного холода.

Каждая из этих установок может работать автономно, либо совместно при наличии автоматизированной системы управления.

На молочных фермах республики эксплуатируется около 10000 молокоохладительных установок (МХУ) различных марок, средний срок эксплуатации которых превышает 15 лет [6]. Работа таких машин сопровождается большим

расходом электроэнергии, частыми отказами, ведущими к потерям качества молока, высокими затратами на эксплуатацию и текущий ремонт. В целях повышения эффективности их работы в лаборатории использования ТЭР РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси» разработаны и внедрены в производство сезонные молокоохладители, использующие естественный холод атмосферного воздуха (далее ОМС) двух моделей: ОМС-12 - работающие по схеме с плёночным движением хладоносителя и ОМС-0,5 – с капельно-дисперсионным движением хладоносителя.

Применение ОМС-12 или ОМС-0,5 позволяет: снизить удельный расход электроэнергии на охлаждение 1 т молока в период эксплуатации до 5 кВт·ч и 8 кВт·ч соответственно, увеличить срок службы компрессорно-конденсаторного агрегата на 30 – 40 % [7, 8].

Основная часть

В качестве стационарного танка-охладителя молочного сырья предлагается использовать ТОМ-2А предназначенного для охлаждения и хранения молока после вечерней дойки. В осенне-зимний период вместо водопроводной воды для этой установки можно использовать воду охлажденную до температуры + 3...4⁰С. Для этого предлагается использовать охладитель молока сезонного типа предназначенный для охлаждения промежуточного хладоносителя (воды) циркулирующей в контурах серийно-выпускаемых установок без холодильных агрегатов).

Охладитель состоит из следующих узлов (рисунок 1).

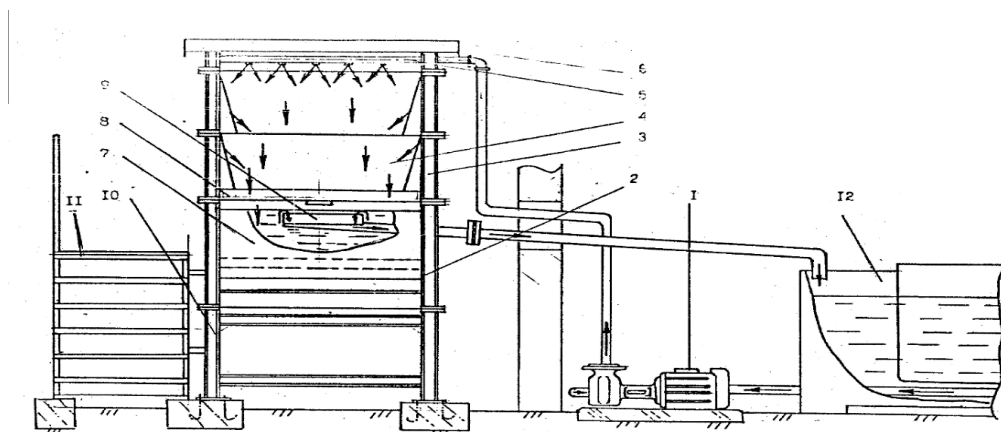


Рисунок 1 - Охладитель молока сезонный

1 – водонасосный агрегат; 2 –рама несущая; 3 – секции (4 шт.); 4 – отражатели;

5 – распылители; 6 – крыша-отражатель; 7 – бак-аккумулятор; 9 – водосборный лоток с трубой; 10 – нижняя опора; 11 – трап; 12 – охладитель

Несущая рама 2 представляет собой сварную конструкцию, предназначенную для размещения в ней бака-аккумулятора "ледяной воды" и водораспределительного лотка служит опорой для секции охладителя.

Секции охладителя 3 состоят из рамы и четырех щитков-отражателей 4, которые предназначены для предотвращения выноса капель воды из установки.

Вода, попадая на поверхность щитков, частично отражается внутрь установки и частично стекает вниз в виде тонкой пленки. При этом она дополнительно охлаждается за счет контакта с металлом, обдуваемого холодным атмосферным воздухом.

Распылитель 5 служит для разбрызгивания отепленной воды с целью лучшего ее охлаждения. Он имеет два параллельных ствола с восемью распыливающими форсунками на каждом.

Крышка-отражатель 6 предназначена для предотвращения разбрызгивания воды и исключения попадания осадков и посторонних предметов внутрь охладителя. Бак-аккумулятор 7 служит для сбора охлажденной воды и направления ее в охладитель. Для дополнительного охлаждения воды в бак-аккумулятор вварены трубы диаметром 120 мм. В баке-аккумуляторе также имеются две перегородки разделяющие объем бака на три поперечные секции и обеспечивающие подачу в резервуар-охладитель холодной воды из нижней части бака.

Водораспределительный лоток 8 служит для сбора воды и направления ее через два сливных патрубка в крайние секции бака-аккумулятора 7.

Водонасосный агрегат 1 состоит из центробежного водяного насоса с электродвигателем. Служит для подачи отепленной воды из охладителя через резиноканевый рукав к распылителям 5.

Трап 11 используется обслуживающим персоналом для проведения техобслуживания в верхнем блоке охладителя молока.

Охладитель работает следующим образом: вода, нагретая после контакта с

молоком, из охладителя отсасывается водонасосной установкой и подается в распылители, откуда выходит в мелкодиспергированном состоянии и попадает вниз, охлаждаясь вследствие контакта с атмосферным воздухом.

Далее вода собирается в водораспределительном лотке и направляется в бак-аккумулятор, из которого самотеком стекает в бак охладителя, а оттуда к потребителю, например, охладителю молока. В дальнейшем цикл повторяется.

Применение данной установки в осенне-зимний период позволит не только сократить время охлаждения молока после доения, но и значительно снизить расход электроэнергии, т.к. при температуре атмосферного воздуха ниже $+4^{\circ}\text{C}$ можно отключать компрессорную установку штатного охладителя молока, установленного на ферме, и использовать предлагаемый вариант.

Применение установки на ферме 400 голов позволит получить значительный экономический эффект от экономии электроэнергии за сезон эксплуатации.

Недостатком этого оборудования является следующее: при низких температурах ($-20\dots 25^{\circ}\text{C}$) происходит замерзание хладоносителя (воды) в форсунках (распылителях), что приводит к потере его функциональности. Предлагаемое техническое решение заключается в следующем: необходимо чтобы теплый влажный воздух из помещения коровника вентилятором от приточно-вытяжной вентиляции направлялся на ствол с закрепленными на ней распылителями. Это позволит поддерживать их температуру выше точки замерзания хладоносителя.

Кроме того, предлагается организовать работу сезонного охладителя в комбинированном режиме по следующей схеме:

- аккумуляция холода в баке-аккумуляторе ОМС в ночное время и использование накопленного холода для охлаждения молока при утренней дойке;
- охлаждение молока непосредственно сезонно действующей установкой;
- доохлаждение молока при необходимости штатной холодильной установкой;
- дополнительное аккумулялирование холода путем предварительного намораживания льда штатной холодильной машиной.

Анализ климатических условий Республики Беларусь показывает, что тем-

пература атмосферного воздуха в наиболее холодное время суток в период апрель – октябрь изменяется в пределах от $-4,5$ до $+14^{\circ}\text{C}$ и, учитывая, что время автономной работы ОМС ограничивается температурой атмосферного воздуха $+40^{\circ}\text{C}$ то возможный период его дополнительного использования, т.е. число дней со средней температурой воздуха в интервале $+5 - +15^{\circ}\text{C}$ составляет 102,9 дней.

Выводы

Реализация резервов повышения энергоэффективности первичной обработки молока требует создания автоматического устройства контроля и управления работой системы охлаждения молока, состоящей из современного компрессорно-конденсаторного агрегата и сезоннодействующего охлаждающего устройства, позволяющего использовать естественный холод атмосферного воздуха.

Литература

1. Гапонова В.Е., Слезко Е.И., Киселева Л.С. Некоторые аспекты потребления молока и молочных продуктов студентами ВУЗа // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2019. С. 150-155.
2. Брагинец Н.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. М.: Агропромиздат, 1991.
3. Механизация животноводства / В.К. Гриб, Н.М. Лукашевич, Н.И. Сёмкин и др.; под ред. В.К. Гриба. Мн.: Ураджай, 1997.
4. Практикум по организации животноводства сельскохозяйственных предприятий. М.: Колос, 1992.
5. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. Л.: Агропромиздат, 1985.
6. Козлов С.И., Кузюр В.М. Использование экспандера для переработки зерна ржи с целью повышения качества производства комбикормов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2019. С. 281-287.
7. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты отсеивающих экспериментов процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2018. С. 38-44.
8. Козлов С.И., Кузюр В.М. Результаты однофакторных поисковых экспериментов по изучению процесса экспандирования // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2017. С. 204-213.
9. Итоги развития пищевой и перерабатывающей промышленности АПК Брянщины - 2019 год / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, А.В. Дронов, И.Н. Белоус, М.П. Наумова // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 3 (79). С. 3-9.

К ОБОСНОВАНИЮ НЕОБХОДИМОСТИ ПРАВИЛЬНОГО ПОДБОРА И ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ ДЛЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Острейко А.А.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

FOR JUSTIFICATION OF THE NEED FOR CORRECT SELECTION AND PREPARATION OF RAW MATERIALS FOR BIOGAS INSTALLATIONS

Ostreyko A.A.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. В статье выявлены и проанализированы факторы, влияющие на процесс получения биогаза для различных типов сырья, определено оптимальное их соотношение с учетом повышения выхода биогаза, улучшения его качества, определены критерии, по которым следует подбирать сырье для биогазовых установок. Обоснована необходимость смешивания сырья и предварительной его подготовки перед подачей в ферментатор с анализом существующих технологий и оборудования.

Annotation. The article identified and analyzed the factors influencing the process of biogas production for various types of raw materials, determined their optimal ratio taking into account the increase in biogas yield, improving its quality, defined the criteria by which raw materials should be selected for biogas plants. The necessity of mixing the raw material and its preliminary preparation before feeding to the fermenter with the analysis of existing technologies and equipment is substantiated.

Ключевые слова: биогаз, органическое сырьё, ферментатор, биомасса, метан, измельчение, биогазовые установки.

Key words: biogas, organic raw materials, fermenter, biomass, methane, grinding, biogas installations.

Введение. Постановка задачи

В мире наблюдается повышенный интерес к возобновляемым источникам энергии, связанный с непрерывно уменьшающимися запасами энергоносителей, их удорожанием, ухудшением экологии, а также желанием многих стран достичь определенного уровня энергетической безопасности. К ним относятся и биомасса, служащая для получения биогаза и ценных биоудобрений.

Важнейшими факторами, влияющими на производительность биогазовых установок, являются правильный подбор компонентов сырья, из которого производится биогаз и грамотная их подготовка к ферментации.

Поэтому целью данной работы является выявление и анализ факторов, влияющих на процесс получения биогаза для различных типов сырья, определение их оптимального соотношения с учетом повышения его выхода и улуч-

шения качества, определение критериев, по которым следует подбирать сырье для биогазовых установок, обоснование необходимости смешивания различных видов сырья и предварительной его подготовки перед подачей в ферментатор с анализом существующих технологий и оборудования.

Аналитический обзор

Одним из направлений биоэнергетики является переработка биомассы методом метанового брожения с получением биогаза (метан – 40-70%, углекислый газ – 30-60%, сероводород – до 3%, водород до 1% и др. газы – 1-5% [1,2]) и обеззараженных органических удобрений.

В мире известно около 60 разновидностей различных биогазовых технологий, в которых основное место отведено биогазовым установкам, представляющим собой герметически закрытую емкость, где при определенной температуре в анаэробных условиях происходит сбраживание собранного и подготовленного сырья с получением биогаза.

Существующие биогазовые установки классифицируют по методам загрузки сырья, методам сбора биогаза, по используемым для их сооружения материалам, горизонтальному или вертикальному расположению реактора, подземной или наземной конструкции, а также по использованию дополнительных устройств.

В зависимости от исходного сырья различают сельскохозяйственные, ко-ферментационные, промышленные биогазовые установки и установки, работающие на газе, получаемом в результате переработки мусора [2].

Сырьем для биогазовой установки служит навоз (как плотный, так и жидкий), отходы пищевой промышленности, пищевые и кормовые остатки, барда, биомусор (коммунальные отходы и др.), а так же энергетические растения, такие как кукуруза, зерновые, подсолнечник, различные травы, а так же свёкла, силос и т. д. [3]

Качество сырья, загружаемого в ферментатор биогазовой установки, характеризуется влажностью, скоростью его расщепления и степенью разложения, наличием в нем питательной среды для жизнедеятельности бактерий, выходом

биогаза на единицу сухого вещества, содержанием метана в биогазе и соотношением углерода и азота в сырье (табл.1) [4]. Именно от этих показателей зависит время его сбраживания, количество получаемого биогаза и его состав.

Расщепление органики на отдельные составляющие и превращение в метан происходит лишь во влажной среде, поскольку различные виды бактерий, участвующие в этом процессе, могут перерабатывать только вещества в растворенном виде. Установлено, что влажность сырья, загружаемого в реактор биогазовой установки, составляет не менее 85% в зимнее время и 92% в летнее время года [4], а выход биогаза напрямую зависит от вида используемого сырья, а также температуры процесса сбраживания.

Таблица 1 - Выход биогаза и содержание в нем метана, а также соотношение содержания углерода и азота при использовании разных типов сырья

Тип сырья	Выход газа на килограмм сухого вещества, м ³	Содержание метана, %	Соотношение углерода и азота C/N
Навоз КРС	0,25 - 0,34	65	16,6-25
Свиной навоз	0,34 - 0,58	65 - 70	6,2-12,5
Птичий помет	0,31 - 0,62	60	7,3-9,65
Конский навоз	0,20 - 0,30	56 - 60	25
Овечий навоз	0,30 - 0,62	70	33
Сточные воды, фекалии	0,31 - 0,74	70	6-10
Пшеничная солома	0,20 - 0,30	50 - 60	100-150
Овсяная солома	0,29 - 0,31	59	50
Кукурузная солома	0,38 - 0,46	59	50
Трава	0,28 - 0,63	70	12
Листва деревьев	0,21 - 0,29	58	50

Скорость расщепления сырья определяет время пребывания его в ферментаторе, чем меньше это время, тем более экономична установка. Сырье всегда состоит из различных групп веществ скорость разложения которых значительно отличается между собой (рисунок1) [5]. В качестве единицы измерения для минимального времени разложения в ферментаторе служит время генерации соответствующего вида бактерий, поэтому если время брожения будет коротким, то бактерии не успеют удвоить своей бактериальной массы, что приведет к паде-

нию газообразования и соответствует нижней границе необходимого времени для брожения.

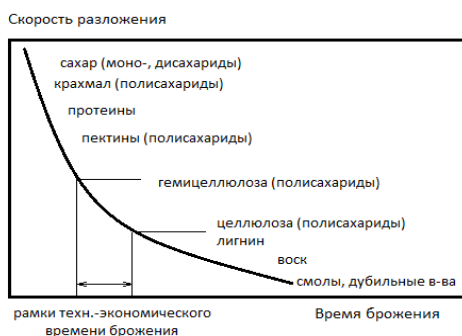


Рисунок 1 - Скорость разложения групп веществ

Верхняя граница времени для брожения определяется технически и экономически моментом, когда количество вырабатываемого газа настолько мало, что увеличение объема ферментатора будет дороже, чем добытый газ.

Таблица 2 - Удельные показатели современных биогазовых установок

Исходное сырье	Выход биогаза, м ³	Электроэнергия, кВт-ч	Тепловая энергия, кВт-ч	Удобрение, кг сухого вещества
1 т свиной жижи + 100 кг зерноотходов	78	170	187	76
1 т свиной жижи + 100 кг кукурузного силоса	43	93	102	60
1 т навозной жижи КРС	22	48	54	56
1 т твердого куриного помета + 100 кг падших птиц	268	582	643	433

Быстроразлагаемое сырье, такое как сахарная свекла, отходы продуктов питания и др., приводит к стремительному переокислению ферментатора, поэтому мало подходит для брожения в чистом виде и должно использоваться в смеси с другими видами сырья. Большинство установок для своей работы используют силос из трав, кукурузы, люпина, остатки зерна и т.д. (табл. 2) [5] в смеси с жидким или твердым навозом, который в чистом виде, как правило, ис-

пользуется редко. Выход газа в них доказывает эффективность смешивания различных видов сырья перед его ферментацией. Установлено, что совместное использование навоза КРС и помета птиц повышает выход биогаза до 0,528 м³/кг, тогда как при использовании только навоза КРС он составлял 0,380 м³/кг, а гомогенизация навоза КРС позволяет повысить производство биогаза с 0,174 до 0,380 м³/кг [6].

Рисунок 2 наглядно показывает разницу в выходе газа из выделений различных видов животных и птицы в зависимости от продолжительности периода брожения [5]. Похожая зависимость имеет место при брожении энергетических растений и других органических остатков, для которых время брожения в ферментаторе должно составлять минимум 42 дня, а для сырья в виде отходов переработки агропромышленности от 20 до 35 дней [4].

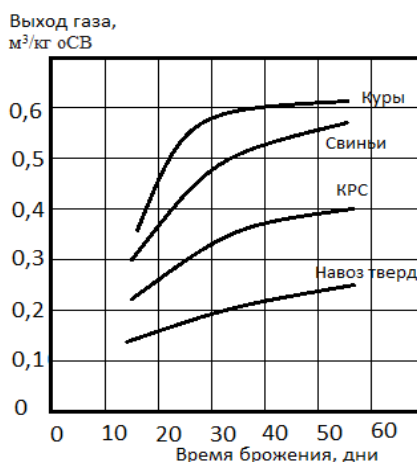


Рисунок 2 - Выход газа при термофильном режиме в зависимости от вида сырья и продолжительности брожения

Степень разложения сырья напрямую зависит от его состава и отражается на количестве получаемого газа. Обычно величина ее варьирует в пределах от 30 - 70%, а для усредненного периода брожения будет составлять до 60%. Установки, работающие исключительно на возобновляемом сырье достигают степени разложения от 80% органической сухой массы [4]. Кроме того, применение энзимов, бустеров для искусственной деградации сырья (например, ультразвуковых или жидкостных кавитаторов) и других приспособлений позволяет

увеличить выход биогаза на самой обычной установке с 60 % до 95 % от теоретически возможного выхода [7].

Для роста и жизнедеятельности метанообразующих бактерий необходимо обязательное присутствие в сырье органических и минеральных питательных веществ, таких как углерод, азот, водород, сера, фосфор, калий, кальций, магний и некоторого количества микроэлементов - железа, марганца, молибдена, цинка, кобальта, селена, вольфрама, никеля и других. Эти микроэлементы особенно необходимы бактериям для образования энзимов, ускоряющих процесс брожения. Все эти вещества в необходимом количестве содержатся в жидком и твердом навозе. Достаточное их количество содержится также в сене, кукурузе (свежей или консервированной), пищевых отходах, внутренностях животных, барде, молочных продуктах, которые могут бродить в чистом виде без добавления других видов сырья [8].

Важным фактором, влияющим на выход биогаза, является соотношение углерода и азота в перерабатываемом сырье. Если оно чрезмерно велико, то недостаток азота будет сдерживать процесс метанового брожения. Если же это соотношение слишком мало, то образуется такое большое количество аммиака, что он становится токсичным для бактерий. Поэтому для поддержания его в оптимальных пределах с целью получения максимально возможного выхода биогаза современные биогазовые установки работают на смешанном сырье, используя следующие соотношения питательных веществ [5]:

$$\bullet \text{C} : \text{N} : \text{P} = 75:5:1 \text{ или } 125:5:1$$

$$\bullet \text{C} : \text{N} = 10:1 \text{ или } 30:1$$

$$\bullet \text{N} : \text{P} = 5:1$$

При подборе сырья необходимо учитывать, что только из органической части сухой массы можно произвести метан [8,9]. Поэтому содержание органической сухой массы в соотношении с общей массой, является главным критерием для выбора составляющих смеси. Так, сырье с высоким содержанием воды (напр. барда) приносит по сравнению с количеством вносимого материала небольшое количество газа, так как из воды он не выделяется.

Содержание метана в биогазе определяется в первую очередь составом сы-

рья. Максимальное его количество получается из протеинов – 71%; жиры дают – 68%, а углеводороды – лишь 50% [5,8]. Поэтому предпочтение отдается смесям сырья с высоким содержанием жиров и протеинов, таких как отходы зерна, свекла и картофель. В среднем выход газа из энергетических растений составляет 0,3 м³ метана на килограмм органического сухого субстрата с отклонениями до ±30% [5]. Существенная разница проявляется при расчете выхода газа с гектара посевной площади. Например, у свеклы и силосных сортов кукурузы по сравнению с другими культурами он составляет свыше 6000 м³/га [8], поэтому силос из кукурузы является самым используемым сырьем для биогазовых установок.

Зерно и клубнеплоды хоть и имеют высокий выход газа, но с 1 га возделываемой площади он будет составлять около 3000 м³/га, что в два раза ниже, чем у кукурузного силоса из-за меньшего количества биомассы.

Повышение эффективности биогазовой установки определяется подбором компонентов по однородности и степени предварительного их измельчения, последнее влияет на количество произведенного газа через длительность периода брожения. Твердые материалы, в особенности растительного происхождения в составе смеси не должны превышать 12% и быть предварительно измельчены до размеров частиц не более 30 мм с помощью режущих, разрывающих или плющильных устройств перед подачей в ферментатор [8,9].

Выводы

Для обеспечения оптимального выхода биогаза из ферментатора биогазовой установки необходимо тщательно подбирать исходное сырье, которое характеризуется влажностью, скоростью его расщепления и степенью разложения, наличием в нем питательной среды для жизнедеятельности бактерий, выходом биогаза на единицу сухого вещества, содержанием метана в биогазе и соотношением углерода и азота в сырье. Именно от этих показателей зависит время его сбраживания, количество получаемого биогаза и его состав. Обоснована необходимость смешивания сырья и предварительной его подготовки перед подачей в ферментатор биогазовой установки.

Литература

1. Альтернативные источники энергии. Технология производства биогаза [Электронный ресурс]. 2011. – Режим доступа: <http://ecoenergy.org.ua/biotoplivo/texnologiya-proizvodstva-biogaza.html> – Дата доступа: 16.02.2019.
2. Веденев А.Г., Веденева Т.А., ОФ «Флюид» Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. Б.: Типография «Евро», 2006. 90 с.
3. BIOGAS. Ежегодная конференция. Биогаз [Электронный ресурс]. 2007. – Режим доступа: <http://www.biogasinfo.ru/about> – Дата доступа: 20.02.2019.
4. Росбиогаз. Руководство по биогазовым технологиям [Электронный ресурс]. 2012. – Режим доступа: <http://www.rosbiogas.ru/literatura/rukovodstvo-po-biogazovim-texnologiyam/> – Дата доступа: 06.02.2019.
5. Барбара Эдер, Хайнц Шульц. Биогазовые установки: практ. пособие, 2006. 238 с.
6. Студенческий клуб «Альтернатива»: сб. науч. тр. студентов России. Биогазификация органических отходов сельскохозяйственного производства [Электронный ресурс]. 2013. – Режим доступа: <http://cs-alternativa.ru/text/1806/4> – Дата доступа: 18.02.2019.
7. Агроперспектива. А у нас биогаз [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.agroperspektiva.com/ru/free_article/190 – Дата доступа: 06.02.2019.
8. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз: теория и практика / пер. с нем. и предисловие М.И. Серебряного. М.: Колос, 1982. 148 с.
9. Биомасса как источник энергии / пер. с англ. под ред. С. Соуфера, О. Заборски. М.: Мир, 1985. 368 с.

УДК 631.53.01:533.9.082.74

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ЕГО СТИМУЛИРОВАНИИ СВЧ ПОЛЕМ

Симченков А.С.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE QUALITY PARAMETERS OF THE SEED MATERIAL IN THE STIMULATION OF THE MICROWAVE FIELD

Semchenkov A. S

Belarusian state agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур - одна из важнейших задач, которую вместе с селекционерами и агрономами в последние годы успешно решают физики, биофизики и инженеры. Материалом для опытов служил ячмень «Гонар» кондиционной влажности 14%. Для проведения опытов разработана и изготовлена лабораторная установка на основе конструкции микроволновой печи Samsung M1712NR с рупором разработанным ООО НПП «Белама плюс».

Annotation. Increasing crop yields is one of the most important tasks, which together with breeders and agronomists in recent years have been successfully solved by physicists, biophysicists and engineers. The material for the experiments was barley "Gonar" conditioned humidity 14%. For experiments designed and constructed laboratory apparatus based on the design of microwave ovens Samsung M1712NR with mouthpiece developed by ООО NPP "Belama plus".

Ключевые слова: электромагнитное поле, мощность излучения, стимуляция семян, сверхвысокие частоты, биоклетки, ферменты, технологический процесс обработки семян, СВЧ-обработка, энергия прорастания, всхожесть семян, интенсивность роста корешков и проростков.

Key words: electromagnetic field, radiation power, seed stimulation, ultra-high frequencies, biocells, enzymes, technological process of seed treatment, microwave treatment, germination energy, seed germination, growth rate of roots and seedlings.

Введение. Постановка задачи

Воздействие электромагнитных полей на семенной материал может приводить к различным эффектам, проявление которых зависит в основном от частоты, мощности излучения и времени воздействия. К таким эффектам можно отнести: стимуляцию семян; их возбуждение или подавление [1, 2]. В режиме стимуляции происходит небольшая прибавка по проценту всхожести семян (порядка 2,5%) и более быстрое их развитие. В режиме возбуждения происходит максимальная прибавка по проценту всхожести, а в режиме подавления процент всхожести ниже контрольного, и растения развиваются медленнее, или вообще не развиваются [2].

Обработка зернового материала сверхвысокими частотами (СВЧ) приводит к стимуляции метаболизма биоклеток семян: повышению активности ферментов (в частности амилазы), активизации всхожести, энергии прорастания и силы роста. С увеличением доз вначале наблюдаются стрессовые явления в биоклетках, а затем их агония и некроз (гибель) [3].

Аналитический обзор

Установлено [4], что нагрев семян в ЭМП СВЧ до 35-45°C не приводит к снижению их посевных качеств. Дальнейшее увеличение температуры нагрева семян влечет уменьшение этих показателей, причем особенно резко в области температур свыше 50-60°C. Первое явление объясняется термоактивацией биологических процессов в семенах, второе - необратимыми температурными изменениями (денатурацией) белков.

Установлено, что технологический процесс обработки семян определяется совокупностью следующих параметров: частота, мощность (или энергия) на единицу массы, время обработки, время отлежки, температура нагрева [5].

Исследования, которым посвящена данная статья, направлены на изучение влияния температуры нагрева семян при СВЧ-обработке зернового материала на качественные показатели посевного материала: активизацию всхожести, энергию прорастания и силу роста.

С целью изучения влияния температуры нагрева зернового материала был изготовлен специальный прямоугольный контейнер размером (2,0x2,0x30 см), который заполнялся зерновым материалом и помещался в лабораторную установку. Контейнер разделялся на 8 секций. Температура контролировалась с помощью термопары. После обработки проба извлекалась для проведения всхожести, энергии прорастания и силы роста.

Всхожесть и энергию прорастания определяли согласно ГОСТ 10467-91.

Результаты исследований влияния СВЧ-обработки на посевные качества семян приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Энергия прорастания и всхожесть семян (средние значения по 4-м повторностям)

Вариант опыта	Количество зерен, проросших через 3 суток, шт.	Энергия прорастания, %	Количество зерен, проросших через 7 суток, шт.	Всхожесть, %
Контроль (без обработки)	34	34	46	46
Режим ($t_{м,}$ - 30°C)	42	42	52	52
Режим ($t_{к,}$ - 34°C)	43	43	52	52
Режим ($t_{к0,}$ - 37°C)	43	43	53	53
Режим ($t_{ю,}$ - 40°C)	41	41	48	48
Режим ($t_{к0,}$ - 42°C)	38	38	43	43
Режим ($t_{к0II}$ - 49°C)	34	34	36	36
Режим ($t_{,}$ - 52°C)	33	33	35	35
Режим ($t_{,H}$ - 56°C)	32	32	35	35

Анализ таблицы 1 показывает, что наибольшее энергии прорастания наблюдается в диапазоне изменения температуры 30...40°C, увеличение всхожести наблюдается в диапазоне температур 30...42°C. Дальнейшее увеличение температуры приводит к снижению всхожести и энергии прорастания, что связано с денатурацией белка и подтверждается в работе [4].

Таблица 2 - Всхожесть семян и интенсивность роста корешков и проростков (средние значения по 4-м повторностям)

Вариант	Всхожесть, %	Интенсивность роста, см / 7 дней		
		проросток	главный корешок	другие корешки
Контроль (без обработки)	46	6,24	8,98	6,71
Режим (t _{к0} , - 30°C)	52	8,54	11,90	8,46
Режим (t _{к0} , -34°C)	52	10,11	12,90	8,79
Режим (и, - 37°C)	53	9,92	13,88	10,32
Режим (U, - 40°C)	48	9,76	12,60	9,35
Режим (t _{к0} , - 42°C)	43	9,52	11,46	8,42
Режим (t _{кк} , - 49°C)	36	7,15	9,38	6,88
Режим (t _{кк} , -52°C)	35	6,73	9,23	6,57
Режим (t _{гал} - 56°C)	35	6,70	9,14	7,01

Анализ таблицы 2 показывает, что наибольшая интенсивность роста проростков, главного корешка и других корешков наблюдается в диапазоне температур 30...42°C. Дальнейшее увеличение температуры снижает рост.

Выводы.

1. Исследованы температурные режимы обработки семенного материала СВЧ полем в результате которых определен диапазон рабочих температур при предпосевной обработке семян 30...45°C.

2. Анализ экспериментальных исследований показывает, что наблюдаются режимы стимуляции, активизации и угнетения при обработке СВЧ полем в зависимости от конечной температуры обработки.

Литература

1. Барышев М.Г., Касьянов Г.И. Воздействие электромагнитных полей на биохимические процессы в семенах растений // Пищевая технология. 2002. № 1. С. 21-23.
2. Кондратьева Н.П. Предпосевная обработка семян зерновых культур // МЭСХ. 2002. № 8. С. 9-10.
3. Пахомов В.И., Ионова Е.В. Активизация посевных свойств семян СВЧ-обработкой // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. № 4. С 5-6.
4. Ионова Е.В. Влияние электромагнитного поля сверхвысокой частоты на посевные, биохимические и физиологические качества семян сорго и других культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. пос. Рассвет: Дон. зон. НИИСХ, 2003. 26 с.
5. Изаков Ф.Я. Направления и результаты исследований по использованию энергии СВЧ в сельскохозяйственном производстве // Использование СВЧ энергии в сельскохозяйственном производстве. Зериоград: ВНИПТИМЭСХ, 1989. С. 14-18.
6. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

7. Итоги развития пищевой и перерабатывающей промышленности АПК Брянщины - 2019 год / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, А.В. Дронов, И.Н. Белоус, М.П. Наумова // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 3 (79). С. 3-9.

8. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб., 2017.

9. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.

УДК 631.95

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Мачёхин К.А., Кибук В.М.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN RURAL FARM.

Magister of Engineering Sciences Machokhin K.A., student Kibuk V.M.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Современное сельское хозяйство является главным источником выбросов парниковых газов на Планете, а также одним из основных потребителей ископаемых видов топлива. Цена сельскохозяйственной продукции в значительной степени зависит от цен на топливо и энергию, в среднем эти расходы составляют 30-40% от стоимости продукта. Поэтому вполне целесообразно оценить альтернативные источники энергии для будущего сельского хозяйства.

Annotation. Modern agriculture is the main source of greenhouse gas emissions on the Planet, as well as one of the main consumers of fossil fuels.

The price of agricultural products largely depends on the price of fuel and energy, on average, these costs are 30-40% of the cost of the product. It is therefore appropriate to assess alternative energy sources for the future of agriculture.

Ключевые слова: альтернативная энергия, энергия солнца, ветрогенераторы, получение биогаза.

Key words: alternative energy, solar energy, wind generators, getting biogas.

Введение. Постановка задачи

Выполнить анализ направлений применения альтернативных источников энергии в животноводстве.

Постоянно растущие цены на ископаемое органическое топливо делают весьма актуальными задачи изыскания альтернативных, экономичных [4, 5], постоянно возобновляемых источников энергии. Использование отходов птицеводства, животноводства и растениеводства как альтернативных и возобновляемых источников тепловой и электрической энергии давно является одним из важнейших направлений в энергетической стратегии многих стран мира.

Главные источники энергии, которые можно получать для ведения органического земледелия.

Средства преобразования солнечной радиации в тепловую энергию

Солнечная энергетика растет со скоростью 50% в год и с каждым днем ее темпы только возрастают. Солнечные батареи дают нам чистую энергию, как альтернативу угольным поставщикам электричества, а также как альтернативу ископаемому топливу. Ее можно использовать для сушки сена и другой сельскохозяйственной продукции, для обогрева животноводческих и жилых зданий в основном, для обогрева полов в свинарниках-маточниках, а также для обогрева доильно-молочных блоков.

Пример использования представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Применение солнечных установок на животноводческих фермах

Для преобразования энергии солнечной радиации в требуемый вид энергии (тепловую) используются гелиоколлекторы типа "горячий ящик".

Гелиоколлекторы применяемые в сельскохозяйственном производстве, разделяются на воздушные и жидкостные (водяные). Воздушные в основном используют для сушки сельскохозяйственной продукции, жидкостные - для подогрева воды и обогрева зданий.

Гелиоколлектор предназначен для улавливания солнечной радиации (прямой, отраженной и диффузной), поглощения и преобразования ее в тепловую энергию и передачи последней теплоносителю. Водяные гелиоколлекторы применяются для нагревания воды в системах теплоснабжения животноводческих объектов:

- доильно-молочных блоков;

- душевых и бытовых помещениях;
- подогрева воды для поения животных.

Солнечные батареи без подключения аккумуляторной батареи можно использовать для питания водонасосных установок, генераторов импульсов электроизгороди, электровентиляторов (дневного применения) и др. технического и светового оборудования,

В Беларуси потенциал энергии солнца в экономии топлива для горячего водоснабжения оценивается в 1,25 – 1,75 млн.т усл. топл./год; для производства электроэнергии – в 1,0- 1,25 млн.т усл. топл./год. В настоящее время промышленного значения не имеет. Имеется только несколько экспериментальных установок. В ближайшем будущем не планируется широкое использование энергии солнца в Беларуси [1].

Энергия ветра для органического сельского хозяйства

Главное отличие ветровой энергии в том, что она доступна 24 часа в сутки. В последнее время ее КПД увеличилось в 7 раз по сравнению с биотопливом. Сейчас многие ветряки уже не создают лишнего шума и не опасны для птиц.

Энергию ветра можно использовать для перекачки воды, размолки зерна, а также снизить расходы на выработку электричества. В комплексе с солнечными батареями, ветряки способны обеспечивать стабильной и дешевой энергией для ведения устойчивого сельского хозяйства и избежать затрат на установку проводов, особенно в отдаленных участках.

Для преобразования энергии ветра в требуемый вид используются ветроэнергетические агрегаты (ВЭА) и установки (ВЭУ).

Ветроэнергетический агрегат, состоящий из ветродвигателя (ВД) и генератора, служит для выработки электроэнергии.

Ветроэнергетическая установка состоит из ВЭА, одной или нескольких рабочих машин, а также системы автоматического управления.

Для гарантированного электроснабжения автономных потребителей рекомендуются гибридные энергетические установки, имеющие в составе несколько источников (ветроагрегат, солнечная фотобатарея, дизель-генератор и др.), аккумулирующие устройства и системы автоматического управления.

Применение ВЭУ рекомендуется в зонах со среднегодовой скоростью ветра не ниже 3,5-4 м/с.

Кинетическая энергия ветра преобразуется в механическую посредством ветродвигателя.

Основное направление использования ВЭУ - снабжение электроэнергией отдельных потребителей: освещение, питание отдельных приводных электродвигателей, нагрев воды с помощью ТЭНов и аккумулирование тепла, питание электроизгородей, зарядка аккумуляторов, водоподъем.

В Беларуси потенциал энергии ветра оценивается в экономии (замещении) топлива в 1,9 – 2,0 млн.т усл. топл./год. Ветроэнергетический потенциал оценен в 220 млрд. кВт ч. В настоящее время ветроэнергетика в Беларуси развивается очень медленными темпами, так как инвесторы в РБ сталкиваются со значительными трудностями, а региональным энергосистемам развитие ветроэнергетики не очень выгодно. Сегодня в Беларуси действует только две серийные ветроэнергетические установки мощностью 270 кВт и мощностью 660 кВт [2].

Органические отходы животноводства как возобновляемый источник энергии

Особое внимание уделяется развитию технологий получения биогаза, образующегося при утилизации отходов сельскохозяйственных производств, в том числе навоза.

Энергоемкость навоза находится на одном уровне с торфом (21,0 МДж/кг) и значительно выше, чем у бурого угля и древесины (14,7 и 18,7 МДж/кг соответственно). Полученный в ходе переработки отходов биогаз может направляться на отопление животноводческих помещений, жилых домов, теплиц, на получение энергии для приготовления пищи, сушку сельскохозяйственных продуктов горячим воздухом, подогрев воды, выработку электроэнергии с помощью газовых генераторов.

Шлам, образующийся в процессе получения биогаза, содержит значительное количество питательных веществ (азот, фосфат, калий, макро- и микроэлементы) и может быть эффективно использован в качестве удобрения, которое

обеспечивает дополнительный прирост урожайности в среднем на 20% по сравнению с несброженным навозом.

Сброженную биомассу можно использовать не только как удобрения, но и для получения белково-витаминного концентрата (БВК) в качестве добавки в корма. При использовании шлама для получения БВК экономия кормов составляет 25 %.

Использование отходов растениеводства в качестве топлива является принципиально новым направлением энергосбережения для Республики Беларусь. Общий потенциал отходов растениеводства оценивается до 1,46 млн т.у.т. в год. Потенциально возможное получение товарного биогаза от животноводческих комплексов составляет 160 тыс. В настоящее время внедрение биогазовых установок идет сложно.

Одна из причин заключается в незаинтересованности хозяйств реализовывать эти проекты, так как сельское хозяйство продолжает потреблять электроэнергию по льготным ценам. Потенциальная энергия, заключенная в коммунальных отходах, образующихся на территории Беларуси, равноценна 470 тыс.т у.т. При их биопереработке в целях получения газа эффективность составит не более 20 - 25 процентов, что эквивалентно 100 - 120 тыс.т у.т. В Беларуси имеется опыт реализации проектов получения свалочного газа с привлечением средств частного инвестора на полигоне ТБО «Тростинец» – мощность установки 3,0 МВт [3].

Выводы.

К сожалению, альтернативные источники энергии в Беларуси (и не только там) сегодня и в ближайшем обозримом будущем не смогут заменить в полном объеме традиционные энергоносители. Энергия солнца не способна стать таким источником в промышленных масштабах по простой причине – низкая плотность солнечного потока энергии. С учетом того, что в Беларуси только треть года бывает солнечной: более 30 % территории республики необходимо отдать под солнечные электростанции, чтобы удовлетворить ее потребность в электричестве. Получается, что в реальности под солнечные электростанции требуется площадь всей Беларуси и часть территорий ее соседей-государств. Ко

всему прочему, строительство и эксплуатация геостанций потребуют колоссальных затрат. Аналогичная ситуация наблюдается и с использованием энергии ветра, рек, геотермальных источников.

Литература

1. Возобновляемая энергетика в Беларуси. [Электронный ресурс] – Режим доступа https://www.eneca.by/ru_news2/
2. [Рекомендации по использованию нетрадиционных источников энергии \[Электронный ресурс\] – Режим доступа: http://www.energyland.info/files/library/71e98abde71a9365ef5278d5455598a4](http://www.energyland.info/files/library/71e98abde71a9365ef5278d5455598a4)
3. Перспективы использования органических отходов животноводства как возобновляемого источника энергии [Электронный ресурс] – <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=26246>
4. Яковенко Н.И., Ковалев В.В. Некоторые аспекты энергосбережения в системах электроснабжения // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: материалы междунар. науч.-техн. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. С. 96-99.
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. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

УДК 636.084

ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Мачёхин К.А., Соловьёва К.В., Сенакосов И.А.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

INNOVATIVE WAY OF DEVELOPMENT OF ANIMAL HUSBANDRY IN BELARUS

Machokhin K.A., t Solovyova K.V., Senokosov I.A.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Достигнутые в настоящее время объемы производства животноводческой продукции обеспечивают внутренние потребности республики и экспортный потенциал. Как свидетельствует анализ, более 60% произведенного в стране молока и 25% мяса скота и птицы поставлено на внешний рынок. Учитывая, что внутренний рынок на эту продукцию стабилизировался, то дальнейший прирост ее производства фактически будет формировать экспортные объемы молока и мясопродуктов. Однако для того, чтобы эти продукты были востребованы на внешнем рынке, то они должны быть конкурентоспособными как по цене, так и по качеству.

Annotation. Currently achieved volumes of livestock production provide domestic needs of the Republic and export potential. According to the analysis, more than 60% of milk produced in the country and 25% of meat of cattle and poultry are supplied to the foreign market. Given that the

domestic market for these products has stabilized, the further increase in its production will actually form the export volumes of milk and meat products. However, for these products to be required in the external market, they must be competitive in both price and quality.

Ключевые слова: кормление, заготовка кормов, ресурсосбережение, кормосмесь.

Key words: feeding, forage conservation, resource saving, feed mixture.

Введение. Постановка задачи

Достигнутые в настоящее время объемы производства животноводческой продукции обеспечивают внутренние потребности республики и экспортный потенциал. Как свидетельствует анализ, более 60% произведенного в стране молока и 25% мяса скота и птицы поставлено на внешний рынок. Учитывая, что внутренний рынок на эту продукцию стабилизировался, то дальнейший прирост ее производства фактически будет формировать экспортные объемы молока и мясопродуктов. Однако для того, чтобы эти продукты были востребованы на внешнем рынке, то они должны быть конкурентоспособными как по цене, так и по качеству [1].

В настоящее время в животноводстве поставлена задача перейти от ведения производства экстенсивным методом с большими затратами материальных, энергетических и трудовых ресурсов к интенсивным методам на основе высокотехнологических ресурсосберегающих технологий. Здесь используется треть затрачиваемых материальных и денежных средств и в таком же соотношении: молочная и птицеводческая продукция поставляется на рынок [4].

Наиболее важным натуральным показателем экономической эффективности в животноводстве, определяющим в значительной мере характер и степень изменения всех показателей, является уровень продуктивности. Следует отметить, что прирост объемов производства продукции животноводства в целом по республике достигнут в основном за счет интенсивного фактора - роста продуктивности. Однако, следует отметить, что достигнутый показатель продуктивности животных не может являться оптимальным. Анализ мировой практики эффективного ведения отрасли в ряде развитых стран свидетельствует о получении более высоких результатов, как в привесах, так и в надоях продукции на корову. Так, в Голландии, Германии, США, Канаде и др. за лактацию полу-

чают 7,5-11 тысяч и более килограммов молока, что позволяет сделать вывод о наличии неиспользованных резервов в животноводческой отрасли республики. Сравнительный анализ представлен на рисунке 1.

Одним из таких резервов, как показывает анализ, является улучшение качества кормов. Прежде всего, неудовлетворительное качество потребляемых кормов не позволяет реализовать продуктивный потенциал животных, даже при условии приближения объема кормов на голову к оптимуму [6].

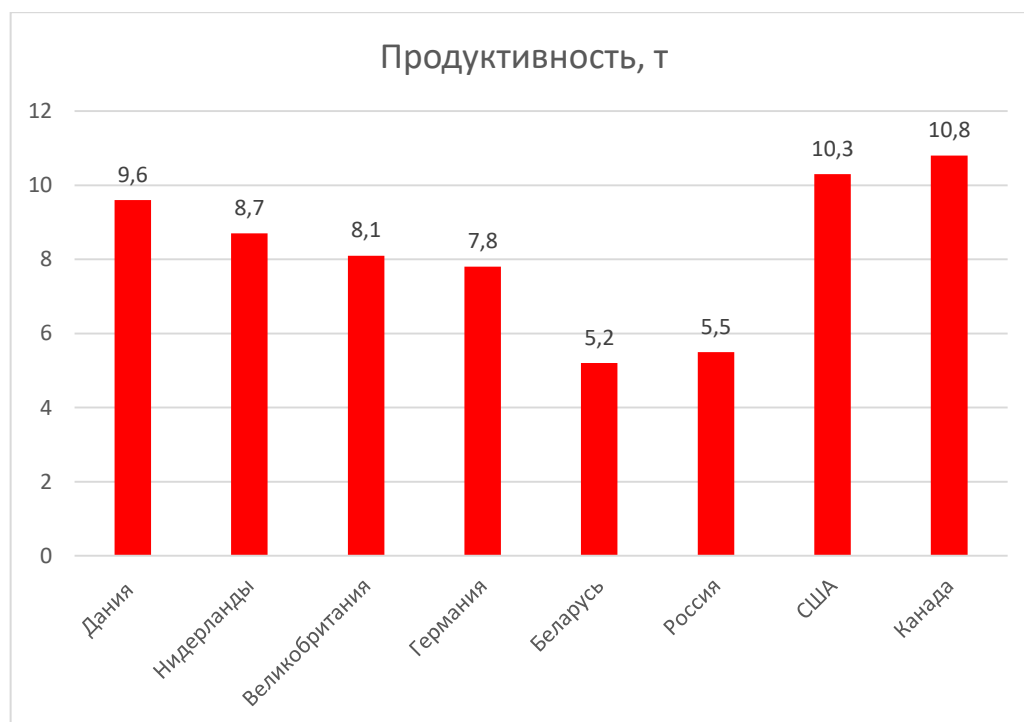


Рисунок 1 – Продуктивность КРС в различных странах

Производителям продукции птицеводства также следует учитывать, что некоторые корма способны отрицательно влиять на органолептические качества яиц и мяса птицы. Так, например, в рапсе и продуктах его переработки, наряду с другими глюкозинолатами, присутствует ароматический сложный эфир холина - синапин. В желудочно-кишечном тракте птицы он модифицируется в триметиламин, который придает яйцам и мясу специфический, так называемый «рыбный» вкус и запах. Поэтому в кормлении птицы необходимо применять сорта рапса с пониженным содержанием (до 0,3 %) глюкозинолатов, а как минимум за 3 дня до убоя птицы данные корма необходимо и вовсе исключить из рациона.

В большинстве хозяйств Беларуси около 20% ежегодно заготавливаемых кормов относится к не классным и только около 20-25% к первому классу. Энергетическая питательность кормов второго и третьего классов качества по сравнению с первым снижается на 10-28%, а не классных на 40-50%. Заготовка кормов третьего класса и не классных это недополучение товарной сельскохозяйственной продукции по причине невыполнения требований технологических нормативов или регламентов по производству продукции растениеводства и животноводства [2].

Технологические регламенты - это ничто иное, как система (комплекс) требований к последовательно выполняемым технологическим операциям, которые гарантируют получение планируемой урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности в животноводстве применительно к природно-климатическим условиям нашей республики. Установлено и подтверждено практикой, что их внедрение и выполнение позволяет снизить производительные затраты в среднем на 20%, получить запланированную продуктивность и урожайность, как правило превышающую фактическую в 1,5, а зачастую в 2 раза и обеспечить высокое качество продукции.

Аграрными Центрами и институтами НАН Беларуси подготовлено более 50 регламентов по производству продукции растениеводства и животноводства. Все они утверждены научно-техническим советом Минсельхозпрода, имеются в каждой области, районе и сельскохозяйственной организации республики. Отраслевые регламенты, как правило, постоянно находятся в развитии, совершенствуются с учетом новейших достижений науки и передовой практики.

Низкое качество кормов и, как следствие, недостаточная сбалансированность рационов кормления по питательным веществам приводят к снижению окупаемости применяемых ресурсов продукцией, что отражено на примере исследования фактического и нормативного расхода кормов на производства молочной продукции.

В развитии животноводства важнейшее значение имеет организация на должном уровне кормопроизводства и обеспечение скота высококачественными сбалансированными кормами на базе ресурсосберегающих технологий.

Производство молока по интенсивной технологии имеет большое преимущество: для производства одной тонны молока по экстенсивной технологии требуется 1070 к. ед. и 102 килограмма перевариваемого протеина, такое количество молока, получаемое интенсивным методом, требует только 800 к. ед. и 95 килограммов перевариваемого протеина, что соответственно на 27 и 60 процентов меньше. На каждой тоне молока экономия концентратов составляет 152 килограмма, поскольку протеин трав в 2,5 раза дешевле чем зерна [5].

Для реализации генетического потенциала продуктивности молочного скота в ближайшей перспективе производство кормов необходимо довести до 45-50 ц. к. ед. на условную голову скота, в том числе на стойловый период - не менее 25 центнеров. Для выполнения прогнозируемых показателей по производству продуктов животноводства объемы заготовки кормов должны быть увеличены в два раза. А травяные корма в общем объеме должны занимать 60 процентов.

Важнейшим элементом повышения качества заготавливаемых кормов для животных является приготовление силоса из провяленных трав с содержанием сухого вещества 30-35 процентов, концентрацией в 1 килограмм сухого вещества клетчатки - 21-23 процента, сырого протеина - 15-16 процентов и обменной энергии - 10,0-10,5 МДж. На практике успешно работает СПК «Агрокомбинат Снов» Несвижского района, как правило, это хозяйство убирает три укоса трав и имеет удой выше десяти тысяч килограмм при расходе 0,65 ц. к.ед. на центнер продукции [5].

Важным направлением является ресурсосберегающая технология уборки зерновых и зернобобовых культур, а также кукурузы в стадии восковой спелости с использованием зерна повышенной влажности на кормовые цели с предварительной его переработкой по специальной технологии методом плющения с применением консервантов и закладкой на хранение в готовом к скармливанию виде. Полученный с помощью указанной технологии корм имеет высокие питательные качества и охотно поедается животными. За счет этого увеличивается на 6-8 процентов среднесуточные привесы скота и птицы, надои молока у коров, уменьшается в расчете на 1 центнер продукции на 8-15 процентов стоимость кормов, снижается себестоимость продукции на 5-10 процентов.

Опыт высокоразвитых стран указывает, что устойчивой тенденцией прифермского кормопроизводства и технологии кормления в животноводстве является применение мобильных multifunctional агрегатов для приготовления и раздачи полнорационных кормосмесей. Использование данной системы кормления дает возможность не только оптимизировать рацион и полностью удовлетворить потребности животных в питании, повысить их продуктивность, но и комплексно механизировать на базе одной машины процессы загрузки, транспортировки, измельчения и смешивания кормов, взвешивания и их дозированной раздачи. Это также позволит снизить затраты труда. Экономия труда в животноводстве представляет собой важную задачу в связи с тем, что затраты его в структуре производства продукции составляют 30-35 процентов. Совокупные энергозатраты при этом выше в 2,5 раза. Поэтому продукция наших ферм не конкурентоспособна с зарубежной. Следовательно, нужно снижать материальные, энергетические и трудовые затраты и получать конкурентоспособную продукцию [3].

Перспективным направлением в технологии доения молочного скота является применение комплексно-автоматизированных систем доения - доильных роботов, содержания скота и птицы в соответствии и требованиями. Использование роботизированной доильной техники позволяет доить животных не по их строгому графику, регламентирующему выполнение всех технологических операций на ферме, а с биологически обоснованной кратностью в различные периоды лактации. Кроме того, применение роботов для доения обеспечивает получение более полной и объективной информации о продуктивности и физиологическом состоянии животных, что позволяет оптимизировать кормление и технологию управления животными.

Вывод

Решение проблем дальнейшего развития и повышения эффективности животноводства, кормопроизводства и других отраслей невозможно без современных научных идей, ускоренного внедрения современных интенсивных технологий на основе новейших научных разработок, а также прогрессивных методов управления.

Литература

1. О мерах по реализации республиканской программы развития молочной отрасли в 2010-2015 годах: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 12 ноября. 2010 г., № 1678 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. Мн., 2011.
2. Кукреш Л., Шлапунов В. Сытный ли рацион у коров и что сделать для его улучшения // Белорусская НИВА. 2013. № 31. С.12-14.
3. Попков. Н. Пути развития отраслей животноводства в Республике Беларусь / Н. Попков, И. Петрушко // Аграрный вестник Причерноморья [Электронный ресурс]. 2011. - Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/avpch/Sg/2011_58.html. Дата доступа: 06.2015.
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сборник. Мн.: нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2014. С. 55-90.
5. Система таблиц «Затраты-выпуск» Республики Беларусь за 2017 год. Мн.: нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2018. 151 с.
6. Электроплазмолиз растительного сырья / В.А. Лаптев, И.Е. Черняков, В.В. Ковалев, С.В. Терехов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2005. С. 82-84.
7. Итоги социально-экономического развития организаций Минсельхозпрода за 2017 год. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Мн., 2018. 226 с.

УДК 631.348.45

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ШТАНГОВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

*д.т.н. Клочков А.В., olena_k@tut.by, к.т.н. Гордеенко О.В.,
olegordeenko70@mail.ru, Груша Г.А., grisha.pear@mail.ru
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE WIND PROTECTION DEVICES BOOM SPRAYERS

*Doctor of Technical Sciences A.V. Klochkov, olena_k@tut.by,
Candidate of Technical Sciences O.V. Gordeenko, olegordeenko70@mail.ru,
post-graduate student G.A. Grusha, grisha.pear@mail.ru
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Приведено обоснование конструкции и результаты исследований ветрозащитного устройства штангового опрыскивателя в условиях попутного и встречного направления ветра.

Annotation. The substantiation of the design and the research results of the wind protection device of the boom sprayer in the conditions of a passing and headwind direction are given.

Ключевые слова: опрыскиватель, скорость ветра, химическая защита растений, ветрозащитное устройство, эксперимент.

Keywords: sprayer, wind speed, chemical plant protection, wind protection device, experiment.

Введение

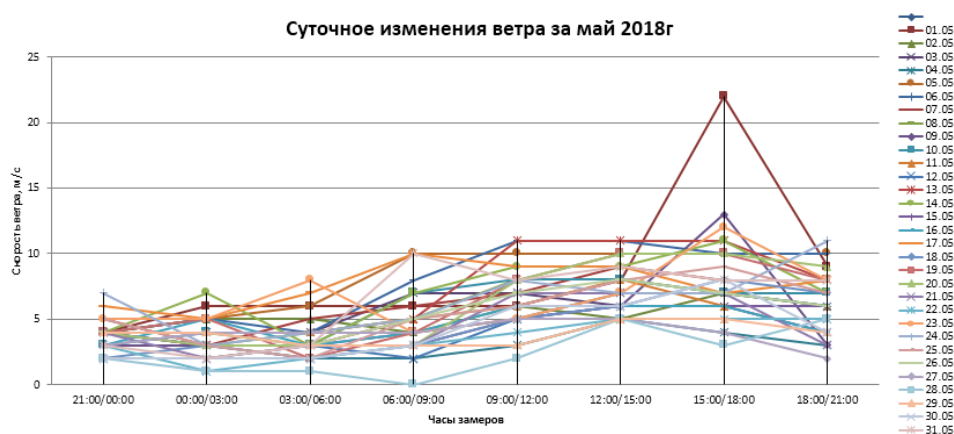
Эффективность применения пестицидов определяется качеством выполнения технологического процесса, характеризуемого равномерностью распределения препарата по обрабатываемому объекту, дисперсностью факела распыла, густотой покрытия обрабатываемой поверхности, которые во многом зависят от метеорологических условий и стабильной работы опрыскивателей.

При этом распылители должны обеспечивать качественную обработку с наименьшими потерями, которые возникают в результате испарения и сноса капель рабочего раствора ветром за пределы рабочей зоны опрыскивания [1, 2].

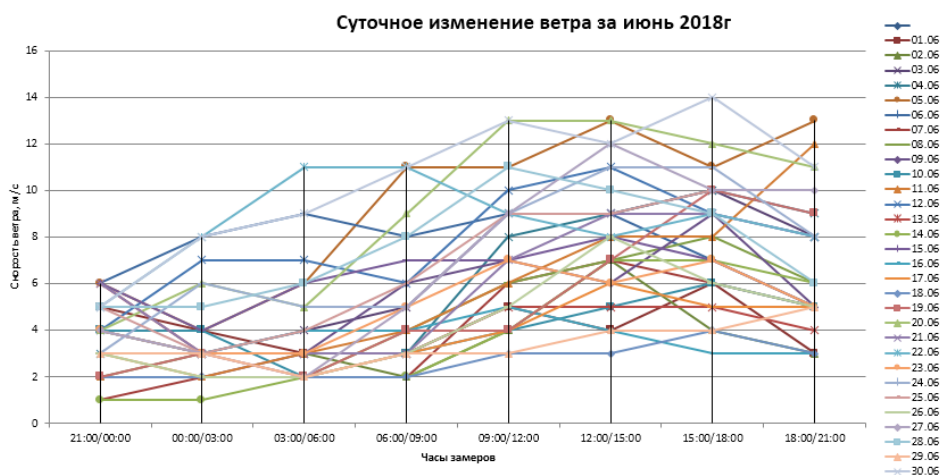
Эффективное использование пестицидов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур имеет важное экономическое и экологическое значение [3, 4].

Результаты и их обсуждение

Проведенный анализ ситуации показал, что в сезон проведения химзащитных мероприятий наблюдается различная метеорологическая ситуация. Обработав и проанализировав данные погодных условий в Республике Беларусь в условиях Слуцкого района в период проведения химической обработки посевов определили, что суточные изменения скорости ветра могут превышать агротехнические нормы, которые должны находиться в пределах 2-4 м/с [1]. В мае средние скорости ветра составляли около 5 м/с, а в июне зачастую превышали 10 м/с (рисунок 1).



a



б

Рисунок 1 – Суточные изменения скорости ветра по времени суток и датам за май (а) и июнь (б) 2018 г. в условиях Слуцкого района

Для обеспечения качества опрыскивания сельскохозяйственных культур штанговыми опрыскивателями при работе в ветреную погоду предлагается использовать ветрозащитное устройство. Оно включает раму с разбрызгивающими форсунками, полотно с креплением и направляющими, причем полотно размещено над форсунками и сверху прикреплено к гибкому тросу, а снизу – к подвижным ползунам, установленным на дугообразных направляющих с регулируемыми упорами по концам и направляющие жестко закреплены на штанге с шагом, равным расстоянию между форсунками.

На рисунке 2 изображена схема устройства и работы при встречном (а) и попутном (б) направлении ветра. Ветрозащитное устройство предназначено для использования на всех видах (навесных, прицепных, самоходных) штанговых опрыскивателей стандартной комплектации.

Штанга имеет секционную раму 1 арочной конструкции, вдоль которой с постоянным шагом установлены разбрызгивающие форсунки 2. Над каждой секцией рамы на специальных стойках 3 натянуты гибкие тросы 4, размещенные на одной вертикали с форсунками 2. На тросы 4 одеты втулки 5, к которым приклеено воздухонепроницаемое и несмачиваемое полотно 6. Вдоль нижнего края полотна 6 приклеены ползуны 7, расстояние между которыми равно шагу между форсунками 2. Ползуны 7 одеты на дугообразные направляющие 8, которые

жестко прикреплены к раме 1 над форсунками 2. По концам направляющих 8 установлены регулируемые упоры 9 и 10 с фиксаторами.

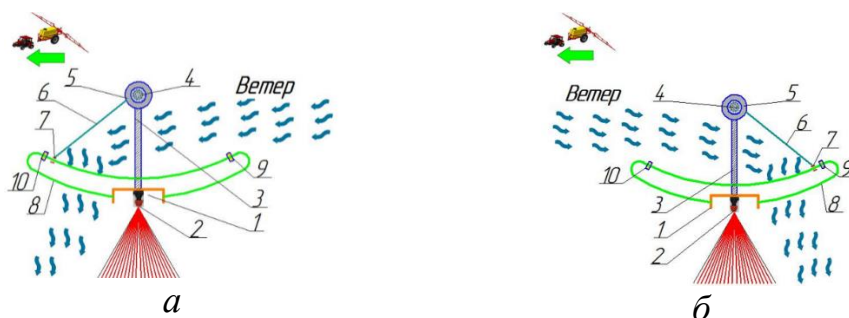


Рисунок 2 – Ветрозащитное устройство штангового опрыскивателя и его работа в условиях попутного (а) и встречного (б) направления ветра

При работе опрыскиватель перемещается по полю в заданном направлении. При этом возможны крайние варианты встречного или попутного воздействия ветра.

При встречном действии ветра, возникает сила давления воздуха на полотно 6, которое играет роль паруса. При этом полотно 6 отклоняется назад. Поворот полотна 6 возможен за счет шарнирного крепления на тросе 4 и смещения ползунков 7 по направляющим 8. Полотно 6 направляет воспринимаемый воздушный поток вниз, осаждая капли пестицида на объекты обработки, ликвидируя эффект смещения факела распыла под действием ветра и испарения.

При попутном направлении ветра рабочий процесс протекает аналогично, только полотно 6 смещается вперед по ходу движения. Воздушный поток направляется впереди факела распыла и также способствует осаждению капель, повышая качество опрыскивания.

При действии ветра под углом к направлению движения будут наблюдаться промежуточные варианты отклонения полотна 6 с сохранением положительного эффекта защитного воздействия. Размещение направляющих 8 над форсунками 2 создает условия для эффективной защиты каждого факела распыла. Регулировкой положения упоров 9 и 10 в начале работы выбирается требуемое расположение полотна 6 в зависимости от наблюдаемой скорости ветра. В итоге обеспечивается возможность качественной обработки растворами пестици-

дов даже в условиях повышенной скорости ветра. Это способствуют повышению производительности опрыскивателей и обеспечивает устойчивость качества опрыскивания независимо от параметров внешнего воздействия ветра.

Параметры разрабатываемого ветрозащитного устройства зависят от действия ветра на используемое полотно б. Проведены экспериментальные исследования с определением параметров силового воздействия воздушного потока на элемент воздухонаправляющего устройства. Замеры скорости воздуха проводились прибором для измерения параметров воздушного потока Testo 410-1, измерительным элементом которого является встроенная крыльчатка диаметром 40 мм. Прибор позволяет производить замеры скорости потока воздуха в диапазоне 0,4-20 м/с с погрешностью $\pm 0,2$ м/с и разрешением 0,1 м/с. В качестве элемента ветрозащитного устройства использовалась пластина размером 235 x 315 мм массой 68,15 г.

При проведении экспериментов пластину размещали на определенном удалении (от 0,5 до 4,5 м) от источника воздуха (центробежного вентилятора) и фиксировали фактическую скорость воздуха. Имитируемая скорость ветра при этом составляла от 2,7 до 18,5 м/с, что полностью покрывает весь диапазон возможных условий работы подобных устройств на опрыскивателях.



Рисунок 3 – Изменение угла наклона элемента ветрозащитного устройства от действующей силы воздушного потока

Замеренные значения угла отклонения элемента ветрозащитного устройства изменялись в пределах от $86,7$ до $20,0^{\circ}$. Отмечается линейная падающая

характеристика угла отклонения элемента ветрозащитного устройства от скорости воздушного потока.

Практический интерес представляет возможность обеспечения рабочих параметров при скорости ветра до 8-10 м/с. В этих условиях при шарнирном закреплении элемент ветрозащитного устройства располагается под углом 60-70°. В результате отклонения элемента ветрозащитного экрана изменялись в пределах 1,1-10,1°. Закрепление на щиток дополнительных грузов массой 5, 10 и 20 г вызвало некоторое изменение угла отклонения (рисунок 3).

При скорости ветра 9,8-12,4 м/с установка грузов не оказывала влияния на угол отклонения щитка. При скорости воздушного потока 4,8-8,4 м/с угол отклонения уменьшался на 15-30°.

Выводы

Применение воздухонаправляющих устройств различной конструкции проектируется с учетом скорости воздушного потока и давления на направляющие пластины. Разработана методика исследований и получены экспериментальные результаты с определением отклонений пластинчатого элемента ветрозащитного устройства и действующих усилий.

Литература

1. Крук И.С., Кот Т.П., Гордеенко О.В. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей. Мн.: БГАТУ, 2015. 284 с.
2. Клочков А.В., Новицкий П.М., Маркевич А.Е. Снижение потерь пестицидов при опрыскивании: монография. Горки: БГСХА, 2017. 241 с.
3. Кузнецов В.В. Обоснование методики оптимизации внутренних связей опрыскивателей // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. С. 76–82.
4. Клочков А.В., Попов В.А. Современная сельскохозяйственная техника для растениеводства: учеб. пособие. Горки: БГСХА, 2009. 169 с.
5. Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2013. С. 18-23.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПОСЕВА 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. Кузюр В.М., Брянский государственный аграрный университет, Россия

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE MOVEMENT OF WORKING BODIES FOR SOWING UNDER THE MULCHING FILM

*candidate of technical sciences Kotsuba V.I., Puzevich K.L., graduate student
V.V. Puzevich, Belarusian State Agricultural Academy, Belarus
candidate of technical sciences Kuzyur V.M., Bryansk State Agrarian University,
Russia*

Аннотация. Приведен анализ теоретических зависимостей движения ротационных органов машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку.

Annotation. The analysis of the theoretical dependences of the movement of the rotary organs of machines for sowing row crops under mulching film is given.

Ключевые слова: мульчирующая пленка, сеялка, высевающий аппарат, ротор, циклоида.
Keywords: mulching film, seeder, seeding machine, rotor, cycloid.

Введение

Пленочное мульчирование почвы применяется в ряде зарубежных стран (Япония, США, ФРГ, Франция, Италия и др.) для повышения урожайности различных культур и улучшения качества продукции, т.к. 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. Кроме того, мульча ускоряет биологические процессы в почве, обеспечивает лучшее снабжение растений питательными веществами, ускоряет созревание и увеличивает урожай от 40 до 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.

Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой Spapperi SMP позволяет за один проход замульчировать почву пластиковой

пленкой или укрывным материалом, пробить отверстия в пленке, высеять семена (диаметром от 4 мм) через эти отверстия и прикатать их сверху [2].

Колеса сеялки со специальными полыми спицами присасывают семена из бункеров, пробивают пленку и, когда каждая труба достигает вертикального положения, укладывают семена в почву. Сеялка обеспечивает расстояние между рядами – 35...75 см, расстояние между семенами в ряду – 18 см, глубина посева – 4,5 см.

Очистка высеваящих спиц от почвы выполняется воздушным потоком и металлическими стержнями, проходящими внутри спиц (рисунок 3). Стержни 3 проходят внутри спиц 2 и соединены со ступицей 1 таким образом, чтобы иметь осевое смещение относительно спицы, чтобы обеспечить выход их концов через соответствующее сопло.

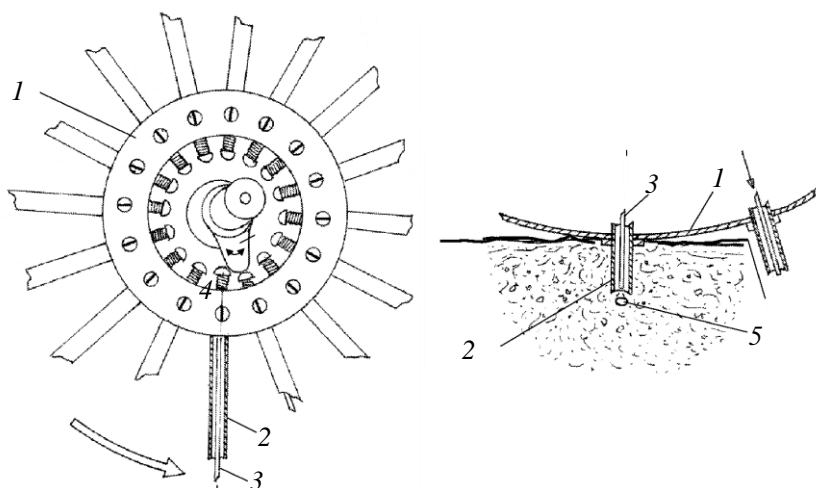


Рисунок 1 – Схема высева семян рабочими органами машины Sparperi SMP

1 – высеваящее колесо; 2 – высеваящие трубки; 3 – очищающие спицы;
4 – кулачок; 5 – семя

Стержни возвращаются в исходное положение внутрь спицы с помощью пружин. Ступица колеса 1 внутри содержит кулачковый элемент 4, обеспечивающий, во время качения колеса, приведение в действие одной из спиц, проходящей через спицу которая уложила семя 5 в отверстие в земле.

Основными характеристиками движения высеваящего колеса является вид траектории, величина и направление скорости наиболее характерных точек, а в ряде случаев и направление ускорения [3, 4].

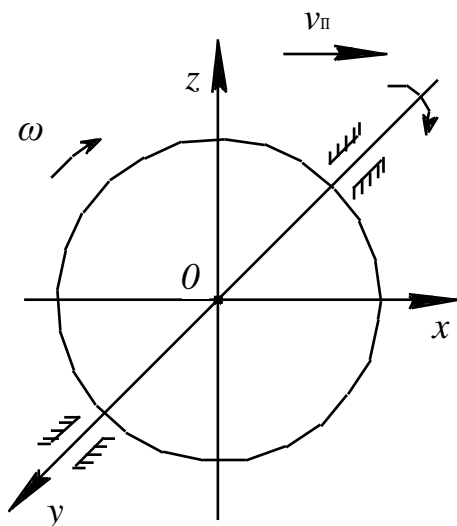


Рисунок 2 – Схема для описания параметров движения высевающего колеса

Высевающее колесо представляет собой ротор с горизонтально-поперечной осью вращения. Уравнения траектории его движения описываются уравнениями [3]:

$$\begin{aligned} x &= v_{\pi} t + R_i \cos \omega t; \\ y &= 0; \\ z &= -R_i \sin \omega t, \end{aligned} \quad (1)$$

где R_i – расстояние от оси вращения ротора до рассматриваемой точки (радиус ротора), м;

v_{π} – скорость поступательного движения ротора, м/с;

t – время движения, с;

ω – угловая скорость ротора, с^{-1} ;

ωt – угол поворота ротора, отсчитываемый от оси ОХ, рад.

Абсолютная скорость движения ротора описывается уравнением

$$v = v_{\pi} \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \sin \omega t}, \quad (2)$$

где $\lambda = \omega R_i / v_{\pi}$ – кинематический параметр ротора.

Точка на поверхности высевающего колеса при его движении по поверхности поля описывает циклоиду. Рассмотрим движение внедряющей части высевающего колеса при перекатывании его обода по поверхности поля без

скольжения при различной глубине посева семян. Исходными данными для расчета служит требуемая глубина посева, радиус (диаметр) высевающего колеса и скорость поступательного движения высевающего колеса.

Анализ отраслевых регламентов возделывания сельскохозяйственных культур и конструкций сеялок показал, что глубина посева может изменяться от 40 до 120 мм. Диаметр высевающего колеса у зарубежных машин составляет 700-800 мм. Рабочая скорость агрегатов составляет 5-7 км/ч или 1,39-2,78 м/с. В математическом онлайн калькуляторе Desmos были построены циклоиды, соответствующие различной глубине заделки семян (рисунок 3) [5, 6, 7].

Анализ циклоид показал, что заделывающие рабочие органы (полые стержни или высевающие стаканчики) в горизонтальной плоскости перемещаются на расстояние от 65,69 мм (при глубине заделки семян 40 мм) до 115,86 мм (при глубине заделки семян 120 мм), что ограничивает расстояние между семенами в ряду, которое должно быть больше полученного расстояния. Кроме того, приведенные теоретические зависимости и полученные по ним циклоиды достоверно описывают движение активных ротационных органов и пассивных роторов, для которых можно пренебречь сопротивлением среды.

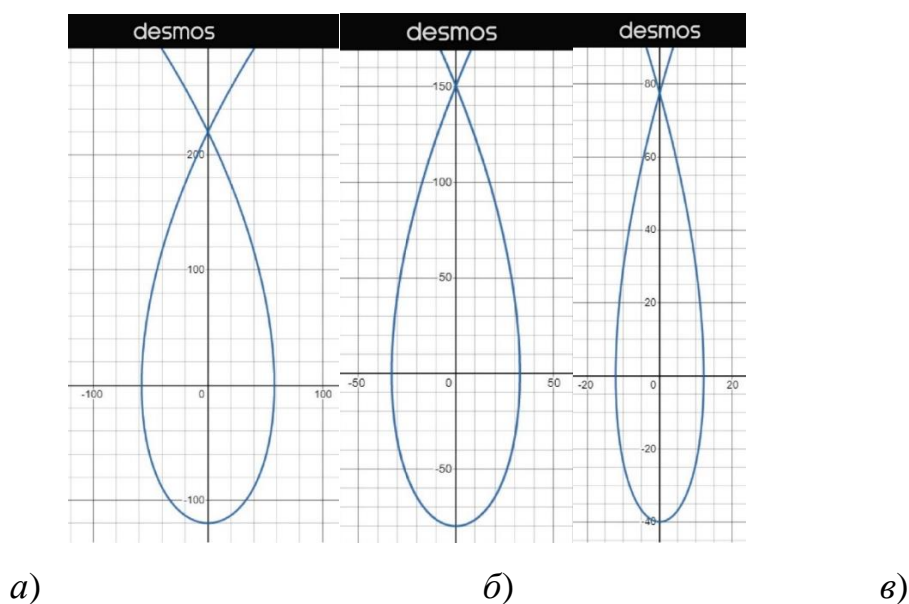


Рисунок 3 – Участок циклоиды, описывающий движение заделывающих органов в почве, при глубине посева 120 мм (а), 80 мм (б) и 40 мм (в)

Для высевяющих аппаратов ротационного типа на движение заделывающих рабочих органов будет оказывать сопротивление почвы. Следовательно, необходимо разработать теоретические зависимости, описывающие движение роторов с учетом сопротивления почвы перемещению в ней заделывающих спиц или стаканчиков, силы трения высевяющего колеса по поверхности пленки и деформации поверхности почвы под весом высевяющего колеса.

Выводы

Заделывающие семена полые стержни или стаканчики высевяющих колес перемещаются в горизонтальной плоскости на расстояние от 65,69 до 115,86 мм (при глубине заделки семян от 40 до 120 мм), что ограничивает расстояние между семенами в ряду.

Необходимо разработать теоретические зависимости, описывающие движение роторов с учетом сопротивления почвы перемещению в ней заделывающих спиц или стаканчиков, силы трения высевяющего колеса по поверхности пленки и деформации поверхности почвы.

Литература

1. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В.И. Коцуба, К.Л. Пузевич, В.В. Пузевич, В.М. Кузюр // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. С. 107–113.
2. SMP pneumatic seed dril [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <https://www.sparperi.com/en/product/smp-en/>. – Дата доступа: 18.01.2021.
3. Канарев, Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия. М.: Машиностроение, 1983. 142 с.
4. Курзенков С.В., Подшиваленко И.Л., Коцуба В.И. Математическое описание критериев оценки уровня производственно-технической эксплуатации сельхозпредприятий Республики Беларусь // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 197–204.
5. Desmos. Графический калькулятор [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <https://www.desmos.com/calculator/>. – Дата доступа: 20.02.2021.
6. Методы наплавки износостойких покрытий на поверхности деталей почвообрабатывающих машин / Д.А. Капошко, А.А. Воронин, В.В. Ковалев т др. // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: материалы междунар. науч.-техн. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. С. 5-16.
7. Михальченков А.М., Козарез И.В., Тюрева А.А. Критерии предельного состояния лемеха // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / отв. И.Я. Пигорев. Курск, 2010. С. 278-282.
8. Феськов С.А., Орехова Г.В., Дьяченко А.В. Износы стрельчатых лап и возможности использования компенсирующих элементов при их восстановлении // Конструирование, ис-

пользование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2016. С. 159-165.

9. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

10. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. Санкт-Петербург, 2017.

11. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.

12. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

УДК 621.436

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ЛЬНОВОРОХА НА БАРАБАННО-ЗУБЧАТОМ СЕПАРАТОРЕ

*к.т.н. Кругленя В.Е., k6849356@gmail.com, к.т.н. Коцуба В.И.,
katsuba_v_i@baa.by*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

THEORETICAL PREREQUISITES FOR IMPROVING THE PROCESS OF SEPARATION OF FLAX HEAP ON A DRUM-TOOTH SEPARATOR

*Candidate of Technical Sciences V. E. Kruglenya, k6849356@gmail.com,
Candidate of Technical Sciences V. I. Katsuba, katsuba_v_i@baa.by*

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. Приведено описание сепаратора сырого льновороха, а также зависимость скважности слоя вороха, вероятности прохождения семенных коробочек и семян и коэффициента сепарации при растягивании слоя вороха зубчатыми барабанами.

Annotation. The description of the flax heap separator is given, as well as the dependence of the duty factor of the heap, the probability of passing seed pods and seeds, and the separation coefficient when the layer is stretched by toothed drums.

Ключевые слова: льняной ворох, сепаратор, вероятность прохождения семян, коэффициент сепарации.

Keywords: flax heap, separator, probability of passing seeds, separation coefficient.

Введение

Содержание путанины в льняном ворохе при очесе льна составляет от 15 до 45%. В отдельные неблагоприятные для уборки годы эта цифра может достигать 60%. Большое содержание путанины приводит к увеличению влажности вороха, это в свою очередь снижает производительность сушильного пункта и ведет к непроизводительным затратам топлива. Таким

образом, с целью экономии энергоносителей перед сушкой необходимо из льновороха выделять путанину и прочие растительные остатки [1].

В настоящее время для отделения путанины применяется обмолот сырого вороха зерноуборочным комбайном, который сопровождается большими потерями семян от недомолота, дробления и микроповреждений. С путаниной может теряться до 24% семян [2].

При этом не решена проблема механизированной подачи льновороха в комбайн, а выполнение этой работы вручную чревато повышенным уровнем риска получения травм. Повышенная металлоемкость, энергоемкость и высокая стоимость комбайнов значительно увеличивают себестоимость получаемых семян.

Наиболее приемлемой является технология переработки льновороха на стационарном пункте с предварительным отделением грубого вороха (длинных примесей, путанины) сепараторами сырого льновороха, которые смогут выполнять этот процесс с минимальными потерями семян и затратами энергии.

В УО БГСХА разработан и изготовлен опытный образец сепаратора сырого льновороха (рисунок 1), принцип действия которого основан на предварительном выделении из льновороха свободных семян и семенных коробочек зубчатыми барабанами 3₍₁₎–3₍₄₎, последующем перетирании вороха с необорванными коробочками обрезаемыми вальцами 4, выделении свободных семян на сепарирующе-транспортирующей решетке 6 и планчатых вальцах 7 [1].

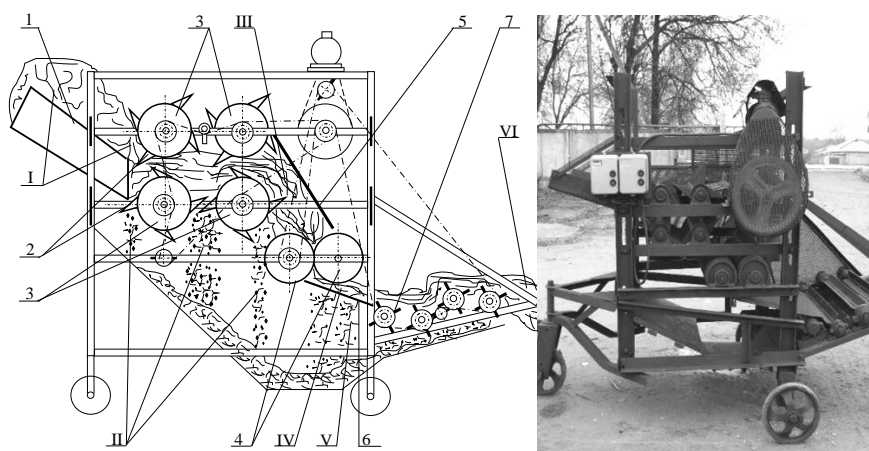


Рисунок 1 – Схема и общий вид сепаратора сырого льновороха
1 – загрузочный лоток; 2 – зубья; 3 – зубчатые барабаны; 4 – домолачивающие вальцы; 5 – заслонка; 6 – сепарирующе-транспортирующая решетка;

7 – планчатые вальцы; I – исходный ворох; II – свободные семена и коробочки;
 III – обрывки стеблей с коробочками и длинные примеси; IV – обрывки стеблей
 с раздавленными коробочками и свободные семена; V – свободные семена;
 VI – обрывки стеблей и длинные примеси

На работу сепаратора оказывают влияние состояние обрабатываемого материала (процентное содержание путанины, влажность вороха, плотность вороха, длина обрывков стеблей, процентное содержание семенных коробочек и свободных семян, фаза спелости, наличие остатков сорных растений) и настройки сепаратора (подача вороха, скорость вращения зубчатых барабанов $z_{(1)}-z_{(4)}$, расстояние между верхними ($z_{(1)}, z_{(3)}$) и нижними барабанами ($z_{(2)}, z_{(4)}$), расстояние между первой ($z_{(1)}, z_{(2)}$) и второй ($z_{(3)}, z_{(4)}$) парой зубчатых барабанов, скорость вращения домолачивающих вальцов 4, зазор между домолачивающими вальцами 4, скорость вращения планчатых вальцов 10) [3].

Стеблевая часть вороха принимается как система горизонтальных линейных решеток (рисунок 2). Плотность стеблевой части грубого вороха определяет размеры этих решеток и, следовательно, вероятность выделения семян и семенных коробочек из них. Сор и мелкие частицы в слое вороха уменьшают вероятность прохода семян и семенных коробочек через элементарные решетки.

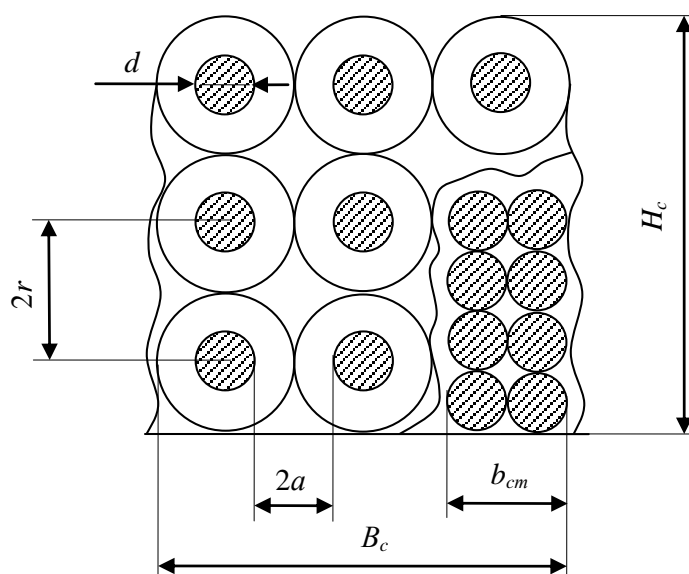


Рисунок 2 – Схема поперечного сечения слоя

Движущийся между зубчатыми барабанами сепаратора ворох льна непрерывно изменяет свою пространственную решетку, образованную совокупностью случайно ориентированных стеблей, обрывков стеблей и других примесей. В нем удерживаются свободные семена, коробочки в свободном виде и прочие мелкие частицы.

Уменьшение плотности вороха за счет растягивания слоя зубьями барабанов позволяет увеличить просветы между стеблями и при этом повысить вероятность выделения семян и семенных коробочек из вороха [4].

В поперечном сечении слоя вороха свободное пространство, образовавшееся вокруг стебля в результате разрыхления слоя, можно представить в виде круга радиусом r . Тогда просвет между стеблями можно выразить зависимостью [5]:

$$2f = 2r - d, \quad (1)$$

где $2r$ – просвет между стеблями, м;

d – диаметр стебля, м.

Общее число n_c стеблевых частей в объеме V определяется следующим уравнением:

$$n_c = \frac{\rho_c V}{m_c}, \quad (2)$$

где V – элементарный объем массы, м³;

m_c – средняя масса одного стебля, кг;

ρ_c – плотность вороха, кг/м³.

Радиус круга разрежения вокруг стеблей определяется из выражения

$$V_c H_c = \pi r^2 n_c, \quad (3)$$

где V_c – длина участка элементарного объема, м;

H_c – толщина слоя, равная расстоянию между верхним и нижним барабанами, м.

Исходя из формулы (1) и (3), получим

$$r = \sqrt{\frac{B_c H_c m_c}{\pi \rho_c V}}. \quad (4)$$

Скважность слоя определяют через среднюю его плотность ρ_0 и плотность стебля ρ_{cm} :

$$v = \frac{\rho_0 - \rho_{cm}}{\rho_0} \text{ или } v = \frac{B_c - b_{cm}}{B_c}, \quad (5)$$

где b_{cm} – ширина плотно сложенных стеблей, м.

Величину b_{cm} можно определить по следующей зависимости:

$$b_{cm} = \frac{n_c d^2}{H_c}. \quad (6)$$

При растягивании слоя вороха зубчатыми барабанами увеличивается его скважность и вероятность прохода через ворох семенных коробочек и семян. Изменение скважности слоя описывается формулами:

$$\begin{aligned} v_{исх} &= \frac{B_c - b_{cm}}{B_c} = 1 - \frac{b_{cm}}{B_c}, \\ v_{кон} &= \frac{B_c + b - b_{cm}}{B_c + b} = 1 - \frac{b_{cm}}{B_c + b}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $v_{исх}$ – исходная скважность слоя;

$v_{кон}$ – конечная скважность слоя.

Вероятность прохождения семенных коробочек и семян через один слой вороха определится по формуле Бюффона [4]:

$$P = 1 - \frac{S_{cp}}{\pi a}, \quad (8)$$

где S_{cp} – средний диаметр коробочки льна, м;

a – половина расстояния между осями соседних стеблей, м.

Длину участка слоя вороха, который находится в рабочей зоне зубчатых барабанов, можно определить по следующей зависимости:

$$B_c = B_1 + B_2 - L + b_3, \quad (9)$$

где B_1 – диаметр первого барабана с зубьями, м;

B_2 – диаметр второго барабана с зубьями, м;

L – высота зуба, м;

b_3 – зазор между зубом первого барабана и основанием второго барабана, м.

Число слоев стеблевой решетки, расположенных вертикально

$$\lambda_c = \frac{B_c}{d}, \quad (10)$$

где d – диаметр стебля, м.

Число стеблей в секундной подаче

$$n_c = \frac{q_c}{m_c}, \quad (11)$$

где q_c – подача на сепаратор, кг/с;

m_c – масса одного стебля, кг.

Радиус круга разрежения вокруг стеблей после разрыхления вороха зубьями сепаратора будет

$$r = \sqrt{\frac{H_c(B_c + b)}{\pi n_c}}. \quad (12)$$

Тогда просвет между стеблями, через который проходят семена и коробочки,

$$2a = 2\sqrt{\frac{H_c(B_c + b)}{\pi n_c}} - d. \quad (13)$$

Учтем, что приращение длины слоя вороха от воздействия зубьев второго барабана сепаратора определяется формулой

$$b = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \cdot (2L + d_0). \quad (14)$$

Подставив это выражение в формулу (13), получим

$$2a = 2\sqrt{\frac{H_c(B_c + (\frac{n_2}{n_1} - 1) \cdot (2L + d_0))}{\pi n_c}} - d. \quad (15)$$

Тогда вероятность выделения семян и семенных коробочек через слой вороха при воздействии зубьев второго барабана определится по следующей формуле:

$$P_p = 1 - \frac{S_{cp}}{\pi \left(\sqrt{\frac{H_c(B_c + (\frac{n_2}{n_1} - 1) \cdot (2L + d_0))}{\pi n_c}} - \frac{d}{2} \right)}. \quad (16)$$

Полная вероятность просеивания семенных коробочек при растягивании слоя вороха каждым из рядов зубьев одинакова и равна произведению вероят-

ностей просеивания коробочек через слой солоистой решетки P_p и через сам сепаратор $P_c = 1$. Произведение вероятностей определяет коэффициент сепарации μ , который вычисляется по формуле

$$\mu = \frac{1 - \frac{S_{cp}}{\pi \sqrt{\frac{H_c(B_c + (\frac{n_2}{n_1} - 1)(2L + d_0))}{\pi n_c} - \frac{d}{2}}}}{v_6 t} \quad (17)$$

Тогда эффективность сепарации непосредственно в процентах потерь семян будет выражаться следующим уравнением:

$$Y = a_0 \exp \left[- \frac{L_c \left\{ 1 - \frac{S_{cp}}{\pi \sqrt{\frac{H_c(B_c + (\frac{n_2}{n_1} - 1)(2L + d_0))}{\pi n_c} - \frac{d}{2}}}} \right\}}{v_6 t} \right], \quad (18)$$

где Y – потери семян за зубчатыми барабанами, %;

a_0 – процент семян, поступивших в сепаратор;

L_c – ширина сепаратора, м.

Были определены потери семян за зубчатыми барабанами сепаратора при разных отношениях линейных скоростей (кинематических режимах) барабанов $v_2/v_1 = 1...2,5$, подаче в сепаратор $q_c = 0,25$ кг/с и длине участка рабочей зоны зубчатых барабанов $B_c = 0,56$ м. Коэффициент сепарации составил $\mu = 0,026...0,031$ см⁻¹, а невытряс семян и семенных коробочек $Y/a_0 = 9,6...6,1$ % .

Такой процент невытряса объясняется тем, что 5...6 % семенных коробочек, поступающих в сепаратор, не оторваны от стеблей. На данном этапе сепарирования не происходит обрыва или разрушения коробочек. Для этого преду-

смотрена вторая стадия сепарирования – домолот коробочек обрезиненными вальцами.

Выводы

Изложенная теория разрыхления вороха зубчатыми барабанами с разной частотой вращения достаточно адекватно отражает этот процесс. С ее помощью могут быть определены расчетные интервалы варьирования соотношения частот вращения зубчатых барабанов, или показателя кинематического режима, диаметров зубчатых барабанов и высоты их зубьев. Эти показатели являются основополагающими для выбора и обоснования параметров устройств, разрыхляющих льняной ворох зубчатыми барабанами.

Литература

1. Механико-технологические основы совершенствования послеуборочной обработки льновороха на семена: монография / В.А. Шаршунов, В.Е. Кругленья, А.Н. Кудрявцев, А.С. Алексеенко, В.И. Коцуба. Горки: УО БГСХА, 2012. 329 с.
2. Технические средства для переработки льновороха на стационарном пункте / В.Е. Кругленья, А.С. Алексеенко, В.И. Коцуба, С.Н. Кудрявцев // Научно-технический прогресс в сельско-хозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19–20 окт. 2010г. В 2 т. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва»; редколлегия: П.П. Казакевич (гл. ред.), О.О. Дударев. Мн.: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва», 2010. Т. 1. С. 220–224.
3. Коцуба В.И., Кругленья В.Е., Алексеенко А.С. Направления повышения эффективности очистки семян льна и трав // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. С. 192–196.
4. Ожерельев В.Н., Никитин В.В., Комогорцев В.Ф. Трансформация теоретической гипотезы процесса сепарации очесанного зернового вороха на решетчатом днище наклонной камеры // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. С. 27–34.
5. Кленин Н.И., Егоров В.Г. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник. М.: Колос С, 2003. 464 с.
6. Исследование процесса сепарации очесанного зернового вороха на сетчатой ячеистой поверхности / В.Н. Ожерельев, В.В. Никитин, В.М. Кузюр, А.Е. Кузнецов // Вестник НГИЭИ. 2019. № 3 (94). С. 18-28.
7. Торигов В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. Санкт-Петербург, 2017.

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОСЕВА РАПСА

*к.т.н. Михеев Д.А., den56469@rambler.ru, Лукьянов Д.А., den-22-12@mail.ru
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

DIRECTIONS FOR IMPROVING RAPESEED SOWING

*Candidate of Technical Sciences D.A. Mikheev, den56469@rambler.ru,
senior lecturer D.A. Lukyanov, den-22-12@mail.ru
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Приведены условия посева рапса для обеспечения оптимальной площади питания, а также анализ пропашных сеялок для посева рапса.

Annotation. The conditions for sowing rapeseed to ensure an optimal feeding area, as well as the analysis of rowed seeders for sowing rapeseed, are given.

Ключевые слова: рапс, посев, равномерность, сеялка, ширина междурядья.

Keywords: rapeseed, seeding, uniformity, seeder, row spacing.

Введение. В настоящее время рапс является основной масличной и важнейшей белковой культурой Беларуси. В его семенах содержится 40-45% жира и 20-28% белка. По сумме полезных веществ рапс превосходит сою и другие бобовые культуры [1, 2].

В полеводческом цикле технологий возделывания сельскохозяйственных культур особое внимание следует уделять операциям, которые обеспечивают создание благоприятных условий на начальном этапе развития растений (влагонакопление, обработка почвы, борьба с сорной растительностью, внесение удобрений, посев и т.д.).

Посев является важнейшей операцией возделывания рапса. Уровень реализации посева в значительной степени определяет полноту использования ресурсов почвы с целью получения наивысшего урожая. Основной задачей посева является оптимальное размещение семян, способствующее получению максимального урожая.

К посеву обычно предъявляют три основных требования – высев необходимого количества семян на единицу площади, равномерное их размещение и заделка на одинаковую, близкую к оптимальной, глубину.

Два первых требования направлены на создание необходимой густоты сто-

яния растений, т.е. обеспечение условий, при которых взаимозаменяемые факторы жизнедеятельности агрофитоценоза (влаги, тепла, света, минеральное питание) должны быть в одинаковой доступности для всех растений.

При посеве рапса должны быть учтены его биологические требования, особенности сортов, гибридов, обоснованные допуски на отклонения от исходных параметров посева, техническое обеспечение качества посева.

Результаты и их обсуждение. В БГСХА были проведены исследования по возделыванию рапса с различными моделями площади питания одного растения, ограниченными различной шириной междурядий и расстоянием между растениями в рядке. Ширина междурядий выбиралась по параметрам серийных сеялок, и варьировала от 7,9 до 50 см, расстояние между растениями в рядке изменялось от 2,5 до 19,4 см. Изучались шесть показателей густоты: 27, 53, 80, 107, 133, 160 шт/м². В пределах каждого показателя густоты закладывали четыре варианта с различным соотношением сторон – от 1,0:11,4 до 1,0:1,0. Таким образом, конфигурация площади питания одного растения изменялась по вариантам от вытянутого прямоугольника до квадрата [1, 2].

Результаты опытов показали, что наибольшая листовая поверхность на 1 м² в фазе цветения и площадь поверхности стручков в фазе зеленой спелости образуется при густоте 107 шт/м². С увеличением междурядий и загущением между растениями в рядке при неизменной густоте площадь листьев уменьшается.

Высокие показатели площади листьев и прироста сухой биомассы растений на единицу листовой были получены при квадратных схемах посева 9,7 x 9,7 см (107 шт/м²) и 11,2 x 11,2 см (80 шт/м²) [2, 3].

Рапс высевают как сплошным рядовым способом с междурядьем 15 см. При узкорядных посевах повышается опасность поражения растений грибными болезнями, но отличаются более равномерным созреванием. Для посева рапса используются зернотравяные сеялки СЗТ-3,6, пневматические зерновые сеялки типа СПУ и СПР и комбинированные почвообрабатывающе-посевные комплексы АППА-6 и др., которые могут оснащаться как пневматическими, так и механическими дозирующими системами.

Однако применение зерновых сеялок и рядового посева не способно удовлетворить приведенным выше данным по оптимальной площади питания растений рапса вследствие неравномерности посева. Следовательно, мы предлагаем использовать для посева рапса сеялки точного высева, обеспечивающих требуемое расстояние между растениями в ряду.

Проведем анализ существующих сеялок точного высева, могут ли они обеспечить высев семян рапса по схеме посева 9,7 x 9,7 см или 11,2 x 11,2 см.

К механическим, например, относятся сеялки фирмы Kinze (рисунок 1), John Deere, Great Plains и др., которые оснащаются высевающими аппаратами с пальчиковым или щеточным механизмом дозирования семян. Такие сеялки просты в эксплуатации, они гарантируют качественный посев на скорости до 10 км/ч. Число посевных секций изменяется от 6 до 24 [4, 5, 6].



Рисунок 1 – Сеялка точного высева Kinze

Пневматическая сеялка модели ТС-М 8000А (рисунок 2) предназначена для посева большинства мелкосемянных культур – кормовой и сахарной свёклы, кукурузы, сорго, подсолнечника, бахчевых, сои и др. На сеялке устанавливается аппарат фирмы MaterMass. Особенностью этой модели является то, что посев осуществляется в области опорных колес высевающей секции. Тем самым неровность почвы не влияет на глубину заделки семян. Аппарат Magic Sem фирмы MaterMass используют ведущие производители сеялок, такие как Mono Seed, Multicorn [7].



Рисунок 2 – Сеялка ТС-М 8000А

Практически для всех сеялок точного высева характерно наличие следующих одинаковых элементов: рамы, опорно-приводных колес, посевных секций и механизма передач.

В зависимости от комплектации и настройки высевающего аппарата сеялки точного высева обеспечивают расстояние между семенами в ряду от 2,1 до 35,2 см, т.е. могут обеспечить требуемый интервал между растениями по длине ряда. Однако ширина междурядья находится в пределах 30-76 см. Таким образом, стандартные сеялки точного высева не позволяют высевать рапс с междурядьем 9,7 или 11,2 см.

Следовательно, для обеспечения оптимальной площади питания растений рапса необходимо разработать сеялку точного высева, обеспечивающей посев с междурядьем 9,7 и 11,2 см и размещение семян по схеме квадрата 9,7 x 9,7 см или 11,2 x 11,2 см. Эти параметры можно достичь или каскадным расположением стандартных высевающих аппаратов, или разработкой нового высевающего аппарата, обеспечивающего двух- или трехстрочный посев.

Рабочие органы сеялок в последнее время подвергаются различного вида упрочнению [8, 9, 10].

Выводы

Анализ результатов исследований возделывания рапса показал, что оптимальной схемой его посева является квадрат 9,7 x 9,7 см (107 шт/м²) и 11,2 x 11,2 см (80 шт/м²). Применяемые для посева зерновые и зернотравяные сеялки не позволяют обеспечить требуемую равномерность распределения семян, а сеялки точного высева не позволяют высевать семена с междурядьями меньше 30 см.

Следовательно, для обеспечения оптимальной площади питания растений рапса необходимо разработать сеялку точного высева или с каскадным расположением стандартных высевающих аппаратов, или с высевающего аппаратом нового типа, обеспечивающим двух- или трехстрочный посев.

Литература

1. Цыганов А.Р., Ключкова О.С., Соломко О.Б. Влияние различной густоты и схемы посева на площадь листьев и чистую продуктивность фотосинтеза ярового рапса // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. 2012. № 1. С 58-62.
2. Соломко О.Б. Оптимизация густоты и схемы размещения растений по площади питания для формирования высокопродуктивных посевов ярового рапса: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Горки: БГСХА, 2012. 24 с.
3. Обзор и сравнительная оценка существующих конструкций сошников / В.И Самушенко, В.М. Кузюр, Л.С.Киселева, В.И.Коцуба, А.Е. Улахович // Инновации и технологический прорыв в АПК: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. С. 229-235.
4. KINZE [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <https://www.kinze.com/>. – Дата доступа: 18.01.2021.
5. Сеялки точного высева и посевное оборудование [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <https://www.deere.ru/ru/сеялки-точного-высева/>. – Дата доступа: 18.01.2021.
6. Пропашные сеялки Yield-Pro [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <https://www.greatplainsint.com/ru/implements/russia/yield-pro-planters>. – Дата доступа: 18.01.2021.
7. ООО «ТЕХНИКА СЕРВИС АГРО» [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <https://tese.ru/products/tsm8000a/index.html>. – Дата доступа: 18.01.2021.
8. 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.
9. 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.
10. Методы наплавки износостойких покрытий на поверхности деталей почвообрабатывающих машин / Д. А. Капошко, А. А. Воронин, В. В. Ковалев и др. // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: материалы междунар. науч.-техн. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. С. 5-16.
11. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.
12. Торилов В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. Санкт-Петербург, 2017.
13. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.
14. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ РАВНОМЕРНОСТИ ОБЪЕМНОГО ДОЗИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

*д.т.н., профессор Степук Л.Я.; д.т.н., профессор Петровец В.Р.,
к.т.н., профессор Дудко Н.И., Шпикат Д.А.*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

TO THE QUESTION OF INCREASING THE UNIFORMITY OF VOLUME MINERAL FERTILIZER DOSING

*Doctor of Technical Sciences, Professor L.Ya. Stepuk; Doctor of Technical
Sciences, Professor V.R. Petrovets;*

Ph.D., professor Dudko N.I., student of FMSH Shpikat D.A.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

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

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

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

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

Введение

Современное сельское хозяйство немислимо без широкого применения химических веществ. Мировая практика свидетельствует о том, что 70 % урожая создается за счет средств химизации, половина этой величины приходится

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

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

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

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

Фаза формирования материала в равномерный поток влияет на равномер-

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

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

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

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

Постановка задачи и ее решение

Непременным условием взаимодействия частиц в сыпучем теле является наличие между ними точек контакта. Различают рабочие контакты, в которых возникают реактивные силы, определяющие устойчивость частиц в пространстве, и контакты касания, которые не участвуют в передаче усилий в сыпучей

массе. Каждая пара частиц может иметь только один рабочий контакт. Связь эта может быть представлена сжимающей нормальной силой и касательной к поверхности контакта силой трения [4, 5, 6]. В этой связи представляют интерес исследования по изучению взаимного расположения частиц как круглой, так и некруглой формы.

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

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

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

Для равновесия частиц с тремя рабочими контактами необходимо, чтобы сумма моментов сжимающих сил относительно какой-либо точки, а также сумма проекций всех сил на оси координат равнялись нулю. Статическое равновесие частиц возможно лишь при условии, когда линия действия заданной нагрузки проходит через центр круга и находится в пределах угла, образован-

ного линиями действия опорных реакций. Следовательно, статическая устойчивость частицы зависит от взаимного положения рабочих контактов. Из рисунка 1 а видно, что при $0 \leq \alpha_n \leq \pi/3$ частица будет устойчива лишь щм таком положении точки приложения активной силы, когда линия действия ее находится в пределах угла $\pi/3 + \alpha_n$, заштрихованного на рисунке.

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

Для $0 < \alpha_n < \pi/3$ эта вероятность составляет:

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

где α_n - угол, определяющий положение второго контакта.

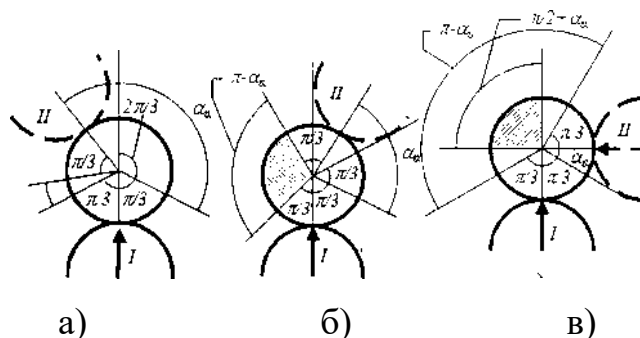


Рисунок 1 - Схема к расчету вероятности статической устойчивости частицы при трех рабочих контактах

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

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

Подставив полученное выражение в формулу (2), получаем:

$$P_1 = \frac{3}{\pi} \int_0^{\pi/3} \frac{\pi/3 + \alpha_n}{\pi - \alpha_n} d\alpha_n = \int_0^{\pi/3} \frac{d\alpha_n}{\pi - \alpha_n} + \frac{3}{\pi} \int_0^{\pi/3} \frac{\alpha_n d\alpha_n}{\pi - \alpha_n} = 4 \ln 3/2 - 1 = 4 \cdot 0,41 = 0,64.$$

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

Для этого случая вероятность устойчивости частицы равна

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

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

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

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

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

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

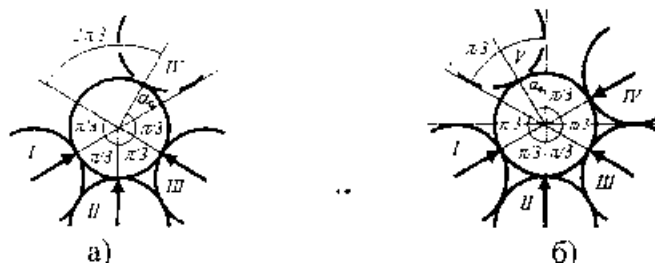


Рисунок 2 - Схема к расчету вероятности статистической устойчивости частиц а - при четырех рабочих контактах; б - при пяти рабочих контактах

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

$$P_{\text{уч } 4} = \frac{2\pi/3}{2\pi/3} = 1.$$

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

$$P_{\text{уч } 5} = \frac{\pi/3}{\pi/3} = 1.$$

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

Если за наиболее вероятное число контактов у частицы принять среднее арифметическое из числа всех возможных структурных образований, то получим, что наибольшей вероятностью обладает структура, у которой частицы имеют по четыре рабочих контакта, то есть

$$N_K = \frac{6+5+4+3+2}{5} = 4,$$

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

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

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

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

Рассмотрим изменение углов α_1 и α_2 (рисунок 3 а), определяющих положение частицы в момент касания ею горизонтальной поверхности. При повороте частицы видно,

что $0 \leq \alpha_1 \leq \pi/2$. В этих же пределах лежит и угол α_2 при этом они дополняют друг друга до $\pi/2$. Следовательно, мы можем рассматривать лишь один из них, например прилегающий к большей стороне частицы α_2 .

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

$$\alpha_2 = \text{arctg} \frac{a_ч}{b_ч} \quad (5)$$

α_2 - угол, определяющий положение неустойчивого равновесия частицы.

При изменении этого угла от 0 до полученного значения частит при даль-

нейшем падении будет ложиться на горизонтальную поверхность, своей большей стороной (рисунок 3, в). Следовательно, вероятность того, что частица будет опираться на горизонтальную поверхность, определится выражением:

$$P_6 = \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\alpha_ч}{b_ч} \quad (6)$$

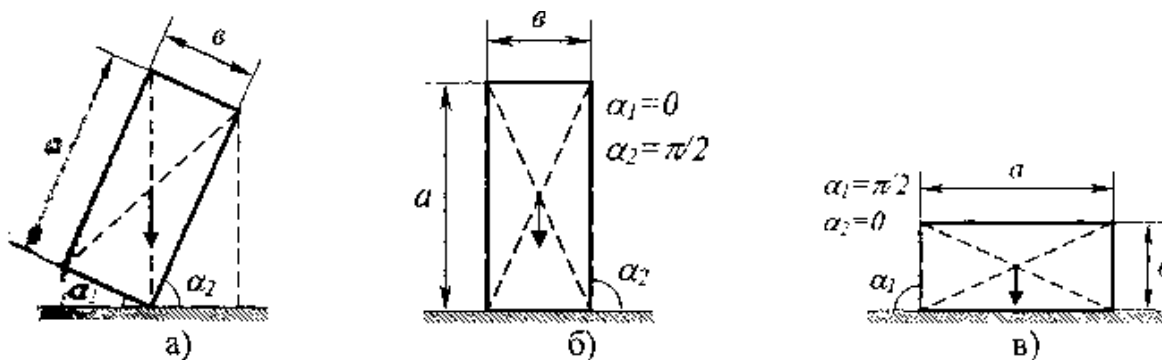


Рисунок 3 - Схема к определению вероятности положения частиц в массиве

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

$$P_M = 1 - P_6 = 1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\alpha_ч}{b_ч} \quad (7)$$

Из полученного выражения видно, что по мере относительного увеличения геометрических размеров частиц вероятность их укладки большей стороной возрастает. Так, при $\alpha_ч / b_ч \rightarrow \infty$ или $b_ч \rightarrow 0$ вероятность $P_6 \rightarrow 1$. Из этого следует, что частицы прямоугольной формы будут стремиться занять горизонтальное положение.

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

Минеральные удобрения характеризуются порозностью (пористостью), которая определяется по формуле

$$\pi = 1 - \frac{\rho_c}{\rho_s},$$

где π - порозность удобрения;

ρ_c - плотность сложения («скелет удобрения»), г/см³;

ρ_s - плотность твердой фазы удобрения, г/см³.

Отношение объема пор V_{π} к объему твердой фазы V_s называется коэффициентом порозности удобрения, т.е.

$$\varepsilon = \frac{V_{\pi}}{V_s} = \frac{\rho_s}{\rho_c} - 1.$$

При дозировании сыпучий материал должен быть приведен к критической порозности. Это достигается приложением к структуре вертикального давления «метод компрессии»; сообщением частицам структуры вибрационных движений; приложением сдвигающей силы. В процессе сдвига несвязанного материала устанавливается некоторое постоянное значение пористости «порозности» называемое критической порозностью

Выводы

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

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

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

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

5. Для получения высокой точности дозирования рабочий орган, взаимо-

действуя с материалом, должен создавать поток не только строго определенной формы и размеров, но и приводить его частицы к формированию определенной постоянной структуры, а значит – плотности.[8]

Литература

1. Степук Л.Я., Дудко Н.И., Петровец В.Р. Технологии и машины для внесения минеральных удобрений: монография. Горки: Белорусская ГСХА, 2010. 260 с.
2. Дудко Н.И., Петровец В.Р. Ресурсосберегающие технологии и машины для внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур. Горки: БГСХА, 2011. 296 с.
3. Герсеванов Н.М., Польшин Д.Е. Теоретические основы механики грунтов и их практического применения. М.: Стройиздат, 1948.
4. Степук Л.Я. механизация получения и применения многокомпонентных сельскохозяйственных материалов: монография. Мн.: Ураджай, 1991. 311 с.
5. Степук Л.Я. Повышение качества приготовления и эффективности применения полидисперсных сельскохозяйственных материалов путем совершенствования процессов дозирования и разработки новых дозирующих устройств: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. Мн., 1991. 401 с.
6. Кандауров И.И. Механика зернистых сред и ее применение в строительстве. М.: Стройиздат, 1966. 225 с.
7. Адамчук В.В. Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений. К.: Аграрная наука, 2010. 178 с.
8. Степук Л.Я., Микульский В.В. Научные предпосылки к созданию высокоточных объемных дозаторов непрерывного действия // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 21-22 октября 2015 г.) В 2 т. Т.1 / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол. П.П. Казакевич (гл. ред.), С.Н. Поникарчук. Мн.: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2015. С. 105-116.
9. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.
10. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012.
11. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСКОЗУБОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

д.т.н, профессор Петровец В.Р., petrovec_vr@mail.ru

Сидоров С.А., Киров К.В.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

EFFICIENCY OF USE OF DISC TOOTH WORKERS ORGANS IN CULTIVATION OF POTATOES

Doctor of Technical Sciences, Professor Petrovets V.R., petrovec_vr@mail.ru

Sidorov S.A., Kirov K.V.

Belarusian State Agricultural Academy, Republic of Belarus

Аннотация. Картофель относится к числу важнейших сельскохозяйственных культур. Однако эффективность его производства в Республике Беларусь остается недостаточно высокой, не используются все резервы этой культуры и в Российской Федерации. Несмотря на это, отдельные сельскохозяйственные предприятия получают урожайность картофеля 40–50 т/га, а средняя урожайность в настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях составляет чуть больше 10 т/га. Тогда как в США – 35 т/га, в Европе: Голландии более 40 т/га, Финляндии – 35 т/га. В Беларуси и России для картофеля нужно создать условия, чтобы почва была хорошо взрыхленная, мелкокомковатая с объемной массой 0,9 – 1,1 г/см³. В такой почве будут преобладать более 80% комочки 1...2,5 см, а комки размером более 5 см будут отсутствовать.

Annotation. Potatoes are among the most important crops. However, the efficiency of its production in the Republic of Belarus remains insufficiently high; all reserves of this culture are not used in the Russian Federation either. Despite this, some agricultural enterprises receive a potato yield of 40-50 t / ha, and the average yield at present in agricultural enterprises is slightly more than 10 t / ha. Whereas in the USA – 35 t / ha, in Europe: Holland more than 40 t / ha, Finland – 35 t / ha. In Belarus and Russia, create conditions for potatoes and the soil will be well loosened, fine crumbly with a bulk density of 0.9 – 1.1 g / cm³. In such soil, more than 80% lumps of 1 ... 2.5 cm will prevail, and lumps larger than 5 cm will be absent.

Ключевые слова: картофель, рабочий орган, дискозубовый, комбинированный, схема, гребнеобразователь, нарезка гребней, плотность, зависимость.

Key words: potatoes, working body, disc-toothed, combined, scheme, ridge former, cutting of ridges, density, dependence.

Научные исследования и практика по механизации сельскохозяйственного производства показывают, что высокий уровень производства картофеля обеспечивается выбором оптимальной технологии его возделывания и предшественников, качественной обработкой почвы, использованием высококачественного семенного материала лучших сортов, внесением достаточного количества сбалансированных удобрений, эффективной защитой от болезней, вредителей и сорняков, использованием современных высокопроизводительных орудий [1].

Наукой и практикой доказано, что одним из важнейших факторов для получения высоких урожаев картофеля является качественная подготовка почвы под его посадку. При качественной обработке почвы обеспечивается мобилизация минеральных веществ, оптимизация питательного режима (минеральные элементы, O_2 , H_2O , температура), подавление конкурентов (сорняков, болезней, вредителей), агрофизические показатели почвы (структура, твердость) [1].

Оптимальные почвенные условия для развития картофеля будут созданы, если почва имеет хорошо взрыхленный мелкокомковатый слой с объемной массой $0,9...1,1 \text{ г/см}^3$. В такой почве преобладают (80% и более) комочки размером $1,0...2,5 \text{ см}$, а комки размером более 5 см отсутствуют [1].

Применяемые в настоящее время лемешно-отвальные окучивающие корпуса не позволяют в полной мере создать оптимальный гранулометрический состав почвы в слое гребня вследствие плохого крошения почвы. Так же происходит уплотнение боковых граней гребня, в результате чего нарушается водно-воздушный режим, быстрее протекают процессы самоуплотнения, что в совокупности с другими факторами отрицательно влияет на конечную урожайность культуры. Такие рабочие органы имеют также повышенное тяговое сопротивление, что увеличивает расход топлива [3,4,5,6].

Научные исследования, проведенные в этом направлении в России, Республике Беларусь и других странах [3,4,5,6,7,8,9,10], показали, что использование активных рабочих органов на легких и средних почвах приводит к образованию значительного количества почвенных частиц размером $1,0 \text{ см}$ и менее, что разрушает структуру почвы и в конечном итоге приводит к снижению урожайности. Наряду со сложностью конструкций, трудоемкостью технического обслуживания и ремонта, машины с активными рабочими органами имеют повышенную энергоемкость и низкую производительность, что ограничивает их применение.

Предлагаемые нами дискозубовые рабочие органы (рисунок 1) для гребнеобразования и окучивания позволяют устранить многие недостатки гребнеобразовательных машин с пассивными и активными рабочими органами [2].

Дискозубовый рабочий орган (рисунок 1) состоит из диска 1 и зубьев 2 комбинированной формы, закрепленных на периферии сферического диска 1. Основание зуба в сечении А-А (рисунок 1,б) имеет форму круга, средняя часть в сечении Б-Б имеет форму лопатки, а окончание - заостренную форму. При движении рабочего органа почва сдвигается сферическими дисками, образуя гребень. Верхнюю часть гребня формируют комбинированные изогнутые зубья.

Два дискозубовых органа, установленных под углом атаки к продольной по движению плоскости, приводятся во вращение за счет реактивной силы при контакте с почвой. Зубья, находясь в почве, производят интенсивное ее разрушение, после чего масса почвы выносится и разрыхляется с последующей подачей в зону формирования гребня. Гребень образуется суммированием потоков почвы от симметрично расположенных относительно продольной оси гребня дискозубовых рабочих органов (рисунок 1а).

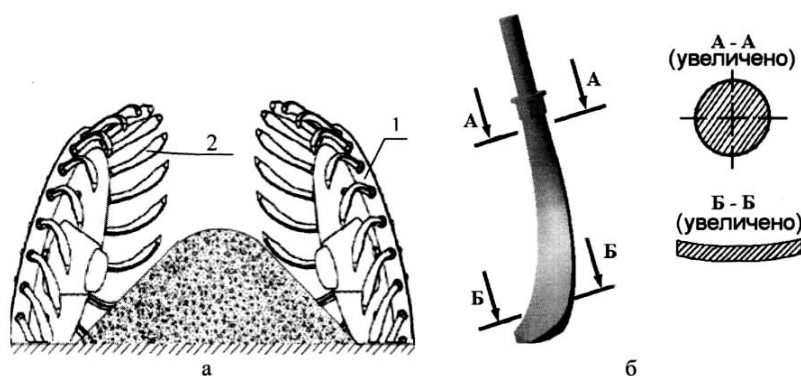


Рисунок 1 - Схема дискозубового рабочего органа с комбинированной формой зуба: 1-диск; 2- комбинированный зуб

Нами ставилась задача выявить эффективность применения предпосадочной подготовки почвы и ухода за посадками при использовании культиватора гребнеобразователя-окучника КГО-3,0, имеющего дискозубовые рабочие органы, в сравнении с традиционной агротехникой.

Опыты проводились на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с применением сорта картофеля «Скарб» в агроторговом предприятии «Горьцкое» Горьковского района, Могилевской области Республики Беларусь.

Исследовалось два варианта агротехнических модулей:

1. Традиционная агротехника с подготовкой почвы под картофель, включающей предпосадочную культивацию с боронованием; нарезку гребней культиватором КОН-2,8 и окучивание культиватором КОН-2,8.

2. Вариант обработки почвы с применением дискозубовых рабочих органов, предусматривающий предпосадочную культивацию с боронованием; предпосадочную нарезку гребней культиватором КГО-3,0 с дискозубовыми рабочими органами и окучивание культиватором КГО-3,0 с дискозубовыми рабочими органами.

Известно, что оптимальные физические условия для развития растений складываются в структурных почвах. Наиболее ценными с агрономической точки зрения являются частицы размером 3,0 – 10 мм. Поэтому представляет интерес изучение структурных элементов в образуемых гребнях при посадке картофеля.

Экспериментальные данные, полученные на посадках картофеля сорта «Скраб», показали, что по всему профилю гребня содержание почвенных частиц размером 3 – 7 мм достаточно стабильно.

Относительное наличие почвенных частиц меньше 3 и больше 10 мм находилось в динамической взаимосвязи по всем вариантам опыта. Традиционная агротехника значительно уступала предлагаемой с дискозубовыми рабочими органами.

Данные по площади гребня и плотности почвы представлены на рисунке 2.

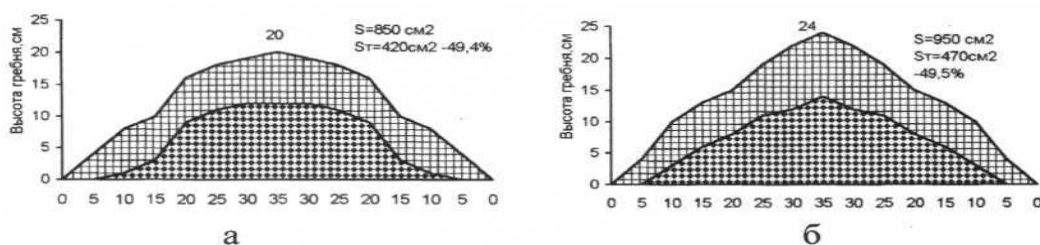


Рисунок 2 - Зависимость плотности почвы в гребне от агротехники выращивания картофеля: а – традиционный агротехнический модуль; б – дискозубовый агротехнический модуль.

Применение культиватора-гребнеобразователя-окучника КГО-3,0 с дискозубовыми рабочими органами позволяет сформировать гребень площадью 680...950 см², а у КОН - 2,8 – 715...850 см². Эти показатели находятся в допустимых пределах и не сдерживают рост и развитие картофеля. Вычитая площадь с высокой плотностью почвы (>1,2 г/см³), получаем, что содержание рыхлой почвы в гребнях, сформированных и обработанных дискозубовыми рабочими органами, составляет 50,5...79,7 %, а традиционными – 50,6...75,0 %.

По всем вариантам объемная масса почвы не выходила за верхние значения (1,1...1,2 г/см³).

При уборке картофеля урожайность при использовании дискозубовых рабочих органов, в сравнении с традиционными была выше на 6...10 %, потери клубней комбайном были на 10...18% меньше, снизилось содержание примесей.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что технология возделывания картофеля с использованием дискозубовых рабочих органов эффективнее традиционной.

Литература

1. Картофель / Д. Шпаар, Д. Дрегер, В. Иванюк и др. Мн.: ФУАинформ, 1999. 272 с.
2. Диско-зубовой рабочий орган культиватора гребнеобразователя-окучника: пат. 1635 Рос. Федерация: А 01 В 35/16 / Клименко В.И., Петровец В.Р., Чайчиц Н.В., Чеснык В.Н. - № 20040098; заявл. 09.03.04; опубл. 16.07.04.
3. Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. 184 с.
4. Сидоров С.А., Гордеенко О.В., Крук И.С. Совмещение операций при использовании машинно-тракторных агрегатов на базе энергонасыщенных тракторов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск: Изд-во БрГАУ, 2018. С. 23–30.
5. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. М.: Колос, 1980. 671 с.
6. Самойлов П.А. Исследование работы ротационного рабочего органа пропашного культиватора: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Алма-Ата, 1965. 18 с.
7. Чайчиц Н.В. О движении ротационных звездочек в слое почвы // Повышение эффективности использования техники в сельскохозяйственном производстве: сб. тр. Горки: БСХА, 1968. Т. 54. С. 98–108.
8. Клименко В.И., Петровец В.Р., Чайчиц Н.В. Славянская технология и машины для возделывания картофеля: монография. Горки, 2008. 191 с.
9. 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.
10. Тюрева А.А., Козарез И.В. Восстановление типовых поверхностей и деталей сель-

скохозяйственной техники: учеб. пособие для изучения дисциплин: "Технология ремонта машин", "Надежность и ремонт машин", "Ремонт машин и оборудования природопользования" для студентов очной и заочной форм обучения. Брянск, 2013.

11. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 1. С. 6-14.

12. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. Санкт-Петербург, 2017.

13. Ториков В.Е., Сычев С.М. Овощеводство: учеб. пособие. Санкт-Петербург, 2017.

14. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

УДК 621.865.8

ЭКЗОСКЕЛЕТЫ, КАК МИНИМИЗАЦИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

к.т.н., Адылин И.П., vanro1989@mail.ru,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

EXOSKELETONS AS A MINIMIZATION OF THE NEGATIVE EFFECTS ON THE HUMAN BODY

Candidate of Technical Sciences, I. P. Adylin, vanro1989@mail.ru,

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. В статье представлены результаты изучения вопроса применения экзоскелетов в качестве систем, позволяющих минимизировать негативные воздействия вредных и опасных факторов трудового процесса на организм человека.

Annotation. *The article presents the results of studying the use of exoskeletons as systems that minimize the negative effects of harmful and dangerous factors of the labor process on the human body.*

Ключевые слова: экзоскелет, вредный и опасный факторы, минимизация.

Key words: exoskeleton, harmful and dangerous factors, minimization.

Введение

Первый принцип ноксологии в литературе определен как принцип антропоцентризма. Он гласит, что «человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования» [1]. Следовательно «человек» и сохранность его жизни и здоровья определяется как господствующий элемент системы «человек – окружающая среда».

Этот принцип является основополагающим по пути к обеспечению макси-

мальной защиты человека и его здоровья от вредных и опасных факторов естественного и антропогенного происхождения.

В современном мире при недостаточном уровне автоматизации производственных процессов сохраняется ручной труд, что определяет вредные и (или) опасные факторы трудового процесса.

В Федеральном законе «О специальной оценке условий труда» [2] в качестве вредных и опасных факторов трудового процесса определены:

- 1) тяжесть трудового процесса - показатели физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат и на функциональные системы организма работника;
- 2) напряженность трудового процесса - показатели сенсорной нагрузки на центральную нервную систему и органы чувств работника.».

В то же время в научной литературе имеются зависимости снижения физической активности от повышения тяжести и напряженности труда. Это в конечном результате влияет на снижение продолжительности жизни человека [3].

Ввиду вышеописанного можно сделать вывод, что тематика минимизации негативного воздействия вредных и опасных факторов, воздействующих на организм человека при выполнении трудового процесса является актуальной.

Наряду со стандартными способами (организация режима работы, обеспечение необходимыми средствами малой механизации ручного труда, выполнение правил охраны труда) борьбы с воздействием вредных и опасных факторов трудового процесса предлагается использование технических средств, являющихся надстройкой вокруг человеческого тела и позволяющих снизить, либо исключить негативный эффект. К таким средствам относятся экзоскелеты.

Цель

Целью данной статьи является анализ эффективности применения экзоскелетов с позиции минимизации воздействия вредных и опасных факторов трудового процесса.

Материалы исследования

По известным источникам изобретателем экзоскелета является изобретатель-самоучка российской империи Николай Александрович Ягн [4]. В 1970-х годах им были предложены конструкция приспособления для облегчения ходь-

бы, которая была названа эластипедом [5]. В последующем им предложены несколько патентов аппаратов для облегчения ходьбы и бега.

В настоящее время экзоскелеты представляют значительно усложненную конструкцию, глобально включающую в себя энергетическую установку, пространственную конструкцию (дублирующую, моделирующую, заменяющую организм человека) и систему взаимосвязи с человеком.

Анализ классификации экзоскелетов можно провести лишь после определения чем является экзоскелет.

В работе [6] предложено следующее определение экзоскелета: «Экзоскелет — устройство, предназначенное для восполнения утраченных функций, увеличения силы мышц человека и расширения амплитуды движений за счет внешнего каркаса и приводящих элементов». Тут нужно учесть, что некоторые экзоскелеты могут быть созданы и для минимизации негативного воздействия вредных и опасных факторов окружающей среды, не относящихся к трудовой деятельности (космические).

Экзоскелеты можно классифицировать (с учетом Проекта ГОСТ Р «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Экзоскелеты промышленные. Классификация. Термины и определения», а также своего видения) следующим образом [6, 7]:

1. По области применения

- военные;
- для народного хозяйства (медицинские, промышленные, космические).

2. По наличию энергетической установки:

- пассивные;
- полуактивные
- активные.

3. По точке локализации относительно тела человека:

- верхних конечностей;
- нижних конечностей;
- шейного отдела позвоночника;

- грудного отдела позвоночника;
- пояснично-крестцового отдела позвоночника;
- комбинированные.

4. По весу конструкции:

- легкие — до 5 кг;
- средней весовой категории — от 5 до 30 кг;
- тяжелые — более 30 кг.

5. По функциональной направленности:

- восполнение утраченных функций;
- повышение силовых характеристик человека;
- защита организма человека.

6. По мобильности:

- мобильные;
- стационарные.

К пассивным относятся экзоскелеты не имеющие энергетической установки как таковой, либо она используется исключительно для реализации дополнительных функций. Такие экзоскелеты работают за счет усилий оператора и, по сути, выполняют поддерживающие функции.

Полуактивные экзоскелеты это те, в которых внешний источник энергии может быть использован только для осуществления сервисных и дополнительных функций. К сервисным и дополнительным функциям следует отнести настройку, регулировку, контроль основных функций и, например, функционирование рекламных устройств (дизайнерские решения, светящиеся логотипы и т.д.).

Активные экзоскелеты отличаются наличием энергетических установок (ДВС, аккумуляторы, энергоаккумуляторы и др.) и исполнительных устройств (с гидравлическими, электрическими, пневматическими и их синергетическими вариациями приводов), которые используются для выполнения основных функций. Под основной функцией понимается компенсации и/или перераспределением нагрузок на опорно-двигательный аппарат человека, а также защита

организма человека от негативного воздействия вредных и опасных факторов окружающей среды.

Результаты исследования

Экзоскелеты сегодня технически разнообразны от простейших до высоко совершенных.

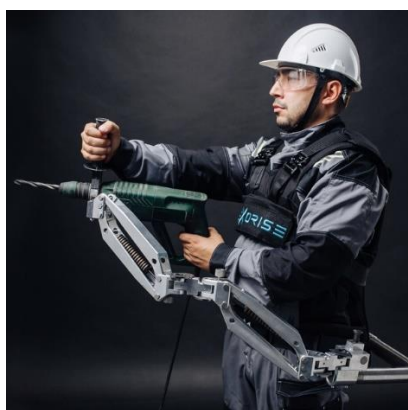
Ввиду высокой актуальности подобных разработок в рамках данной статьи нами не представляется возможность охватить весь перечень мировых производителей экзоскелетов, поэтому приведем наиболее известных представителей разработчиков экзоскелетов на мировом рынке.

Российский производитель ООО "ЭКЗОРАЙЗ" предлагает 3 линейки пассивных экзоскелетов (рисунок 1, а), внедряемые на крупнейших российских предприятиях. Данные экзоскелеты предназначены для работы с тяжёлым инструментом, работы с длительными усилиями, переноски деталей и грузов.

Использование экзоскелетов данного производителя позволит значительно повысить эффективность и скорость технологических операций, снизив нагрузку со спины и рук. Эффективность применения определена следующими цифрами: снижение нагрузки на позвоночник от 30% до 80%, повышение выносливости оператора до 91% в статике и до 38% в динамике, повышение производительности – более 80% [8].

В Юго-Западном государственном университете (ЮЗГУ) предложена концепция активного экзоскелета нижних конечностей, предназначенная для людей с нарушенными функциями опорно-двигательной системы (ОПД). Прототип оснащен электроприводом коленного и бедренного суставов (рисунок 1, б).

Более совершенным экзоскелетом для медицинской реабилитации и бытового использования является экзоскелет для всего корпуса Cyberdyne HAL5 с электроприводом (рисунок 1, в). Данный экзоскелет оснащен 8 двигателями (в области колен, талии, локтей и плеч). Для контакта с человеком предусмотрены 16 точек с сенсорами и миографическими датчиками.



a)



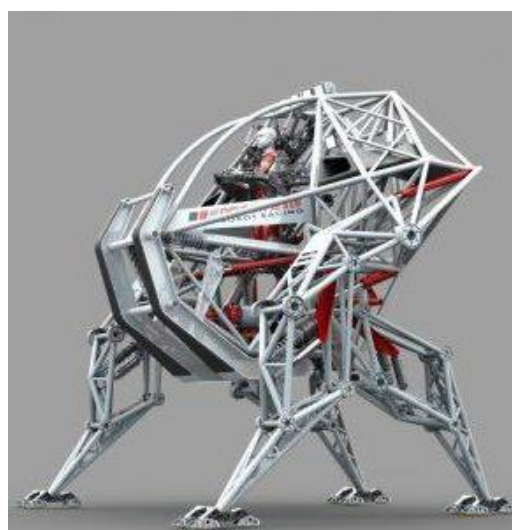
б)



в)



г)



д)



е)

Рисунок 1 – Типовые экзоскелеты

- a)* пассивный экзоскелет X-ARM (Россия);
- б)* прототип активного экзоскелета для нижних конечностей ЮЗГУ (Россия);
- в)* активный экзоскелет Cyberdyne HAL5 (Япония);
- г)* активный экзоскелет курской компании EchoMed (Россия);
- д)* тяжелый экзоскелет Prosthesis компании Furrion Echo-Bionics (США);
- е)* тяжелый экзоскелет Guardian XO компании Sarcos Robotics (США)

Компанией EchoMed организовано производство роботизированных экзоскелетов, позволяющих работать с тяжелыми узлами и агрегатами на производстве (рисунок 1, г). Кроме того, организация выпускает конкурентную продукцию по отношению к ООО "ЭКЗОРАЙЗ", что положительно влияет на развитие подобных конструкций ввиду конкуренции.

Отдельно следует выделить класс тяжелых экзоскелетов, ярким представи-

телем которых является экзоскелет Prosthesis компании Furrion Exo-Bionics (США), массой около 4 тонны и развиваемой скоростью до 32 км/ч (рисунок 1, д). Данный экзоскелет предлагался в качестве машины для нового вида спорта.

Так же к тяжелому классу экзоскелетов стоит отнести и разработку компании Sarcos Robotics - тяжелый экзоскелет Guardian XO. Он имеет 24 степени свободы с зарядом батареи до 8 часов работы. Грузоподъемность на верхние конечности достигает 90 кг. Заявлено, что вес в 45 кг воспринимается человеком примерно как 2,26 кг.

Выводы

Результатом анализа эффективности применения экзоскелетов с позиции минимизации воздействия вредных и опасных факторов трудового процесса может явиться вывод, что надстроек над человеческим телом такого рода позволит значительно повысить силовые характеристики человека-оператора. По представленным данным некоторых производителей снижение нагрузки на позвоночник может достигать 80%, повышение выносливости - 91%, а повышение производительности 80% и более. Это практически двукратное превышение характеристик человека. Некоторые экзоскелеты позволяют снизить восприятие нагрузки по силовому показателю в 20 раз.

Помимо повышения силовых характеристик человека применению экзоскелетов положительно влияет и на снижение напряженности трудового процесса ввиду ее взаимосвязи с тяжестью трудового процесса.

Литература

1. Ефремов С.В., Ковшов СВ., Зинченко А.В., Цаплин В.В. Ноксология: учеб. пособие / под ред. С.В. Ефремова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 250 с.
2. О специальной оценке условий труда: федер. закон N 426-ФЗ от 28.12.2013 (с изменениями на 30 декабря 2020 года), (редакция, действующая с 1 января 2021 года). – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 08.02.2021).
3. Кунделеков А.Г. Соотношение тяжести и напряженности трудового процесса с показателями качества жизни работающих // Современные проблемы науки и образования. 2012. – № 2. - Режим доступа: URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5651> (дата обращения: 10.02.2021).
4. История создания экзоскелета. – Режим доступа: URL: https://studbooks.net/2245875/informatika/is-toriya_ekzoskeleta (дата обращения: 10.02.2021).

5. Ягн Николай Фердинандович. - Режим доступа: URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ягн, Николай Ферди-нандович#Биография](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ягн,_Николай_Ферди-нандович#Биография) (дата обращения: 10.02.2021).
6. Терминология и классификация экзоскелетов / А. А. Воробьев, Ф. А. Андрищенко, О. А. Засыпкина, И. О. Соловьева, П. С. Кривоножкина, А. М. Поздняков // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2015. № 3 (55). С. 71.
7. RoboTrends. Классификация экзоскелетов. - Режим доступа: URL: <http://robotrends.ru/robopedia/klassi-fikaciya-ekzoskeletov> (дата обращения: 08.02.2021).
8. Exorise. URL: <https://exorise.com> (дата обращения: 10.02.2021).
9. ExoMed. Роботизированные экзоскелеты. - Режим доступа: URL: <https://www.exomed.org/exolite1> (дата обращения: 10.02.2021).
10. Guardian XO Max. - Режим доступа: URL: <http://robotrends.ru/robopedia/guardian-xo-max> (дата обращения: 10.02.2021).

УДК 101.1

СОЦИАЛЬНЫЕ И АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

д. филос. н., профессор Шустов А.Ф., shustovaf@mail.ru

*ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет,
Россия*

SOCIAL AND ANTHROPOLOGICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL ACTIVITIES

*Shustov A.F., doctor of philosophy, Professor
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация: В статье показана проблемная ситуация современного этапа развития технической деятельности и показана необходимость формирования новой парадигмы, а именно гуманистической ориентации ее развития. Анализируются механизмы, не позволяющие техническим объектам расширяться в ущерб личностным структурам человека и окружающей среды.

Abstract: The article shows the problematic situation of the current stage of development of technical activity and shows the need for the formation of a new paradigm, namely the humanistic orientation of its development. The mechanisms that prevent technical objects from expanding to the detriment of the personal structures of a person and the environment are analyzed.

Ключевые слова: техника, техническая деятельность, культура, этика, гуманизм, ценности, личность.

Keywords: technology, technical activity, culture, ethics, humanism, values, personality.

Ключевым вопросом осмысления технической деятельности в философии, является понимание ее роли в развитии человеческого общества, т.е. влияние ее на человека, культуру, природу. Динамическое развитие технических объектов привело к насыщению мира техникой. Прогрессирующее развитие техни-

ческих систем способствует стремительному погружению человека в мир технических объектов. Быстрота смены технических объектов способна внушить определенные опасения человеку, тяготеющему к стабильности. Однако, в том и специфика современного мира, что изменение, постоянный прогресс становятся его характерной чертой.

Сегодня ясно осознается, что существование современной цивилизации без техники невозможно. Человеческое общество столкнулось с проблемой организации соответствующего способа сосуществования с техникой. Перед нами стоит задача сохранить свою "человечность" перед лицом разрастающегося вещного мира, то есть найти тот оптимальный status quo, который позволил бы человеку сохранить свою природу на фоне дальнейшего развития технических систем.

Разрешение данной проблемы в последнее время становится все более и более актуальным. Развитие техники в современном мире сопровождается растущим отчуждением ее от человека. Происходит в своем роде дегуманизация технически ориентированного пространства. Техника, изначально призванная облегчить и улучшить жизнь человека, сегодня оказалась самостоятельным феноменом нашего мира, который потенциально способен его обрушить. Такое динамическое развитие технической деятельности ставит перед философией техники новые вопросы: социальные, этические, онтологические и антропологические. Современный человек существует сейчас в особой технологической среде, причем находится в практически парадоксальной ситуации: техника является основой его существования, однако значительная часть человечества негативно относится к технологиям. Такое тотальное вторжение в мир человека приводит к изменениям его не только социальной природы, но и биологической. Все чаще раздаются вопросы, что телесная организация человека начинает препятствовать развитию технологий и необходимо «улучшить» природу человека с помощью техники. Так реальна ли угроза сущности и существованию человека в современном технизированном мире? Грозит ли человечеству антропологическая катастрофа и каковы пути её недопущения? Не только на

обыденном уровне проявляется страх перед растущим уровнем технологий. Ученые, философы, политики также оценивают роль техники неоднозначно, то есть не только оптимистически, но и пессимистически. Можно выделить две основные философско-мировоззренческие ориентации и установки: две метафизические, противоположные позиции — технизм и антитехнизм, которые основываются на технологическом детерминизме, в основе которого лежат представления об определяющем и однозначном воздействии техники и технологии на все его сферы и стороны развития и существования общества. Самой распространенной идеей технологического детерминизма является концепция стадии роста (У.Росту), постиндустриального общества (Д.Белл), нового индустриального общества технократии (Дж.Голбрейт).

Философский анализ феномена техники дает возможность понимания специфики ее социального функционирования (ее социальную функцию, динамику технических потребностей общественной системы, влияние социокультурной среды на формирование техники и т.д.), и как результат — приблизиться к достижению баланса между человеком и окружающей его технической средой.

Объектом нашего исследования выступает техническая деятельность, которая соотносится с человеческой деятельностью как всеобщее и особенное. Деятельность специфически человеческая форма активности, содержанием которой является целесообразное изменение и преобразование природных и социальных объектов. Это генетически не передающийся механизм передачи информации внегенетического уровня. Ее общая цель состоит в расширении человеческих возможностей в различных областях жизнедеятельности.

Человеческая деятельность предполагает продуманность, т.е. предварительный анализ ситуации, включающий выбор последовательности действий, средств и способов её реализации. Таким образом, непременным атрибутом деятельности является создание идеальной схемы, проекта, в зависимости от конкретной цели и ситуации.

Мысленное выстраивание действий, “проигрывание в уме” вариантов их чувственно-предметного наполнения и ожидаемых результатов придает изби-

рательность и целенаправленность различным актам деятельности, последовательности действий. Деятельность инициируется осознанной целью, она целенаправленна, но при этом сами цели порождаются всем контекстом человеческого существования, сферой человеческих потребностей, мотивов, идеалов, ценностей. Т. е. факторов, представляющих собой сложное диалектическое единство субъективных и объективных сторон детерминации.

Именно, потребности, стимулы и мотивы объясняют как объективная детерминация реализуется в процессе субъективной технической деятельности и выступая самим механизмом этой реализации, дает возможность более четко осмыслить конкретный процесс причинной обусловленности технической деятельности. Исходным пунктом детерминации являются объективные условия жизни людей, которые порождают у них определенные потребности и цели. Здесь происходит трансформация объективной детерминации в субъективную. Её звеньями являются: осознание потребностей, определение целей, выработка программы действий, выбор средств её осуществления.

Для того чтобы идеальная модель будущей деятельности была продуктивной, она должна обладать определенными свойствами, которые вырабатываются в процессе филогенеза человека. Прежде всего, цель как модель будущей деятельности и её продукт должна быть представлена человеку субъективно, как проект, которым он может свободно оперировать. Результат деятельности зависит от того, в какой мере идеальная цель, проект учитывают объективные свойства предмета. Если в проект заложены искаженные представления о действительности, то и результат деятельности будет отрицательным. Для того чтобы цель как идеальная модель будущей деятельности была продуктивной, она должна проникать в сущность явлений, выявлять их объективные структуры и связи.

Социальные цели, реализующиеся в технической деятельности, которая вследствие этого становится целесообразной, делают её способной служить не только техническому, но и общественному развитию в целом. Суть целеполагающей технической деятельности состоит в создании технических средств для

достижения социальных целей, поскольку цель реализуется с помощью средств, а средство не существует вне определенной цели. В общем виде механизм целеполагающей деятельности был раскрыт ещё Гегелем.

“Разум, - по его меткому замечанию - столь же хитёр, сколь и могуществен. Хитрость состоит вообще в опосредующей деятельности, которая, позволив объектам действовать друг на друга соответственно их природе и истощать себя в этом воздействии, не вмешиваясь вместе с тем непосредственно в этот процесс, все же осуществляет свою собственную цель”[1]. Гегель впервые отчетливо осознал сложный характер детерминации технического развития в ходе которого в технических средствах противоречивым образом воплощаются две формы объективного процесса - природного и социального.

Субъект технической деятельности, опредмечивая знания, способности, потребности в созданных им технических устройствах, реализует в них свою цель. Специфика технической деятельности состоит в том, что она в силу своего функционального назначения предполагает осуществление новой деятельности, средством достижения цели которой она выступает. В технической деятельности складывается специфическое соотношение между целью и результатом, материальным и идеальным, субъектом и объектом. Для любого другого продукта преобразовательной деятельности цель индифферентна по отношению к дальнейшему его функционированию. Выполнив свою роль, воплотившись в форме материального объекта, опредметившись она исчезает. В технике же опредмеченная цель играет главную роль для осуществления последующих процессов деятельности. Техника как целесообразный феномен является связывающим звеном между целями предшествующей деятельности создания техники и последующей деятельности - использование техники.

Более того, смысл деятельности по использованию техники, как продукта предшествующего труда состоит в первую очередь в том, чтобы была распределена цель, опредмеченная в ней ранее. Иначе будет утрачена связь прежней и новой деятельности, связь поколений деятельных субъектов.

Преобразовательный аспект. Все формы человеческой деятельности носят

преобразовательный характер и в её результате выступает нечто новое не существовавшее ранее. Каган М.С. отмечает: "Для преобразовательной деятельности как таковой безразлично кто именно является преобразующим субъектом, что именно является преобразующим объектом, в какой конкретной форме и на каком уровне осуществляется само это преобразование" [2, с. 54].

Применительно к нашему исследованию техника есть средство осуществления преобразовательной активности человека. Это означает, что через неё человек взаимодействует с миром как субъект и обретает способность изменять мир. Она участвует в развитии преобразовательных способностей субъекта, усиливает их. Это осуществляется через расширение круга возможностей для процесса преобразования.

Техническая деятельность позволяет человеку осуществлять распрямление мира природы. Это происходит посредством создания и функционирования новых технических средств. Результатом этой деятельности выступает трансформация природного в техническое, в котором снимается прежняя естественно-природная форма определенности вещи, процесса. Вещь изменяется, становится иной, отличной от своего прежнего естественного состояния.

Объекты технической деятельности представляют собой преобразованную человеком естественную и создание искусственной среды обитания. В процессе преобразования естественные объекты и явления приобретают новые качества, они начинают подчиняться действиям не только природно-объективных, но и зависимых от воли человека социально-объективных закономерностей порождаемых социокультурной системой.

Ценностно-нормативный аспект. Ценности - это атрибутивная характеристика человеческой деятельности, существенный момент её социальной природы. Ценностные аспекты присущи субъекту деятельности, субъектно-объектному отношению в целом, а также её результатам.

Как уже отмечалось деятельность представляет собой механизм передачи социальной информации. Функционирование данного механизма осуществляется посредством категорий «опредмечивание» и «распредмечивание». Опредмечива-

ние и распредмечивание в области техники непосредственно включены в процесс технической деятельности. Техника позволяет человеку осуществить распредмечивание мира природы. Оно происходит в двух направлениях: в ходе создания техники, в этом случае происходит распредмечивание закономерностей природы, и в ходе её функционирования, преобразование социального мира.

Поскольку техника несет в себе следы человеческой деятельности, проблема опредмечивания применительно к ней есть вопрос о том, как индивид обогащает себя человеческим содержанием, опредмеченным в технике при её создании. В этом смысле раскрывается роль техники как социокультурного феномена, вплетенного в механизм социального наследования. Распредмечивая овеществленное в технике человеческое содержание, субъект обретает соответствующие данному уровню развития техники способности как реальную основу, для осуществления возможностей новой деятельности.

Ценностно-нормативный аспект является одним из ключевых в механизме социального наследования. Содержание ценностного отношения задается общественной формой применения техники и культурными установками в целом, что выражается в ценностных ориентациях того или иного субъекта [3,4]. Понятие “ценностной ориентации” отражает реальный механизм освоения человеком налично существующих ценностей, механизм связи между ценностным объектом и интересами и потребностями субъекта.

Технические объекты, осуществляя социальное функционирование, будут успешно выполнять социальный заказ только в том случае, если деятельные установки по их созданию будут ориентированы на экономические и социокультурные ценности. Это предполагает проведение тщательных и всесторонних расчетов, направленных на выявление интегрального эффекта от внедрения в производственную практику вновь создаваемых технических средств. Необходима социальная оценка их разнообразных функциональных характеристик. Социальная оценка функциональных характеристик технической деятельности должна начинаться с определения основных и приоритетных технических потребностей общества, средством реализации которых являются технические си-

стемы. Поскольку для успешной реализации практических потребностей необходимы соответствующие организационные формы технологий, то следующий этап социальной оценки связан с выработкой четко определенного перечня необходимых и достаточных технологических задач, непосредственно связанных с гармонизацией общественной жизни .

И только после всесторонней социальной оценки технико-технологических последствий создаваемых проектов можно в полном объеме формировать технические задачи, технические идеи, технические решения.

Исходя из указанных аспектов человеческой деятельности и их преломления в технической деятельности подвергнем более детальному анализу собственно техническую деятельность, а проблемы, которые были затронуты, в ходе дальнейшего исследования будут детализированы и развиты.

Как только объективная структура найдена, зафиксирована и стала систематически применяться для получения определенного результата, так сами элементы объектной структуры и действия субъекта подчиняются одной цели - оптимальной организации взаимодействия между предметами, которое собственно и ведет к намеченному результату.

Исходя из выше указанных аспектов деятельности и из отношения между субъектом технической деятельности, технология предстаёт как способ оптимальной организации этой деятельности. Техника в технологическом взаимодействии является изменением возможностей функционирования технологии. Технология есть поиск оптимальности технической деятельности, но лишь в рамках технических возможностей.

Несмотря на многообразные определения и подходы и на те смысловые оттенки, которые они отражают, общим для них является то, что в основе понятий “техника” и “технология” лежит преобразовательная активность человека и все они являются объектами технической деятельности. Т.к. она в широком смысле слова означает не только создание, но и использование техники. Т.е. в неё входят исследование, проектирование, изготовление и эксплуатация техники.

Именно способность человека делать разнообразные орудия, приспособля-

вать одни силы для борьбы с другими и выделили его из животного мира. Человек в отличие от животных, воспроизводит орудия орудия и средства труда и передает их из поколения в поколение. Выживание человека решающим образом зависит от той искусственной среды и тех орудий, которые он сам создает.

С развитием технической деятельности естественный отбор стал оказывать второстепенное влияние на изменение человеческого организма. Ему теперь не требовалось перестраиваться биологически, достаточно было изменить технологию. Техническая деятельность выступает как глубинный архитип в сознании человека деятельного “Homo faber”. Способность создавать искусственные объекты лежит в самой природе человека, об этом пишут многие философы. “Природа человека это его искусственность” - писал К. Ясперс [5; с. 81] . Э. Кассирер рассуждает о некоем законе естественной искусственности [6; с. 14], применительно к человеку и плодам его деятельности.

Характерной особенностью технической деятельности является создание искусственных объектов и поддержание их в функциональном состоянии, т.е. таких объектов, которые без человека в природе не встречаются, которые созданы человеком и функционируют благодаря его усилиям.

Литература

1. Гегель Г.В.Ф. Энциклопедия философских наук. В 3 т. Т. 2. М.: Мысль, 1977. 471 с.
2. Каган М.С. Человеческая деятельность: монография. М.: Политиздат, 1974. 331 с.
3. Свидерский А.А. Аксиологические аспекты политики природопользования // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сб. материалов междунар. науч.-техн. конф. Брянск, 2019. С. 184-189.
4. Свидерский А.А. Проблема направления экотрансформации современной культуры // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 4. С. 14-18.
5. Ясперс К. Истоки истории и ее смысл. М., 1978. Вып. 1. 210 с.
6. Кассирер Э. Опыт о человеке. Введение в философию человеческой культуры // Проблема человека в западной философии. М: Прогресс, 1988. 552 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМЯН ТЫКВЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

к.б.н. Слезко Е.И., eslezko@bk.ru, к.с-х.н. Гапонова В.Е., Gap-Walya@yandex.ru,
к.физ-мат. н. Рыжик В.Н.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия

USE OF PUMPKIN SEEDS IN THE PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS

candidate of biological sciences Slezko E.I., eslezko@bk.ru, candidate of agricultural sciences, Gaponova V.E., Gap-Walya@yandex.ru, candidate of physical and mathematical sciences, Ryzhik V.N.
Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Параметры соответствуют установленным нормативам. Предложенная рецептура и технология выпечки хлеба с добавлением семян тыквы отвечает необходимым требованиям.

Abstract. The parameters correspond to the established standards. The proposed recipe and technology for baking bread with the addition of pumpkin seeds meets the necessary requirements.

Ключевые слова: семена тыквы, хлеб, сухое вещество, кислотность, азот, пористость, технологический процесс.

Keywords: pumpkin seeds, bread, dry matter, acidity, nitrogen, porosity, technological process.

Введение. Постановка цели

Одним из наиболее потребляемых человеком продуктов являются продукты на основе зерновых культур [1]. Поэтому существует необходимость в расширении ассортимента хлебобулочных изделий с целью придания им различных свойств, например использование муки с меньшей степенью обработки - мука ржаная обойная в которой содержится в 36 % клетчатки суточной нормы потребления [2].

Так как хлеб относится к продуктам массового потребления, посредством его, возможно, корректировать и восполнять недостатки в пищевом рационе путем введения различных добавок [3, 4].

Одной из них могут выступать семена тыквы, благодаря которым происходит обогащение конечного продукта витаминами, минералами, аминокислотами, а так же жирными растительными кислотами [5].

Однако сведения о рецептурах такого продукта малочисленны и порой не носят под собой научной основы [6].

Поэтому целью работы является разработка рецептуры хлеба с добавлением семян тыквы для расширения ассортимента хлебобулочных изделий и придания им специфических свойств.

Материалы и методика исследований

Исследование осуществлялось путем проведения лабораторного анализа следующих параметров: определение сухого вещества (влажность); кислотности; азота; пористости. После этого производилось составление технико-технологической карты, рассчитывались пищевая и энергетическая ценности изделия.

Для проведения лабораторного исследования использовалось следующее оборудование: шкаф сушильный СЭШ 3М, весы лабораторные МАССА ВК-600, эксикатор 2-180 мм, бюксы, муфельная печь ПМП 8М, колбы конические вместимостью 150 см³, 250 см³, сито лабораторное 200/50 нержавеющая сталь 1,0 нержавеющая сетка, цилиндр мерный стеклянный, 250 мл, часы песочные лабораторные 15мин, термометр ТТЖ-50, пробник Журавлева, металлический лоток.

Параметры определялись:

Влажность хлебобулочного изделия методом высушивания в соответствии с ГОСТ 21094-75;

Кислотность изделия определялась методом титрования [7];

Количества азота в хлебе, путем разложения органического вещества концентрированной серной кислотой с образованием солей аммония и последующем фотометрическим выявлением азота [8].

Для определения пористости применялся метод Журавлева [9].

Статистическая обработка материала исследования была проведена на ПК с помощью программы Excel.

Результаты исследований. Технология производства.

Содержание сухого вещества (X_i) определяется по следующей формуле:

$$X_i = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

где m_1 - масса бюкса, г;

m_2 - масса бюкса до высушивания, г;

m_3 - масса бюкса после высушивания, г.

Для получения достоверных данных X_i определялась по трем навескам. Результаты сведены в таблицу 1.

Определение кислотности (в градусах Тернера) проводилась на тех же образцах, что и определение сухого вещества (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание сухого вещества и кислотности

№ п/п	Содержание сухих веществ в исследуемых образцах, %			Среднее значение, %
	X_1	X_2	X_3	
1	29,9	27,06	27,00	27,98
	Кислотность, °Т			
3	9,6	8,8	8,9	9,1

Определение количества азота. Результаты исследования сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Определение количества азота в хлебе

№ образца	Показатель спектрофотометра	Кол-во азота	Кол-во сырого протеина, %
1	0,385	1,75	10,96
2	0,428	1,96	12,25
3	0,372	1,69	10,57

Определение пористости проводилось по формуле:

$$П = \frac{V - m/\rho}{V} \cdot 100\% \quad (4)$$

где П – пористость, %

V – общий убуем выемки хлеба, см³;

m – масса выемок, г;

ρ – плотность беспористой массы мякиша, г/см³.

$$\Pi = \frac{110 - 30,00/1,30}{110} \cdot 100\% = 79,02\%$$

Таким образом полученные числовые показатели основных параметров укладываются в нормативы.

Визуальная оценка пористости хлеба с добавлением семян тыквы дана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Фото мякиша хлеба с добавлением семян тыквы

Технологический процесс. Для приготовления мучного изделия - Хлеб с добавлением семян тыквы используется следующее сырье (таблица 3), которое соответствует требованиям нормативной документации, имеет сертификаты удостоверения качества.

Таблица 3 – Рецепт хлеба с добавлением семян тыквы

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ в сырье, %	Расход сырья на 0,88 кг	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	99,75	200	199,50
Мука ржаная обдирная	85,50	180	153,90
Семена тыквы	92,00	100	92,00

Продолжение таблицы 3

Солод	92,00	27	24,84
Сыворотка молочная	18,00	250	45,00
Дрожжи хлебопекарные	25,00	10	2,50
Сахар белый	99,85	5	4,99
Соль поваренная	96,50	8	7,72
Выход	-	780	530,45

Данное изделие должно соответствовать установленным требованиям СанПиН.

Хлеб с добавлением семян тыквы имеет округлую форму. Для длительного сохранения потребительских свойств используют комбинированные упаковочные материалы, такие как: пергамент покрытый сорбиновой кислотой; полиэтиленовой пленкой.

Срок хранения хлеба от 3 до 7 суток при оптимальной температуре (20-25 °С), относительной влажности 75% и в зависимости от добавок и технологии приготовления.

Таблица 4 - Пищевая и энергетическая ценность изделия - хлеб с добавлением семян тыквы

Наименование сырья	Масса нетто, г	Содержание основных пищевых веществ					
		белки		жиры		углеводы	
		%	г.	%	г.	%	г.
Мука пшеничная высшего сорта	200	10,30	20,60	1,10	2,20	68,90	137,80
Мука ржаная обдирная	180	8,9	16,02	1,70	3,06	60,20	108,36
Молочная сыворотка	250	1,08	2,70	0,48	1,20	6,00	15,00
Семена тыквы	100	24,50	24,50	45,80	45,80	4,70	4,70
Солод ржаной сухой	27	11,70	3,17	1,70	0,46	51,77	13,98
Дрожжи хлебопекарные сухие	10	49,00	4,90	6,00	0,60	0,40	4,00
Соль поваренная	8	0	0	0	0	0	0
Сахар белый	5	0	0	0	0	99,8	4,99
Масса готового блюда	702	-	-	-	-	-	-
В полуфабрикате до тепловой обработки, г.	780	71,83		53,32		342,15	
%	100	10,23		7,59		48,73	

Продолжение таблицы 4

Сохранность после тепловой обработки		96	88	91
В готовом блюде, г.	702	68,95	46,92	311,35
%	100	9,82	6,68	44,35

Органолептические показатели.

Внешний вид - изделие характеризуется правильной формой, слегка выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов, притисков, а так же трещин. Толщина корок для ржано-пшеничного хлеба нормируется в пределах от 3-4 мм.

Консистенция - равномерный пропеченный мякиш по всему объему, однородные пористость и распределение частиц семян тыквы, без комочков и следов непромеса;

Цвет - равномерный светло-желтый, с легким оттенком коричневого на верхней корке;

Вкус - приятный, свойственный данному виду изделий, без прогорьковатости семян;

Запах - свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха.

Пищевая и энергетическая ценность изделия представлена в таблице 4.

Энергетическая ценность:

В 702 г. $68,95 \times 4 + 46,92 \times 9 + 311,35 \times 4 = 275,8 + 422,28 + 1245,6 = 1245,6$ ккал

Хлеб с добавлением семян тыквы, одновременно является и лечебно - профилактическим, так как в его состав входят различные активные биологические вещества.

Вывод

1. Параметры хлеба с добавлением семян тыквы соответствуют установленным нормативам.
2. Разработанная рецептура и технология выпечки хлеба с добавлением семян тыквы соответствует необходимым требованиям.
3. Использование такого хлеба способствует расширению ассортимента хлебобулочных изделий и созданию условий для рационального питания.

Литература

1. Грязина Ф.И. Улучшение качества ржано-пшеничного хлеба применением высокомасличного растительного сырья // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. № 21. С. 128-131.
2. Мякинков А.Г. Повышение качества хлеба из целого зерна [Зерновой хлеб лечебно-профилактического назначения] // Пищевая и перерабатывающая промышленность: реферативный журнал. 2000. № 1. С. 91.
3. Башина О.Э., Матраева Л.В., Калинин Н.Н. Хлеб всему голова: эволюция производства хлеба в России // Высшее образование для XXI века: проблемы воспитания: XIV международная научная конференция, МосГУ, 14–16 декабря 2017 г.: докл. и материалы: в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. И. М. Ильинского. М.: Изд-во Моск. гуманит. ун-та, 2017. С. 226-231.
4. Османьян Р.Г. Обогащение хлеба продуктами из молочной сыворотки [Технологические качества, пищевая ценность, качество изделий] // Пищевая и перерабатывающая промышленность: реферативный журнал. 2007. № 3. С. 757.
5. Гапонова В.Е., Слезко Е.И., Исаев Х.М. Технология пшеничного хлеба на закваске с использованием виноградного муста // Инновационная техника и технология. 2020. № 4 (25). С. 5-11.
6. Рябичева А.Е., Поцепай Ю.Г., Исаев Х.М. Технология мучных и кондитерских изделий: рабочая тетрадь для проведения лабораторных занятий студентами направления "Технология продукции и организация общественного питания", профиль "Технология продуктов общественного питания". Брянск, 2014.
7. ГОСТ 5670-96 Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997. 6 с.
8. ГОСТ 26889-86 Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кьельдаля. М.: Стандартиформ, 2010. 22 с.
9. ГОСТ 5669-96 Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия. Методы определения пористости. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 2 с.
10. Итоги развития пищевой и перерабатывающей промышленности АПК Брянщины - 2019 год / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, А.В. Дронов, И.Н. Белоус, М.П. Наумова // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 3 (79). С. 3-9.

УДК 316.752

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ РЕАЛЬНОСТИ ТЕХНОГЕННОГО ОБЩЕСТВА

Свидерский А.А., filos.as@yandex.ru

Брянский государственный аграрный университет, Россия

VIRTUALIZATION OF THE REALITY OF THE TECHNOGENIC SOCIETY

Svidersky A.A., filos.as@yandex.ru

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация: В статье общий анализ проблемы трансформации реальности техногенного общества. По мнению автора информатизация и виртуализация структурных компонентов деятельности современного человека создает принципиально новый, онтологический и аксиологический образ реальности.

Abstract: The article presents a general analysis of the problem of transformation of the reality of technogenic society. According to the author, informatization and virtualization of the struc-

tural components of modern human activity creates a fundamentally new, ontological and axiological image of reality.

Ключевые слова: виртуальная реальность, информационное общество, личность, техногенное общество, техносфера

Keywords: virtual reality, information society, personality, technogenic society, technosphere

Генезис техногенного общества определяет аксиологический контекст современного существования человечества. В силу глубокой вовлеченности каждой личности в социо-технические процессы, трансформация ценностного сознания происходит не только в среде профессионалов, занятых в сфере инженерно-технической деятельности, но и у людей сравнительно далеких от инженерной деятельности. Этот процесс можно объяснить влиянием существенно изменившейся внешней среды на общие основания человеческой культуры, на сферу ценностей и норм, через систему имманентных механизмов культуры [1, с. 600]. В развитии техногенном общества поступательно происходит замена естественных условий общественного бытия, искусственными, которые формируются в целостную систему технических артефактов, технологий и научного знания, образуя техносферу.

Вследствие трансформации реальности человек оказывается в совершенно новых интерактивных функциональных отношениях технической реальностью, которая приобретает субъектные свойства и превращается в участника творения ценностей и смыслов. Особенно ярко последнее проявляется в информационно-коммуникативных технологиях, будучи задействованным в которых, человек начинает отождествлять себя с виртуальной реальностью, выстраивать разнообразные межсубъектные отношения с компонентами этой реальности, вследствие чего возникают новые модели личностной самоидентификации.

Развивающаяся техносфера создает новые способы существования человека в природном окружении, выстраивая многочисленные структуры-заменители связи человека с естественной природой, где естественное полностью вытесняется социальным [2]. Важно отметить, что отношение к естественной природе закрепленное в культуре определяет не только характер и направленность преобразовательной деятельности человека, но и восприятие самой человеческой личности [3, с.330].

К личности предъявляются технико-операционные требования, которые встроены в различные виртуальные модели управления и контроля. Особую роль здесь играют различные формы тестирования. Поступательная виртуализация пространства техногенной реальности, где человек имеет, значительно опосредованную связь с физическим миром, детерминирует изменение сознания. Меняются базовые психологические установки, позиции здравого смысла.

По сути, виртуальная реальность техногенного общества конструирует новую систему координат: времени-пространства, духа-физического тела, свободы-необходимости. Новые условия и возможности личностной идентификации благодаря информационно-коммуникативным технологиям характеризуются в значительной мере опосредованным, отчужденным характером, по сравнению с непосредственным традиционным опытом идентичности в социальном опыте. Актуальным в этом отношении становится вопрос о сохранении личности, как субъекта творческой самореализации [4]. Ведь становление личности в техногенном обществе предполагает стремление к творческому бытию, которое приобретает смыслы в творческом бытии технического. Тем не менее, духовная природа личности не может быть сведена к техническому творчеству, которое детерминировано теми или иными технологиями, поскольку включает в себе особую, «невещественную» целесообразность.

Новая информационная ступень развития современной техногенной цивилизации остро ставит проблему ценностной интерпретации мира, ведь созданная компьютерной революцией виртуальная кибер-реальность не только меняет индивидуальное и общественное сознание, но и заменяет собой реальность первой и второй природы. В этом отношении актуальным становится вопрос о том, как меняются ценностные отношения вследствие виртуализации объекта и субъекта ценности? Новое понимание антропоцентризма в соединении с современными взглядами на развитие нашло свое воплощение в теории устойчивого развития, ядром которой является идея коэволюции природы и общества. Сущность последней состоит в том, чтобы определить согласованные с фундаментальными законами природы параметры и механизмы развития

человеческой цивилизации. При этом следует учитывать то обстоятельство, что развивается не только явление, но и сущность, лежащая в его основе. Так, например, сегодня констатируется, что период становления и развития постиндустриального общества характеризуется интенсивным обменом между людьми не веществом и энергией, а информацией, которая становится основным объектом человеческой деятельности. Вещество же и энергия, становятся средствами оперирования информацией. Если учесть тенденцию развития информационных технологий — снижение вещественных и энергетических затрат на производство, то можно прогнозировать увеличение той сферы реальности, которая называется «виртуальной реальностью».

В контексте взаимосвязи естественного и искусственного, мировую историю можно рассматривать как процесс поступательного преобразования и структурирования среды, предполагающий создание техносферных оболочек, опосредующих межсубъектные и субъект-объектные связи. Так, первичная реальность природы была вытеснена искусственной реальностью сельскохозяйственных поселений и ландшафтов, на смену которым пришли более технологизированные и сложноорганизованные объекты реальности. Одновременно происходило ценностно-смысловое освоение искусственной среды. Которая опосредует отношения с первой природой, превращая её в объект. А к объекту нет культурного, ценностного приращения [5] В отличие от первой природы, предметы действительности, ставшие общественным бытием человека, постоянно меняют свое ценностное значение в связи с изменением их включенности в практические связи людей [6]. В целом, нужно отметить, что ценность «второй природы», определяемой, как «Царство Человека», неуклонно растет, поэтому отношения человека к природе уже в значительной и всевозрастающей степени опосредуется его отношениями с окультуренной им частью природы.

Если рассматривать динамику ценностных отношений в контексте смены мировоззренческих парадигм, то на смену живой, антропоморфной мифореальности, приходит сакрализованная, дематериализованная религиозная реальность, которая далее превращается в рационализированную предметно-практическую

реальность индустриального мира, чувственно и телесно несоразмерную человеку, экранирующую связи с миром первой природы. Возрастание роли искусственного, сконструированного в ценностном сознании и одновременно, разрастание различных опосредующих ценностные отношения элементов, делает вполне логичным формирование нового типа реальности, в которой предметный мир будет представлен лишь в качестве актуально существующих, временных отражений.

Виртуальная реальность представляет собой результат сложного синтеза отраженных нашим сознанием свойств и связей объективного мира с конструктами представлений и творческого мышления. Виртуальный мир симулирует объективную реальность, создавая условия и ситуации, подменяющие предметный мир, порождая эмоциональные переживания, обеспечивающие включение человека в интерактивную среду. Виртуальная реальность оказывается гораздо более привлекательной для человека, нежели реальность природная, в силу ее гораздо большей пластичности, конструктивности, подчиненности человеческой воле. Виртуальный мир, порожденный искусственной реальностью, в информационном обществе приобретает статус полной реальности, что обеспечивается бытийственностью информационной сферы, включенностью индивидов в тесное информационное взаимодействие. Поэтому, виртуальная реальность может взаимодействовать со всеми другими реальностями, в том числе и с порождающей, как онтологически независимая от них. И, несмотря на то, что виртуальное существует исключительно актуально, только «здесь и теперь», только пока активна порождающая реальность, она воспринимается как самостоятельная реальность, так как, в свою очередь может выступить порождающей реальностью для новой виртуальной реальности. И процесс взаимопорождений, взаимопроникновений безграничен в виртуальном мире. В связи с этим, виртуальный мир в целом, как и любая его часть или виртуальные миры, видится как череда порожденных, действующих, меняющихся событий-фактов, взаимосвязанных непостоянным способом, то соединяющихся воедино, то распадающихся. Виртуальная реальность предстает сложным, многослойным, непо-

стоянным образованием, в котором все время порождаются и умирают его части и даже целые слои.

В информационном обществе утверждается полионтичное мировоззрение, которое предполагает признание нескольких равнозначных онтологических реальностей. Полионтизм предполагает легкий отказ от ценностных смыслов, соотносимых с одной из реальностей и перемещение их в другую, с соответствующими новой реальности трансформациями структуры ценностного мира.

Поскольку каждая часть виртуального мира существует на собственных основаниях, виртуальная реальность не предполагает устойчивых причинно-следственных отношений, а также определенных, воспроизводящихся, необходимых связей между событиями. Полионтичное мировоззрение подчеркивает, что ни одна из реальностей не является исключительной, истинной и конечной. Виртуальный мир обладает потенциями творения бесконечного множества реальностей. У каждого элемента виртуального мира свое пространство, время и законы существования. Эти элементы (миры) принципиально не сводимы друг к другу, поэтому не могут быть описаны с использованием какой-либо одной знаково-символической системы, не могут рассматриваться в рамках одной системы ценностей.

В информационном обществе виртуальная реальность становится своеобразной квазиприродной реальностью, подменяя собой предметную реальность первой и второй природы, делает существование последних необязательным. Объекты виртуальной реальности сверхпластичны, аморфны, открыты для волевого участия субъекта, который, в свою очередь, уверен в неограниченности своих способностей. В виртуальном пространстве создается удобная, комфортная модель субъект-объектного отношения, самореализации, которая легко транслируется в другие типы субъект-объектного отношения. В результате, возникает парадоксальная ситуация, когда все природное будет казаться чем-то искусственным, синтезированным. Культивируется представление, что естественную природу можно заменить на более совершенную «модель», появляется уверенность в практической возможности синтеза человеком новой природной среды, и даже самого человека.

В феномене виртуальной реальности мы можем обнаружить извечное стремление человека к преодолению оков естественной природной реальности. В центре этого противоречия находится человек, наделенный уникальной духовностью, он постоянно стремится к идеальному, надприродному существованию, реализует это в культуре. Поэтому, противостояние культуры и природы – сущностно-исторический процесс, и одновременно, одно из главных условий существования и развития человечества. В этой коллизии основа внутренних и внешних кризисов общества, в том числе и экологического, природу и развитие которого следует рассматривать преимущественно в контексте отношений культуры и природы.

Литература

1. Лотман Ю.М. Семиосфера. СПб., 2000.
2. Елисеев О.П. Культурная антропология. М., 2003.
3. Виноградова Е.Г., Мамедов Н.М. Формирование культуры устойчивого развития // Эпоха глобальных перемен (опыт философского осмысления). М., 2004.
4. Шустов А.Ф. Моральное измерение современной технической деятельности // Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2016. С. 420-426.
5. Бердяев Н.А. Философия свободного духа. М., 1995.
6. Шустов А.Ф., Шустова Г.А. Техника как социокультурный феномен // Проблемы современного антропосоциального познания. Брянск, 2003. С. 65-73

УДК 613.81:616.33 /34

ЧАСТОТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ФАСТФУДА СТУДЕНТАМИ ВУЗОВ (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОГО ГАУ)

к.с.-х.н. Гапонова В.Е., к.б.н. Слезко Е.И.

Брянский государственный аграрный университет, Россия

FREQUENCY OF FAST FOOD CONSUMPTION BY STUDENTS OF BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Candidate of Agricultural Sciences Gaponova V.E.

Candidate of Biological Sciences Slezko E.I.

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. В результате анкетирования студентов аграрного вуза по частоте использования в своем рационе фастфудовской пищи (чипсы, бургеры, шаурма, сладкие газированные напитки, сладкие батончики). Установлено, что наиболее часто пользуются продукцией быстрого приготовления: юноши – 37-33%; девушки - 13-12%.

Annotation. As a result of a survey of students of an agricultural university on the frequency of using fast food in their diet (chips, burgers, shawarma, sweet carbonated drinks, sweet bars). It was found that the most frequently used products of fast food: boys-37-33%; girls-13-12%.

Ключевые слова: фастфуд, газированные напитки, частота потребления, студенты.

Key words: fast food, carbonated drinks, frequency of consumption, students.

Введение. Для учащейся молодежи важным фактором, для выполнения учебных и физических нагрузок, является здоровое питание. Уклад жизни в общежитиях, не умение или не желание готовить, привычка жить на «перекусах» нередко приводит молодых людей к ожирению, заболеваниям сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта и другим серьезным последствиям [1, 2].

К сожалению, в настоящее время питание молодежи не может быть оценено как оптимальное. В [3] отмечается, что нерациональное питание студентов является одним из факторов риска нарушения здоровья. Авторы подчеркивают, что студенческая молодежь является особой группой населения, для которой характерно большое количество нарушений рациона и неблагоприятных пищевых привычек. К отрицательным факторам следует отнести популярность среди обучающихся продуктов питания быстрого приготовления и различного рода «перекусы» [4]. Нередко в этом случае используются продукты сомнительного качества, приобретаемые в торговой сети (чипсы, сухарики) и точках фаст-фудовской торговли.

Сегмент фастфуда и стритфуда - самый стабильный в сфере питания. По итогам 2019 года на долю фастфуда пришлось 51% расходов Россиян на общепит (*по данным NPD Group). Постоянный прирост составляет 6% в год. В России на 2019 год объем рынка быстрого питания составил 580,7 млрд. рублей, а рост в 2020 году прогнозируется на уровне 8,5% (*по данным Euromonitor International) [5].

Между тем статистика потребления отдельных продуктов быстрого приготовления студентами до настоящего времени остается до конца не исследованной.

Цель исследования - изучение частоты потребления студентами

отдельных продуктов быстрого приготовления как фактора, оказывающего негативное воздействие на здоровье учащейся молодежи.

Материал и методы. Участники. Проанализированы особенности питания 84 студентов Брянского ГАУ (53 – девушки, 31 – юноша), средний возраст - 21,5 лет. Для соблюдения этических требований анкетирование было анонимным, участники указывали свои пол и возраст.

В качестве инструмента использовался специальный вопросник (таблица 1).

Оценка потребления основных групп пищевых продуктов проведена за счет изучения частоты их встречаемости в рационе. Частота варьировала от частого (ежедневного) потребления до очень редкого (1-2 раза в месяц).

Статистическая обработка материала исследования осуществлена на ПК с помощью программы Excel.

Таблица 1- Опросный лист (матрица) – Частота потребления фастфудовских продуктов, %

Потребляемые продукты	Юноши /девушки			
	ежедневно	2-3 раза в неделю	1 раз в неделю	1-2 раза в месяц
Чипсы, сухарики				
Бургеры, шаурма				
Сладкие газированные напитки, энергетики				
Конфеты, сладкие батончики				

Результаты исследования и их обсуждение

Чипсы – это тонкие ломтики картофеля, обжаренные в большом количестве жира. Сухарики – хлебобулочные изделия длительного хранения. Вред чипсов заключается в высоком содержании жира (30 г жира на 100 г продукта), в наличии пищевых добавок (глутамат натрия Е 621) и излишнего количества соли. В чипсах содержится 1343 мкг/кг вредного канцерогенного вещества акриламида, что в сотни раз превышает допустимые нормы.

Анализ частоты потребления студентами чипсов и сухариков показал

(рисунок 1), что данные продукты не достаточно популярны у учащейся молодежи, так как ежедневно их потребляют их не более 2% респондентов (юноши – не употребляют, девушки -2%).

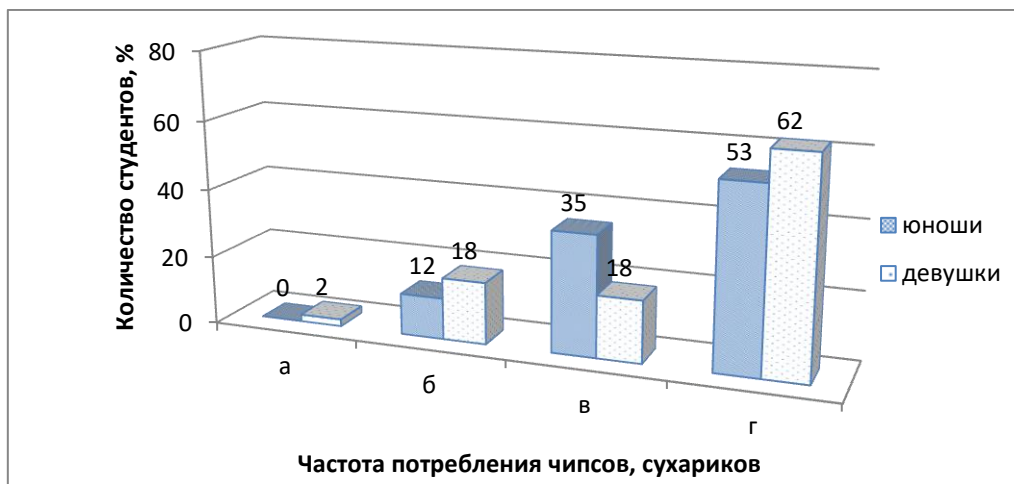


Рисунок 1 - Частота потребления чипсов и сухариков юношами и девушками (а- ежедневно, б- 2-3 раза в неделю, в- один раз в неделю, г- 1-2 раза в месяц)

Большое количество студентов 53-62% употребляют эти нежелательные продукты не очень часто (1-2 раза в месяц). Это указывает на то, что студенческая молодежь понимает и оценивает реальную угрозу от потребления подобной пищи.

Нужно отметить, что в настоящее время система быстрого питания позиционируется как оптимальная для современного человека. Однако, с позиции здорового образа жизни, имеет и негативные стороны: способствует быстрому набору массы тела, формирует пищевую и психологическую зависимость, снижает потребление овощей и фруктов [6, 7].

Частота потребления студентами бургеров и шаурмы представлена на рисунке 2.

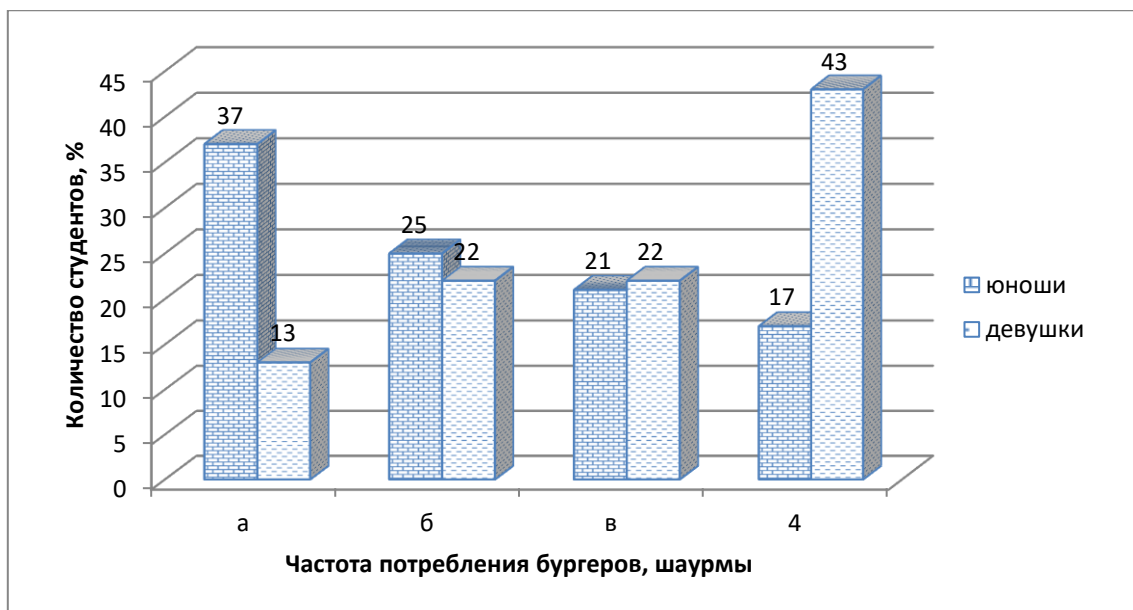


Рисунок 2 - Частота потребления бургеров и шаурмы юношами и девушками (а- ежедневно, б- 2-3 раза в неделю, в- один раз в неделю, г- 1-2 раза в месяц)

Анализ частоты потребления бургеров и шаурмы показал, что имеются значительные отличия среди юношей и девушек в предпочтениях использования этих продуктов. Так, ежедневно их потребляют 37% юношей и 13% девушек. Частота потребления бургеров и шаурмы 2-3 раза в неделю и 1 раз в неделю как у юношей так и у девушек находится почти в равных значениях (25 и 22% и 21 и 22% соответственно). Очень редко (1 раз в месяц) потребляют бургеры и шаурму 43% девушек. Все это объясняется тем, что девушки сравнительного готовят еду в общепитиях и относительно редко прибегают к перекусам с использованием фастфудовской пищи.

Газированные напитки с высоким содержанием сахара рядом исследователей [4] характеризуются как возможные факторы риска развития алиментарно-зависимых заболеваний, таких как ожирение и сахарный диабет 2 типа [7].

Данные рисунка 3 демонстрируют, что наиболее часто потребляют сладкие газированные напитки юноши: ежедневно - 33% и 2-3 раза в неделю - 45% соответственно. Среди девушек, частое употребление газированных напитков менее популярно: ежедневно - 12% респондентов, 26-27% - два-один раз в неделю. Очень редко (1-2 раза в месяц) употребляют газированные напитки 5% юношей и 20% девушек.

Исследование частоты потребления студентами конфет и сладких батончиков приведено на рисунке 4.



Рисунок 3 - Частота потребления сладких газированных напитков юношами и девушками (а - ежедневно, б - 2-3 раза в неделю, в- один раз в неделю, г- 1-2 раза в месяц)

Рассматривая данный вопрос стоит отметить, что сладости ежедневно потребляют в своем рационе 16% юношей и 26% девушек. Использование конфет и сладких батончиков в пищевом рационе ребят отличается большей неравномерностью по сравнению с девушками. Разброс по юношам составил $\Delta=23$, по девушкам $\Delta=7$. Наибольшее количество всех опрошенных потребляют их 2-3 раза в неделю (39% юноши и 27% девушки).



Рисунок 4 - Частота потребления конфет, сладких батончиков юношами и девушками (а - ежедневно, б - 2-3 раза в неделю, в- один раз в неделю, г- 1-2 раза в месяц)

Выводы

1. Анализ итогов анкетирования студентов Брянского ГАУ показал, что высокую частоту использования в пищевом рационе юношей занимает фастфудовские продукты (бургеры, шаурма, сладкие газированные напитки).
2. Частота потребления студентами сухариков и чипсов невысокая.
3. Среди девушек отмечается низкая частота потребления продуктов быстрого приготовления. Очевидно, девушки стараются выглядеть хорошо и ведут здоровое питания, редко прибегая к бургерам, шаурме и сладким напиткам.
4. Для формирования здорового поколения необходимо как можно раньше информировать молодежь в вопросах правильного и рационального питания, аргументированно подходить к выработке навыков здорового образа жизни.

Литература

1. Гапонова В.Е., Слезко Е.И. Результаты потребления фруктов студентами аграрного вуза // Инновации и технологический прорыв в АПК: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2020. С. 314-317.
2. Гапонова В.Е., Слезко Е.И. Об особенностях потребления студентами аграрных вузов овощей в пищевом рационе // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 4 (80). С. 72-76.
3. Фастфуд в питании студенческой молодежи города Твери: представленность, предпочтения, риски / Г.С. Джулай, Т.Е. Джулай, А.Д. Карпова, А.Н. Неведомский, А.А. Смирнов // Верхневолжский медицинский журнал. 2017. Т. 16, вып. 2. С. 22-25.
4. Association between sugar-sweetened and artificially sweetened soft drinks and type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies / D.C. Greenwood, D.E. Threapleton, C.E.L. Evans et al. // Br J Nutr. 2014. vol. 112. pp. 725.
5. Eating Habits, Physical Activity and Socioeconomic Level in University Students of / R.F. Chile uez, L.X. Palma, B.A. Romo, B.D. Escobar // Aragón Nutrición Hospitalaria. 2013. vol. 28, no. 2. pp. 447-455.
6. Частота потребления сладких газированных напитков населением разных возрастных групп Российской Федерации / Р.А. Ханферьян, К.В. Выборная, Р.М. Раджабкадиев, В.С. Евстратова, Н.В. Наливайко, В.Б. Семин, А.Г. Галстян // Вопр. питания. 2017. Т. 86, № 3. С. 55-58.
7. Relationship of soft drink consumption to global overweight, obesity, and diabetes: a cross-national analysis of 75 countries / S. Basu, M. McKee, G. Galea, D. Stuckler // Am J Public Health. 2013. vol. 103, no. 7. pp. 2071.

БЕЗОПАСНОЕ ПОВЕДЕНИЕ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

к.с.-х.н. Безбородова Е.А.

*Курганская государственная сельскохозяйственная академия
имени Т.С. Мальцева, Россия*

SAFE BEHAVIOR ON THE INTERNET

candidate of Agricultural Sciences Bezborodova E. A.

Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, Russia

Аннотация: В статье описываются и анализируются угрозы и риски, связанные с использованием сети Интернет в современном обществе. Особый акцент делается на угрозах, связанных с поведением людей в сети, в частности, с необдуманным опубликованием информации. Описывается ряд правонарушений, при которых злоумышленник воспользовался опубликованной информацией. Приводятся примеры, когда публикация или репост на своей страничке в сети привели человека на скамью подсудимых. Дается ряд рекомендаций по безопасному поведению в Интернет.

Abstract: The article describes and analyzes the threats and risks associated with the use of the Internet in modern society. Special emphasis is placed on threats related to the behavior of people on the Internet, in particular, with the rash publication of information. It describes a number of offenses in which the attacker used the published information. Examples are given when a publication or repost on their page on the network led a person to the dock. A number of recommendations on safe behavior on the Internet are given.

Ключевые слова: угрозы и риски, связанные с поведением людей в сети, необдуманное опубликование информации, неосторожная публикация или репост, причины необдуманного поведения при общении с помощью сети Интернет, рекомендации по безопасному поведению в Интернет.

Keywords: threats and risks associated with the behavior of people on the Internet, thoughtless publication of information, careless publication or repost, reasons for reckless behavior when communicating via the Internet, recommendations for safe behavior on the Internet.

Введение. Постановка цели

Компьютерная сеть Интернет стала частью жизни многих людей. Даже старшее поколение осваивает новый вид досуга – общение в социальных сетях. Дети знакомятся с гаджетами раньше, чем начинают говорить. Для многих стало привычкой постоянное общение в чате. Благодаря выгодным тарифам для интернета на телефоне, нахождение в Сети начинается по пути на работу и заканчивается поздно вечером при отходе ко сну. Для молодежи постоянное общение в закрытых группах и на форумах стало нормой жизни.

Целью данной статьи является анализ угроз и рисков, связанных с использованием сети Интернет в современном обществе. Особое внимание уделя-

ется скрытым угрозам, связанным с опубликованием людьми информации. Дается попытка объяснить, в чем заключаются невидимые ловушки, в которые попадают взрослые люди.

Методика проведения исследований

Материал по данной теме собирался в течение нескольких лет. Для данной статьи был произведен отбор части материала, касающийся наименее освещаемых аспектов темы. После обобщения отобранного материала был проведен анализ и выдвинут ряд предположений, которые выносятся на обсуждение с помощью данной статьи.

Результаты исследований и их обсуждение

Человек – социальное существо. Когда в его жизни ожидаются или происходят радостные события или неприятности, хочется поделиться с друзьями или знакомыми. Раньше люди шли к другу или подруге, к родственникам или звонили им по телефону. Сейчас все чаще эмоциями делятся через соцсеть со своими виртуальными товарищами, а то и просто «со всем миром». Доказательство тому – высокая популярность Instagram и других социальных сетей.

По данным ВЦИОМ за 2018 год из 3200 респондентов около половины опрошенных регулярно размещали в соцсетях информацию о себе [1].

При этом люди не задумываются, насколько это неосторожно, делиться своей личной информацией с незнакомыми людьми.

Описано много случаев, когда виртуальный знакомый оказывался в реальной жизни обманщиком, а то и преступником, а нашей личной информацией воспользовался для совершения правонарушения.

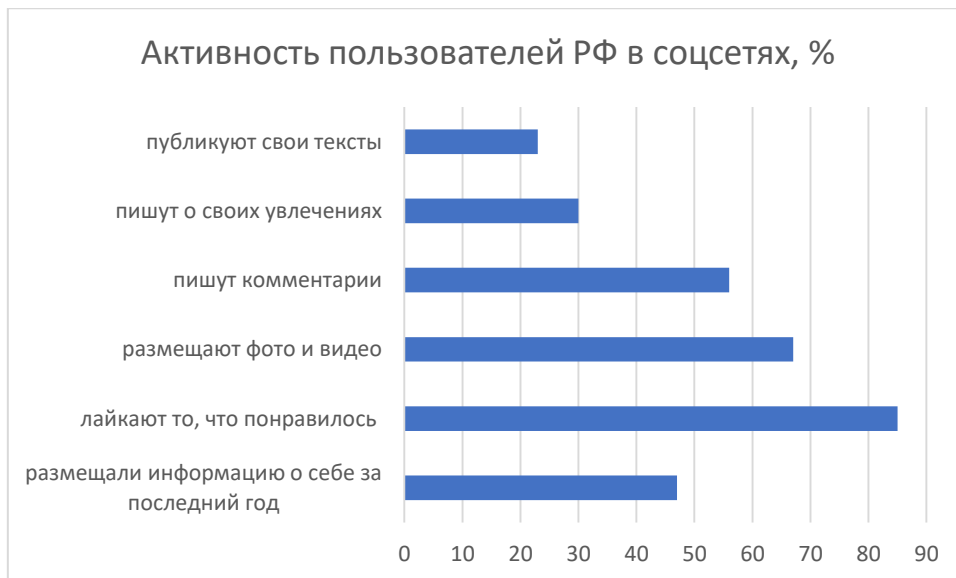


Рисунок 1 – Активность пользователей в социальных сетях по данным опроса ВЦИОМ за 2018 год

Злоумышленники все чаще пользуются Сетью при совершении правонарушений. По данным ведомства МВД количество преступлений с использованием ИТ-технологий неуклонно растет. В 2019 году на их долю приходилось каждое седьмое преступление.

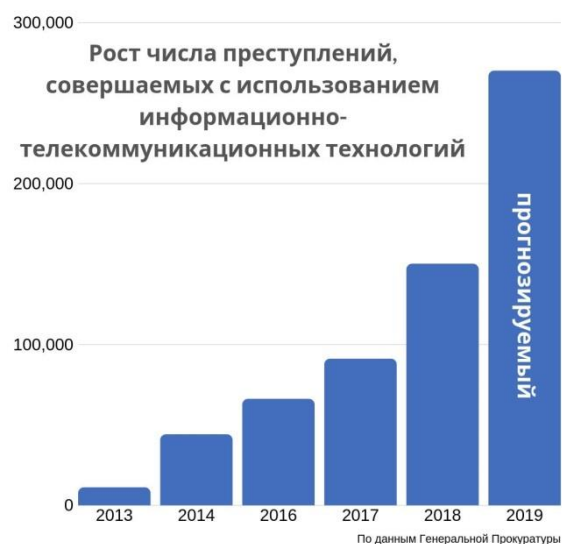


Рисунок 2 – Рост числа преступлений, совершаемых с использованием ИКТ

Как заявил на заседании коллегии МВД глава ведомства Владимир Колокольцев, «Посредством интернета совершаются хищения чужого имущества, ведется торговля наркотиками, оружием, людьми, распространяется экстремистская литература, вербуются новые члены террористических группировок» [2]. Дети и подростки подвергаются в сети троллингу и буллингу, не уменьшаются контентные риски: возможность просмотра несовершеннолетними страниц с вредным, а то и противозаконным содержанием. Наряду с фишингом[3], противостоять которому многие научились, появился новый вид мошенничества. Преступники научились подменять телефонные номера кредитных организаций, государственных служб, выдавая себя за их работников. Недавно пресечена деятельность группы, управлявшей сетью медицинских клиник в ряде регионов. Злоумышленники через кол-центры приглашали пациентов, а затем вводили их в заблуждение о наличии заболеваний, требующих неотложного дорогостоящего лечения. Для оплаты фиктивных медицинских услуг склоняли к оформлению кредитов на суммы до полумиллиона рублей. Уже установлено более 11 тысяч потерпевших [2]. Такая практика обмана называется «социальный инжиниринг».

Помогает злоумышленникам публикация людьми личной информации в Сети. На первый взгляд, это может быть совершенно безобидная информация: человек пишет, что планирует поехать в отпуск вместе с семьей, указывает месяц, а то и точные даты. Квартирному вору остается только уточнить адрес. Город, в котором проживает человек, задается при регистрации в соцсети. Остается посмотреть, где учится ребенок, посмотреть внимательно фотографии в аккаунтах ребенка и родителей – и адрес будет злоумышленникам известен. Еще более простой способ узнать адрес – не отключенная геолокация. Пример, насколько быстро злоумышленники узнают адрес человека – публикация австралийской девушкой на Facebook своей фотографии с пачкой денег в руках – у нее дома они были через 7 часов. Через год после этого случая российская 9-классница спровоцировала нападение на себя, когда на персональной странице в Интернет разместила собственное фото с пачками купюр, полученными семь-

ей в банке для покупки автомобиля. Убивать ее пришли соседи по микрорайону. Чтобы проникнуть в квартиру, они с ней познакомились также в соцсетях [4]. Эти случаи показывают, что в сети Интернет идет настоящая «охота на простаков».

Зачем же люди выкладывают подобные снимки? Ведь все прекрасно понимают, что нельзя на улице размахивать пачками купюр и даже школьницы знают, что знакомиться на улице с молодыми мужчинами опасно. Почему же они это делают в соцсетях?

Вероятно, такие снимки выкладываются в надежде собрать большое количество лайков. Получение лайков, по мнению психолога Брюса Худи, сопровождается выбросом гормонов радости эндорфина и дофамина, а авторы успешных постов испытывают чувства, близкие к получению выигрыша в лотерею [5].

Вторая причина столь неразумного поведения в том, что многие не представляют себе, как легко вычислить их местоположение. Между тем, 92% телефонов подключены либо к GPS, либо к сотовым операторам, либо к мобильному интернету, либо к точкам раздачи Wi-Fi. И поэтому проследить, где находится человек через телефон, не составит никакого труда. Кроме того, существуют специальные сервисы, которые могут определить IP-адрес и по нему примерное местоположение человека [6].

Да и сама Домашняя обстановка усыпляет бдительность. Человек чувствует себя комфортно, ведя переписку на форумах и в соцсетях, потому что он не на улице среди незнакомых людей, а дома, в знакомой обстановке.

При общении в сети мы основываем свое суждение о виртуальных знакомых на их высказываниях и сообщениях, которые нам доступны. Самого человека мы не знаем. Интуиция хорошо работает, когда мы воспринимаем информацию в целом: зрительное восприятие внешности человека, его мимики, жестов, а также интонации, с которыми он произносит фразы, его реакция на происходящее – все это в комплексе обрабатывается нашим головным мозгом и у нас складывается представление о личности данного человека. Зачастую люди

интуитивно избегают общения с теми, кто не вызывает у них симпатии: то есть комплекс сигналов, исходящих от другого человека и улавливаемых нашими органами чувств, дает информацию о том, близок этот человек нам «по духу» или нет. При переписке в Интернете интуиция, очевидно, не работает. Этим и пользуются злоумышленники.

В виртуальном мире легко выдавать за правду фейковую информацию. Убийца молодой водительницы создал в мобильном приложении «Бла Бла Кар» несколько фейковых аккаутов, в том числе женских. Используя эти фальшивые профили, он забронировал все места в машине жертвы. Почему же она не побоялась посадить к себе в автомобиль незнакомого мужчину для совместной ночной поездки, когда выяснилось, что попутчицы с ребенком не будет? Очевидно, поверила, что все под контролем, потому что это делалось через официальный сервис. Ведь если бы этот рецидивист просто голосовал у метро, вряд ли она бы посадила его в машину.

В сети легко создать положительный образ. В соответствии с экологической моделью Макарута и Барона (McArthur, Baron, 1983) воспринимающий формирует впечатление об объекте восприятия на основе своеобразных предвосхищений в соответствии с преследуемой целью. Иными словами, человек видит то, что хочет видеть или настроен видеть.

Описано много случаев, когда на сайтах знакомств мошенники знакомились с женщинами или мужчинами, чтобы использовать жертву в сексуальных целях или выманить у нее крупные суммы денег. Для последнего назначался даже день свадьбы, после чего мужчина (или женщина) срочно должны были уехать на время в горячую точку или на операцию за рубеж, а «невесту» или «жениха» просили доказать свою любовь, доказать, что не побоишься никаких трудностей, что на тебя можно положиться в трудную минуту, временно «одолжив» деньги на этот отъезд. – Как часто мы читали о такой верной любви в романах и видели примеры в кино. Модель «правильного поведения» в такой ситуации в нас уже заложена классиками литературы и талантливыми режиссерами. После получения денег мошенник исчезал навсегда.

В социальных сетях идет значительная часть попыток вербовки граждан в экстремистские и террористические организации. Девушек вербуют для заключения брака, молодых мужчин – для вступления в ряды террористических организаций. Одним из ярких примеров является история студентки МГУ Варвары Карауловой, принявшей ислам и собиравшейся примкнуть к террористам в Сирии из-за виртуального романа с вербовщиком ИГ.

Существуют многие психологические инструменты, которые вербовщики знают и активно пользуются ими. Эффективный прием - стараться скопировать собеседника. Тогда жертва чувствует себя довольно комфортно с этим человеком, ей кажется, что они очень похожи. А данные о себе для копирования люди сами выкладывают в сеть. По этим данным можно легко составить психологический портрет человека и найти «слабое звено».

Опасно выкладывать в открытый доступ информацию о себе также потому, что ей могут воспользоваться недоброжелатели в реальном пространстве. Те, кто нас не любит, наверняка, тщательно просматривают «наши следы» в Интернете. Например, родители детей, недовольных своей учительницей, могут попытаться найти какой-нибудь компромат на нее. Прецеденты были: уволены учительница русского языка и литературы из Барнаула и учительница музыки из Омска за фотографию в купальнике на страничке в соцсетях.

Одной из серьезных угроз является возможность столкновения с законом из-за опубликования. Многие люди плохо знают законодательство и еще менее знакомы с правоприменительной практикой в нашей стране. Последняя зачастую удивительна. Например, за несанкционированный доступ к чужой личной информации (нарушение статьи 272 УК РФ), причем неоднократный, что доказывает преступный умысел, подсудимая получила наказание в виде небольшого штрафа. А воспитательница Евгения Чудновец, которая для того, чтобы поднять волну протеста, чувствуя в этом свой гражданский долг, сделала репост на видео с издевательствами над ребенком была осуждена по части 2 статьи 242.1 УК РФ «Изготовление и оборот материалов или предметов с порнографическими изображениями несовершеннолетних» и приговорена к шести месяцам ко-

лонии. Прокурор запрашивал наказание для подсудимой – 5 лет лишения свободы [7].

Увеличилось количество уголовных дел по статьям 282 и 148 УК РФ. Студента из Барнаула судят за 7 мемов, которые он сохранил у себя на странице во «ВКонтакте» четыре года назад, в 14-летнем возрасте. Ему грозит пять лет тюрьмы — максимальное наказание, предусмотренное первой частью статьи 282 УК РФ. Молодой женщине из Барнаула вменяют «оскорбление негроидной расы» за опубликование «ВКонтакте» изображения чернокожего мальчика, который неправильно решает пример у доски и шуточную подпись под ним.

Список примеров можно продолжать. За каждым из них – сломанная судьба молодого человека, который по незнанию, думая, что в соцсетях он может вести себя раскрепощенно, как если бы он находился у себя дома с друзьями, и может позволить себе любые шутки и высказывания.

Как объяснила Юлия Сафонова, лингвист-эксперт, один из авторов методики проведения экспертизы, по которой работают в Российском федеральном центре судебной экспертизы при Минюсте, чтобы обезопасить себя от уголовного преследования, перед публикацией картинки следует задаться вопросом: касается ли она групп, защищаемых законом. К таковым относятся лица по признакам пола, расы, национальности, языка, происхождения, отношения к религии [8].

Человек должен понимать: соцсеть – не зона комфорта. Это общественное место. Прежде чем делиться своими мыслями и шутками, надо подумать: «Стал бы я это громко выкрикивать на площади, встал бы я перед отделением полиции с плакатом такого содержания?»

Для выкладывания в сеть Интернет информации существует так называемое «правило бабушки»: выкладывать можно только то, что Вы могли бы показать своей бабушке.

Выводы

Итак, интернет-пространство отнюдь не является безопасным местом. Люди пока что это не осознают. Скрытыми рисками являются риск чрезмерно-

го раскрытия личной информации и риск нарушить законодательство. Нужно повышать грамотность населения в этом отношении, обсуждать это, приводить конкретные примеры.

Интернет создает иллюзию свободы, ощущение, что можно делать и говорить что угодно. Ощущение вседозволенности может приводить к возникновению иллюзии безнаказанности и побуждать нарушать социальные и правовые нормы и запреты.

Домашняя обстановка усыпляет бдительность. Нужно понять, наконец, что преступники тоже умеют пользоваться компьютером, а мы там, в интернет-пространстве, как на ладони.

Учитывая неразвитость системы защиты информации в социальных сетях, можно порекомендовать тщательно отбирать информацию для опубликования и постараться исключить попадание конфиденциальной информации в социальные сети. В различных Интернет-сервисах нужно включать настройки приватности и делиться информацией с ограниченным кругом лиц, а сервисы автоматического определения местоположения лучше отключать.

Литература

1. Персональные данные в интернете: возможности и риски // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим допуска: URL: <https://ac.gov.ru/news/page/personalnye-dannye-v-internete-vozmoznosti-i-riski-18904> (дата обращения: 10.04.2021).
2. Чернышёв Е. Преступность с использованием IT-технологий в России выросла на 70%: новости [Электронный ресурс]. 2019. – Режим допуска: URL: <https://www.nakanune.ru/news/2019/11/04/22557228/Накануне.RU> (дата обращения: 20.03.2021).
3. Безбородова Е.А. Мошенничество в сети интернет. Фишинг: преступные схемы // Безопасность жизнедеятельности: проблемы и решения – 2019: материалы III междунар. научно-практ. конф., 23-24 мая 2019 г. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. С.17-21
4. Снимок девушки в соцсети с пачками денег, спровоцировал преступников. LifeNews.Ru - Портал жизненных новостей [Электронный ресурс]. 2013. – Режим допуска: URL: <http://www.life-news.ru/chp/13527-snimok-devushki-v-socseti-s-pachkami-deneg-sprovociroval-prestupnikov.html> (дата обращения: 3.04.2021).
5. Балин Д. Нелайком единым: зачем мы нажимаем кнопку «Нравится»? [Электронный ресурс]. 2020. – Режим допуска: URL: <https://www.5-tv.ru/news/286797/nelajkom-edinym-zacem-mynazimaem-knopku-nravitsa/> (дата обращения: 10.04.2021).
6. Топ-5 способов как отследить где находится телефон: определение местоположения. [Электронный ресурс]. – Режим допуска: URL: <https://reptilicus.net/top-5-sposobov-kak-mozhno-otsledit-telefon-mestopolozhenie/> (дата обращения: 11.04.2021).

7. Исмаилов Р. «Нарушено право на защиту». Подробности дела против воспитательницы, которую посадили в колонию за репост. [Электронный ресурс]. 2016. – Режим допуска: URL: https://www.znak.com/2016-11-15/podrobnosti_dela_protiv_vospitatelnicy_kotoruyu_posadili_v_koloniyu_za_repost (дата обращения: 11.04.2021).

8. Гнединская А. Лайкнул - в тюрьму. Что стоит за уголовными делами по статье 282 // РИА Новости [Электронный ресурс]. 2018. – Режим допуска: URL: <https://ria.ru/20180820/1526668130.html> (дата обращения: 12.04.2021).

УДК 669.018.95

УСТОЙЧИВОСТЬ КОНИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ КРУЧЕНИИ

д.т.н., профессор Христофоров Е.Н., д.т.н., доцент Сакович Н.Е.

к.т.н. Никитин А.М., Шилин А.С.

Брянский государственный аграрный университет, Россия

TORSIONAL STABILITY OF THE CONICAL SHELL

Doctor of technical Sciences, Professor E. N. Khristoforov

Doctor of technical Sciences N.E. Sakovich Candidate of technical Sciences Nikitin

A.M. Engineer Shilin A.S.

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Рассмотрено состояние конической оболочки из композиционного материала после действия на ее поверхность крутящего момента, приложенного по ее торцам сдвигающими усилиями. Полученные математические уравнения позволяют определить величину крутящего критического момента и соответствующие ему характеристики.

Annotation. The state of a conical shell made of a composite material after the action of a torque applied along its ends by shear forces on its surface is considered. The obtained mathematical equations allow us to determine the value of the critical torque and its corresponding characteristics.

Ключевые слова: коническая оболочка, крутящий момент, нагружение, усилия.

Keywords: conical shell, torque, loading, forces.

Введение

В случае нагружения конической оболочки крутящими моментами M , приложенными по ее торцам (рисунок 1), основное напряженное состояние до потери устойчивости создается сдвигающими усилиями $T_{s\theta 0}$. Усилия N_{s0} и $N_{\theta 0}$ отсутствуют.

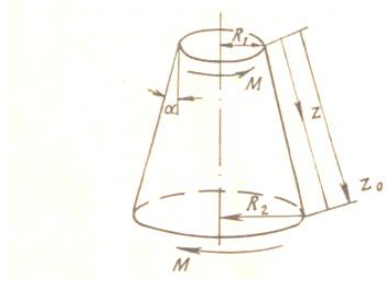


Рисунок 1 – Нагружение конической оболочки

Методика проведения исследования.

Погонное усилие $T_{s\theta 0}$ в сечении с координатой S

$$T_{s\theta 0} = -\frac{M}{2\pi R^2} = -\frac{M}{2\pi S_1^2 e^{2Z} \sin^2 \alpha} \quad (1)$$

Потеря устойчивости оболочки при кручении сопровождается образованием винтообразных волн, регулярно расположенных по окружности и наклоненных к образующей оболочки. Для их описания функция прогиба выбирается в виде

$$w = A \sin \alpha \left(\frac{m\pi}{Z_0} Z + \eta\theta \right) \sin \frac{\pi}{Z_0} Z \quad (2)$$

В работе [2] для потенциальной энергии деформации конической оболочки при кручении получено уравнение

$$\begin{aligned}
\Pi = & \frac{1}{2} A^2 Z_0 \pi \sin \alpha c t g^2 \alpha \left\{ \frac{\lambda_1^2 (1 + \lambda_1^2) c}{C_{11} [(\lambda_1^2 - 2\mu_s \lambda_1^2 \eta^2 + (\eta^2 - 1))] + C_{22} \lambda_1^2 (1 + \lambda_1^2) + C_{33} \lambda_1^2 \eta^2} + \right. \\
& + \frac{\lambda_2^2 (1 + \lambda_2^2)}{C_{11} [\lambda_2^2 - 2\mu_s \lambda_2^2 \eta^2 + (\eta^2 - 1)] + C_{22} \lambda_2^2 (1 + \lambda_2^2) + C_{33} \lambda_2^2 \eta^2} \left. \right\} + \\
& + \frac{1}{2S_1^2} A^2 \frac{\pi^2}{Z_0^2} \pi \sin \alpha \frac{1 - e^{-2Z_0}}{1 + \frac{\pi^2}{Z_0^2}} \left\{ D_{11} \left[2 + (7m^2 + 3) \frac{\pi}{Z_0^2} (m^4 + 6m^2 + 10 \frac{\pi^4}{Z_0^4}) \right] + \right. \\
& + 2D_{11} \mu_\theta [-2 + \eta^2 + (m^2 + 1) \eta \frac{\pi^2}{Z_0^2} - 2 \frac{\pi^2}{Z_0^2}] + D_{22} [2 + (m^2 + 1) \frac{\pi^2}{Z_0^2} + \eta^2 (\eta^2 - 2)] + \\
& \left. + 2D_{33} \eta^2 [1 + (m^2 + 1) \frac{\pi^2}{Z_0^2}] \right\} - \frac{1}{2} M A^2 \frac{\eta m}{S_1^2 \sin \alpha} \frac{1 - e^{-2Z_0}}{1 + \frac{\pi^2}{Z_0^2}} \frac{\pi^3}{Z_0^3}
\end{aligned} \tag{3)}$$

Из условия $\frac{d\Pi}{dA} = 0$ находим величину крутящего момента M , при которой возможна потеря устойчивости оболочки. Наименьшее значение M получается при достаточно больших η , таких, что члены, содержащие η в старшей степени, преобладают над остальными членами уравнения. На основании этого, отбросив сравнительно малые слагаемые в выражении

$$\begin{aligned}
\Pi = & \frac{1}{2} S_1^2 \int_0^{2\pi \sin \alpha Z_0} \int_0^{2\pi \sin \alpha Z_0} (C_{11} N_s^2 + C_{22} N_\theta^2 - 2\mu_s C_{11} N_s N_\theta + C_{33} T_{s\theta}^2) e^{2Z} dz d\theta + \\
& + \frac{1}{2S_1^2} \int_0^{2\pi \sin \alpha Z_0} \int_0^{2\pi \sin \alpha Z_0} \left\{ D_{11} \left[\left(\frac{d^2 w}{dz^2} - \frac{dw}{dz} \right)^2 + 2\mu_\theta \left(\frac{dw}{dz} + \frac{d^2 w}{d\theta^2} \right) \left(\frac{d^2 w}{dz^2} - \frac{dw}{dz} \right) \right] + \right. \\
& + D_{22} \left(\frac{dw}{dz} + \frac{d^2 w}{d\theta^2} \right)^2 + 2D_{33} \left(\frac{d^2 w}{dz d\theta} - \frac{dw}{d\theta} \right) e^{-2Z} dz d\theta + \\
& \left. + \frac{1}{2} \int_0^{2\pi \sin \alpha Z_0} \int_0^{2\pi \sin \alpha Z_0} \left[N_{s0} \left(\frac{dw}{dz} \right)^2 + N_{\theta 0} \left(\frac{dw}{d\theta} \right)^2 + 2T_{s\theta 0} \frac{dw}{dz} \frac{dw}{d\theta} \right] dz d\theta
\end{aligned}$$

Можно записать уравнение для определения касательных напряжений в сечении с меньшим радиусом $R = R_1$

$$\tau = \frac{M}{2\pi R_1^2 h} = \frac{\cos^2 \alpha}{2m} \frac{E_s}{1 - e^{-2Z_0}} \frac{\pi^3 \sin^3 \alpha (m-1)^4 + (m+1)^4}{Z_0^2 n^5} + \left(\frac{h}{R_1}\right)^2 \frac{E_\theta Z_0 n^3}{24m(1 - \mu_s \mu_\theta) \pi \sin \alpha} \quad (4)$$

Минимальное значение τ т.е. τ_{KP} , определяется путем подставки в (4) значений m и n , найденных из условия $\frac{d\tau}{dm} = 0$ и $\frac{d\tau}{dn} = 0$. Первое из этих условий приводит к биквадратному уравнению $m^4 - 3m^2 - 2 = 0$, имеющему единственный положительный корень $m = 1,89 \approx 2$, т. е. оболочка теряет устойчивость с образованием двух полуволн в направлении образующей.

На основании изложенного выше получены следующие расчетные формулы:

1. Число волн в направлении окружности

$$n^2 = \bar{c} \left(\frac{R_1}{h} \cos \alpha \right)^{1/2} \sin \left[(1 - \mu_s \mu_\theta) \frac{E_s}{E_\theta} \right]^{1/4} \quad (5)$$

где

$$\bar{c} = \frac{20}{\left[1 - \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 \right]^{1/4} (\ln \frac{R_2}{R_1})^{1/4}}$$

2. Критическая величина касательных напряжений

$$\tau_{KP} = \bar{f} \left(\frac{h}{R_1} \right)^{5/4} \frac{E_s^{3/8} E_\theta^{5/8}}{(1 - \mu_s \mu_\theta)^{5/8}} (\cos \alpha)^{3/4} (\sin \alpha)^{1/2} \quad (6)$$

3. Критическая величина крутящего момента

$$M_{KP} = 2\pi R_1^2 h \tau_{KP} = 2\pi \bar{f} R_1^2 \left(\frac{h}{R_1} \right)^{9/4} \frac{E_s^{3/8} E_\theta^{5/8}}{(1 - \mu_s \mu_\theta)^{5/8}} (\cos \alpha)^{3/4} (\sin \alpha)^{1/2} \quad (7)$$

На рисунке 2 приведены графики, определяющие зависимость коэффициентов \bar{c} и \bar{f} от отношения R_2/R_1 .

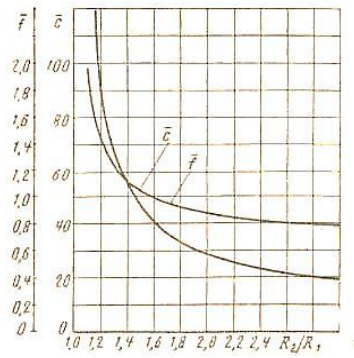


Рисунок 2 – Графики, определяющие зависимость коэффициентов \bar{c} и \bar{f}

Влияние геометрии оболочки на величину τ_{KP} и M_{KP} показано на рисунках 3 и 4.

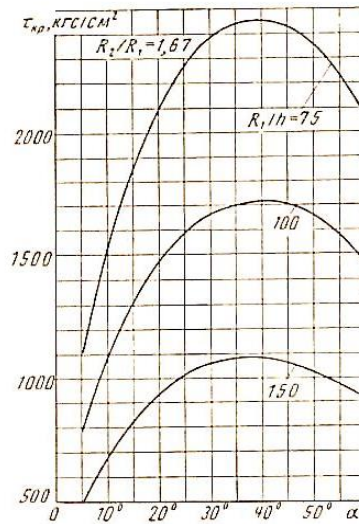


Рисунок 3 – Влияние геометрии оболочки на величину τ_{KP}

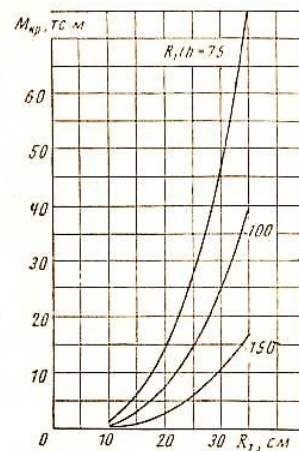


Рисунок 4 – Влияние геометрии оболочки на величину M_{KP}

Вывод. Критические величины касательных напряжений возрастают с увеличением угла конусности α в диапазоне $0 < \alpha < 45^\circ$ при постоянном отношении R_2/R_1 .

Литература

1. Анализ известных теоретических и экспериментальных исследований устойчивости стенки цилиндрического зернохранилища / Т.М. Чапаев, А.Б. Балкизов, А.С. Сасиков, Ж.Х. Шогенова, Е.А. Кушаева // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4 (51). С. 205.
2. Дубровин В.М., Бутина Т.А. Моделирование динамической устойчивости цилиндрической оболочки при действии осевой сжимающей нагрузки // Математическое моделирование и численные методы. 2015. № 2 (6). С. 46-57.
3. Рубина А. Л. Устойчивость стеклопластиковых конических оболочек при сжатии. Труды ЦАГИ. 1967, вып. 1050.
4. Рубина А.Л. Устойчивость стеклопластиковых конических оболочек при равномерном внешнем давлении и при кручении // Труды ЦАГИ. 1969, вып. 1143.

УДК 669.018.95

УСТОЙЧИВОСТЬ КОНИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ РАВНОМЕРНОМ ВНЕШНЕМ ДАВЛЕНИИ

*д.т.н., профессор Христофоров Е.Н., д.т.н., доцент Сакович Н.Е.
к.т.н. Никитин А.М., инженер Шилин А.С.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

STABILITY OF THE CONICAL SHELL AT UNIFORM EXTERNAL PRESSURE

*Doctor of technical Sciences, Professor E. N. Khristoforov
Doctor of technical Sciences N.E. Sakovich
Candidate of technical Sciences Nikitin A.M.
Engineer Shilin A.S.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрено состояние конической оболочки из композиционного материала после действия на ее поверхность внешнего, равномерно распределенного давления. Полученные математические уравнения позволяют определить величину критического давления и соответствующие ей характеристики.

Annotation. The state of a conical shell made of a composite material after the action of an external, evenly distributed pressure on its surface is considered. The obtained mathematical equations allow us to determine the value of the critical pressure and its corresponding characteristics.

Ключевые слова: коническая оболочка, внешнее давление, нагружение, сила.

Ключевые слова: conical shell, external pressure, loading, force.

Введение. При нагружении конической оболочки внешним давлением p , равномерно распределенным по ее поверхности, происходит сжатие оболочки в продольном и окружном направлениях силами P_S и P_θ , которые являются составляющими внешнего давления p (рис. 1).

Методика проведения исследования

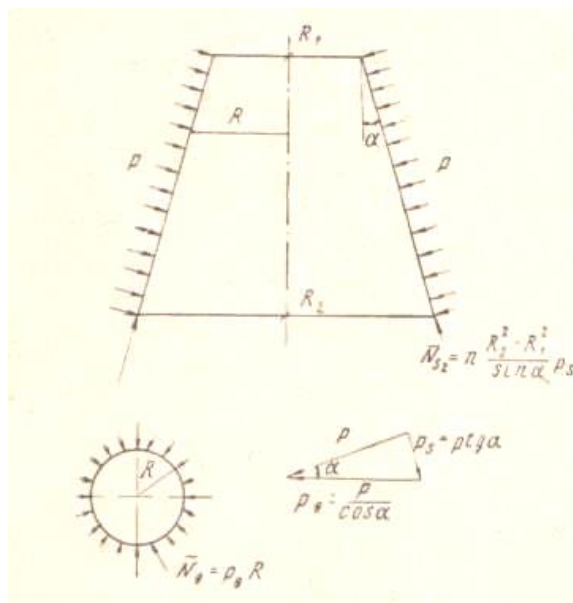


Рисунок 1 – Внешнее нагружение конической оболочки

Основное напряженное состояние создается погонными усилиями N_{S0} и $N_{\theta 0}$. В сечении оболочки, проходящем через точку с координатой S ,

$$N_{S0} = -\frac{P_S w}{2\pi R}; \quad N_{\theta 0} = -P_\theta R$$

где w – площадь боковой поверхности части усеченного конуса от меньшего основания радиусом R_1 до рассматриваемого сечения S с радиусом R

$$w = \pi \frac{R^2 - R_1^2}{\sin \alpha}; \quad p_s = p \operatorname{tg} \alpha; \quad p_\theta = \frac{p}{\cos \alpha}$$

Имея в виду, что $R = S \sin \alpha$, можем записать:

$$N_{s_0} = -\frac{1}{2} p \frac{S^2 - S_1^2}{S} \operatorname{tg} \alpha = -\frac{1}{2} S_1 (e^z - e^{-z}) p \operatorname{tg} \alpha$$

$$N_{\theta_0} = -p \frac{S \sin \alpha}{\cos \alpha} = -p S_1 e^z \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Поскольку при равномерном внешнем давлении напряжения вдоль контура оболочки не изменяются, форма прогиба w будет такой же, как в случае осевого сжатия оболочки, т. е. остается в силе уравнение $w = A \sin xz \cos \eta \theta$

Выражение для потенциальной энергии получается в следующем виде:

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{1}{2} A^2 \pi \sin \alpha \left\{ \frac{z_0 x^2 (1+x^2) \operatorname{ctg}^2 \alpha}{C_{11} [(\eta^2 - 1)^2 + x^2 (1 - 2\mu_s \eta^2)] + C_{22} (x^2 + 1)x^2 + C_{33} x^2 \eta^2} + \right. \\ & + \frac{x^2}{2S_1^2} (1 - e^{-2z_0}) [D_{11} (x^2 + 2) + 2\mu_0 D_{11} \frac{(\eta^2 + 1)^2 + x^2 + 1}{x^2 + 1} + D_{33} 2\eta^2] - \\ & \left. - S p \operatorname{tg} \alpha \frac{x^2}{1 + 4x^2} [(1 + 2x^2)(e^{z_0} + e^{-z_0} - 2) + 4\eta^2 (e^{z_0} - 1)] \right\} \quad (2) \end{aligned}$$

Минимизация потенциальной энергии Π по амплитуде прогиба A и минимизация внешней нагрузки p по числам волн, т. е. условия $\frac{d\Pi}{dA} = 0$

$\frac{dp}{d(x^2)} = 0$ и $\frac{dp}{d(\eta^2)} = 0$, дают возможность определить критическую величину

давления p_{KP} и соответствующие ей числа волн m и n .

Результаты представляются следующими формулами [2]:

$$p_{KP} = f \left(\frac{h}{R_1} \right)^{5/2} \frac{E^{1/4} E_\theta^{3/4}}{(1 - \mu_s \mu_\theta)^{3/4}} (\cos \alpha)^{3/2} \quad (3)$$

где

$$f = \frac{0,57}{\frac{R_2}{R_1} - 1} \left[\frac{1 - \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \right]^{3/4} \quad (4)$$

Число волн в направлении окружности

$$n^2 = c \left[(1 - \mu_s \mu_\theta) \frac{E_s}{E_\theta} \right]^{1/4} \left(\frac{R_1}{h} \cos \alpha \right)^{1/2} \sin \alpha \quad (5)$$

где

$$c = \frac{9,15}{\left[1 - \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 \right]^{1/4} \left(\ln \frac{R_2}{R_1} \right)^{3/4}}$$

Вдоль оболочки при выпучивании образуется одна полуволна, т. е. $m = 1$.

Для облегчения вычислений на рисунке 2 построены графики изменения коэффициентов f и c в зависимости от отношения $\frac{R_2}{R_1} = 1,1 \dots 2,7$.

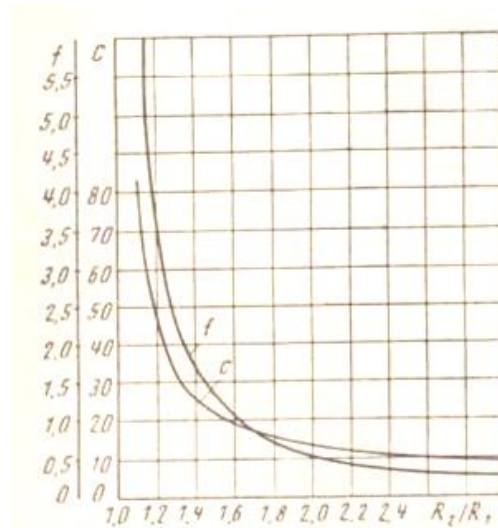


Рисунок 2 – График изменения коэффициентов, f и c

Характер зависимости P_{KP} от геометрических параметров оболочки, имеющей форму усеченного кругового конуса, можно определить по кривым, приведенным на рисунке 3.

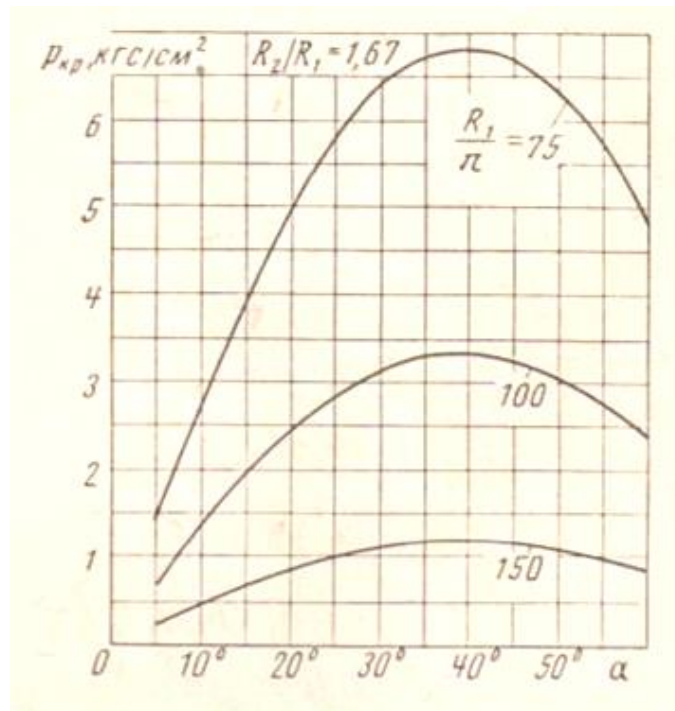


Рисунок 3 – Характер зависимости $p_{кр}$ от геометрических параметров оболочки

Вывод. С увеличением угла конусности выше $\alpha = 45^\circ$ и с уменьшением толщины h уменьшаются значения $p_{кр}$ для оболочек с постоянным отношением $\frac{R_2}{R_1}$.

Литература

1. Анализ известных теоретических и экспериментальных исследований устойчивости стенки цилиндрического зернохранилища / Т.М. Чапаев, А.Б. Балкизов, А.С. Сасиков, Ж.Х. Шогенова, Е.А. Кушаева // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4 (51). С. 205.
2. Дубровин В.М., Бутина Т.А. Моделирование динамической устойчивости цилиндрической оболочки при действии осевой сжимающей нагрузки // Математическое моделирование и численные методы. 2015. № 2 (6). С. 46-57.
3. Рубина А. Л. Устойчивость стеклопластиковых конических оболочек при сжатии. Труды ЦАГИ. 1967, вып. 1050.
4. Рубина А.Л. Устойчивость стеклопластиковых конических оболочек при равномерном внешнем давлении и при кручении // Труды ЦАГИ. 1969, вып. 1143.

ИЗВЕСТНЫЕ УЧЕНЫЕ В ОБЛАСТИ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ НАЗАРОВ – ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОР, ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ, АКАДЕМИК,
ЗАСЛУЖЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ НАУКИ И ТЕХНИКИ БССР**

*д.т.н., профессор; Петровец В.Р.,
к.т.н. Гайдуков В.А., к.т.н., профессор Дудко Н.И.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь.*

Аннотация. В истории аграрной науки и инженерного образования Республики Беларусь имя Сергея Ивановича Назарова хорошо известно. С 1968 по 1980 гг. он работал заместителем директора центрального научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства – ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. Здесь он стал доктором технических наук, профессором. За время работы с 1980 по 1992 гг. будучи ректором старейшего и крупнейшего аграрного Вуза Европы, органа Трудового Красного знамени и ордена Октябрьской Революции сельскохозяйственной академии, которую он закончил в 1953 году.

Annotation. In the history of agricultural science and engineering education of the Republic of Belarus, the name of Sergey Ivanovich Nazarov is well known. From 1968 to 1980, he worked as deputy director of the Central Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture-TSNIIMESH of the Non-Chernozem zone of the USSR. Here he became a doctor of technical sciences, professor. During his work from 1980 to 1992, he was the rector of the oldest and largest agricultural university in Europe, the organ of the Red Banner of Labor and the Order of the October Revolution of the Agricultural Academy, from which he graduated in 1953.

Сергей Иванович родился 14 октября 1928 года в деревне Бородино Дубровенского района. От родителей он унаследовал любовь к земле, сельскому хозяйству. Это знание сельской действительности он посвятил всю свою жизнь и также поиску путей и средств для облегчения крестьянского труда. С самого детства он приобрел любовь к книгам, что и определило его дальнейший путь. В тяжелых послевоенных условиях он окончил семь классов. В 1944 году он поступил в техникум механизации сельского хозяйства, который находился в г. Городок. После окончания техникума его направили участковым механиком в Дубрушскую МТС Гомельской области. В 1948 году С.И. Назаров поступил на факультет механизации сельского хозяйства Белорусской сельскохозяйственной академии. После окончания академии в 1953 году его направили преподавателем в Лидский техникум механизации сельского хозяйства. В 1955 году он

поступил в аспирантуру в Центральный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, который находился в г. Минске. В 1958 году он под руководством академика Мацепуро защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук, которую утвердила Высшая аттестационная комиссия СССР г. Москва. После окончания аспирантуры и защиты диссертации С.И. Назаров до конца 1961 года работал на Могилевской сельскохозяйственной опытной станции заведующим отделом механизации. К этому времени Сергея Ивановича уже знали как: талантливого руководителя, ученого, организатора научных исследований.

В 1962 году С.И. Назарова пригласили в ЦНИИМЭСХ (г. Минск) заведующим отделом механизации внесения удобрений и химической защиты растений. В 1963 году С.И. Назарову ВАК СССР было присвоено ученое звание старшего научного сотрудника. В ЦНИИМЭСХ он работал 18 лет с 1962 по 1980 гг. За время работы в ЦНИИМЭСХ под его руководством были разработаны и внедрены в производство 20 новых сельскохозяйственных машин для подготовки, транспортировки и внесения удобрений и средств химизации. С.И. Назаровым разработана теория расчета машин и их рабочих органов для минеральных удобрений.

В 1971 году он защитил докторскую диссертацию, а в 1974 году за подготовку научных кадров и внедрение научных достижений в производство ВАК СССР присвоил ученое звание профессора. С 1 февраля 1980 года С.И. Назаров снова в Белорусской сельскохозяйственной академии (БСХА) через 27 лет его назначили ректором академии. В Горках Сергей Иванович проявил себя прекрасным организатором и хозяйственником. При нем было завершено строительство дворца культуры. По его инициативе и непосредственном участии дендрологический парк академии получил статус «Национальный заповедник Республики Беларусь». Построена новая столовая, учебный корпус № 14, студенческие общежития № 11 и 12, 216-квартирный дом и два 108-квартирного дома. По уровню благоустройства академический район превратился в городок европейского типа.

С.И. Назаровым была проведена большая работа, как в создании материально-технической базы академии, так и в организации учебного процесса, в повышении эффективности и качества научно-педагогической деятельности. Произошли значительные изменения в перестройке учебного процесса. Под его руководством расширились и углубились научные исследования.

В академии была создана постоянно действующая школа - выставка республиканского значения где демонстрировали новейшую отечественную и зарубежную сельскохозяйственную технику. При школе были построены учебный полигон, автодром, мастерская и ангары для хранения ходовой учебной сельскохозяйственной техники. На полигоне студенты проходили и проходят учебную практику по управлению сельскохозяйственной техникой. Повысилось качество подготовки специалистов. Академия внесла весомый вклад в обеспечении сельского хозяйства страны квалифицированными кадрами.

В 1981 году Назарову С.И. было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники БССР». В связи с огромным вкладом в сельскохозяйственную науку в 1982 г. он был избран членом-корреспондентом, а в 1988 г. – академиком ВАСХНИЛ СССР.

Работая ректором БСХА Сергей Иванович создал хорошие условия для роста научных кадров высшей квалификации. Он постоянно консультировал своих первых учеников Шаршунова В.А., Савенка Л.И., Острейко А.И., Петровца В.Р. Сергей Иванович был требовательным, но всегда помогал, не было ни одного случая, чтобы он сказал, что ему некогда или он сильно занят, или придите в другое время. Любил, когда показывали экспериментальные установки, особенно машины, изготовленные в окончательном варианте и готовые к испытанию в условиях производства. Ему очень нравились широкозахватные и высокопроизводительные машины. Академик С.И. Назаров опубликовал около 400 трудов, являлся автором более 150 изобретений, большинство которых внедрено в производство. Его научные идеи продолжают развивать подготовленные им ученики: доктора наук Ловкис З.В., Шаршунов В.А., Карташевич А.Н.,

Клочков А.В., Бобровник А.И., Петровец В.Р., Астахов В.С., Кузьмицкий А.В. – в Республике Беларусь, Вахромеев Ю.И. (РФ), а в Польше Цлапка Я.

Академик С.И. Назаров подготовил большую плеяду учеников, почти во всех республиках Советского Союза: Российская Федерация, Узбекистан, Грузия, Туркменистан и Европы: Вахромеев Ю.И., ВИУА г. Москва, Ярослав Цлапка, Бжегож Блажински, Ежи Стемпинский. Он подготовил 10 (десять) докторов технических наук и более 40 (сорока) кандидатов технических наук. Многие, из которых в настоящее время работают в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, в том числе и Гайдуков В.А., к.т.н., доцент кафедры механизации растениеводства и практического обучения.

С.И.Назаров был человеком редкой души, завидного оптимизма, общительности и жизнерадостности. Мы отмечаем его огромное стремление к завершению всех дел и решению всех задач. Его вклад в аграрную науку велик, он заслужено находится среди самых известных белорусских ученых-аграриев.

Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия имеет рейтинг самого старейшего ВУЗа Европы, которому в 2020 году исполнилось 180 лет. Специалисты, получившие диплом УО БГСХА, смогут работать по своим специальностям в любой стране мира.

СОДЕРЖАНИЕ

Михальченков А.М., Феськов С.А., Тюрева А.А., Кожухова Н.Ю. <i>Специфичность свойств серого чугуна с пластинчатым графитом</i>	5
Михальченков А.М., Феськов С.А., Козарез И.В., МИХАЛЬЧЕНКОВА М.А. <i>Нагруженность корпусных деталей из серого чугуна и причины появления дефектов (информационный поиск)</i>	10
Ченин А.Н. <i>Повышение безопасности труда при сушке зерна в малых сельскохозяйственных предприятиях</i>	17
Михеев Д. А. <i>Пути повышения эффективности возделывания рапса</i>	23
Антонов К.В. <i>Аварии при реконструкции скважин методом бурения бокового ствола</i>	28
Милюткин В.А., Длужевский Н.Г. <i>Жидкие удобрения на базе КАС при засухах и прогнозируемом «глобальном потеплении»</i>	37
Вербицкий С.Б. <i>Материалы и конструкция рабочих органов установки для тонкого измельчения мясного сырья</i>	44
Зайцев А.М., Дадыкин В.С. <i>Анализ технологий возобновляемой энергетики</i>	52
Коршунов В.Я. <i>Результаты экспериментальных исследований относительной величины скрытой энергии в процессе граничного и абразивного трения</i>	56
Кузнецова Л.В. <i>Технологическая карта возделывания картофеля продовольственного в калужской области</i>	62
Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. <i>Влияние рабочего давления в гидравлической машине на возникающие силы трения и гидравлические сопротивления</i>	68
Купреенко А.И., Исаев Х.М., Исаев С.Х., Куницы А. <i>Обоснование параметров комбинированного теплообменника сушилки аэродинамического нагрева</i>	73
Панова Т.В., Панов М.В. <i>Оценка риска причинения вреда здоровью в процессе послеуборочной обработки зерна</i>	81
Петракова Н.В. <i>Компьютерные технологии в инженерном образовании</i>	85
Починов В.Д., Салахутдинов И.Р. <i>Анализ видов износа и влияющих на них факторов</i>	90

Балашов А.В., Синельников А.А. <i>Анализ использования и обслуживания свеклоуборочных комбайнов holmer в хозяйствах тамбовской области и других регионов</i>	94
Дьяченко А.В., Гринь А.М., Орехова Г.В. <i>Определение давления груза на ленту и среднего давления в массиве груза в процессе сворачивания ленты трубчатого конвейера в трубу</i>	100
Коношенко А <i>Международно-правовое регулирование экологии и техносферы</i>	108
Завражнов А.И., Балашов А.В., Стрыгин С.П. <i>Результаты производственных исследований посева сои при различных способах её возделывания</i>	116
Никулин В.В. <i>Причины, анализ и прогноз дорожной безопасности автотранспортных средств в Брянской области</i>	124
Ожерельев В.Н. <i>Динамика нагружения ножа фрезы с наклонной осью вращения ротора</i>	132
Петровец В.Р., Подшиваленко И.Л., Дудко Н.И. <i>Исследование эксплуатационных характеристик экспериментальной штанговой машины для внесения жидких органических удобрений</i>	140
Петровец В.Р., Подшиваленко И.Л., Дудко Н.И., Греков Д.В. <i>Исследования по обоснованию параметров штанговой распределяющей системы машин для внесения жидких органических удобрений</i>	148
Петровец В.Р., Гайдуков В.А. <i>Зависимость тягового сопротивления двухдискового сошника для ленточного посева от скорости движения, глубины хода дисков, их диаметра и расстояния в точке схождения</i>	159
Пузевич К.Л., Коцуба В.И, Пузевич В.В <i>Анализ способов мульчирования</i>	164
Евтух Г.Г., Самсонов В.Л. <i>Автоматический контроль давления в шинах</i>	170
Самсонов В.Л., Евтух Г.Г. <i>Психофизиологические свойства, влияющие на способность водителя воспринимать дорожную информацию</i>	176
Курзенков С. В. <i>Результаты исследований конструктивных и технологических параметров виб-рационной камеры консервирования фуражного зерна</i>	183
Астапенко И.М. <i>Способы повышения тягово-скоростных показателей сельскохозяйственных тракторов</i>	189
Самусенко В.И., Кузюр В.М., Будко С.И., Гринь А.М., Кузьменко И.В. <i>Разработка конструкции универсального измельчителя кормов</i>	195
Козлов С.И., Бортник С.А., Кузюр В.М., Будко С.И., Киселева Л.С. <i>Обеспечение микроклимата на животноводческих объектах</i>	199

Курзенков С. В., Козлов С. И., Понталев О. В., Крупенин П. Ю. <i>Пути совершенствования биобезопасной кормовой базы животных и птицы при применении технологий углубленной переработки зерна и зерносмесей</i>	205
Козлов С.И., Бортник С.А., Кузюр В.М. <i>Модернизация охладителя молока сезонного</i>	211
Острейко А.А. <i>К обоснованию необходимости правильного подбора и подготовки сырья для биогазовых установок</i>	217
Симченков А.С. <i>Влияние температурных режимов на качественные показатели семенного материала при его стимулировании свч полем</i>	224
Мачёхин К.А., Кибук В.М. <i>Альтернативные источники энергии в сельском хозяйстве</i>	228
Мачёхин К.А., Соловьёва К.В. Сенакосов И.А. <i>Инновационный путь развития животноводства в республике Беларусь</i>	233
Клочков А.В., Гордеенко О.В., Груша Г.А. <i>Обоснование параметров ветрозащитного устройства для штанговых опрыскивателей</i>	239
Коцуба В.И., Пузевич К.Л., Пузевич В.В., Кузюр В.М. <i>Теоретические основы движения рабочих органов для посева под мульчирующую пленку</i>	245
Кругленя В.Е., Коцуба В.И. <i>Теоретические предпосылки совершенствования процесса разделения льновороха на барабанно-зубчатом сепараторе</i>	250
Михеев Д.А., Лукьянов Д.А. <i>Направления совершенствования посева рапса</i>	259
Степук Л.Я., Петровец В.Р., Дудко Н.И., Шпикат Д.А. <i>К вопросу о повышении равномерности объемного дозирования минеральных удобрений</i>	264
Петровец В.Р., Сидоров С.А., Киров К.В. <i>Эффективность использования дискозубовых рабочих органов при возделывании картофеля</i>	275
Адылин И.П. <i>Экзоскелеты, как минимизация негативного воздействия на организм человека</i>	280
Шустов А.Ф. <i>Социальные и антропологические аспекты развития технической деятельности</i>	287
Слезко Е.И., Гапонова В.Е., Рыжик В.Н. <i>Использование семян тыквы при производстве хлебобулочных изделий</i>	296
Свидерский А.А. <i>Виртуализация реальности техногенного общества</i>	302

Гапонова В.Е., Слезко Е.И. <i>Частота потребления фастфуда студентами вузов (на примере брянского ГАУ)</i>	308
Безбородова Е.А. <i>Безопасное поведение в сети интернет</i>	315
Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Никитин А.М., Шилин А.С. <i>Устойчивость конической оболочки при кручении</i>	324
Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Никитин А.М., Шилин А.С. <i>Устойчивость конической оболочки при равномерном внешнем давлении</i>	329
Петровец В.Р., Гайдуков В.А., Дудко Н.И. <i>Сергей Иванович Назаров – доктор технических наук, профессор, выдающийся ученый, академик, заслуженный деятель науки и техники БССР</i>	334

CONTENT

<i>Mikhalchenkov A.M., Kozarez I.V., Feskov S.A., Kojyhova. N.Y. Specificity of properties of gray lamellar graphite cast iron</i>	5
<i>Mikhalchenkov A.M., Feskov S.A., Kozarez I.V., Mihalchenkova M.A. Load of Gray Cast Iron Body Parts and Causes of Defects (Information Search)</i>	10
<i>Chenin A.N. Improving Labor Safety When Drying Grain In Small Agricultural Enterprises</i>	17
<i>Mikheev D.A. Ways To Improve The Efficiency Of Rapeseed Cultivation</i>	23
<i>Antonov K.V. Accidents During Well Workover By Sidetracking</i>	28
<i>Milyutkin V.A., Dluzhevsky N.G. Liquid Fertilizers Based On Uan During Droughts And Projected "Global Warming"</i>	37
<i>Verbitsky S.B. Materials And Design Of The Working Bodies Of The Plant For Fine Grinding Of Raw Meat</i>	44
<i>Zaitsev A.M., Dadykin V.S. Renewable Energy Technology Analysis</i>	52
<i>Korshunov V.Ya. Results of experimental studies of the relative value of latent energy in the process of boundary and abrasive friction</i>	56
<i>Kuznetsova L.V. Technological map of the cultivation of food potatoes in the kaluga region</i>	62
<i>Kupreeenko A.I., Isaev Kh.M., Mikhailichenko S.M. Influence of the working pressure in a hydraulic machine on the resulting frictional forces and hydraulic resistance</i>	68
<i>Kupreeenko A.I., Isaev Kh.M., Isaev S.Kh., Kunitski A. Substantiation of the parameters of the combined heat exchanger of the aerodynamic heating dryer</i>	73
<i>Panova T.V., Panov M.V. Assessment of the risk of harm to health in the process of post-harvest grain processing</i>	81
<i>Petrakova N.V. Computer technologies in engineering education</i>	85
<i>Pochinov V.D., Salakhutdinov I.R. Analysis of types of wear and factors affecting them</i>	90
<i>Balashov A.V., Sinelnikov A.A. Analysis of the use and maintenance of holmer beet harvesters in the farms of the tambov region and other regions</i>	94

<i>Dyachenko A.V., Grin A.M., Orekhova G.V.</i> <i>Determination of the load pressure on the belt and the average pressure in the bulk of the load in the process of rolling the tape of the tubular conveyor into the pipe</i>	100
<i>Konoshenko A</i> <i>International legal regulation of ecology and technosphere</i>	108
<i>Zavrzhnov A.I., Balashov A.V., Strygin S.P.</i> <i>The results of industrial research of soybean sowing with various methods of its cultivation</i>	116
<i>V.V. Nikulin</i> <i>Reasons, analysis and forecast of road safety of vehicles in the bryansk region</i>	124
<i>Ozherelyev V.N.</i> <i>Dynamics of loading of a cutter knife with an inclined axis of rotation of the rotor</i>	132
<i>Petrovets V.R., Podshivalenko I.L., Dudko N.I.</i> <i>Investigation of the performance characteristics of an experimental rod machine for applying liquid organic fertilizers</i>	140
<i>Petrovets V.R., Podshivalenko I.L., Dudko N.I., Grekov D.V.</i> <i>Studies to substantiate the parameters of the rod distribution system of machines for applying liquid organic fertilizers</i>	148
<i>Petrovets V.R., Gaidukov V.A.</i> <i>Dependence of the traction resistance of a double-disc opener for band sowing on the speed of movement, the depth of the discs, their diameter and the distance at the convergence point</i>	159
<i>Puzevich K.L., Kotsuba V.I., Puzevich V.V.</i> <i>Analysis of mulching methods</i>	164
<i>Evtukh G.G., Samsonov V.L.</i> <i>Automatic tire pressure monitoring</i>	170
<i>Samsonov V.L., Evtukh G.G.</i> <i>Psychophysiological properties affecting the driver's ability to perceive traffic information</i>	176
<i>Kurzenkov S.V.</i> <i>The results of studies of the design and technological parameters of the vibrating chamber for preserving fodder grain</i>	183
<i>Astapenko I.M.</i> <i>Ways to increase the traction and speed indicators of agricultural tractors</i>	189
<i>Samusenko V.I., Kuzyur V.M., Budko S.I., Grin A.M., Kuzmenko I.V.</i> <i>Development of the design of a universal forage grinder</i>	195
<i>Kozlov S.I., Bortnik S.A., Kuzyur V.M., Budko S.I., Kiseleva L.S.</i> <i>Providing a microclimate at livestock facilities</i>	199
<i>Kurzenkov S.V., Kozlov S.I., Pontalev O.V., Krupenin P. Yu.</i> <i>Ways to improve the biosafety feed base for animals and poultry using technologies for in-depth processing of grain and grain mixtures</i>	205

<i>Kozlov S.I., Bortnik S.A., Kuzyur V.M.</i> <i>Modernization of the seasonal milk cooler</i>	211
<i>A.A. Ostreiko</i> <i>To substantiate the need for the correct selection and preparation of raw materials for biogas plants</i>	217
<i>Simchenkov A.S.</i> <i>Influence of temperature regimes on the quality indicators of seed material when it is stimulated by a microwave field</i>	224
<i>Machekhin K.A., Kibuk V.M.</i> <i>Alternative energy sources in agriculture</i>	228
<i>Machekhin K.A., Solovyova K.V. Senakosov I.A.</i> <i>An innovative way of developing animal husbandry in the Republic of Belarus</i>	233
<i>Klochkov A.V., Gordeenko O.V., Grusha G.A.</i> <i>Justification of the parameters of the wind protection device for boom sprayers</i>	239
<i>Kotsuba V.I., Puzevich K.L., Puzevich V.V., Kuzyur V.M.</i> <i>Theoretical foundations of the movement of working bodies for sowing under mulch film</i>	245
<i>Kruglenya V.E., Kotsuba V.I.</i> <i>Theoretical prerequisites for improving the process of separating flax on a drum-toothed separator</i>	250
<i>Mikheev D.A., Lukyanov D.A.</i> <i>Directions for improving the sowing of rapeseed</i>	259
<i>Stepuk L.Ya., Petrovets V.R., Dudko N.I., Shpikat D.A.</i> <i>To the question of increasing the uniformity of volumetric dosing of mineral fertilizers</i>	264
<i>Petrovets V.R., Sidorov S.A., Kirov K.V.</i> <i>The efficiency of using disc-toothed working bodies in the cultivation of potatoes</i>	275
<i>Adylin I.P.</i> <i>Exoskeletons as minimizing negativity</i>	280
<i>Shustov A.F.</i> <i>Social and anthropological aspects of the development of technical activities</i>	287
<i>Slezko E.I., Gaponova V.E., Ryzhik V.N.</i> <i>The use of pumpkin seeds in the production of baked goods</i>	296
<i>Svidersky A.A.</i> <i>Virtualization of the reality of a technogenic society</i>	302
<i>Gaponova V.E., Slezko E.I.</i> <i>Frequency of consumption of fast food by university students (on the example of Bryansk State Agrarian University)</i>	308
<i>Bezborodova E.A.</i> <i>Safe behavior on the Internet</i>	315
<i>Khristoforov E.N., Sakovich N.E., Nikitin A.M., Shilin A.S.</i> <i>Torsional stability of the conical shell</i>	324

<i>Khristoforov E.N., Sakovich N.E., Nikitin A.M., Shilin A.S.</i> <i>Stability of the conical shell under uniform external pressure</i>	329
<i>Petrovets V.R., Gaidukov V.A., Dudko N.I.</i> <i>Sergey Ivanovich Nazarov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Outstanding Scientist, Academician, Honored Worker of Science and Technology of the BSSR</i>	334

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 13.09. 2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 20,10 . Тираж 550 экз. Изд. № 7005 .

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ