

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

*Нижегородский государственный
инженерно-экономический институт*

ISSN 2227-9407

ВЕСТНИК НГИЭИ

Научный журнал
Издается с ноября 2010 года

№ 8 (39)
Август
2014 г.

СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Серия основана в ноябре 2010
Выходит один раз в два месяца

<p>Редакционный совет:</p> <p>А. Е. Шамин, д.э.н., проф. (главный редактор), Н. В. Проваленова, к.э.н., доц. (зам. главного редактора), С. А. Суслов, к.э.н., доц. (ответственный редактор), А. В. Мартьянычев, к.с.-х.н., А. С. Серебряков, д.т.н., проф., Н. В. Оболенский, д.т.н., проф., Н. Н. Кучин, д.с.-х.н., проф., В. Л. Осокин, к.т.н., Е. В. Королев, к.т.н., доц., Н. А. Лиманская, к.т.н., доц., С. Ю. Булатов, к.т.н.</p> <p>Корректор: Т. А. Быстрова</p> <p>Технический редактор: Н. А. Шуварина</p> <p>Перевод на английский язык: Д. В. Быкова</p> <p>Компьютерная верстка: А. С. Верина</p>	<p style="text-align: center;">СОДЕРЖАНИЕ</p> <p>ВАНДЫШЕВА М. С., МИРОНОВ К. Е., СВИСТУНОВ А. И., СМИРНОВ Р. А. Варианты конструкций линии приготовления ферментированных кормов 3</p> <p>ВАСИЛЬЕВ А. А., ГОРИН Л. Н. Развитие технического мышления студентов среднего профессионального образования 11</p> <p>ГЕРАСИМОВ Е. Ю., ЗАВИВАЕВ С. Н., КУЧИН Н. Н. Технические аспекты консервирования фуражного зерна повышенной влажности 19</p> <p>ЗАВИВАЕВ С. Н., КОСОЛАПОВА Е. В., КУЧИН Н. Н. Результаты исследований силосования галеги (козлятника восточного) с применением комбинированного раствора химического и бактериального препаратов 27</p> <p>КИРСАНОВ В. В., СТРЕБУЛЯЕВ С. Н., ТАРЕЕВА О. А. Моделирование процесса доения на установках типа «Карусель» 41</p>	
--	---	--

<p>Учредитель: Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»</p> <p>Адрес редакции, издателя, типографии: 606340, Россия, Нижегородская обл., город Княгинино, улица Октябрьская, дом 22 а</p> <p>Сайт: http://www.ngiei.ru</p> <p>Е-mail: provalenova@ngiei.ru ngieipc@gmail.com</p> <p>Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-52336 От 25.12.2012 г.</p> <p>Подписано в печать: 25.08.2014 г. по графику 16:00 фактически 15:00</p> <p>Формат 60х90, 1/16</p> <p>Усл. печ. л. 6,81. Уч.-изд. л. 4,62. Тираж 1 000 экз. Заказ 45.</p> <p>Цена свободная.</p> <p>© Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2014</p>	<p>КРИВОНОГОВ С. В. Вопросы снижения хищений электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям 51</p> <p>НАЗАР Б. Г., НЕЧАЕВ В. Н., СЕРБИН В. И. Результаты теоретических исследований динамики колесного лункоделателя 57</p> <p>ОБОЛЕНСКИЙ Н. В. Решение технических задач – путь развития аграрной экономики 82</p> <p>РУКАВИШНИКОВА В. Н. Особенности пропитки пористых образцов смесью мономер-растворитель 90</p> <p>РЫНДИН А. Ю. Молотковая дробилка для личных-подсобных и крестьянских фермерских хозяйств 97</p> <p>СИЗОВА Ю. В. Зоогиgienическая оценка содержания скота 102</p> <p>Условия и порядок приема рукописей 110</p>	
---	---	--

*М. С. ВАНДЫШЕВА, К. Е. МИРОНОВ,
А. И. СВИСТУНОВ, Р. А. СМИРНОВ*

ВАРИАНТЫ КОНСТРУКЦИЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ КОРМОВ

Ключевые слова: бактерии, закваска, корм, способ, технология, ферментация.

Аннотация. Проведен анализ существующих технологий получения кормов с высоким содержанием белков из малоценных сырьевых ресурсов и отходов производства. Определены их преимущества и недостатки, предложена наиболее оптимальная для внедрения в сельскохозяйственные организации.

Механизация кормоприготовления занимает особое место в системе обслуживания животных. Уровень механизации приготовления кормов в настоящее время несколько ниже механизации других процессов (доение коров, уборки навоза, водоснабжения и поения).

В ряде небольших фермерских хозяйств и крестьянских подворий разрабатываются системы мер, направленные на увеличение производства продукции животноводства, снижение трудовых и материальных затрат. Одной из главных задач в этой системе является механизация трудоемких процессов и, прежде всего, по приготовлению кормов. В большинстве существующих на данный момент фермерских хозяйствах остро стоит проблема нехватки машин и механизмов, достаточно эффективных и полностью удовлетворяющих зоотехническим требованиям в процессе приготовления кормов. Сбалансированные по питательности кормовые смеси лучше перевариваются, исключая возможность выборочного поедания животными отдельных кормов, уменьшаются их потери. Оптимальные рационы с большим удельным весом грубых кормов способствуют увеличению содержания в молоке белка, снижению заболеваемости животных и повышению общей продуктивности стада.

Одной из альтернатив полноценным комбинированным кормам в настоящее время могут служить ферментированные. Достоин-

ство таких кормов заключается в том, что их получают из любого имеющегося в хозяйстве малоценного сырья путем ферментации.

Нами разработаны несколько вариантов линий по приготовлению ферментированных кормов:

1. Линия приготовления ферментированных кормов из измельченного зерна.
2. Линия приготовления ферментированных кормов из измельченных корнеклубнеплодов.
3. Линия приготовления ферментированных кормов из измельченной соломы.

Линия приготовления ферментированных кормов из измельченного зерна может быть выполнена в двух вариантах.

В первом случае перемещение зерна и готового продукта осуществляется за счет разрежения воздуха, создаваемого вентилятором. Линия приготовления кормов включает в себя следующие агрегаты: пневмосепаратор [2, с. 25; 3, с. 78], молотковую дробилку зерна с вентилятором [1, с. 33; 8, с. 54], осадитель и смеситель-ферментер [5, с. 26] (рис. 1).

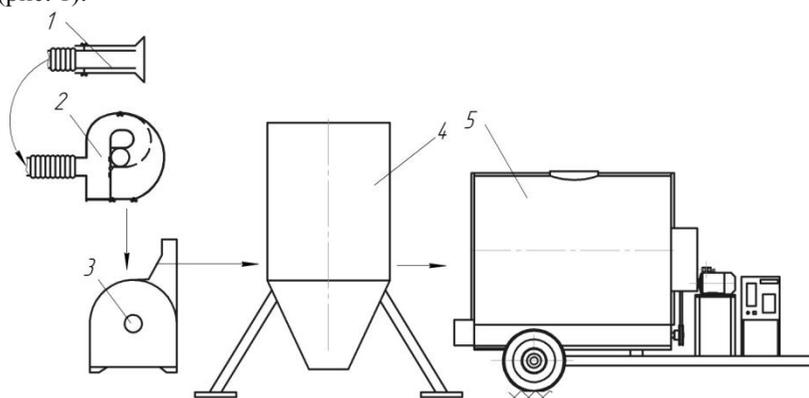


Рисунок 1 – Первый вариант линии приготовления ферментированных кормов из измельченного зерна: 1 – эжектор; 2 – пневмосепаратор; 3 – молотковая дробилка зерна с ротором-вентилятором; 4 – осадитель; 5 – смеситель-ферментер

Принцип работы заключается в следующем: зерно с потоком воздуха забирается из бурта или насыпи эжектором [4, с. 127] и подается по материалопроводу в сепаратор для очистки от нежелательных примесей. Данная система загрузки и очистки зерна разработана спе-

циально для агрегатов по приготовлению комбикормов и позволяет снизить энергозатраты на их приготовление и увеличить ресурс рабочих органов агрегата. После этого очищенный от примесей материал выводится из сепаратора и подается в камеру измельчения молотковой дробилки с ротором-вентилятором, где измельчается до необходимых структуры и размера. Особенностью данной дробилки является то, что в ней объединены два узла – ротор и вентилятор, позволяющие уменьшить размеры машины и улучшить ее аэродинамические и рабочие характеристики [7, с. 112]. Готовый продукт выводится из дробилки и попадает в осадитель, где происходит отделение воздуха от продукта и затем в смеситель-ферментер, в котором при помощи заквасок готовится питательная среда (дёрть + горячая вода) [1, с. 3] и происходит получение ферментированного корма. Изначально добавив в смесь первичную закваску, приготовленную в первичном ферментаторе, производят перемешивание смеси. В это время происходит процесс ферментации, в результате которого из смесителя выходит корм с высоким содержанием белка.

Во втором случае (рис. 2) вместо дробилки зерна с ротором-вентилятором используют дробилку зерна с принудительной подачей материала, например, дробилку зерна ударно-отражательного действия [10, с. 76]. Рабочими органами в ней являются билы, установленные под определенным углом к стенке, на которой установлено загрузочное окно. Перемещение материала между агрегатами в этом случае осуществляется механическими перегружателями или транспортерами.

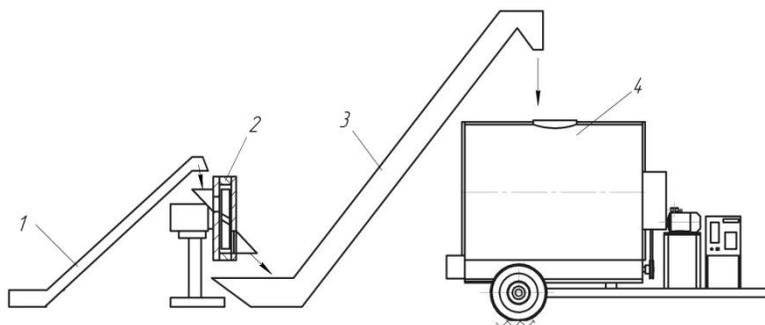


Рисунок 2 – Второй вариант линии приготовления ферментированных кормов из измельченного зерна: 1, 3 – шнековые перегружатели; 2 – дробилка зерна ударно-отражательного действия; 4 – смеситель-ферментер

Ферментированные корма можно готовить из измельченных корнеклубнеплодов. Измельчение корнеплодов в этом случае происходит в измельчителе корнеклубнеплодов [6, с. 40].

Принцип работы измельчителя в следующем: исходный материал поступает через загрузочную горловину в бункерную секцию и оттуда под действием собственного веса скатывается по перегородке, расположенной под углом, и через загрузочное окно подается в рабочую секцию агрегата, где расположены режущий диск и отбойник. Параметры, влияющие на процесс измельчения корнеплодов, оптимизированы и позволяют резать клубни на ломтики необходимого качества с наименьшими энергозатратами. В процессе измельчения вертикальные ножи делают надрезы в корнеклубнеплоде, а горизонтальные ножи отрезают ломтик, который после обрезки при помощи лопаток перемещается к выгрузному окну и через выгрузную горловину выводится из рабочей секции в заранее подготовленную тару для измельченного материала. Затем материал, полученный в измельчителе корнеклубнеплодов, загружают непосредственно в смеситель-ферментер с помощью ленточного или скребкового транспортера для дальнейшего ферментирования (рис. 3).

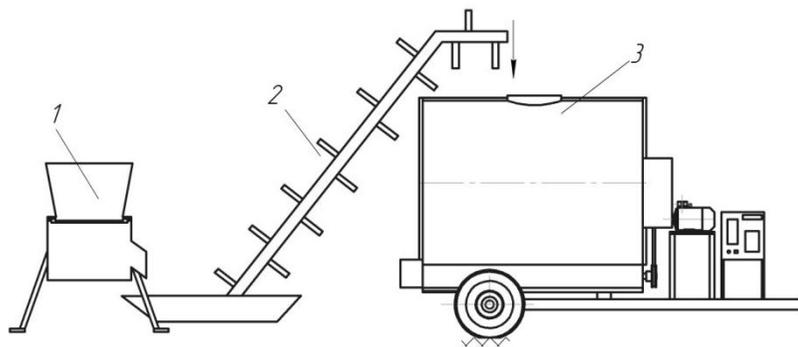


Рисунок 3 – Линия приготовления ферментированных кормов из измельченных корнеклубнеплодов: 1 – измельчитель корнеклубнеплодов; 2 – транспортер; 3 – смеситель-ферментер

Ферментация кормов происходит интенсивнее, если исходное сырье будет иметь меньшие размеры. В связи с этим измельчение соломы (подготовка ее к ферментированию) может осуществляться по двум схемам (рис 4, 5).

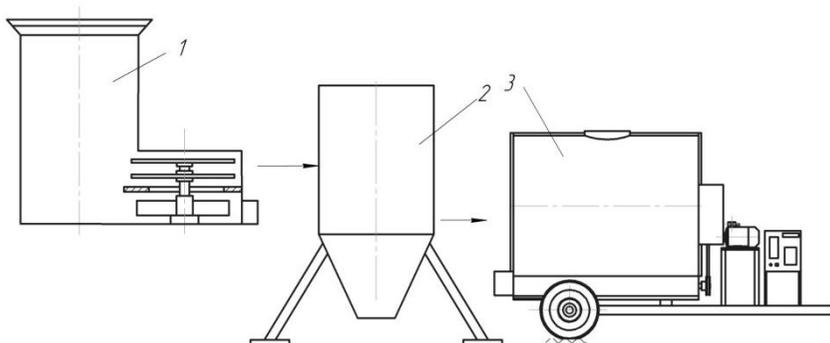


Рисунок 4 – Первый вариант линии приготовления ферментированных кормов из измельченной соломы: 1 – двухступенчатый измельчитель соломы; 2 – осадитель; 3 – смеситель-ферментер

В первом случае измельчитель соломы измельчает ее до необходимых размеров, подает материал в осадитель, так как его транспортировка происходит с помощью воздушного потока. Из осадителя измельченная солома поступает на ферментацию в смеситель-ферментер.

В том случае, если измельчитель соломы не обеспечивает необходимого для ферментирования размера частиц, то ее подвергают дополнительному измельчению в дробилке грубых кормов (рис. 5). В такой дробилке измельчение соломы происходит средневзвешенного размера 2–3 мм с максимальной равномерностью за счет установки вихревых камер.

Таким образом, используя предлагаемые линии приготовления ферментированных кормов, любое хозяйство, имея любой из выше-рассмотренных сырьевых продуктов (зерно, солома, корнеклубнеплоды), может приготовить высококачественный корм с высоким содержанием белка, затратив при этом минимум энергозатрат. Данные линии приготовления ферментированных кормов отличаются своими универсальностью и возможностью использования в любое время года. Они имеют простую конструкцию и могут быть использованы в любом фермерском хозяйстве.

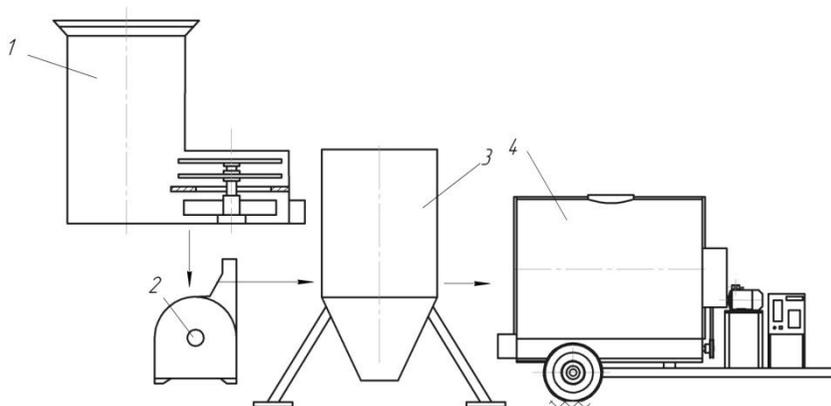


Рисунок 5 – Линия приготовления ферментированных кормов из измельченной соломы

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Н. Ф. Анализ влияния конструктивных факторов и результатов исследования аэродинамических характеристик вентилятора-дробилки ДКР-3 / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, А. Г. Сергеев, С. Ю. Булатов // Техника и оборудование для села. 2007. № 12. С. 33–34.

2. Баранов Н. Ф. Пневмосепаратор фуражного зерна / Н. Ф. Баранов, С. Ю. Булатов, А. Г. Сергеев // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 25–26.

3. Булатов С. Ю. Результаты исследований рабочего процесса пневмосепаратора фуражного зерна. / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев// Система технологий и машин для животноводства на период до 2020 г. – технологические, организационно-экономические требования и методология разработки: Сборник трудов ГНУ ВНИИМЖ № 3. Подольск. 2012. С. 78–88.

4. Булатов С. Ю. Совершенствование системы загрузки малогабаритных комбикормовых агрегатов серии «Доза». Вестник всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2010. Т. 21. № 3. С. 127–135.

5. Оболенский Н. В. Смеситель-ферментер для кормов / Н. В. Оболенский, С. Ю. Булатов, А. И. Свистунов // Сельский механизатор. Москва: ОАО «Кострома». 2014. Вып. 4. С. 26–27.

6. Савиных П. А. Измельчитель корнеклубнеплодов / П. А. Савиных, С. Ю. Булатов, Р. А. Смирнов // Сельский механизатор. Москва: ОАО «Кострома». 2013. Вып. 8. С. 40–41.

7. Савиных П. А. Исследование воздушных режимов дробилки зерна закрытого типа / П. А. Савиных, С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев // Система технологий и машин для животноводства на период до 2020 г. – технологические, организационно-экономические требования и методология разработки: Сборник трудов ГНУ ВНИИМЖ № 3. Подольск. 2012. С. 107–112.

8. Савиных П. А. Исследование рабочего процесса молотковой дробилки зерна с ротором-вентилятором / П. А. Савиных, С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Вып. 1. Киров: Северо-Восточный научно-методический центр Россельхозакадемии. 2013. С. 54–59.

9. Савиных П. А. Напорные характеристики дробилок зерна / П. А. Савиных, А. В. Алешкин, С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев // Тракторы и сельхозмашины № 5. 2013. С. 29–31.

10. Савиных П. А. Определение оптимального положения загрузочного окна дробилки зерна ударно-отражательного действия / П. А. Савиных, С. Ю. Булатов, К. Е. Миронов // Вестник Казанского ГАУ. Вып. № 4 (30). Казань: Казанский ГАУ. 2013. С. 76–81.

VERSIONS OF THE DESIGN OF THE LINE OF PREPARATION OF THE FERMENTED FORAGES

Keywords: *bacteria, ferment, a forage, way, technology, a fermentation.*

Annotation. *The analysis of existing technologies of reception of forages with a high content of fibers from a invaluable source of raw materials and production wastes is lead. Their advantages and lacks are certain, the optimal is offered for introduction in the agricultural organizations.*

ВАНДЫШЕВА МАРИНА СТАНИСЛАВОВНА – аспирантка, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (marina_w@inbox.ru).

VANDYSHEVA MARINA STANISLAVOVNA – the post-graduate student, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (marina_w@inbox.ru).

МИРОНОВ КОНСТАНТИН ЕВГЕНЬЕВИЧ – старший преподаватель, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (mieronow@mail.ru).

MIRONOV KONSTANTIN EVGENIEVICH – the senior teacher, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (mieronow@mail.ru).

СВИСТУНОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ – аспирант, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (kng_almas@mail.ru).

SVISTUNOV ALEKSANDR IVANOVICH – the post-graduate student, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (kng_almas@mail.ru).

СМИРНОВ РОМАН АЛЕКСАНДРОВИЧ – старший преподаватель, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

SMIRNOV ROMAN ALEKSANDROVICH – the senior teacher, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ключевые слова: *качество обучения, методы обучения, результативность обучения, техническая культура, техническое мышление.*

Аннотация. *Проведен краткий анализ резервов повышения результативности и качества обучения студентов среднего профессионального образования, дано собственное видение последовательности построения учебного занятия, то есть структура и содержание каждого конструктивного элемента, показаны условия формирования технического мышления у студентов, описаны эффективные методы и приемы развития технического мышления на учебных занятиях.*

Техническое мышление – это множество интеллектуальных процессов и их результатов, обеспечивающих решение задач, связанных с технической деятельностью. Это могут быть как конструкторские и технологические задачи, так и задачи, появляющиеся при обслуживании и ремонте оборудования, приборов и др.

Смысл технического мышления состоит в решении задач, в процессе их решения и формируются необходимые качества технического мышления.

Чтобы решить технологическую задачу, необходимо:

- иметь установленную цель и стремиться получить конкретный ответ;
- учитывать условия и исходные данные, необходимые для достижения цели;
- применять такие способы решения задач, которые соответствуют имеющимся условиям [2].

Развитие технического мышления студентов среднего профессионального образования происходит во время изучения таких дисциплин, как МДК.01.01. «Устройство автомобилей», «Техническая механика», МДК.03.01. «Выполнение работ по профессии: Слесарь по ремонту автомобилей, Водитель автомобиля» и другие специальные дис-

циплины, а также руководство учебной практикой студентов являются основополагающими в подготовке техников по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта.

Учебное занятие – это динамичная и вариативная форма организации процесса целенаправленного взаимодействия деятельности и общения преподавателей и студентов, включающая в себя содержание, формы, методы и средства обучения и систематически применяемые для решения задач образования, развития и воспитания студентов среднего профессионального образования в процессе обучения.

Работа над совершенствованием учебного занятия строится из трех последовательных и взаимосвязанных этапов: подготовка к учебному занятию, его проведение и самоанализ.

В ходе подготовки к учебному занятию при определении и постановке образовательной цели необходимо конкретизировать и уточнить тематическую суть учебного занятия, так как цель занятия – это модель тех конкретных знаний, умений и навыков, которые необходимо сформировать на учебном занятии у студентов как у будущих конкурентоспособных специалистов в своей профессиональной деятельности.

Некоторую трудность представляет определение воспитательной цели учебного занятия. Поэтому на учебных занятиях мы стараемся пробудить чувства студентов, гамма которых так разнообразна: удивление, гордость, уважение, сопричастность, ответственность, долг и т. д.

Развивающая цель учебного занятия реализуется в двух направлениях:

1) развитие памяти, технического мышления, грамотной технической речи, познавательных интересов и т. д., которые проявляются в уровне сформированности знаний, умений и навыков;

2) развитие чувств самореализации – в волевом настрое, дисциплине, коллективизме.

Активизация учебной деятельности студентов невозможна без целенаправленной работы по формированию у них технического мышления, которое можно развить различными способами, методами, используя при этом проблемное обучение, программированное с использованием карточек-заданий (тестов), различную самостоятельную работу со схемами и таблицами, решением технических задач и с осуществлением связи теоретического и практического обучения.

При подготовке к учебному занятию нужно отбирать для глубокой проработки на учебных занятиях только базисный, основной материал, отражающий самую суть изучаемой дисциплины.

Материал ознакомительный, второстепенный даем в сокращенном виде или выносим для самостоятельной проработки студентам во внеурочное время.

Информацию сугубо прикладного, производственного характера (правила пользования инструментом, способы выполнения работ и т. д.) преподаватель объясняет при проведении вводных инструктажей лабораторно-практических занятий и учебной практики.

Определив цели и содержание предстоящего учебного занятия, мы в деталях продумываем последовательность его построения, то есть структуру и содержание каждого конструктивного элемента учебного занятия.

Применительно к таким дисциплинам, как МДК.01.01. «Устройство автомобилей», «Техническая механика», МДК.03.01. «Выполнение работ по профессии: слесарь по ремонту автомобилей, водитель автомобиля» можно выделить следующие основные структурные элементы учебного занятия и их составные части, которые преподаватель использует при проведении учебного занятия:

- организационная часть;
- подготовка студентами к изучению учебного материала: сообщаем тему и целевую установку на учебное занятие; повторяем кратко ранее усвоенные знания и умения студентов; мотивируем и стимулируем познавательную деятельность студентов;

- сообщение преподавателем учебного материала: лекция, объяснение, рассказ, эвристическая беседа, использование наглядных пособий и мультимедийных технологий, демонстрационный эксперимент и т. д.;

- самостоятельное усвоение студентами новых знаний: работа с учебником, просмотр рекомендуемых видеофильмов из сайтов Интернета, работа с наглядными пособиями, производственной документацией, инструкциями и т. п.;

- первичное закрепление и текущее повторение: устный опрос, работа с карточками-заданиями (тестами), развернутая беседа, текущие письменные работы и т. д.;

- упражнения и самостоятельная работа по закреплению и совершенствованию знаний и умений: разбор схем, работа с карточками-заданиями (тестами), самостоятельная работа с книгой, самостоятельная работа с обучающей программой и т. п. Сущность программированного обучения заключается в том, что обучающиеся самостоятельно прорабатывают материал на основе специально подготовленной программы. Программа состоит из ряда «кадров» или «шагов», содержащих новый материал для изучения; за каждым «кадром» следует кон-

трольный вопрос или контрольное задание, благодаря которому можно проверить, усвоил ли студент прочитанный материал. Если материал усвоен – студент допускается к изучению следующего «кадра»; если нет – возвращается к старому материалу; при затруднениях обращается за помощью к преподавателю [1, с. 101];

- обобщающее повторение: обзорная лекция, беседа, выполнение и разбор письменных работ, работа с карточками-заданиями (тестами), демонстрация видеофильмов и т. д.;

- контроль и оценка знаний и умений студентов: устный опрос, выполнение контрольных работ, работа с карточками-заданиями (тестами), зачет и т. д.;

- выдача домашних заданий.

Необходимо отметить, что все вышеуказанное должно иметь свое отражение в рабочих программах дисциплин и профессиональных модулей.

Формировать техническое мышление у студентов преподаватель начинает с первых учебных занятий, так как рабочие программы специальных дисциплин содержат значительное число тем, изучение которых способствует формированию технического мышления. Остановимся на методических приемах по развитию технического мышления на своих занятиях.

Эффективными методами развития технического мышления у студентов мы считаем проблемно-поисковые методы обучения, отличительной чертой которых является постановка перед студентами вопроса (проблемы), на который они самостоятельно ищут ответ, сами создают для них новые знания, «делают открытия», формируют теоретические выводы. Проблемно-поисковые методы требуют активной мыслительной деятельности студентов, творческого поиска, анализа собственного опыта и накопленных знаний, умения обобщать частные выводы и решения. Несомненно, познавательная деятельность студентов протекает не самостоятельно, а под руководством преподавателя, который цепочкой вопросов и заданий подводит студентов к выводам [1, с. 103].

Так, например, при объяснении темы учебного занятия «Кривошипно-шатунный механизм двигателей» изучаем устройство и работу поршней. После ознакомления с их устройством и назначением, перед студентами ставится вопрос:

- какие недостатки и положительные стороны имеют поршни, изготовленные из чугуна и алюминиевого сплава?

При активном осмыслении студенты приходят к выводу, что поршень из алюминиевого сплава легче и меньше создает инерцион-

ные силы, но в сопряжении поршень–гильза предусмотрен большой зазор.

Также необходимо научное и творческое развитие студентов, используя наглядные примеры технических изделий. Примером может служить разработанный и созданный на кафедре «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте» кантователь несущего кузова легкового автомобиля, который выгодно отличается по материальным затратам, по эффективности его использования, по условиям труда ремонтника, оригинальности идеи от различного рода опрокидывателей и устройств поворота кузова автомобиля.

Для развития технического мышления студентов на учебных занятиях используем систематическое решение задач, связанных со специальностью, которые составлены на многие темы.

Так, при изучении темы «Общее устройство двигателя автомобиля» даются задачи, например:

– определить степень сжатия в цилиндре двигателя.

В этом упражнении студенты сначала должны определить рабочий и полный объемы цилиндра, а после – степень сжатия. Данную задачу студенты выполняют в заключительной части учебного занятия, а на дом предлагаются следующие варианты задач:

– почему при одном том же рабочем объеме (примерно $V = 2,5$ л) у отечественного автомобиля марки «Руссо-Балт» 1908 года выпуска мощность двигателя примерно в три раза меньше, чем у другого отечественного автомобиля ГАЗ-24 «Волга», например 1978 года выпуска? На какие технические показатели влияет отношение диаметра поршня к длине шатуна? Какие двигатели внутреннего сгорания считаются длинноходовыми, а какие короткоходовыми? Какое определение зависит от объема камеры сгорания и полного объема цилиндра?

Решение этих задач заключается в том, что студенты самостоятельно осуществляют учебное исследование, а затем на занятии докладывают о его результатах и обосновывают или подтверждают этим материалом задачи, поставленные перед ними на предыдущем занятии.

С целью развития технического мышления мы применяем также карточки-задания (тесты) для самостоятельной работы с проблемным содержанием разной сложности и выдаем их студентам дифференцированно. Примерные вопросы из этих заданий:

– как отрегулировать муфту сцепления автомобиля ГАЗ-3307, если сцепление не полностью выключается? Почему необходимо регулировать тепловой зазор между поверхностью двуплечего рычага (коромысла) привода газораспределительного механизма двигателя и тор-

цом клапана? Чем удерживается коленчатый вал от осевого смещения в двигателе ЗМЗ-53?

Эти задания проводятся также с применением программированного устройства для оперативного контроля знаний студентов.

Развитию технического мышления студентов способствуют и такие методические приемы, как создание аварийных ситуаций на учебном занятии с целью выявить причины таких ситуаций и одновременно продумать способы их устранения. Например, манометр показывает низкое давление масла. Какая причина неисправности и чем она вызвана?

При этом студенты перебирают всевозможные варианты и приходят к правильному ответу, а преподаватель делает обобщение правильности их выводов. Также с нахождением причины часто преподаватель задает ряд вопросов, а какими способами устранить ту или иную неисправность. Так, на вопрос: «Из заливной горловины масла выходят газы», надо определить причину неисправности и устранить ее.

Большие возможности по развитию технического мышления студентов предоставляются при проведении лабораторно-практических занятий. При этом в процессе разборочно-сборочных операций вырабатывается у студентов технологическое мышление в соответствии с техническими требованиями современного производства.

На основе знаний, полученных по теории, студентам прививается умение применить свои знания на практике. При отработке практических заданий студенты сталкиваются со многими трудностями по устройству, принципам работы того или иного узла. Для разрешения их студенты используют справочную литературу, плакаты, схемы, инструкционно-технологические карты.

На практических занятиях студенты изучают задание «Коробка перемены передач автомобиля ГАЗ-3307». При сборке деталей узла студенты пришли в затруднение по установке шестерен на валы коробки и обращаются за помощью к преподавателю. В данной ситуации им предлагается сначала разобраться самим с помощью плаката, учебника, ресурса Интернета и только после этого им оказывается помощь. Следующий пример: при обходе рабочих мест студентам задается вопрос: «Какими шестернями передается вращение от первичного вала коробки на вторичный при различных передачах». Расставляя подвижные шестерни по валам, студенты встречают иногда затруднения, тогда данную ситуацию решают, используя схемы.

Прежде чем приступить к разборке заднего моста автомобиля ВАЗ-2107 студенты знакомятся с содержанием инструкционной карты

в последовательности демонтажа деталей, а также с плакатом по его конструктивному устройству, так как все операции этого задания по разборке в инструкционной карте отразить невозможно. Умение работать с картой и плакатом одновременно развивает у студентов технологическое мышление.

В любом цикле каждого задания лабораторно-практических занятий студенты используют при разборке и сборке узлов техническую документацию, развивают и совершенствуют техническое мышление, повышая свой кругозор по устройству и работе систем и механизмов изучаемых автомобилей.

Педагогический опыт работы убедил нас в том, что применение активных методов обучения, таких, как поисковое, программированное и дифференцированное обучение, использование технических средств, разнообразная самостоятельная работа студентов на учебном занятии, межпредметные связи, вызывает у студентов интерес к учебным занятиям, особенно к практическим.

Используя различные эффективные методы в обучении и формируя у студентов техническое мышление, мы тем самым подготавливаем у себя на кафедре молодых конкурентоспособных специалистов с широким техническим кругозором, способных самостоятельно искать, приобретать при необходимости новые знания и умения, имеющих стремление к поиску и способных к самообучению, что является самым ценным результатом всякого обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семушина Л. Г., Ярошенко Н. Г. Содержание и технология обучения в средних специальных учебных заведениях: Учеб. пособие для преп. учреждений сред. проф. образования. М.: Мастерство. 2001. 272 с.
2. Психологический тест технических способностей. [Электронный ресурс] URL: <http://effecton.ru/692.html>. (Дата обращения 08.04.2014).

DEVELOPMENT OF TECHNICAL THINKING OF STUDENTS OF SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION

***Keywords:** technical culture, technical thinking, teaching methods, effectiveness and quality of training.*

***Annotation.** Article contains the brief analysis of reserves of increasing the effectiveness and quality of training of students of secondary professional education as well as gives the own vision of the sequence of lessons meaning the structure and content of each structural element, shows the conditions of formation of technical thinking of students, describes the efficient methods and techniques of development of technical thinking in the classroom.*

ВАСИЛЬЕВ АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ – доцент кафедры технического обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец, (alexei.21@mail.ru).

VASILIEV ALEKSEI ANATOLIEVICH – senior lecturer of the chair of maintenance, organization of transportation and management of transport, Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Vorotynets, (alexei.21@mail.ru).

ГОРИН ЛЕОНИД НИКОЛАЕВИЧ – ст. преподаватель кафедры технического обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец, (alexei.21@mail.ru).

GORIN LEONID NIKOLAEVICH – senior lecturer of the chair of maintenance, organization of transportation and management of transport, Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Vorotynets, (alexei.21@mail.ru).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

***Ключевые слова:** консервирование, повышенная влажность, подкисление, плющение, степень уплотнения, фуражное зерно, химические и биологические препараты.*

***Аннотация.** Проведена проверка сохранности зерна ячменя повышенной влажности при консервировании разными препаратами и хранении в анаэробных условиях. Установлена зависимость степени подкисления зерна от вида препарата и степени уплотнения.*

Фуражное зерно является определяющим элементом интенсификации животноводства, обеспечения сбалансированного питания высокопродуктивного скота и птицы. Существующая прямая взаимосвязь между концентрацией обменной энергии в сухом веществе рациона (КОЭ) и уровне продуктивности животных выводит проблему качества концентратов на первый план, так как именно они имеют наивысшую энергетическую ценность среди всех видов кормов.

Уровень продуктивности в животноводстве определяет его конкурентоспособность, повышающуюся при снижении издержек на кормление, т. к. корма – основная статья расходов, относительная величина которой повышается при росте продуктивности животных. В связи с этим неуклонно возрастает роль увеличения производства и повышения качества концентратов при интенсивном ведении животноводства. Не случайно в этих условиях повышенный интерес проявляется к разработке и совершенствованию технологий производства, хранения и подготовки к скармливанию фуражного зерна – основы концентрированных кормов, обеспечивающих максимальный выход питательных веществ с гектара посевной площади, наиболее полное их сохранение и повышение их доступности при подготовке к скармливанию, за счёт чего увеличивается значение коэффициента конверсии в животноводческую продукцию. Именно с этой позиции следует рассматривать стремительное расширение в практике кормопроизводства России в последние годы технологии сохранения плющеного зерна по-

вышенной влажности в анаэробных условиях, для которой характерно наличие всех перечисленных преимуществ в производстве, хранении и подготовке его к скармливанию.

Вместе с тем наблюдается упрощённый подход к реализации этой технологии на практике, приводящей к неоправданным потерям питательной ценности зерна на всех трёх этапах его продвижения в рацион животных, заключающейся в отождествлении технологии закладки зерна повышенной влажности на хранение с технологией силосования зелёных кормов. Нельзя отрицать, что набор технологических приёмов и в том и в другом случае во многом совпадает. Вместе с тем состав и качества консервированного сырья существенно различаются. Специфичность консервируемого материала, в частности, повышенное содержание крахмала и малое количество структурных углеводов, в сравнении с вегетативной массой трав, предполагают совершенной иной результат консервирования.

Кроме того, оптимальная влажность силосуемой массы находится в пределах 61–75 %, сенажируемой – 40–60 %, тогда как фуражное зерно консервируется при влажности 30–40 %. Поэтому нельзя считать обоснованным перенесение основных положений теории силосования на качественно иной вид сырья и ожидать сопоставимых результатов. В связи с этим целью нашего исследования было уточнение влияния физической формы зерна (целое, плющенное), степени уплотнения и вида консервирующей добавки на качество консервирования.

Качество консервирования контролировали по степени подкисления зерна и составу продуктов брожения по общепринятым методикам биохимического анализа. Консервировали зерно наиболее распространённой зернофуражной культуры ячменя в целом и расплющенном виде при влажности 35 и 25 % соответственно и хранили после самоуплотнения, слабой и сильной трамбовки. Контрольное зерно хранилось без добавок, опытное – с биопрепаратом «Биосил НН», с химическим консервантом «Промир» шведского концерна Perstorp Group и порошкообразной серой.

При силосовании (влажность сырья более 60 %) сохранность корма, хранящегося в герметических условиях, обеспечивается определённой степенью его подкисления. Актуальная кислотность (значение рН), оптимальное значение которой в данном случае находится в пределах 3,8–4,5, является одной из важнейших характеристик условий хранения. При сенажировании сохранность обеспечивается относительной сухостью корма, при которой влага сырья не доступна для использования подавляющему большинству эпифитной микрофлоры.

Считается, что в этом случае степень подкисления корма не имеет решающего значения.

В консервируемом зерне ячменя влажность находилась за рамками требований к сырью для силосования и сенажирования, т. е. оно было более сухим. Оказалось, что в этих условиях при средней влажности целого зерна около 35 % использование всех видов применяемых в опыте консервантов и консервирующих добавок позволило получить оптимальную для силосованных кормов степень подкисления при любом уплотнении, тогда как зерно без добавок такой результат имело лишь при наибольшем уплотнении. Более сухое плющенное зерно подкислялось значительно слабее при любом уплотнении. За исключением использования для его консервирования порошкообразной серы и среднем уплотнении, в остальных случаях зерно после хранения имело слабокислую реакцию (табл. 1). Следовательно, решающее воздействие на степень подкисления зерна ячменя имела его влажность. Плющение и применение консервирующих препаратов на этот показатель оказывали меньшее влияние.

Таблица 1 – Кислотность зерна

Зерно	Степень уплотнения	Варианты консервирования			
		без добавок	с «Промиром»	с «Биосилом НН»	с порошкообразной серой
Целое	самоупл.	4,55±0,05	4,50±0,05	4,35±0,05	4,42±0,04
	средняя	4,70±0,10	4,28±0,04**	4,27±0,01**	-
	сильная	4,37±0,02	4,26±0,06	4,22±0,01***	4,33±0,02
Плющенное	самоупл.	6,23±0,02	6,23±0,02	6,22±0,06	5,85±0,08***
	средняя	6,28±0,07	6,93±0,06***	6,20±0,05	4,78±0,12***
	сильная	6,20±0,00	5,97±0,03***	6,25±0,03	5,40±0,17***

Примечание: ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$

Чтобы нагляднее представить себе различия степени подкисления в зависимости от физической формы консервируемого зерна и применяемых с этой целью добавок, проставим средние значения целого и плющенного зерна на графике (рис. 1). Из них следует, что при влажности зерна около 25 % (плющенное зерно) использование химического консерванта «Промир» и биологического препарата «Биосил НН» не оказывало существенного влияния на подкисление корма. В первом случае, вероятно, это связано с бактерицидным действием препарата, во втором – с высокой степенью сухости зерна, ограничивающей активность микрофлоры.

Совершенно иным оказалось влияние на этот показатель порошкообразной серы, в особенности при средней степени уплотнения зерна (табл. 1). Вероятным объяснением этому может служить возможное преобразование части препарата в сернистый ангидрид, который является более активным окислителем, чем органические кислоты.

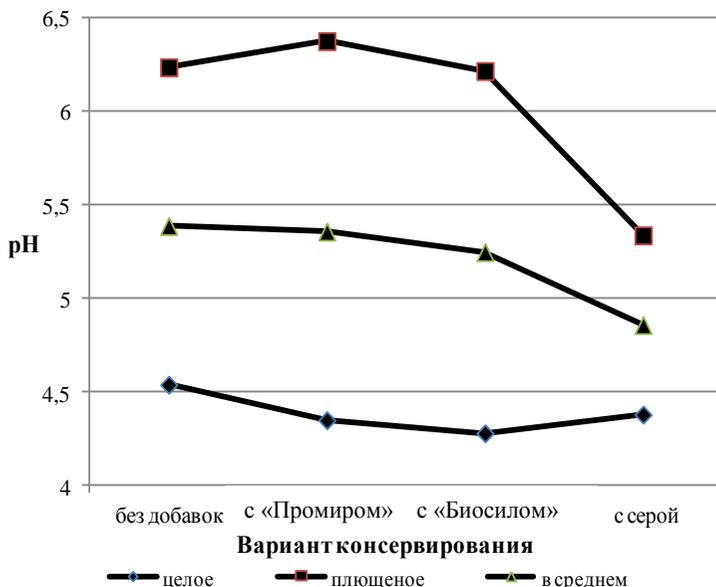


Рисунок 1 – Зависимость степени подкисления от физической формы (влажности) зерна и применяемого консервирующего средства

При повышении влажности зерна до 35 % (целое зерно) результаты его консервирования теми же самыми препаратами были совершенно иными (рис. 1). В этом случае все применяемые препараты в среднем примерно одинаково подкисляли консервируемое зерно в целом несколько лучше, чем при спонтанном брожении (без добавок). При этом химические препараты сами по себе оказывали такое влияние, а также за счёт подавления порочной микрофлоры, что создавало преимущества для эпифитной молочнокислой микрофлоры. Биопрепарат, состоящий из гомоферментативных молочнокислых бактерий,

увеличивал численность молочнокислой микрофлоры на начальном этапе консервирования, что также создавало предпосылки для более активного образования молочной кислоты – основного подкислителя при качественном консервировании кормов.

Наибольший разрыв в степени подкисления (около 2 ед. рН) между вариантами консервирования целого и плющеного зерна имелся при использовании препаратов «Промир» и «Биосил НН», наименьший (около 1 ед. рН) – при использовании порошкообразной серы (рис. 1).

Следовательно, при консервировании целого зерна (влажность около 35 %) как химические, так и биологические препараты в силу своих специфических особенностей улучшали его подкисление. Подкисление плющеного зерна (влажность около 25 %) улучшало лишь применение порошкообразной серы.

Степень уплотнения практически не оказывала влияние на подкисление зерна при его консервировании «Биосилом НН» (рис. 2).

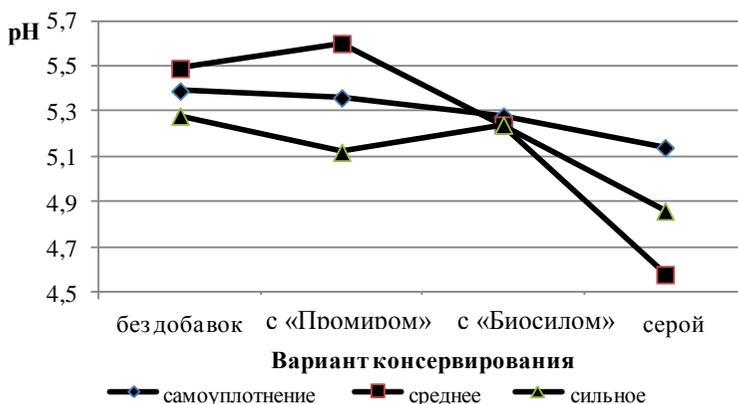


Рисунок 2 – Изменение значения рН в зависимости от степени уплотнения и применяемых добавок

Наибольший разброс значений рН наблюдался при использовании для обработки зерна химического консерванта «Промир». Лучшее подкисление в этом случае и при консервировании зерна без добавок достигалось при максимальном уплотнении, наименьшее – при среднем уплотнении. Данная тенденция была характерна также для консервирования без добавок целого и плющеного зерна и при обработке препаратом «Промир» целого зерна (табл. 1). При использовании

порошкообразной серы аналогичный результат получен при среднем уплотнении и самоуплотнении (рис. 2). В среднем по опыту степень подкисления в зависимости от применяемых добавок уменьшалась в следующей последовательности: порошкообразная сера, биопрепарат «Биосил НН», химический консервант «Промир». По отношению к зерну без добавок значение рН у зерна с «Промиром» было ниже на 0,03, с «Биосилом НН» – на 0,14 и у зерна с порошкообразной серой – на 0,53 ед. или соответственно на 0,6; 2,6 и 9,8 %. Самая низкая подкисляющая способность отмечена при самоконсервировании зерна.

Следовательно, максимальное уплотнение зерна повышенной влажности для длительного хранения имело положительное влияние на его подкисление лишь при его закладке без добавок и целого зерна с препаратом «Промир». В первом случае, вероятно, за счёт повышения степени анаэробности, во втором – за счёт снижения летучести препарата. Порошкообразная сера такой же результат имела при средней плотности укладки зерна, что, очевидно, связано с созданием в этом случае лучших условий для проявления консервирующего действия. Для использования биопрепарата «Биосил НН» по степени его влияния на подкисление плотность укладки зерна на хранение не имела определяющего значения. В среднем подкисляющая способность консервирующих добавок уменьшалась в следующем порядке: порошкообразная сера, «Биосил НН», «Промир».

В среднем по всем вариантам консервирования подкисление зерна в зависимости от степени трамбовки и физической формы корма изменялось следующим образом (рис. 3).

Следует отметить, что подкисление зерна увеличивалось по мере повышения плотности его укладки на хранение как в целом, так и в плющеном виде, т. е. как при высокой, так и при низкой влажности. Как в плющеном, так и в целом зерне тенденции изменения кислотности корма в зависимости от степени уплотнения были практически одинаковыми и равновеликими (рис. 3). Величина отклонений значений рН уплотнённого зерна по отношению к неуплотнённому была незначительной и в среднем не превышала 2,6 отн. %.

Таким образом, при консервировании фуражного зерна ячменя повышенной влажности с использованием химических и биологического препаратов с разной степенью уплотнения в целом и расплющеном виде и последующем анаэробном хранении определяющее влияние на степень подкисления оказывает уровень содержания в нём влаги: при влажности около 35 % (целое зерно) и применении консервирующих добавок она находится в оптимальном для силосованных кормов пределе, при влажности около 25 % подкисляется слабо.

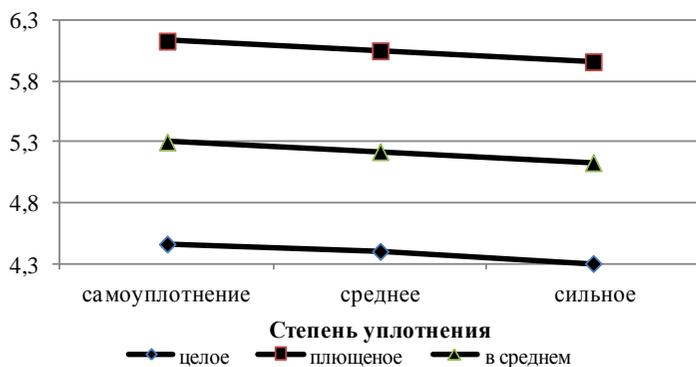


Рисунок 3 – Зависимость величины рН от степени уплотнения и физической формы зерна

В последнем случае подкисление улучшает лишь применение порошкообразной серы. Подкисление зерна увеличивается по мере повышения плотности его укладки на хранение. Однако максимальное уплотнение зерна имеет положительное влияние на подкисление лишь при его закладке без добавок и при обработке целого зерна препаратом «Промир». Средняя плотность укладки зерна оптимальна для проявления наивысшего подкисляющего действия порошкообразной серы. Плотность укладки не имеет определяющего значения на подкисляющее действие биопрепарата «Биосил НН». Подкисляющая способность испытанных консервирующих добавок уменьшается в следующем порядке: порошкообразная сера, «Биосил НН», «Промир».

THEORETICAL ASPECTS CONSERVATIONS OF FODDER GRAIN THE RAISED HUMIDITY

Keywords: *The conservation, the raised humidity, oxidizing, flattening, a degree of sealing, fodder grain, chemical and biological preparations.*

Annotation. *Check of safety of grain of barley of the raised humidity is lead at conservation by different preparations and storage in anaerobic conditions. Dependence of a degree grains from a type of a preparation and a degree of sealing is established.*

ГЕРАСИМОВ ЕВГЕНИЙ ЮРЬЕВИЧ – кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (official@adm.vrt.nnov.ru).

GERASIMOV EVGENIY JURIEVICH – the candidate of agricultural sciences, the teacher of the chair of the bases of agriculture, chemistry and ecology, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (official@adm.vrt.nnov.ru).

ЗАВИВАЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (szavivaiev@bk.ru).

ZAVIVAIEV SERGEY NIKOLAEVICH – the candidate of veterinary sciences, the head of the chair of the bases of agriculture, chemistry and ecology, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (szavivaiev@bk.ru).

КУЧИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (kuchin53@mail.ru).

KUCHIN NIKOLAY NIKOLAEVICH – the doctor of agricultural sciences, the professor of the chair of the bases of agriculture, chemistry and ecology, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (kuchin53@mail.ru).

С. Н. ЗАВИВАЕВ, Е. В. КОСОЛАПОВА, Н. Н. КУЧИН

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СИЛОСОВАНИЯ ГАЛЕГИ (КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО) С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО РАСТВОРА ХИМИЧЕСКОГО И БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТОВ

Ключевые слова: зеленая масса, исследование, козлятник, комбинирование, результаты, силосование, химический и бактериальный консерванты.

Аннотация. В статье опубликованы результаты исследований силосования козлятника с использованием бактериального и химического консервантов, как моно растворов, так и их сочетание. На основании сравнительного анализа полученных данных выявлен наиболее эффективный вариант.

Одной из важнейших задач кормопроизводства является заготовка кормов высокого качества, и сохранность их питательных свойств до момента скармливания. Так как кормление животных кормами с высокими качественными показателями является неотъемлемым условием рентабельного производства.

Аналитический обзор показал, что на сегодняшний день на процесс приготовления силосного корма вне зависимости от сахаробуферного отношения зеленой массы влияют три основных фактора:

- содержание сухого вещества в кормовом материале;
- сроки и значение подкисления зеленой массы;
- создание стабильных анаэробных условий в хранилище силосов в короткие сроки.

Анализ научной литературы, отражающий результаты исследований отечественных и зарубежных ученых, показал, что повышения содержания сухого вещества в основном достигают либо подвяливанием кормового материала в полевых условиях, либо внесением сухих компонентов. Однако в первом случае недостатками являются зависимость от погодных условий, что можно отнести к неконтролируемым

факторам, а также дополнительные потери питательных веществ. По данным Кучина Н. Н. (2012), при проявлении кормового материала в результате уменьшения содержания сырого протеина и жира снижаются питательная ценность зеленой массы и энергетическая ценность. Во втором случае добавление до 20 % низкопитательных сухих кормов к силосуемой массе существенно снижает энергетическую и белковую ценность силоса [2, с. 210]. По данным Кучина Н. Н., концентрация обменной энергии, кормовых единиц и перевариваемого протеина в 1 кг сухого вещества силоса с соломой составляла соответственно 8,7 МДж, 0,61 кг и 63,7 г против 11,1 МДж, 1,0 кг и 139,2 г в силосе из козлятника в чистом виде. Кроме того, дополнительные энергетические затраты на измельчение и перемешивание не всегда экономически оправданы.

Кроме того снижается скорость подкисления кормового материала. Известно, что молочнокислые бактерии в проявленной массе начинают доминировать лишь на 3–7 день силосования, в свежескошенной массе – уже через сутки [2, с. 209].

Недостаточное кислотообразование, медленное повышение кислотности и недостаточное подкисление корма может стать причиной повышенных потерь питательных веществ, нестабильности при хранении и снижения качества силоса [1, с. 3].

Чтобы снизить зависимость от содержания сухого вещества, необходим поиск новых решений. В настоящее время во многих хозяйствах используются различные консервирующие препараты с целью снизить кислотность в силосуемом материале до оптимальной, для подавления нежелательной микрофлоры, которая активно развивается и продуцирует в кормовой массе с низким содержанием сухого вещества. При этом, как показывают исследования данных препаратов различных ученых, химические препараты на основе муравьиной кислоты при силосовании особенно трудносилосуемых культур, к которым относится галега, остаются наиболее эффективными. Однако их применение является дорогостоящим. В отличие от них, бактериальные препараты стоят на порядок дешевле, но для положительного результата необходимо строгое соблюдение технологических приемов. Таким образом, вопрос применения консервирующего препарата, который бы обладал свойствами как у химических препаратов и стоимостью как у бактериальных препаратов, остается открытым.

Аналитический обзор показал, что проводились исследования по силосованию зеленой массы с применением одновременно бактериального и химического препаратов (Weissbach F, 2003) и исследовалось влияние химических растворов на жизнедеятельность молочно-

кислых бактерий. Weissbach F установил, что ограничение концентрации растворов до значения рН 7 почти во всех протестированных им химических веществах вызвало лишь небольшое повреждение клеток бактерий ($< 0,5$ Ig КОЕ / мл). Наилучшую совместимость молочнокислых бактерий с химическим веществом максимальной концентрации раствора показали соли натрия муравьиной кислоты выше 44 % и стабильность 36 % при температуре 10 °С, а также соли аммония муравьиной кислоты, соли калия муравьиной кислоты, пропионовая кислота (соответственно 36 и 52, 36 и более 75 и 36 и 45 %). Однако данный вопрос мало изучен.

При проведении исследований использовались следующие методы:

- лабораторный – для определения в опытных образцах активной кислотности и содержания кислот, образованных в результате процессов брожения. Лабораторные исследования проводились в соответствии с методическими рекомендациями «Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов»;

- математический – для определения достоверности полученных результатов. Статистическую обработку результатов исследований и сравнительную оценку проводили по методам, описанным А. Н. Плохинским, с помощью математического аппарата и программного обеспечения Microsoft Office Excel на ПК.

Исследования по силосованию проводили на зеленой массе свежескошенных растений галеги, заготовленных в вегетативную фазу – бутонизация-цветение с содержанием влажности 78,5 %.

В работе были использованы: препарат Биосил НН и препарат на основе муравьиной и пропионовой кислот «Текацид» производства ООО «ТекноФид» (Россия). Состав химического консерванта: муравьиная кислота 52 %, пропионовая кислота 18 %, натрий 7 % и вода 23 %. Обработку кормового материала проводили с химическим и бактериальным препаратами, вносимыми как монораствор, так и их сочетание с различной концентрацией суспензии. Рабочий раствор готовился непосредственно перед его использованием. Образцы заготавливались в трехкратной повторности.

Состав и концентрация растворов, применяемых для приготовления опытных образцов силоса, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав и концентрация консервирующих растворов

Код	Схема	Состав консервирующего раствора	Дозы, мл	Расход, мл раствора на 1 кг зеленой массы
К ₁	Биосил НН	Вода Биопрепарат	400 1	10 (готового раствора)
К ₂	Текацид	Вода Кислоты	5 5	10
О ₁	Биосил НН + Текацид (доза 1)	Вода	5	10
		Химпрепарат	5	
		Раствор Биопрепарат	5 0	5
О ₂	Биосил НН + Текацид (доза 2)	Вода	7	10
		Химпрепарат	3	
		Раствор Биопрепарат	5 0	5
О ₃	Биосил НН + Текацид (доза 3)	Вода	8,5	10
		Химпрепарат	1,5	
		Раствор Биопрепарат	5 0	5

Одним из основных показателей качественного силосного корма является значение рН, содержание органических кислот, накопившихся в результате процессов брожения, и их соотношение. Исследования силосов после 6 месяцев хранения проводили на базе ФГУ центра агрохимической службы «Нижегородский». Анализировали общую кислотность – титрометрически, содержание органических кислот – путем разгонки по Вагнеру (ГОСТ 23638-90), с определением активной кислотности рН – потенциометрически (ГОСТ 26180-84).

Активная кислотность силосного корма является одним из важнейших показателей качества консервирования. В силосе высокого качества, соответствующего первому классу, согласно ОСТ 10202–97 значение рН должно находиться в пределах 3,9–4,3 для всех видов трав, для классного 3,8–4,5. Силос с повышенной кислотностью (рН 3,0–3,5) скотом плохо поедается. Недокисленный силос нестабилен при хранении и скармливании. Результаты экспериментальных исследований активной кислотности в опытных образцах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание активной кислотности в опытных образцах силоса

Вариант опыта	Обозначение	рН	Достоверность, P				
			K ₀	K ₁	K ₂	O ₁	O ₂
Контроль	K ₀	5,60±0,00	-	-	-	-	-
Биосил НН	K ₁	4,80±0,15	≥ 0,05	-	-	-	-
Текацид	K ₂	4,17±0,09	≥ 0,05	≥ 0,05	-	-	-
Биосил НН+Текацид (доза 1)	O ₁	4,87±0,23	≥ 0,05	≤ 0,05	≥ 0,05	-	-
Биосил НН+Текацид (доза 2)	O ₂	4,50±0,00	≤ 0,05	≤ 0,05	≥ 0,05	≤ 0,05	-
Биосил НН+Текацид (доза 3)	O ₃	4,17±0,09	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05

Из таблицы видно, что по отношению к контролю во всех силосах кроме варианта с сочетанием бактериального и химического препаратов с концентрацией (доза 2) достоверно ($P \geq 0,05$) значение рН ниже. Наилучший результат по снижению кислотности показали препараты Текацид и смесь препаратов Биосил НН с Текацидом с минимальной концентрацией раствора (доза 3). Согласно ОСТ 10202-97 эти образцы по значению рН соответствуют первому классу. При этом образец корма, обработанный препаратом Текацид, достоверно ($P \geq 0,05$) превосходит образцы силоса с бактериальным препаратом Биосил НН и с смешанными препаратами (доза 1) и (доза 2). Значение рН в данных образцах выше, чем в корме с химическим препаратом на 0,63, 0,7 и 0,23 единицы соответственно. При этом силосы с бактериальным препаратом и разрабатываемым препаратом с максимальной концентрацией раствора (доза 1) по предъявляемым требованиям, относятся к некачественным. Корм с препаратом (доза 2) по значению рН, хотя и относится к классному силосу, но значение близко к крайнему пределу.

Образец силоса, обработанный смесью препаратов с концентрацией раствора (доза 3), достоверно ($P \geq 0,05$) лучшего качества, чем образцы кормов с теми же препаратами более высокой концентрации (доза 1) и (доза 2).

Следовательно, предлагаемый консервирующий препарат, основанный на сочетании бактериального и химического препаратов с минимальной концентрацией раствора, обладает консервирующими свойствами, аналогичными химическому препарату Текацид.

В свою очередь, активная кислотность характеризуется количеством накопленных органических кислот и их соотношением в готовом корме. Наличие кислот брожения в силосном корме зависит от различных факторов: фазы развития и степени измельчения растений, наличия и доступности сахаров, содержания сухого вещества в кормовом материале, а также применения консервирующих препаратов. Результаты исследований общего количества органических кислот, накопившихся в опытных образцах силосного корма в процессе брожения, в зависимости от вида консерванта, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание общего количества органических кислот, в абсолютно сухом веществе силосных кормов

Вариант опыта	Обоз- на- чение	Общее кол-во кис- лот, %	Достоверность, P				
			K ₀	K ₁	K ₂	O ₁	O ₂
Контроль	K ₀	10,39±0,81	-	-	-	-	-
Биосил НН	K ₁	6,63±0,35	≥ 0,05	-	-	-	-
Текацид	K ₂	6,94±0,65	≥ 0,05	≤ 0,05	-	-	-
Биосил НН + Текацид (доза 1)	O ₁	8,18±0,75	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	-	-
Биосил НН + Текацид (доза 2)	O ₂	7,35±0,23	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	-
Биосил НН + Текацид (доза 3)	O ₃	7,14±0,02	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05

Анализ таблицы показал, что из всех образцов корма наибольшее количество органических кислот образовалось в варианте без применения консервирующих препаратов (контроль). При этом преобладание количества кислот в данном образце достоверно ($P \geq 0,05$) по отношению ко всем опытным образцам вне зависимости от вида консервирующего препарата. Наименьшее количество кислот брожения образовалось в силосах с бактериальным и химическим препаратами, вносимыми как монораствор. Их количество ниже, чем в контроле на 3,76 и 3,45 % соответственно. Среднее количество кислот определено в силосах, обработанных смесью препаратов Биосил НН и Текацид с концентрацией (доза 2) и (доза 3). Общее содержание органических кислот в данных образцах ниже, чем в контрольном образце на 3,04 и 3,25 % соответственно. При этом, хотя в образце корма без применения консервирующих препаратов и самое высокое содержание общего количества кислот, значение рН составляет 5,6, что указывает на недостаточное подкисление корма, в результате чего корм становится не-

стабильным при хранении и скармливании его животным. Таким образом, высокий показатель содержания кислот брожения не говорит о положительном протекании микробиологических процессов. Гораздо важнее содержание молочной кислоты и отношение между кислотами брожения в целом.

Создание кислой среды обусловлено накоплением молочной кислоты в результате деятельности молочнокислых бактерий, которые благодаря ферменту лактатдегидрогеназа способны ее синтезировать. Она, в свою очередь, синтезируется из сахаров, содержащихся в кормовых культурах, отличающихся по способности сбраживаться. При этом, кислый вкус корма не зависит от его активной кислотности (рН), которая, по существу, является показателем концентрации водородных ионов, свидетельствующим о степени диссоциации содержащихся в силосе органических кислот [3, с. 61]. Таким образом, наличие легко ферментируемых углеводов и наличие других питательных веществ являются главными факторами для обеспечения качественного молочнокислого брожения. Однако козлятник восточный относится к трудносилосуемым культурам, поэтому при его силосовании образование молочной кислоты во многом определяется эпифитной микрофлорой растений и вносимыми консервирующими препаратами.

Результаты исследования содержания молочной кислоты в общем количестве кислот силосных кормов, обработанных различными консервантами, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание молочной кислоты, в абсолютно сухом веществе опытных образцов силоса

Вариант опыта	Обозначение	Молочная кислота, %	Достоверность, Р				
			K ₀	K ₁	K ₂	O ₁	O ₂
Контроль	K ₀	2,70±0,32	-	-	-	-	-
Биосил НН	K ₁	4,83±0,63	≥ 0,05	-	-	-	-
Текацид	K ₂	5,16±0,36	≥ 0,05	≤ 0,05	-	-	-
Биосил НН + Текацид (доза 1)	O ₁	3,37±0,92	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	-	-
Биосил НН + Текацид (доза 2)	O ₂	5,49±0,29	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	-
Биосил НН + Текацид (доза 3)	O ₃	6,21±0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05

Из таблицы 4 видно, что во всех силосах с добавлением консервирующих препаратов содержание молочной кислоты достоверно

($P \geq 0,05$) выше, чем в образце корма без консервантов (контроле). Лучший результат по образованию молочной кислоты показал комбинированный препарат с концентрацией раствора (доза 3). При этом его превосходство над другими препаратами достоверно на 0,95. Значительное отличие по количеству молочной кислоты составляет с кормом без применения препаратов, ее содержание в данном образце на 3,5 % ниже. Незначительно выше показателя контроля результат в образцах силоса, обработанных препаратом Биосил НН и смешанным препаратом (доза 2), разница с лучшим результатом составляет 1,38 и 2,84 % соответственно. Хорошие результаты показали опытные образцы с химическим консервантом и с комбинированным препаратом (доза 2). Содержание молочной кислоты в данных образцах не на много ниже, всего на 1,05 и 0,72 % .

Таким образом, исходя из количества молочной кислоты, обработавшегося в силосах, обработанных химическим препаратом и смешанным препаратом (доза 2), можно сказать, что они оказывают одинаковое влияние на развитие и продуцирование молочнокислых бактерий. Однако понижение концентрации химической составляющей раствора, при смешивании препаратов Биосил НН и Текацид, дает наиболее эффективный результат по образованию молочной кислоты. Следовательно, в данном случае состав раствора с концентрацией (доза 3) превосходит по консервирующим свойствам химический препарат.

Однако абсолютное количество молочной кислоты менее важно, чем относительное, так как ее доля в общей структуре кислот брожения является неотъемлемым условием успешного консервирования. При этом ее высокое относительное значение позволяет сдерживать усиленное образование уксусной кислоты.

Содержание уксусной кислоты в силосе повышает аэробную стабильность. Она оказывает ингибирующее влияние на дрожжи и плесневые грибы, и оно увеличивается по мере роста доли недиссоциированной части, так как ее фракция является липофильной и свободно проникает через мембраны микроорганизмов. Однако чем выше ее содержание, тем хуже вкус и поедаемость силосного корма. В процессе силосования могут развиваться факультативно анаэробные бактерии группы *Coli-Aerogenes*. Сбраживание сахара данными бактериями происходит по типу уксуснокислого брожения. В результате корм приобретает резкий запах и плохо поедается животными. Кроме того, уксусная кислота действует угнетающе на другие полезные процессы брожения в силосе.

В силосе высокого качества соотношение молочной кислоты с уксусной составляет 3:1. Результаты исследований образцов корма на содержание уксусной кислоты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Содержание уксусной кислоты, в абсолютно сухом веществе силосных кормов

Вариант опыта	Обозначение	Уксусная кислота, %	Достоверность, P				
			K ₀	K ₁	K ₂	O ₁	O ₂
Контроль	K ₀	3,14±0,78	-	-	-	-	-
Биосил НН	K ₁	0,79±0,03	≥ 0,05	-	-	-	-
Текацид	K ₂	1,10±0,08	≥ 0,05	≥ 0,05	-	-	-
Биосил НН + Текацид (доза 1)	O ₁	1,91±0,23	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	-	-
Биосил НН + Текацид (доза 2)	O ₂	1,77±0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≤ 0,05	-
Биосил НН + Текацид (доза 3)	O ₃	0,89±0,05	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05

Из анализа данной таблицы, видно, что в корме, не обработанном консервантами, содержание уксусной кислоты достоверно ($P \geq 0,05$) выше в несколько раз по сравнению со всеми опытными образцами. Наименьшее количество уксусной кислоты определено в силосах с бактериальным препаратом и со смешанным консервантом (доза 3). В данных образцах уксусной кислоты в четыре и 3,5 раза соответственно ниже, чем в контроле. В свою очередь, достоверно ($P \geq 0,05$), что силос с препаратом Биосил НН содержит уксусной кислоты меньше чем в опытных образцах с химическим препаратом Текацид на 0,31 %, с комбинированным препаратом с концентрацией раствора (доза 1) на 1,12 % и (доза 2) на 0,98 %. Таким образом видно, что образец с препаратом Текацид, по образованию уксусной кислоты, имеет несущественные отличия от силоса с консервантом Биосил НН. Также данный вариант достоверно ($P \geq 0,05$) содержит меньшее количество уксусной кислоты, чем в силосном корме, обработанном комбинированным раствором «Биосил НН + Текацид» с максимальной концентрацией (доза 1) на 1,7 раза, а со средней концентрацией (доза 2) на 1,6 раза.

При этом среди образцов корма, обработанных смешанным препаратом по предлагаемой схеме, достоверно ($P \geq 0,05$) лучший результат показал раствор с минимальной концентрацией (доза 3). В дан-

ном образце содержание уксусной кислоты на 1,02 % ниже, чем в силосе с максимальной концентрацией раствора, и на 0,88 %, чем со средней.

Таким образом видно, что в образце корма без внесения консервирующих препаратов протекало гетероферментативное бактериальное брожение, так как содержание молочной кислоты даже меньше, чем уксусной, что свидетельствует о низких качественных показателях. Накопление наименьшего количества уксусной кислоты в силосах с препаратом Биосил НН и смешанным препаратом минимальной концентрации (доза 3) говорит о наличии гомоферментативного брожения, следовательно, процесс силосования протекал с минимальными энергетическими затратами.

Кроме уксусной кислоты на качество и поедаемость полученного корма огромное влияние оказывает содержание масляной кислоты. Если по содержанию молочной и уксусной кислот можно судить о потере энергии, в зависимости от процесса брожения, то по содержанию масляной кислоты можно определить не только качество силосного корма, но и на сколько он стабилен.

Результаты исследования образцов корма на содержание масляной кислоты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Содержание масляной кислоты, в абсолютно сухом веществе силосных кормов

Вариант опыта	Обозначение	Масляная кислота, %	Достоверность, Р				
			K ₀	K ₁	K ₂	O ₁	O ₂
Контроль	K ₀	4,55±0,07	-	-	-	-	-
Биосил НН	K ₁	1,02±0,32	≥ 0,05	-	-	-	-
Текацид	K ₂	0,69±0,40	≥ 0,05	≤ 0,05	-	-	-
Биосил НН + Текацид (доза 1)	O ₁	2,90±1,45	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	-	-
Биосил НН + Текацид (доза 2)	O ₂	0,09±0,07	≥ 0,05	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	-
Биосил НН + Текацид (доза 3)	O ₃	0,04±0,04	≥ 0,05	≥ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05

Масляная кислота образуется в результате маслянокислого брожения. Присутствие масляной кислоты указывает на то, что нежелательные процессы имели место и вызвали снижение качества силоса, что ведет к большим потерям сахаров, пектинов, крахмала, разрушает

хлоропласты, изменяет цвет корма и придает ему неприятные вкус и запах, из-за чего силос и поедается животными неохотно. Маслянокислые бактерии могут синтезировать токсины, могут использовать отдельные аминокислоты. При этом наличие маслянокислого брожения приводит к потерям энергии до 20 %. Кроме того особая опасность маслянокислых бактерий состоит в том, что они способны разлагать уже образовавшуюся молочную кислоту.

Из анализа таблицы 6 видно, что наибольшее количество масляной кислоты содержится в варианте без применения консервирующих препаратов (контроле). Несмотря на отсутствие плесени в образце, данный показатель достоверно ($P \geq 0,995$) выше чем на 4,46 % в образцах с сочетанием препаратов в соотношении (доза 2) и (доза 3). А также превышает показатели в корме с бактериальным препаратом на 3,53 % и на 3,86 % чем при химическом консервировании. Согласно ОСТ 10202-97 корм с таким содержанием масляной кислоты относится к не классному, и его скармливание может негативно отразиться на здоровье животных.

Минимальное количество масляной кислоты накопилось в образцах корма с предлагаемым препаратом (Биосил НН + Текацид) с концентрацией растворов (доза 2) и (доза 3). Это говорит, о сильном угнетающем действии на маслянокислые бактерии. При этом препарат с минимальной концентрацией рабочего раствора (доза 3) оказывает более сильное воздействие, чем с соотношением препаратов (доза 2).

Хороший результат по ингибирующим свойствам показал химический препарат. Корм данного образца по содержанию масляной кислоты относится к 2 классу. Однако по отношению к показателям силоса со смешанным препаратом (доза 3) содержание масляной кислоты в нем выше в 17 раз.

Образец корма, обработанный бактериальным препаратом Биосил НН, оказал более слабый эффект как по отношению к силосу с химическим препаратом, в нем содержание масляной кислоты на практически в два раза ниже, так и достоверно ($P \geq 0,05$) с предлагаемым препаратом (Биосил НН + Текацид) с соотношением компонентов (дозах 2) и (доза 3). Их показатели ниже на 0,93 и 0,98 % соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что внесение консервирующих препаратов оказывает высокий положительный эффект на сохранение качественных показателей силосного корма. Так как в зависимости от вида консерванта по содержанию масляной кислоты, по отношению к контролю они показали лучший результат. При этом лучший результат проявил предлагаемый комбинированный препарат с

минимальной концентрацией раствора (доза 3). По показателям масляной кислоты он преобладает даже над химическим препаратом.

Однако судить о качественных показателях полученного корма и об эффективности того или иного препарата по содержанию отдельно взятой кислоты достаточно сложно. Судить об этом необходимо по их содержанию относительно друг друга.

Относительное содержание органических кислот, накопленных в процессе брожения в опытных образцах в зависимости от вида вносимого консервирующего препарата, представлено в виде диаграммы на рисунке 1. В соответствии с ОСТом 10202-97 в силосном корме 1 класса количество молочной кислоты должно быть не менее 50 %. При этом содержание масляной кислоты в сухом веществе не должно превышать 0,5 %.

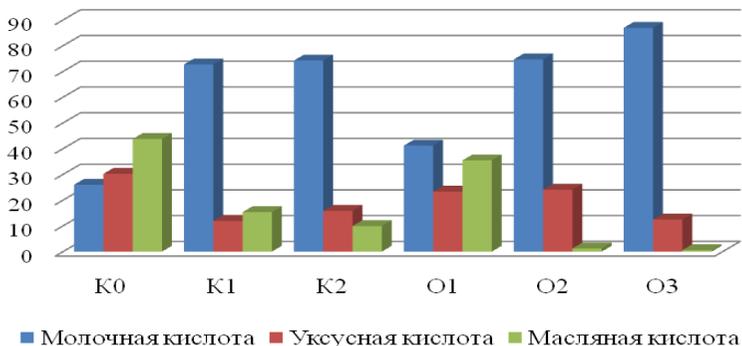


Рисунок 1 – Общая структура содержания органических кислот в образцах силосного корма

На рисунке 1, видно, что лучший вариант по относительно содержанию органических кислот, накопленных в процессе брожения, показали силосы, обработанные смесью препаратов Биосил НН + Текацид с концентрацией раствора (доза 2) и (доза 3). Доля молочной кислоты составляет 74,7 и 87,0 % соответственно. При этом видим, что содержание молочной кислоты у последнего выше на 12,3 %. В связи с этим содержание уксусной и масляной кислоты ниже на 11,6 и 1,0 % соответственно. Согласно предъявляемым требованиям силос данного образца относится к высококачественному корму. Из диаграммы видно, что он по всем показателям превосходит образец корма, обработанный химическим препаратом.

Результаты, полученные при исследовании образцов корма с бактериальным и химическим препаратами, отличаются незначитель-

но. Однако доля масляной кислоты у корма с бактериальным препаратом выше на 5,5 %, что подтверждает мнение о лучшем подавлении микрофлоры силоса химическими консервантами.

Неудовлетворительные результаты показало силосование корма методом спонтанного брожения и с использованием смешанного препарата максимальной концентрации (доза 1). Следовательно, внесение консервирующих препаратов позволяет управлять процессом силосования и способствует сохранению качественных показателей корма. Однако необходимо соблюдать требования относительно концентрации вносимого рабочего раствора, иначе даже применение препарата не даст положительного результата.

Исходя из аналитического обзора литературных источников, определили, что на сегодняшний день при силосовании бобовых культур, которые являются ценным кормовым материалом, но из-за сахаробуферного отношения относятся к трудносилосуемым, наиболее эффективным оставались химические препараты на основе муравьиной кислоты. Анализ результатов проведенных исследований образцов силосного корма, полученных с применением бактериального препарата Биосил НН и химическим препаратом Текацид, как моно растворов, так и обработанные растворами с их сочетанием в трех соотношениях, показал, что лучшим консервирующим свойством среди рассмотренных вариантов обладает смешанный препарат (Биосил НН + Текацид) с соотношением компонентов – вода (8,5 мл), Биосил НН (5 мл) и Текацид (1,5 мл). По своим показателям он превосходит и бактериальный и химический препараты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляк В. Б. Козлятник восточный в Поволжье / В. Б. Беляк // Кормопроизводство. 1999. № 10. С. 3.
2. Кучин Н. Н. Козлятник восточный: особенности выращивания на кормовые цели и приготовления кормов / Кучин Н. Н., С. Н. Завиваев. Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт. 2012. 296 с.
3. Лаптев Г. Ю. Кислотность силоса / Г. Ю. Лаптев // Животноводство России. 2011. № 5. С. 61.

RESULTS OF RESEARCHES OF SILOING OF GALEGA (EAST KOZLYATNIK) WITH APPLICATION COMBINED SOLUTION OF CHEMICAL AND BACTERIAL PREPARATIONS

Keywords: зеленая масса, исследование, козлятник, комбинирование, результаты, силосование, химический и бактериальный консерванты.

Аннотация. В статье опубликованы результаты исследований силосования козлятника с использованием бактериального и химического консервантов, как моно растворов, так и их сочетание. На основании сравнительного анализа полученных данных выявлен наиболее эффективный вариант.

ЗАВИВАЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (szavivaiev@bk.ru).

ZAVIVAEV SERGEY NIKOLAEVICH – the candidate of veterinary sciences, the head of the chair of the bases of agriculture, chemistry and ecology, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (szavivaiev@bk.ru).

КОСОЛАПОВА ЕЛЕНА ВАЛЕНТИНОВНА – старший преподаватель кафедры «Технический сервис», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (K-art-inka@yandex.ru).

KOSOLAPOVA ELENA VALENTINOVNA – the senior teacher of the chair «Technical service», Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (K-art-inka@yandex.ru).

КУЧИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (kuchin53@mail.ru).

KUCHIN NIKOLAI NIKOLAEVICH – doctor of Agricultural Sciences, Department of the foundations of agriculture, chemistry, ecology, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (kuchin53@mail.ru).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ НА УСТАНОВКАХ ТИПА «КАРУСЕЛЬ»

Ключевые слова: адаптивное регулирование, алгоритм управления, конвейерно-кольцевая доильная установка, продолжительность оборота платформы, циклограмма, аномальный цикл доения, простой в работе.

Аннотация. Рассмотрена кольцевая доильная установка как однопоточный конвейер, имеющий в качестве «слабого» звена аномально высокие продолжительности доения наиболее тугодойных коров, тормозящих темп работы доильного зала. Разработан алгоритм адаптивного регулирования скорости вращения платформы в зависимости от продолжительности доения каждой коровы, учитывающий условия компенсации аномальных циклов доения отдельных животных, с целью оптимизации числа мест доения, исключения простоев конвейера и животных, обеспечивающий повышение производительности труда на 20...25 % и снижение инвестиций в доильные залы.

Целью процесса оптимального доения является поиск параметров системы, обеспечивающих минимальное время дойки стада из m коров.

При написании математической модели рассматривалось два цикла: цикл доения () и цикл вращения карусельной установки ().

В процессе математического описания исследуемой системы использовались результаты, полученные в [1, с. 28; 2, с. 79].

При описании цикла доения рассматривалась следующая идеализация. Время впуска и выпуска коровы из «карусели» одинаковые (). Работа «карусели» осуществляется по пульсирующему способу вращения. Предполагается, что для впуска и выпуска коров зарезервировано одно и два станко-места, соответственно. Скорость вращения «карусели» (ω) постоянная и может регулироваться в процессе дойки. Время подмывания () – параметр, на который необходимо наложить некоторые разумные ограничения. Время доения () i -ой коровы из стада из m коров существенно влияет на стратегию управления скоростью вращения доильной установки. При этом необходимо учитывать воз-

можно наличие тугодойных коров. Этот параметр (ω) зависит от физиологии каждой из коров и определяется кормовой базой, условиями содержания и кормления, а также генетическим потенциалом животных. В настоящем исследовании полагаем, что корова должна выдаться за время, меньшее либо равное повороту карусели на один оборот.

Конечной целью исследований является сокращение простоев и повышение производительности труда.

В настоящей работе рассматриваются два алгоритма: первый из них ориентирован на задании постоянной скорости вращения (ω), исходя из максимального времени доения самой тугодойной коровы из стада; второй – на изменении скорости вращения (ω) в зависимости от времени доения каждой коровы.

Для реализации первого алгоритма в соответствии с [1, с. 30] рассмотрим идеальный цикл доения ($t_{ц.и.д.}$) в несколько модифицированной форме.

$$t_{ц.и.д.} = t_{вн.} + t_{д \cdot i} + t_{ВП} \quad (1)$$

Максимальное время, необходимое для подмывания коровы, должно удовлетворять следующему неравенству:

$$t_{подм_{max}} \leq \left(t_{вн} + \frac{t_{Д_{max}}}{v} \right) k,$$

где $t_{Д_{max}}$ – максимальное время доения коровы из стада,

n – общее количество станко-мест на доильной установке,

k – количество станко-мест, в течение которого должно завершиться подмывание.

С учетом сказанного выше, приняв, что время впуска равно времени выпуска, получим

$$t_{ц.и.д.} = 2t_{вн.} + t_{д \cdot i}, \quad (2)$$

то есть

$$t_{ц.и.д.} = f_1(t_{ВП}, t_{д \cdot i}).$$

Ввиду того, что одно станко-место зарезервировано для выпуска коровы, два – для выпуска, и корова не доится в течение ее перемещения по k станко-местам, получим, что скорость вращения «карусели» должна быть подобрана так, чтобы корова выдоилась за $(n - 3 - k)$ станко-мест.

Рассмотрим цикл вращения за один оборот «карусели». Он определяется формулой: $t_{ц.и.в.р.} = \left(t_{ВП.} + \frac{2\pi}{n\omega} \right)$, или после преобразования получим:

$$t_{ц.и.в.р.} = nt_{ен.} + \frac{2\pi}{\omega}. \quad (3)$$

Эта формула определяет время поворота на n станко-мест, включающих в себя время, предусмотренное для выпуска коровы, и время поворота «карусели» на один оборот $\tau_{об.} = \frac{2\pi}{\omega}$.

Один из вариантов алгоритма, предлагаемого авторами данной статьи, состоит в назначении скорости вращения «карусели» по максимальному времени доения самой тугодойной или высокопродуктивной коровы. Полагаем, что зависимость этого времени от скорости вращения «карусели» определяется формулой

$$t_{д.маx} = \left(t_{ен.} + \frac{2\pi}{n\omega} \right) (n - 3 - k). \quad (4)$$

Проведя ряд преобразований:

$$\begin{aligned} t_{д.маx} &= t_{ВП.} (n - 3 - k) + \frac{2\pi(n - 3 - k)}{n\omega}, \\ t_{д.маx} - t_{ВП.} (n - 3 - k) &= \frac{2\pi}{\omega} \frac{(n - 3 - k)}{n}, \\ \frac{[t_{д.маx} - t_{ВП.} (n - 3 - k)]n}{n - 3 - k} &= \frac{2\pi}{\omega}, \\ \frac{nt_{д.маx} - t_{ен.} n(n - 3 - k)}{n - 3 - k} &= \frac{2\pi}{\omega}, \end{aligned}$$

получим:

$$\omega = \frac{2\pi(n - 3 - k)}{nt_{д.маx} - t_{ен.} n(n - 3 - k)}. \quad (5)$$

Таким образом скорость вращения «карусели» является достаточно сложной функцией, зависящей от количества станко-мест, максимального времени доения, времени впуска и выпуска, а также от количества станко-мест, при котором предполагается завершить подмывание, то есть $\omega = f(n, t_{D_{max}}, t_{ВП}, k)$.

Общее время доения стада из m коров рассчитывается по формуле:

$$t_{общ} = \left(t_{вп.} + \frac{2\pi}{n\omega} \right) (n + m - 1).$$

Проведем на ЭВМ анализ зависимости цикла доения () от времени впуска и времени доения (рис. 1).

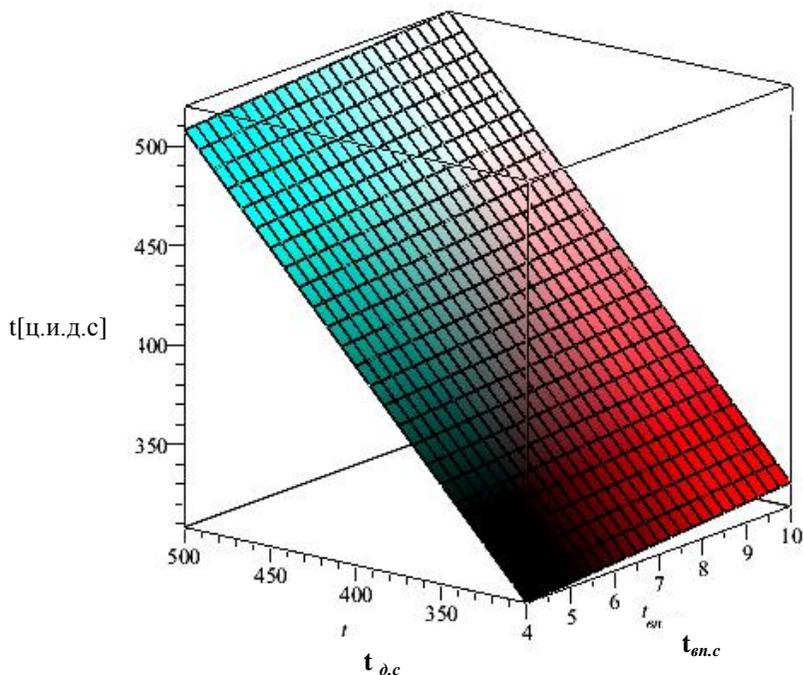


Рисунок 1 – Зависимость цикла доения от времени впуска и времени доения

Из анализа этой зависимости следует, что минимальное значение времени доения достигается за счет уменьшения времени впуска () с учетом времени доения. В дальнейшем целесообразно формировать группы коров в зависимости от времени их выдаивания.

На следующем этапе проводилось исследование зависимости скорости поворота «карусели» от количества станко-мест и времени доения коровы с максимальным временем выдаивания.

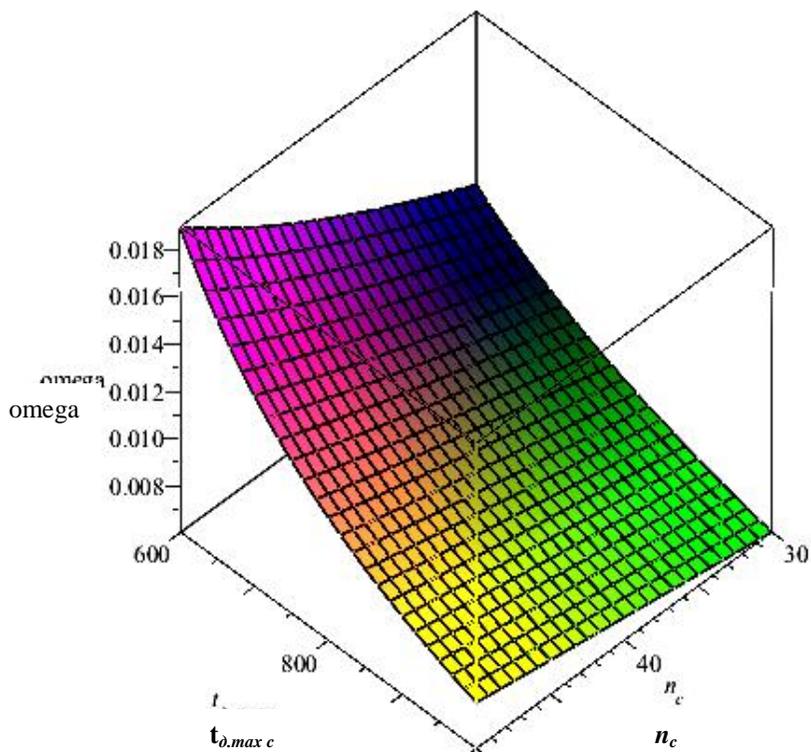


Рисунок 2 – Зависимость $\omega = \omega(n, t_{D_{max}})$

Наибольшее значение скорости ω достигается при увеличении количества станко-мест и уменьшении времени максимального доения.

Зависимость же ω от n и t , приведенная на рисунке 3, показывает, что максимальное значение достигается при увеличении времени впуска и уменьшении времени доения.

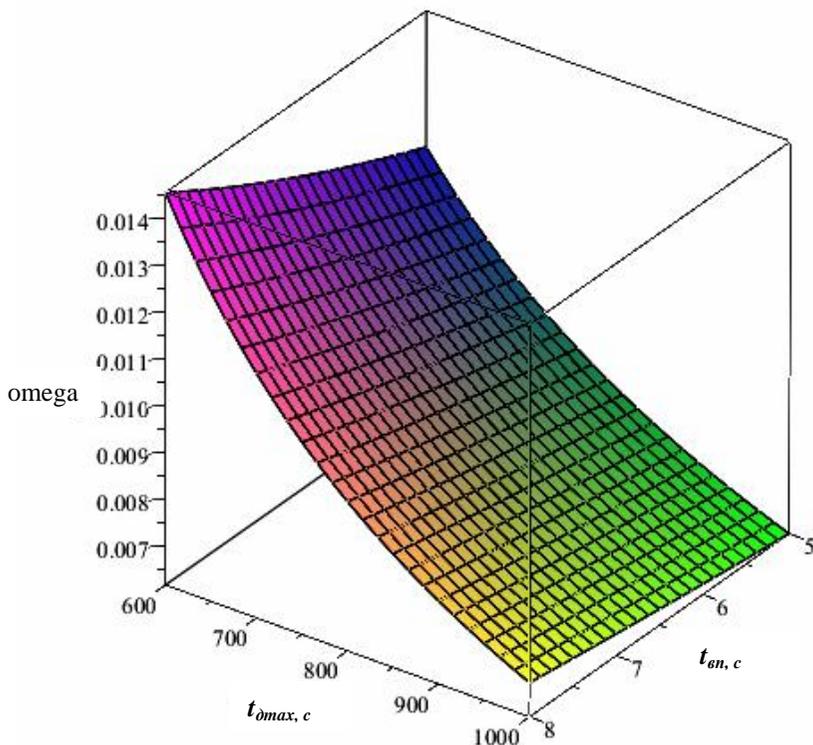


Рисунок 3 – Зависимость $\omega = \omega(t_{ВП}, t_{Д, max})$

Проведем тестирование полученной математической модели на примере стада, состоящего из 110 коров, находящихся в ОАО «Ждановский» Кстовского района Нижегородской области. Распределение максимального времени доения каждой из коров данного стада приведено на рисунке 4.

Обработка результатов исследования процесса доения на «карусели» из 36 станко-мест для указанного стада проводилась с использованием системы аналитических вычислений *Maple*, версия 15. Номинальные значения остальных параметров были взяты из сложившейся практики указанного выше хозяйства.

$n = 864$ с, $\tau = 7$ с, $m = 36$ с, $k = 3$, $n = 110$ голов, откуда получаем, согласно (5), $\omega = 0,008$ с⁻¹, и общее время доения = 69,6 мин.

На первом этапе рассматривался алгоритм задания скорости поворота «карусели» по максимальному времени доения самой тугодойной коровы.

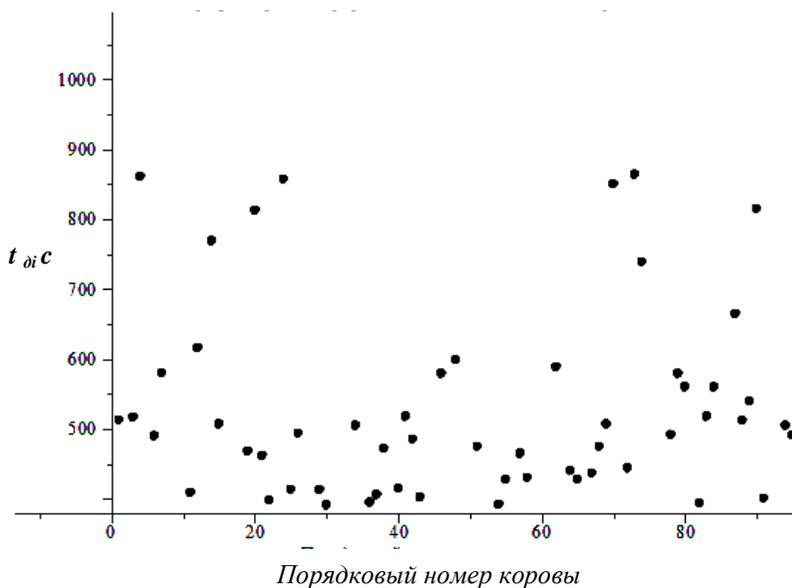


Рисунок 4 – График времени утренней дойки стада из 110 коров

В практике работы рассматриваемых доильных установок, с учетом поголовья стада, рассмотренный выше алгоритм практического применения не имеет ввиду большого времени доения.

Рассмотрим второй алгоритм, предложенный в [2, с. 80]. Этот алгоритм предполагает при назначении скорости поворота на одно станко-место учитывать индивидуальные характеристики времени доения каждой коровы из стада.

При входе первой коровы на карусель с учетом времени ее доения определяем скорость поворота станко-места по формуле:

$$\omega_i = \begin{cases} \omega_i - 1, & \text{если } t_{\delta_{i-1}} > t_{\delta_i}, \\ \frac{nt_{\delta_i} - t_{\delta_{i-1}} \cdot n(n-3-k)}{n(n-3-k)}, & \text{если } t_{\delta_{i-1}} < t_{\delta_i}. \end{cases}$$

На рисунке 5 приведены результаты полученных расчетов скорости вращения платформы доильной установки в зависимости от времени выдаивания каждой коровы.

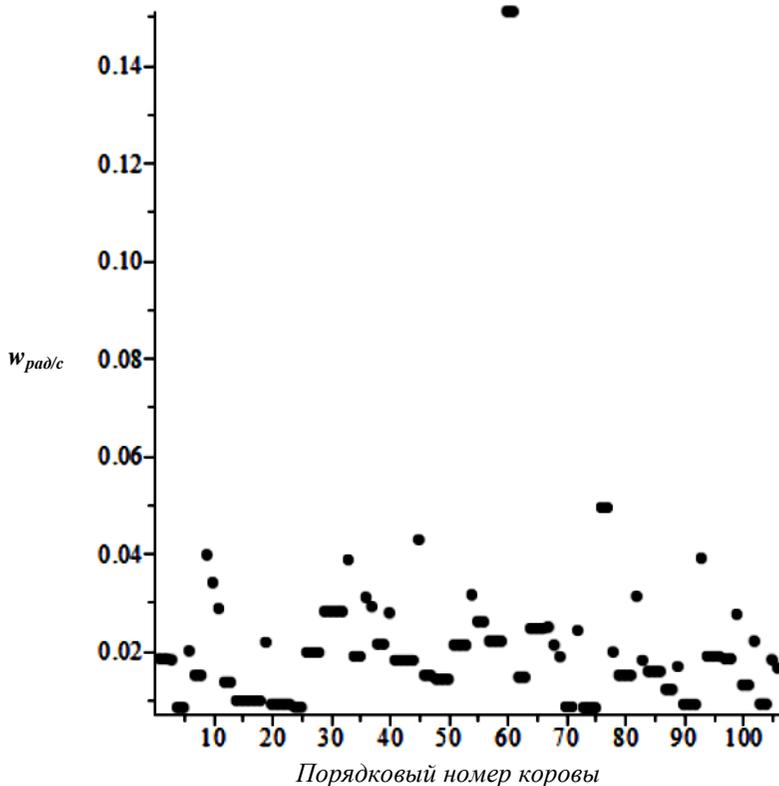


Рисунок 5 – График скорости поворота «карусели» для стада из 110 коров

Использование этого алгоритма в процессе доения, как нам кажется, будет более рациональным с точки зрения уменьшения времени доения всего стада. Это подтверждается расчетами, приведенными ниже.

Анализ этих результатов показывает, что при одном и том же количестве станко-мест время доения стада при изменении скорости поворота платформы по второму алгоритму на 42 % меньше. При увеличении количества станко-мест время доения уменьшается.

Таблица 1 – Результаты расчетов по первому и второму алгоритмам стада из 110 коров ОАО «Ждановский»

Номер алгоритма	t общ, мин.	n, шт.
1	69,6	36
2	43,1	34
2	40,3	36
2	36,9	38

Таким образом получена математическая модель, на базе которой составлен алгоритм и программа, реализованная с использованием системы аналитических вычислений Maple, версия 15, по расчету на ЭВМ указанных характеристик процесса доения.

Проведенные сравнительные расчеты показывают эффективность использования второго алгоритма.

В дальнейшем, исходя из анализа производственной практики доения, в программу расчетов необходимо вводить разбиение всего стада на группы в зависимости от производительности, физиологического состояния и параметров, характеризующих доильную установку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирсанов В. В., Филонов Р. Ф., Тареева О. А. Алгоритм управления доильными установками типа «карусель». Техника и оборудование для села № 10. 2012. С. 25–37.
2. Кирсанов В. В., Филонов Р. Ф., Тареева О. А. Оптимизация управления работой конвейерно-кольцевых доильных установок. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства № 2. 2012. 79–89 с.

MODELLING OF PROCESS OF MILKING ON INSTALLATIONS OF TYPE «ROUNDBOUT»

Keywords: *the conveyor-ring milking machine, duration of a turn of a platform, adaptive regulation, algorithm of management,*

Annotation. *The ring milking machine is considered as the one-line conveyor having as a «weak» link is abnormal high durations of milking most the hard milking cows braking and reducing pace of work of a milking hall. The algorithm of adaptive regulation of speed of rotation of a platform depending on duration of milking of each cow, considering conditions of the compensation of abnormal cycles of milking of separate animals, with objective of optimization of number of seats of milking, exception of idle times of the conveyor and the animals, providing an efficiency gain of work on 20 ... 25 % and decrease in investments into milking halls are developed.*

КИРСАНОВ ВЛАДИМИР ВЯЧЕСЛАВОВИЧ – доктор технических наук, профессор, Россельхозакадемия, Россия, Москва, (MileshinaOlga@mail.ru).

KIRSANOV VLADIMIR VACHESLAVOVICH – the doctor of technical sciences, the professor, the Russian agricultural academy, Russia, Moscow (MileshinaOlga@mail.ru).

СТРЕБУЛЯЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, Россия, Нижний Новгород.

СТРЕБУЛЯЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – the candidate of technical sciences, the senior lecturer of the chair of Nizhny Novgorod State University named after NI Lobachevsky, Russia, Nizhny Novgorod

ТАРЕЕВА ОКСАНА АЛЕКСАНДРОВНА – старший преподаватель кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (oksya-kn@mail.ru).

TAREEVA OKSANA ALEKSANDROVNA – the senior teacher of the chair of the bases of agriculture, chemistry and ecology, Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (oksya-kn@mail.ru).

ВОПРОСЫ СНИЖЕНИЯ ХИЩЕНИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЕЕ ПЕРЕДАЧЕ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ

Ключевые слова: граница балансовой принадлежности, потребитель, прибор учета электроэнергии, расчётные хищения, технологические хищения, энергоснабжающие организации.

Аннотация. В статье рассмотрены способы хищения электроэнергии и разработаны мероприятия по выявлению хищения электроэнергии.

Одним из главных показателей эффективной деятельности энергосистемы является поддержание минимального уровня коммерческих потерь при передаче электроэнергии. Основным видом таких потерь являются хищения, которые с точки зрения закона представляют собой умышленное противоправное изъятие чужого имущества с целью обращения его в свою пользу или распоряжения им как собственным [1, с. 5].

Хищению электроэнергии способствует известная специфическая особенность данного товара, заключающаяся в том, что его производство, передача, распределение и потребление происходят одновременно. Из-за больших объёмов транспорта электроэнергии, значительного числа потребителей с различным характером нагрузок, наличия технических и коммерческих потерь имеют место существенные различия в результатах измерения поставленной электроэнергии расчётными и контрольными приборами учёта [1, с. 6].

Рост ОДН на объектах ЖКХ в основном зависит от незаконного потребления электроэнергии.

Способы хищения электроэнергии делятся на две группы.

1 группа – расчётные способы хищения, к ним относятся:

а) занижение фактического расхода электроэнергии [1, с. 74].

В общем случае фактический расход электроэнергии W равен произведению разницы показаний счётчика активной энергии ($\Pi_1 - \Pi_2$) на расчётный коэффициент счётчика $K_{p.cч.}$ и на коэффициенты трансформации измерительных ТТ K_I и ТН K_U :

$$W = K_{p.cч.} \cdot K_I \cdot K_U \cdot (\Pi_1 - \Pi_2), \text{ кВт*} \quad (1)$$

Уменьшая значение каждого из множителей в формуле 1, можно существенно снизить данные по фактическому расходу электроэнергии;

б) занижение расчётных потерь активной мощности в абонентских трансформаторах и в линии [1, с. 80].

Расчёт потерь электроэнергии оформляется в виде приложения к договору энергоснабжения. В некоторых снабжающих организациях такой расчёт не производится, с абонентов взимается 5,1 % за потери в трансформаторах. Указанный расчёт должен быть произведен и оформлен обеими сторонами совместно. Однако если выполнение такого расчёта возложено местной энергоснабжающей организацией на потребителя или от потребителя требуются только данные для расчёта, то создаются предпосылки для занижения оплаты потерь, что является своего рода хищением части электроэнергии;

в) использование ступенчатых тарифов электроэнергии [1, с. 85],

С целью стимулирования бытовых потребителей к экономии электроэнергии в некоторых энергоснабжающих организациях вводятся ступенчатые тарифы, возрастающие с увеличением уровня потребления. Потребитель имеет возможность снизить оплату по повышенному тарифу, ограничивая потребление электроэнергии в период её высокого расхода.

Данный расчёт производится по разнице показаний счётчика в начале и в конце оплачиваемого периода, недобросовестный потребитель может оплачивать по минимальной ставке электроэнергию, в действительности потребленную во время действия более высокого тарифа;

г) использование ограничений счётного механизма счётчиков [1, с. 85].

Большое количество прямоточных счётчиков электрической энергии имеют ограниченное число разрядов, не превышающее четырёх. Такие счётчики могут регистрировать максимальное количество потребленной электрической энергии только до 9999 кВт*ч.

Как показала практика эксплуатации подобных счётчиков, такого количества электроэнергии при нагрузке, например, 4,5 кВт хватает всего на 3 месяца.

В результате по истечении указанного сравнительно короткого периода времени отсчёт потребляемой электроэнергии начнётся с исходного нулевого цикла, а потребление электроэнергии за предыдущий трёхмесячный период останется неучтенным.

Мероприятия для устранения хищения электроэнергии расчётными способами:

1. Разработка автоматической системы учёта электроэнергии потребителей. Данное мероприятие позволит производить автоматическое получение и расчёт оплаты показателей, прибора учёта электроэнергии. Оно позволит уменьшить трудоёмкость работы при обработке данных, сдаваемых потребителями электроэнергии.

2. Разработка энергоснабжающей организацией тарификации, учитывающей расчётные потери и верные ставки тарифов. В этом случае организации, передающие электроэнергию потребителю, при разработке новых тарифных политик должны учитывать фиксированный процент на потери в трансформаторе, что позволит избежать занижения показателей при расчёте потребленной электроэнергии со стороны потребителя. Ставка тарифа должна быть также фиксированной, а не ступенчатой.

3. Проверка энергоснабжающей организацией расчётов, потребленной электроэнергии. Данное мероприятие должно включать в себя пересчёт показателей электроэнергии, сданных потребителями в сбытовую компанию.

4. Совершенствование договоров на энергоснабжение. В этом случае сбытовая компания должна заключать договора с потребителями электроэнергии с учётом норм потребления электроэнергии, вводить скидки на оплату при большом количестве потребленной электроэнергии, а не использовать ступенчатые тарифы, которые позволяют снижать показатели прибора учета при оплате.

5. Разработка дополнительных соглашений на приём и передачу электроэнергии со стороны энергоснабжающих организаций. При введении дополнительных соглашений к договору об оплате электроэнергии, сбытовые компании должны учитывать, что соглашение должно своевременно дойти до потребителя. В дополнительные соглашения должны включаться социальные нормы потребления электроэнергии, потребление электроэнергии по двухставочному тарифу и способы их расчёта.

6. Контрольное снятие показаний прибора учёта. Данное мероприятие позволит сравнить показания счетчика сданные потребителем электроэнергии с показаниями, которые снял контролёр участка. Это позволяет определить правильность сдачи показаний в сбытовую компанию.

Данные мероприятия могут значительно сократить незаконное потребление электроэнергии расчётными способами.

2 группа – технологические способы хищения, к ним относятся:

а) подключение нагрузки к безучётным питающим электросетям.

Данный способ заключается в подключении приборов потребления электроэнергии до счётчика. А обеспечение безопасных условий для замены электросчётчика (установка приборов защиты) благоприятно влияет на хищение электроэнергии путем подключения нагрузки к коммутационному аппарату или приборов защиты включенным перед счётчиком. Такое подключение обычно выполняется скрытой проводкой;

б) изменение схем первичной и вторичной коммутации приборов учёта.

Для хищения электроэнергии используют автотрансформатор мощностью 150–200 Вт с напряжением на вторичной обмотке от 3 до 15 В. Поскольку автотрансформатор позволяет регулировать входное напряжение, такой регулировкой можно добиться практически любого желаемого эффекта, в том числе: вращение диска счетчика в обратную сторону, его остановки или его замедленное вращение. Обнаружить такой способ хищения даже при видимом наличии в цепи автотрансформатора крайне сложно;

в) внешнее воздействие на счётный механизм электросчётчика.

Наиболее простым и достаточно эффективным способом хищения электроэнергии путем механического воздействия (особенно для однофазных счетчиков) является наклон самого счетчика до полной остановки вращения его диска. Для этого необходимо всего лишь ослабить верхнее крепление счетчика к панели, что не представляет никакой трудности, поскольку верхнее крепление счетчика (винт) имеет открытый доступ и находится вне крышки клеммной коробки.

Достаточно простым в исполнении является также способ механической остановки (торможение) диска счетчика обычной фотопленкой, просунутой в щель окошка счетчика до упора в его диск. Для этого отдают стекло в окошке корпуса счетчика.

В некоторых случаях аналогичный результат достигается сверлением отверстия в корпусе счетчика и просовыванием в него проволоки до упора в диск.

Мероприятия для устранения хищения электроэнергии технологическими способами:

1. Установка границы балансовой принадлежности на стороне собственников жилья. Данное мероприятие позволит разграничить ответственность между потребителем и сбытовой компанией, на чьей

стороне будет ответственность за несанкционированное подключение нагрузки до прибора учёта.

2. Монтаж счётчиков электроэнергии нужно производить в закрытые коробки, чтобы не было несанкционированного доступа. Данное мероприятие позволит избежать несанкционированного доступа к прибору учёта для изменения схем подключения электросчётчиков и подключения автотрансформаторов в сеть.

3. Совершенствование схем работы счетчиков электрической энергии. Прибор учёта электроэнергии должен быть разработан с учётом известных схем хищения электроэнергии, защитой от перепрограммирования.

4. Замена механических счётчиков на электронные. У электронного счётчика отсутствуют погрешности показателей. К электронному счётчику практически невозможно применить способы хищения электроэнергии.

5. Установка общедомового прибора учёта для выявления хищений электроэнергии. Общедомовой прибор учета позволит выяснить, происходит ли хищение электроэнергии в доме. Для выяснения похитителя электроэнергии можно посчитать примерное суммарное потребление электроэнергии в каждой квартире методом сложения общей мощности приборов потребления и сравнить с квитанцией на оплату и счётчиком.

6. Своевременная проверка наличия пломб на счётчиках. Такая проверка позволит снабжающей организации выяснять наличие несанкционированного доступа к прибору и учёта и наказать потребителя за вскрытие пломбы и хищение электроэнергии.

7. Постоянная проверка схем подключения счётчиков к электрической сети. В этом случае проверка схем подключения энергосбытовыми компаниями позволит своевременно обнаружить незаконное изменение схемы подключения и наказать незаконного потребителя.

8. Своевременная проверка на наличие скрытой электропроводки. Такая проверка позволит вовремя выяснить наличие скрытой проводки у потребителя, своевременное устранение сократит хищение электроэнергии в сети.

В снабжающей организации должна быть разработана, утверждена и эффективно действовать система поощрения за выявление хищений. Введение должности контролера приборов учёта электроэнергии в некоторой части должно сократить нерациональный расход электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. 102 способа хищения электроэнергии / В. В. Красник. М.: ЭНАС. 2010. 160 с.

THE ISSUES OF OPTIMIZATION OF THEFT OF ELECTRICITY FOR POWER SUPPLY COMPANIES

***Keywords:** boundary of ownership, the consumer, the instrument electric power metering, settlement of theft, technological theft, power supply organization.*

***Annotation.** in the article the methods of theft of electricity and developed measures to identify theft of electricity.*

КРИВОНОГОВ СЕРГЕЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ – аспирант кафедры «Тракторы и автомобили», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (ec111k152@yandex.ru).

KRIVONOGOV SERGEY VYACHESLAVOVICH – graduate student of the chair of tractors and automobiles, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (ec111k152@yandex.ru).

Б. Г. НАЗАР, В. Н. НЕЧАЕВ, В. И. СЕРБИН

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ КОЛЕСНОГО ЛУНКОДЕЛАТЕЛЯ

Ключевые слова: динамическая модель сеялки, динамическая схема, динамическая схема качения, длина лункоделателя, колесный лункоделатель, коэффициент скольжения колеса, момент реакции почвы, осевая нагрузка на колесо, оптимальная нагрузка, пиковое скольжение, пиковое сопротивление, равномерность вращения колеса, реакция почвы, угловое ускорение колеса, фоновое сопротивление качению.

Аннотация. В статье изложены теоретические основы динамики посевной секции колесного типа. Выявлены факторы, влияющие на равномерность хода колесного лункообразователя, его тяговое сопротивление и априорно определены их параметры. графический анализ математических зависимостей динамических воздействий позволили определить оптимальные значения параметров посевной секции и ее массу. Доказано, что приращение сопротивления по среднему значению в два раза ниже пикового, что обеспечивает устойчивую работу заделывающего рабочего органа. Определены области оптимизации осевой нагрузки, технологических и конструктивных параметров посевной секции при условиях ее работы на скоростях до 3,4 м/с.

Как известно из литературных источников, возможно построение различных схем колесно-лунковых сеялок. Их наиболее простые варианты можно представить в виде колеса, получающего вращение от сцепления его обода с почвой; ротора, вращающегося за счет его специальных почвозацепов; ротора с комбинированной передачей вращения, когда сцепление ротора с почвой сочетается с приводом от опорно-несущих колес рамы сеялки.

Сопоставление этих схем показывает, что для получения данных, необходимых для практических выводов и обобщений, достаточно ограничиться исследованиями динамических процессов колесного варианта сеялки. При этом важно получить данные о

тяговом сопротивлении колесных лункоделателей, сведения о закономерностях скольжения колес в зависимости от приложенных к ним осевых нагрузок, а также информацию о влиянии других факторов на технологические показатели работы заделывающих органов.

Для решения уравнения движения лункоделающего колеса воспользуемся схемой приложения к катящемуся колесу сил, принятой в общей механике [3, с. 410; 6, с. 512]. На рис. 1. показана фаза заглубления лункообразователя в почву, когда приложенные к его наконечнику составляющие реакции почвы Q и T оказывают на колесо тормозящее воздействие. При определенных условиях сила T может менять свое направление на противоположное. В фазе заглубления это возможно в том случае, если сила трения, возникающая при соприкосновении обода колеса с почвой, недостаточна для преодоления момента реакции почвы, действующей на наконечник. Вполне очевидно, что при выглублении лункообразователя сила T всегда будет направлена против движения центра колеса.

В этой фазе лункоделатель начинает работать как почвозацеп, создающий момент вращения колеса. В зависимости от количества размещенных на колесе лункоделателей возможны две динамические схемы качения: первая, когда с почвой взаимодействует только один лункообразователь, вторая – не менее двух лункообразователей, у которых силы реакции T противоположно направлены и частично или полностью взаимоуравновешены.

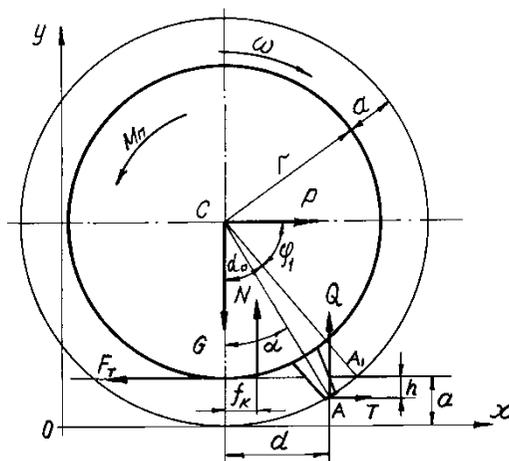


Рисунок 1 – Силы, действующие на колесный лункообразователь

G – осевая нагрузка на колесо; N – реакция почвы на обод колеса;

Q – вертикальная составляющая реакции почвы на наконечник

T – горизонтальная составляющая реакции; F_T – сила трения;

P – движущая сила; M_{II} – момент приводного механизма;

f_k – коэффициент качения.

Согласно рис. 1, граничное число лункоделателей, разделяющее первую и вторую динамические схемы, определяется выражением:

$$z_1 = \frac{2\pi}{2\alpha_0} = \frac{\pi}{\alpha_0}, \quad (1)$$

где α_0 – угол входа лункоделателя в почву.

Но так как

$$\text{Cos}\alpha_0 = \frac{r}{r+a} = \lambda^{-1}; \quad \alpha_0 = \text{arcCos}\lambda^{-1}, \quad (2)$$

то:

$$z_1 = \frac{\pi}{\text{arcCos}\lambda^{-1}}. \quad (3)$$

Если окажется, что количество установленных на колесе лункоделателей

$$z < z_1, \quad (4)$$

то с почвой одновременно будет взаимодействовать только один из них.

Для случая, когда:

$$z \geq z_1 \quad (5)$$

с почвой будут взаимодействовать не менее двух лункоделателей.

Граничные числа лункоделателей зависят от величины показателя λ , а точнее от соотношения, включающего радиус колеса и длину лункообразователей. Относительно малые радиусы и длинные лункоделатели снижают граничные числа (табл. 1).

Рассмотрим, какая схема взаимодействия будет характерной для условий посева кукурузы на зерно. Согласно агротребованиям семена заделываются в почву на глубину 6 см при норме высева 4 шт. семян на 1 погонный метр. Для колеса с радиусом 30 см будем иметь:

$$\lambda = \frac{36}{30} = 1,2; \quad z_1 = 5,3 \text{шт.}$$

Для заданной нормы высева на колесе фактически требуется

установить следующее количество лункоделателей:

$$z = 4 \cdot 2 \pi r \Rightarrow 8 \cdot 3,14 \cdot 0,3 = 7,5.$$

Получается, что:

$$z > z_1$$

Таблица 1 – Граничные числа лункоделателей

λ	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40
z_1	10,0	7,3	6,1	5,3	4,9	4,5	4,2	4,0

Следовательно, качение колеса будет осуществляться по второй динамической схеме.

При посеве сахарной свеклы с нормой высева 10 шт. на 1 погонный метр и глубиной заделки 2 см для того же диаметра колеса получим:

$$\lambda = 32/30 = 1,066; z_1 = 8,8;$$

$$z = 10 \cdot 2 \pi r = 18,8; z > z_1;$$

Согласно этим расчетам, с почвой должны взаимодействовать не менее двух лункоделателей одновременно. В данных условиях приложенные к обоим наконечникам силы T частично или полностью уравновешиваются. При этом основной силой, вращающей колесо, остается сила трения, приложенная к ободу колеса. Ее момент относительно оси вращения, преодолевая момент сопротивления почвы лункообразователь, заставляет его двигаться в почве по закону удлиненной циклоиды.

Рассмотрим условия равновесия катящегося колеса в режиме взаимодействия с почвой двух лункообразователей. Пренебрегая силой T , уравнения движения колеса можно записать в таком виде:

$$m\ddot{x} = -F_T; \quad (6)$$

$$m\ddot{y} = G - N - Q \quad (7)$$

$$J_c \ddot{\varphi} = F_T r - f_k N - Qd - M_n \quad (8)$$

где J_c – момент инерции колеса относительно оси вращения;
 d – плечо реакции Q .

Для установившегося равномерного движения, когда скорость колеса постоянна, а заглоблению лункообразователя в почву ничто не препятствует, можно считать, что

□□□□

Поэтому и ускорения центра колеса по осям координат будут нулевыми:

$$\ddot{x} = 0; \ddot{y} = 0.$$

Однако на общем фоне равномерного скольжения периодически будет проявляться пиковое скольжение, увеличивающееся в то время, когда лункообразователи проходят через начальную фазу заглабления. Это сопровождается некоторым замедлением вращения колеса и, естественно, изменением его угловой скорости. Неравномерность вращения колеса указывает на то, что его угловое ускорение отличается от нуля. При фоновом скольжении угловое ускорение $\ddot{\varphi} = 0$, в тормозном режиме качения, когда лункоделатель заглабляется в почву, угловое ускорение колеса будет меньше нуля ($\ddot{\varphi} < 0$). При этом к фоновому скольжению как бы добавляется приращение.

В практическом отношении более рациональным является качение колеса с равномерным фоновым скольжением. Для удовлетворения этого условия необходимо, чтобы:

$$\ddot{\varphi} = 0.$$

Тогда уравнения равновесия сил, действующих на колесо, примут следующий вид:

$$P - F_T = 0; \quad (9)$$

$$G - N - Q = 0; \quad (10)$$

$$F_T r - f_k N - Qd - M_n = 0. \quad (11)$$

Из уравнения моментов запишем условие качения колеса:

$$F_T r \geq f_k N + Qd + M_n. \quad (12)$$

Предельное значение силы трения выразим через действующую на колесо реакцию почвы, воспользовавшись известным соотношением:

$$F_T = fN, \quad (13)$$

где f – коэффициент трения колеса по почве.

Далее из уравнения (10) находим:

$$N = G - Q. \quad (14)$$

На основании (13) и (14) условие качения колеса запишем следующим образом:

$$f(G - Q)r \geq (G - Q)f_k + Qd + M_n. \quad (15)$$

Все величины, входящие в данное выражение, кроме осевой нагрузки, будем считать независимыми переменными. Поэтому качение колеса с равномерной угловой скоростью в основном предопределяется его тяжестью. Решая (15) относительно осевой

нагрузки, получим:

$$G(fr - f_k) \geq Q(fr - f_k) + Qd + M_n.$$

$$G \geq Q + (Qd + M_n)(fr - f_k)^{-1}. \quad (16)$$

Это соотношение, выражая в общем виде баланс сил, действующих на колесо, показывает, что осевая нагрузка по величине должна быть достаточной для того, чтобы уравновесить три составляющих сопротивления. Поэтому в данной задаче осевая нагрузка, как функция многих независимых переменных, является одним из основных параметров сеялки, подлежащих оптимизации.

Рассмотрим детально составляющие осевой нагрузки. Для удобства обозначим:

$$Q_1 = \frac{Qd}{fr - f_k}; \quad Q_2 = \frac{M_n}{fr - f_k}. \quad (17)$$

Для нахождения оптимальной нагрузки требуется определить максимальные значения реакции Q и ее момента. При этом будет исходить из предположения, что сила реакции почвы на наконечник подчиняется линейному закону [4, с. 296]:

$$Q = qSh, \quad (18)$$

где

q – удельное сопротивление почвы вдавлыванию лункообразователя;

S – площадь вдавливания;

h – текущее заглубление лункоделателя в почву.

При качении колеса глубина вхождения наконечника в почву, являясь функцией угла поворота, изменяется от нуля до длины вылета лункоделателя. Поэтому следует считать, что наибольшая сила реакции почвы на лункоделатель должна определяться формулой:

$$Q = qSh. \quad (19)$$

Определим момент этой силы. Из рис. 1 находим ее плечо:

$$d = (r + a) \sin \alpha; \quad (20)$$

$$\cos \alpha = \frac{r + h}{r + a}; \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{r - h}{r + a}\right)^2}; \quad (21)$$

$$d = \sqrt{(a - h)(2r + a + h)}. \quad (22)$$

С учетом выражений (18) и (22) вторую составляющую осевой нагрузки запишем так:

$$Q_1 = qSh \sqrt{(a - h)(2r + a + h)} \cdot (fr - f_k)^{-1}. \quad (23)$$

Анализируя это выражение, замечаем, что в крайних точках перемещения лункоделателя в почве, когда $h = 0$ и $h = a$, вторая составляющая нагрузки также равна нулю ($Q_2 = 0$). Это означает, что рассматриваемая функция имеет экстремум, в котором Q_2 приобретает наибольшее значение.

Для определения координаты экстремума, выражаемой величиной заглубления лункоделателя, воспользуемся той частью уравнения, в которой содержится переменная, т. е.:

$$\xi = h\sqrt{(a-h)(2r+a+h)}. \quad (24)$$

Если эта функция имеет экстремум, то очевидно, что производная функции в точке экстремума будет равняться нулю.

$$\frac{d\xi}{dh} = 0.$$

Следовательно,

$$\frac{d\xi}{dh} = \sqrt{(a-h)(2r+a+h)} + h \frac{-(2r+a+h) + (a-h)}{2\sqrt{(a-h)(2r+a+h)}} = 0.$$

После упрощения получаем следующее квадратное уравнение:

$$2h^2 + 3rh - a(2r+a) = 0, \quad (25)$$

положительным корнем, которого является выражение

$$h_3 = \frac{\sqrt{9r^2 + 8a(2r+a)} - 3r}{4}, \quad (26)$$

где h_3 – экстремальная глубина погружения лункоделателя в почву, при которой возникает наибольший тормозящий момент, действующей на лункообразователь силы.

Из уравнения (26) видно, что экстремальная глубина является функцией радиуса колеса и длины лункоделателя. Однако фактически радиус колеса, как показывает анализ, на величину этого показателя влияния не оказывает. Он линейно связан лишь с длиной лункообразователя (рис. 2).

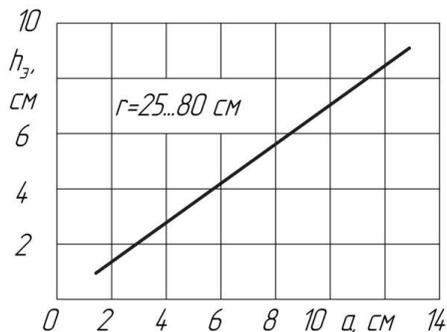


Рисунок 2 – Графики экстремальной глубины в зависимости от длины лункоделателя

Заменяя в уравнении (23) величину заглубления лункообразователя на экстремальную, получим формулу второй составляющей осевой нагрузки:

$$Q_1 = qSh_3 \sqrt{(a - h_3)(2r + a + h_3)} (fr - f_k)^{-1}. \quad (27)$$

Отметим, что третья составляющая осевой нагрузки, непосредственно не связанная с процессом взаимодействия колеса с почвой, может считаться величиной постоянной.

Таким образом, имея выражения всех трех составляющих сил (17), находим формулу оптимизации осевой нагрузки колеса:

$$G_{\cdot} \geq qSa + (qSh_3 \cdot \sqrt{(a - h_3)(2r + a + h_3)} + M_{\cdot}) (fr - f_k)^{-1}. \quad (28)$$

Задача оптимизации осевой нагрузки имеет большое практическое значение. Результаты ее решения в зависимости от условий работы и агротехнических требований крайне необходимы для прогнозирования конструктивной массы посевной секции проектируемой сеялки. Для ее определения достаточно воспользоваться соотношением:

$$m_{on} = \frac{G_{on}}{g}. \quad (29)$$

Для примера определим числовые значения оптимальной массы колеса, выраженной в функции вылета лункообразователей и радиуса, при фиксированных значениях всех других входящих в формулу факторов.

Предположим, в частности, что:

$$q = 3 \text{ Нсм}^{-3}; S = 8 \text{ см}^2; f = 0,6; f_k = 6,0 \text{ см}. M_n = 620 \text{ Нсм}$$

Числовые значения этих величин согласуются с опытными данными.

Графическая интерпретация результатов вычислений (рис. 3) дает наглядное представление о структуре и характере изменения составляющих массы колеса. Так, ее составная часть m_1 вызывает осевую нагрузку, которая требуется для преодоления сопротивления почвы вдавливанию лункоделателя на глубину заделки семян. Масса m_2 создает момент силы трения на ободе колеса, уравновешивающий момент реакции почвы, действующей на лункоделатель. И наконец, для создания дополнительной силы трения на ободе, компенсирующей момент сопротивления передаточного механизма, требуется прибавка массы – m_3 . Основной вклад в оптимизированную массу вносят две первые ее составляющие, величины которых зависят в основном от длины лункоделателей. Из графиков (рис. 4) можно установить, что приращение глубины заделки семян (длины лункоделателя) на 1 см требует в среднем прибавки массы в 5 кг, причем эта прибавка уменьшается с увеличением радиуса колеса.

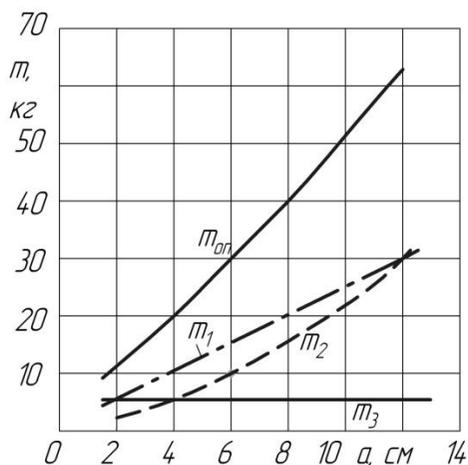


Рисунок 3 – Графики составляющих массу колеса в зависимости от длины лункоделателя

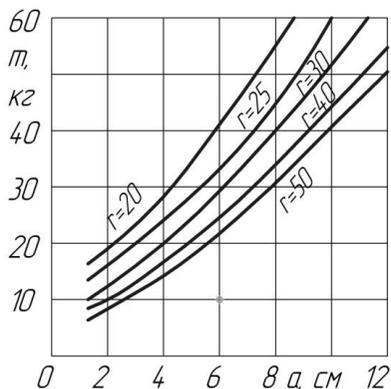


Рисунок 4 – Изменение оптимальной массы колеса в зависимости от длины лункоделателя

Для колес с малыми радиусами требуются большие осевые нагрузки. По мере увеличения радиуса колеса осевая нагрузка или обеспечивающая ее масса уменьшаются (рис. 5). С увеличением радиуса колеса темп снижения массы падает с последующей ее стабилизацией на некотором уровне, зависящем исключительно от длины лункоделателя.

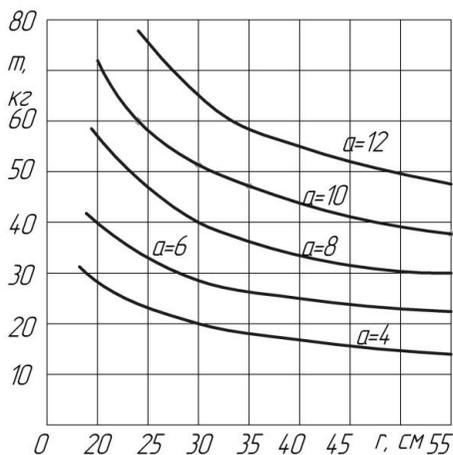


Рисунок 5 – Изменение оптимальной массы в зависимости радиуса колеса

Так, для сеялок, рассчитываемых на заделку семян, на глубину до 8 см, радиусы колеса, почти стабилизирующие его массу, располагаются на оси абсцисс графика правее 40 см. Для радиусов колес, меньших 25 см, оптимальная масса резко возрастает. С учетом этого нецелесообразно, по-видимому, проектировать колесно-лунковые сеялки с радиусами колес, меньшими 20–25 см.

В анализе рабочих процессов, касающихся высевальных аппаратов и семяпроводов, показано, что технологические радиусы колес рационально ограничивать пределами 25–40 см.

Применительно к колесу радиусом 30 см его расчетная масса для детерминированных условий составляет около 40 кг, если глубина заделки семян не будет превышать 8 см. При тех же условиях для колес радиусом 25 и 40 см требуются массы соответственно 45,5 и 34,6 кг. На основании данных, вытекающих из теоретических расчетов, приемлемой конструктивной массой посевного колеса может считаться масса 45–50 кг. Для культур с меньшей 8 см глубиной заделки семян, прогнозируемая масса колеса снижается. Это, в частности, может касаться свекловичных сеялок, для которых оптимальная масса посевного колеса радиусом 25 см не превышает, согласно расчетам, 20 кг.

Академик В. П. Горячкин качение колеса с кинематической точки зрения рассматривал как непрерывное опрокидывание тела с бесконечно большим числом граней [1, с. 220]. Аналогично колесо с лункоделателями имеет конечное число граней с достаточно широкой опорной плоскостью. Особенность качения такого колеса состоит в том, что при опрокидывании его через лункоделатель происходит последовательное смятие почвы на обусловленную его длиной глубину. При этом должны выполняться определенные условия: первое – достаточная силовая связь обода колеса с опорной поверхностью, по которой происходит качение, и второе – надлежащее расположение по высоте относительно опорной поверхности движущей силы. При широкой опоре и при расположении вблизи ее движущей силы качение колеса, как правило, происходит со скольжением. Связь колеса с почвой, основание опоры и расположение движущей силы являются основными факторами, от которых зависит величина скольжения. Они определяются, главным образом, осевой нагрузкой (массой) колеса, его радиусом и длиной лункоделателей.

Приращение скольжения в момент опрокидывания по отношению к фоновому, как уже было показано, сопровождается появлением отрицательного углового ускорения. Поэтому в контексте решаемой задачи желательно установить такие соотношения определяющих факторов, при которых неравномерность вращения

колеса, а равным образом и приращение скольжения были малозаметными.

Угловое ускорение колеса входит в уравнение (8). Используя условие (15), запишем его в такой форме:

$$J_c \ddot{\varphi} = f(G - a)r - (G - Q)f_k - Qd - M_n; \quad (30)$$

$$J_c \ddot{\varphi} = G(fr - f_k) - Q(fr + f_k + d) - M_n.$$

Произведя подстановку значений момента инерции, силы тяжести и реакции почвы, получим:

$$m\rho\ddot{\varphi} = mg(fr - f_k) - qSh(fr + f_k + d) - M_n.$$

В точке экстремума функции это уравнение будет следующим:

$$m\rho\ddot{\varphi} = mg(fr - f_k) - qSh_\vartheta(fr + f_k + d_\vartheta) - M_n, \quad (31)$$

где ρ – радиус момента инерции колеса.

Напомним, что в точке экстремума значения d_ϑ и h_ϑ определяются соответственно выражениями (22) и (26).

Решая последнее уравнение относительно углового ускорения, находим:

$$\ddot{\varphi} = \frac{g}{\rho}(fr - f_k) - \frac{qSh_\vartheta}{m\rho}(fr + f_k + d_\vartheta) - \frac{M_n}{m\rho}. \quad (32)$$

Воспользуемся этим уравнением для интерпретации условий, вызывающих приращение скольжения колеса в фазе опрокидывания его через лункоделатель. Признаком, указывающим на то, что скольжение изменяется по величине, является отрицательное значение углового ускорения. При положительном ускорении скольжение колеса либо отсутствует, либо оно равномерно. Для того, чтобы угловое ускорение было положительным, необходимо выполнение, по крайней мере, двух требований. Прежде всего, первый член правой части уравнения должен быть положительным, т.е.

$$(fr - f_k) \gg 0 \quad (33)$$

и, кроме того, он должен быть больше суммы, составленной из остальных членов:

$$\frac{g}{\rho}(fr - f_k) \geq \frac{qSh_\vartheta}{m\rho}(fr + f_k + d_\vartheta) + \frac{M_n}{m\rho}. \quad (34)$$

Смысл этого выражения можно трактовать следующим образом. В его левой части заключен запас или, другими словами, потенциал углового ускорения, величина которого обусловлена степенью взаимодействия обода колеса с почвой, но зависит преимущественно от радиуса колеса. Члены правой части уравнения содержат ускорение, которое, образно говоря, расходуется на преодоление различного рода сопротивлений качению. Когда

расходуемое ускорение превышает его потенциал, тогда суммарное ускорение становится отрицательным, что и вызывает скачкообразное возрастание скольжения.

Следовательно, для того, чтобы колесо при перекатывании через лункоделатель не замедляло вращения, требуется выполнения условия:

$$\ddot{\varphi} > 0. \quad (35)$$

Уравнение (32) является динамической моделью колесно-лунковой сеялки. Она включает в себя кроме трех независимых переменных параметра лункоделателя, массы и радиуса колеса – ряд величин, принимаемых за константы, числовые характеристики которых имеют эмпирическую природу. В частности, в литературных источниках широко представлены опытные данные по коэффициентам трения и объемного смятия почвы. Таких, однако, сведений о коэффициентах качения колес по обработанной для посева почве в научной литературе либо не имеется, либо нам их не удалось обнаружить. Поэтому для определения коэффициентов качения с целью использования их числовых характеристик в анализе динамической модели колеса были поставлены специальные опыты.

В опытах использовались свободно вращающиеся на оси колеса с шириной обода 170 мм и диаметрами 524 и 712 мм. Перед каждым опытом почва в канале с помощью рыхления и выравнивания приводилась в исходное физическое состояние, близкое по свойствам почве, подготовленной к посеву. Измерение движущей силы производилось тензометрической аппаратурой на скорости движения колес 0,47 м/с. Осевая нагрузка на колеса, выражаемая массой, бралась на двух уровнях – 20 и 40 кг.

Расчеты опытных коэффициентов трения качения выполнялись по формулам:

$$f_k = \frac{Pr}{N} \Rightarrow \frac{Pr}{G} \Rightarrow \frac{Pr}{mg}, \quad (36)$$

где P – движущая сила;

G – осевая нагрузка на колесо.

Результаты обработки опытов приведены в табл. 2.

С учетом опытных данных проводился анализ динамических моделей с коэффициентом трения качения 4 и 6 см. Расчеты функции (32), заданной в виде

$$\ddot{\varphi} = f(a, r, m) \quad (37)$$

проводились на ЭВМ. [4, с. 410].

Таблица 2 – Статистические характеристики коэффициентов трения качения

Показатель	Диаметр колеса, мм	
	524	712
Среднее значение коэффициентов \bar{f}_k , см	3,44	5,17
Среднеквадратическое отклонение σ см	0,567	0,768
Ошибка среднего значения m , см	0,232	0,314
Коэффициент вариации v , %	16,48	14,86

Членам расчетной формулы присваивались следующие формальные имена:

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi} &\Rightarrow y; g\rho^{-1}(fr - f_k) \Rightarrow y1; M \cdot (m\rho)^{-1} \Rightarrow y3; \\ qSh_{\vartheta}(fr + f_k + d_{\vartheta})(m\rho)^{-1} &\Rightarrow y2; \\ h_{\vartheta} &= \left(\sqrt{9r^2 + 8a(2r + a)} - 3r\right) \cdot 4^{-1} \Rightarrow HE; \\ d_{\vartheta} &= \sqrt{(a - h_{\vartheta})(2r + a + h_{\vartheta})} \Rightarrow DE. \end{aligned}$$

При этом применялись следующие символы и числовые значения констант:

$$\begin{aligned} f &\Rightarrow F = 0,5; f_k \Rightarrow FK = 4..6^{-4}; \\ q &\Rightarrow Q = 3Hcm^{-3}; S \Rightarrow S = 8cm^2 \\ \rho &\Rightarrow RO = 20cm; M_n \Rightarrow MP = 600Hcm. \end{aligned}$$

Значения переменных:

$$\begin{aligned} a &\Rightarrow x = 1..10cm; \Delta x = 2cm; r \Rightarrow z = 20..50cm; \Delta z = 2cm. \\ m &\Rightarrow M = 20..75kg; \Delta m = 5kg. \end{aligned}$$

В блок-схеме программы (рис. 6) кроме углового ускорения колеса предусматривались величины его элементарных составляющих – потенциала и расхода ускорений на преодоление сопротивления качению колеса.

Систематизация результатов расчета представлена в виде графиков на рис. 7, 8, 9. Они отражают соответственно влияние радиуса колеса, вылета лункоделателя и массы колеса на равномерность вращения в зависимости от того, положительным или отрицательным потенциалом ускорения обладает исследуемая динамическая модель.

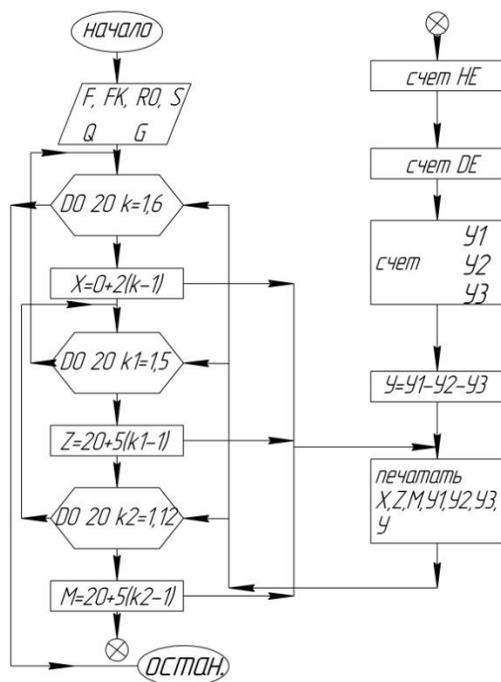


Рисунок 6 – Блок-схема программы вычисления угловых ускорений колеса лунковой сеялки

При увеличении массы колеса граница области оптимизации радиусов смещается по оси абсцисс к началу координат. Так, для колеса массой 55 кг и с вылетом лункоделателей 4 см эта граница смещается до 15 см, а при длине лункоделателей 8 см радиус колеса должен быть не менее 25 см. В целом данные графики наглядно отражают тенденцию, заключающуюся в том, что относительно большие радиусы колеса снижают степень общего скольжения и, в частности, его пиковые составляющие при всех прочих равных условиях.

Импульсное или пиковое проскальзывание колеса является в основном следствием сопротивления его движению лункоделателей. Оно проявляется в тот момент, когда положительная часть углового ускорения полностью затрачивается на компенсацию ускорения, вызываемого тормозным эффектом лункоделателей.

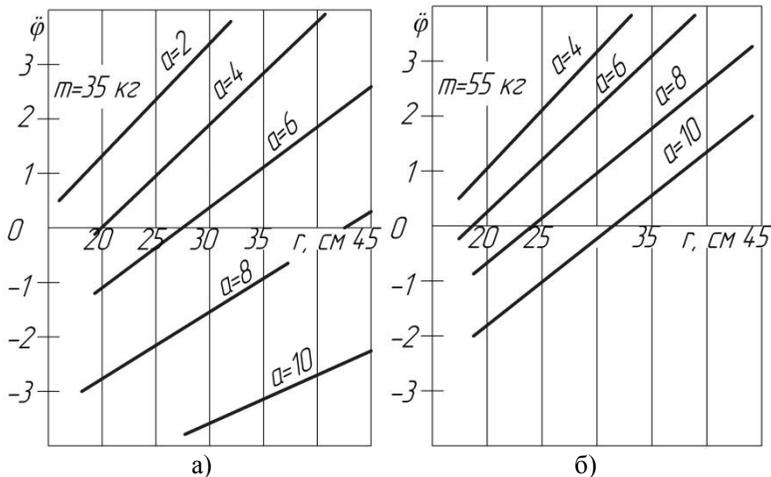


Рисунок 7 – Влияние радиуса на угловые ускорения колес
а) – с массой 35 кг; б) – с массой 55 кг

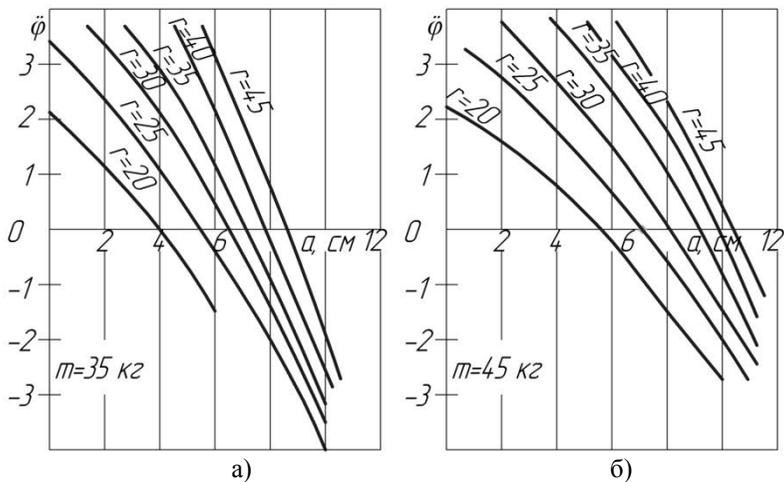


Рисунок 8 – Графики угловых скоростей колес в зависимости
от вылета лункоделателей
а) – с массой 35 кг; б) – с массой 45 кг

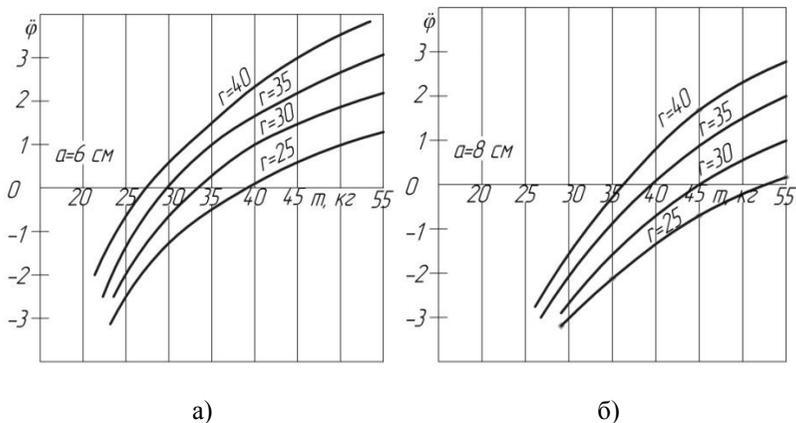


Рисунок 9 – Графики угловых скоростей колес в зависимости от массы при длине лункоделателей а) – 6 см.; б) – 8 см.

Как видно из графиков (рис. 8), с увеличением длины лункообразователей отрицательные угловые ускорения возрастают со все увеличивающимся темпом. Уже при длине лункообразователя 4 см для колеса массой 35 кг и радиусом 20 см баланс угловых ускорений становится равным нулю. При таких параметрах не исключена возможность импульсного проскальзывания колеса.

Чтобы избавиться от этого явления, необходимо либо увеличить радиус колеса до 25 см, либо увеличить осевую нагрузку, эквивалентную массе 45 кг.

При посеве семян на глубину 8 см работу сеялки без импульсного проскальзывания колеса обеспечивают согласно расчетам, следующие параметры: радиус колеса – 45 см, масса секции – 35 кг либо радиус колеса – 35 см и масса секции – 45 кг.

Масса колеса, как и его радиус, способствует увеличению положительного потенциала углового ускорения (рис. 9). Поэтому с увеличением радиуса колеса потребность его в массе уменьшается, и наоборот, с увеличением массы допускается соответственно уменьшение его радиуса. Полученные графики показывают также, что импульсное скольжение с увеличением глубины заделки семян имеет тенденцию резко возрастать. Оно может быть отчасти компенсировано или устранено большими массой и радиусом.

Сопротивление колес качению по почве обычно принято определять по формуле Грандвуане – Горячкина [1, с. 220; 5, с. 688]:

$$P = 0,863 \sqrt{\frac{G^4}{qbD^2}} \quad (38)$$

где G – нагрузка на колесо;
 q – коэффициент объемного смятия почвы;
 b – ширина обода колеса;
 D – диаметр колеса.

Она справедлива для всех случаев, когда качение колеса с гладким ободом сопровождается образованием колеи. В конечном итоге можно было бы использовать указанную формулу или те идеи, на основе которых она получена, и для решения задачи относительно сопротивления качению колеса лунковой сеялки [5, с. 688]. Однако представляется возможным решение этой задачи более простым способом, основанным на предположении, что в связи с относительно малой массой колеса и его нагрузкой колея не образуется или она настолько мала по глубине, что ее влиянием на сопротивление можно пренебречь. И действительно, расчеты глубины колеи, произведенные по формуле [2, с. 456; 7, с. 688].

$$h_k = 1,313 \sqrt{\frac{G^2}{q^2 b^2 D}}, \quad (39)$$

подтверждают это предположение. Пусть нагрузка на колесо диаметром 0,60–0,80 м и шириной обода 0,12–0,15 м вызывается массой 45–60 кг. Для почвы с коэффициентом объемного смятия

$$q = 3,0 \dots 5,0 \text{ Н/см}^3$$

глубина образованной колесом колеи не превышает 1,2–2,0 см. Влияние небольшой глубины колеи на сопротивление качению может быть выражено через коэффициент трения качения.

Поэтому для решения задачи воспользуемся системой уравнений (9...11), из которых получим:

$$P = F_T; \quad (40)$$

$$N = G - Q; \quad (41)$$

$$F_T = (f_k N - Qd + M_n) r^{-1}. \quad (42)$$

Путем соответствующих подстановок находим, что:

$$P = \frac{((G - Q)f_k + Qd + M_n)}{r}. \quad (43)$$

Используя выражение (18), формулу сопротивления можно записать так:

$$P = \frac{(Gf_k + qSh(d - f_k) + M_n)}{r}. \quad (44)$$

Как уже было показано, плечо реакции почвы от лункоделателя (22) зависит от его длины и текущего заглубления в почву. В процессе качения колеса через лункоделатель текущее заглубление, естественно, последовательно изменяется в пределах:

$$0 \leq h \leq a.$$

В связи с этим на протяжении времени заглубления лункоделателя сопротивление качению не является величиной постоянной. Оно сначала возрастает относительно некоторого исходного значения, а затем, пройдя максимум, снова снижается до исходного уровня. Таким образом, выделяется два уровня сопротивлений: фоновое, соответствующее нулевому заглублению лункоделателя ($h = 0$), и пиковое, когда заглубление достигает экстремального значения, выражаемого соотношением (26). Согласно выражению (44) фоновое сопротивление качению описывается сравнительно простым уравнением:

$$P_{\phi} = \frac{Gf_k + M_n}{r}. \quad (45)$$

Для пикового сопротивления из того же выражения получим такое уравнение:

$$P_{\max} = \frac{(Gf_k + qSh_{\Delta}(d_{\Delta} - f_k) + M)}{r}. \quad (46)$$

Текущее заглубление лункоделателя является функцией времени или угла поворота колеса. Определяя эту зависимость, из рис. 1 находим:

$$h = a - y; y = (r + a)(1 - \sin\varphi).$$

Отсюда имеем:

$$h = (r + a)\sin\varphi - r. \quad (47)$$

Заглубление осуществляется в фазе угла поворота

$$\varphi = \varphi_1 + \alpha. \quad (48)$$

Поэтому

$$h = (r + a)\sin(\varphi_1 + \alpha) - r. \quad (49)$$

Но так как:

$$\sin\varphi_1 = \frac{r}{r+a}; \cos\varphi_1 = \frac{\sqrt{2ra+a^2}}{r+a},$$

то после преобразования уравнения (49) получим искомую зависимость:

$$h = r\cos\alpha + \sqrt{a^2 + 2ar} \cdot \sin\alpha - r. \quad (50)$$

При этом фазовый угол изменяется в интервале

$$\alpha = 0 \dots \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right). \quad (51)$$

Соответственно этому в пределах интервала угла поворота меняется параметр d . Вообще говоря, при детерминированных условиях сопротивление качению периодически меняется от фонового до пикового, и наоборот. С учетом скольжения колеса период колебаний сопротивления определится из соотношения:

$$2\pi(r + \Delta r) = zV\tau, \quad (52)$$

где z – число установленных на колесе лункоделателей;
 V – скорость центра колеса;
 τ – период колебания сопротивления.
 Отсюда находим:

$$\tau = \frac{2\pi(r + \Delta r)}{zV}. \quad (53)$$

Выражая приращение радиуса через коэффициент скольжения, получим:

$$\tau = \frac{2\pi r}{zV(1 - \varepsilon)}. \quad (54)$$

Определим участки пути перемещения колеса, на которых будут проявляться фоновое и общее сопротивление. Перемещение колеса в промежутке между уколами лункоделателей можно выразить уравнением:

$$x_z = V\tau \Rightarrow \frac{2\pi r}{z(1 - \varepsilon)}. \quad (55)$$

Общее сопротивление при этом будет проявляться лишь на некоторой части этого пути, а именно:

$$x_h = \frac{r\alpha_0}{1 - \varepsilon} \Rightarrow r \cdot \text{arcCos} \frac{r}{r + a} (1 - \varepsilon)^{-1}. \quad (56)$$

Тогда участок пути с фоновым сопротивлением будет таким:

$$x_\phi = x_z - x_h \quad (57)$$

Для конкретных условий, используя полученные соотношения, покажем графическое изображение сопротивления лункового колеса в функции перемещения. Примем, однако, к сведению то обстоятельство, что перемещение колеса в фазе заглупления связано с углом поворота колеса следующей зависимостью:

$$x = \frac{r\alpha}{1 - \varepsilon}. \quad (58)$$

Расчеты данных для построения графика (рис. 10) производились для колеса с параметрами: $r = 30$ см, $\alpha = 6$ см, $z = 8$ шт. Расчетами определены участки перемещения, отмечающие фоновое и составное сопротивление колеса:

$$x_z = 26,2 \text{ см.}; x_h = 19,5 \text{ см.}; x_\phi = 6,7 \text{ см.}$$

Исходные данные для построения:

$$r = 30 \text{ см, } a = 6 \text{ см, } z = 8 \text{ шт, } G = 50 \text{ кг, } f_k = 5 \text{ см,}$$

$$q = 4 \text{ Н см}^{-3}, S = 8 \text{ см}^2, \varepsilon = 0.1, M_{II} = 600 \text{ Нсм.}$$

$$\text{Получено: } P_\phi = 103.3 \text{ Н; } P_{\max} = 134.3 \text{ Н.}$$

Анализируя график сопротивления колеса, необходимо, прежде всего указать на то, что числовые соотношения между пиковым и фоновым сопротивлениями практически не представляются значимыми. В данном случае пиковое сопротивление лишь в 1,3 раза больше фонового. Если брать вызываемое лункоделателем приращение сопротивления по среднему значению, то оно будет примерно в два раза меньшим, чем пиковое.

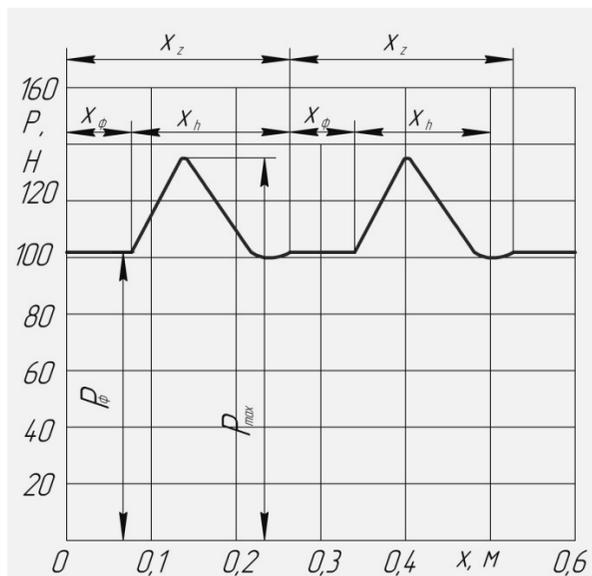


Рисунок 10 – Теоретический график сопротивления качению

Исходные данные для построения:

$r = 30 \text{ см}$, $a = 6 \text{ см}$, $z = 8 \text{ шт}$, $G = 50 \text{ кг}$, $f_k = 5 \text{ см}$,

$q = 4 \text{ Н см}^{-3}$, $S = 8 \text{ см}^2$, $\varepsilon = 0.1$, $M_{\text{п}} = 600 \text{ Нсм}$.

Получено: $P_{\text{ф}} = 103.3 \text{ Н}$; $P_{\text{max}} = 134.3 \text{ Н}$.

Анализируя график сопротивления колеса, необходимо, прежде всего указать на то, что числовые соотношения между пиковым и фоновым сопротивлениями практически не представляются значимыми. В данном случае пиковое сопротивление лишь в 1,3 раза больше фонового. Если брать вызываемое лункоделателем приращение сопротивления по среднему значению, то оно будет примерно в два раза меньшим, чем пиковое.

Поэтому можно считать, что приращение сопротивления в фазе заглабления лункоделателя относительно фонового не превышает 15 %. С увеличением числа лункоделателей вызываемые ими сопротивления могут частично накладываться друг на друга за счет уменьшения периода между заглаблениями смежных лункоделателей. Это, естественно, должно вызывать некоторое повышение общего сопротивления. Увеличение же радиуса колеса и уменьшение длины лункоделателей снижают как пиковое, так и сопротивление колеса в целом. Не исключено, что относительное пиковое сопротивление должно в значительной мере зависеть от конструкции и формы наконечника.

Таким образом, показано, что фоновое сопротивление лунковой сеялки, предопределяемое осевой нагрузкой, коэффициентом трения качения и моментом привода механизмов, является преимущественным по сравнению с сопротивлением, вызываемым лункоделателями.

1. Возможны две качественно различные динамические схемы качения колесного лункоделателя: первая с почвой взаимодействует только один из всех установленных на колесе лункоделателей, и вторая, когда во взаимодействии состоит одновременно не менее двух лункоделателей. При этом прикладное преимущество принадлежит второй схеме.

2. Лункоделатели вызывают пропорциональные их длине динамические возмущения катящегося колеса, проявляющиеся в скачкообразности его угловой скорости и тягового сопротивления.

3. Изменение угловой скорости при отрицательных угловых ускорениях сопровождается возрастанием скольжения колеса в фазе заглабления лункоделателей в почву. Поэтому усредненный коэффициент скольжения можно рассматривать в качестве критерия, характеризующего динамическую устойчивость колесного лункоделателя.

4. Аналитическими методами получены математические модели, выражающие зависимость скольжения колеса от технологических и конструктивных факторов исследуемого объекта, включающих, в частности, осевую нагрузку, радиус колеса, параметры лункоделателей и скорость движения.

5. В зависимости от технологических допустимых значений коэффициентов скольжения определены области оптимизации осевой нагрузки или соответствующей ей массы и радиуса колесного лункоделателя. Доказано, что поиск оптимальных масс необходимо производить в интервале 35–55 кг, а выбор диаметров – в интервале 500–800 мм. При этих условиях скольжение колеса остается в допустимых технологическими требованиями пределах – 10–12 %.

6. Повышение скорости движения колесного лункоделателя до 3,4 м/с дает практически небольшую прибавку к коэффициенту скольжения: на рыхлой почве – не больше 4 %, на прикатанной – около 1,6 %.

7. Для равных условий исследования установлены числовые значения коэффициентов скольжения колеса по рыхлой и прикатанной почве, которые для прикатанной почвы в среднем на 58 % ниже, чем для рыхлой.

8. Наличие лункоделателей на колесе формирует пиковый характер тягового сопротивления, максимальное приращение которого относительно фонового не превышает 15 %.

9. В равных условиях тяговое сопротивление колесного лункоделателя на прикатанной почве на 26–30 % меньше, чем на рыхлой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкин В. П. Собрание сочинений. М.: Колос. 1968. Т 1. 220 с.

2. Кленин Н. И. и др. Сельскохозяйственные машины. / Н. И. Кленин, Н. Ф. Попов, В. А. Сакун. М.: Колос. 1970. 456 с.

3. Радер, Джесси, Миллсап, Кэрн. Бейсик для персонального компьютера фирмы ИВМ. М.: Радио и связь. 1991. 410 с.

4. Сабликов М. В. Сельскохозяйственные машины. ч. вторая. М.: Колос. 1968. 296 с.

5. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Под ред. акад. ВАСХНИЛ Г. Е. Листопада. М.: Агропромиздат. 1986. 688 с.

6. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики. М.: Наука. 1969. 512 с.

THE RESULTS OF THEORETICAL STUDIES OF THE DYNAMICS OF THE WHEEL CLOSING UP WORKER OF BODY OF SEEDS IN SOIL

Keywords: *wheel working body for заделки seeds in soil, the moment of reaction of soil, the dynamic scheme movements rotaries, axial loading on a wheel, the dynamic scheme, length working body, peak sliding, optimum loading, soil reaction, angular acceleration of a wheel, dynamic model of a seeder, peak resistance, uniformity of rotation of a wheel, background resistance to rotary movement, factor of sliding of a wheel.*

Annotation. *In article theoretical bases of dynamics of sowing section of wheel type are stated. Factors influencing uniformity of a course wheel лункообразователя are revealed, its traction resistance and their parameters are a priori defined. The graphic analysis of mathematical dependences of dynamic influences has allowed defining optimum values of parameters of sowing section and its weight. It is proved, that a resistance increment on average value twice below peak, that steady work of the closing up worker of body. Areas of optimisation of axial loading, technological and design data of sowing section are defined under conditions of its work on speeds to 3,4 m/s.*

НАЗАР БОРИС ГЕОРГИЕВИЧИ – аспирант кафедры «Механизация сельского хозяйства», Государственный Аграрный Университет Молдовы, Республика Молдова, Кишинев, ул. Мирчешть, 56, (nazarborea@rambler.ru).

NAZAR BORIS GHEORGHE – the graduate student of chair «Mechanization of agriculture» of Faculty of Agrarian Engineering and Motor Transport, The State Agrarian University of Moldova. MD-2049, Country Republic of Moldova, the city of Chisinau, street Mircesti, 56, (nazarborea@rambler.ru).

НЕЧАЕВ ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (nechaev-v@list.ru).

NECHAEV VLADIMIR NIKOLAEVICH – candidate of technical sciences, the senior lecturer of chair of bases of agriculture, chemistry and ecology, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (nechaev-v@list.ru).

СЕРБИН ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Механизация сельского хозяйства», Государственный Аграрный Университет Молдовы, Республика Молдова, Кишинев, ул. Мирчешть 56, (v.serbin@uasm.md).

SERBIN VLADIMIR IVANOVICH – the doctor engineering science, the senior lecturer, shif Department «Mechanization agriculture», the State Agrarian University of Moldova, Republic Moldova, Kishinev, str. Mirchesht 56, (v.serbin@uasm.md)

РЕШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ – ПУТЬ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Ключевые слова: вода – основа жизни на планете; индукционный нагреватель жидких сред; конкурентоспособность сельхозпродукции; приработка двигателей внутреннего сгорания; сахарная свекла – основной источник сырья для промышленного получения сахара в России; энергосбережение и повышение энергетической эффективности.

Аннотация. Приводятся краткие сообщения о завершенных научных исследованиях, направленных на развитие аграрной экономики.

Приоритетным направлением технической политики в агропромышленном комплексе являются разработка системы оперативных и перспективных мер по насыщению сельскохозяйственных товаропроизводителей высококачественной экологически чистой и безопасной энергосберегающей техникой, создание и ускорение развития новой, более совершенной системы энергосбережения.

Характерной особенностью современного периода является то, что эффективное развитие экономики требует активизации инновационных процессов, позволяющих вести непрерывное обновление и интенсивное развитие производства на базе освоения и реализации новейших достижений науки и техники. В этой связи планом НИОКР ГБОУ ВПО Нижегородского ГИЭИ на 2010–2014 гг. предусмотрена «Разработка средств механизации и технического обслуживания энерго- и ресурсосберегающих технологий в различных процессах производства и переработки продукции сельского хозяйства».

Реализацией названного комплекса задач занялись аспиранты и соискатели ученой степени кандидата наук, образовавшие научную школу по направлению «Технологии, средства механизации и электрификации в сельском хозяйстве» [6, с. 25–33].

Тематика завершенных исследований

Осокин В. Л. «Вода – основа жизни на планете» [9, с. 182]. Вполне понятно, что не только холодная но и теплая и горячая она очень нужна практически всем нам и причем каждый день. Именно горячая вода в основном обогревает посредством водяных систем теплоснабжения многие миллионы квартир в мире в холодное время года. Она нужна и для приготовления пищи, и для гигиены, и для многого иного, причем нужна не только в быту, но и во многих производствах.

В мире еще не научились греть воду с минимумом затрат энергии. Поэтому все известные и широко применяемые теплоэнергетические технологии нагрева воды весьма и весьма дороги, поскольку они сопряжены с большими энергозатратами. Поэтому любые прорывные энергосберегающие технологии в теплоэнергетике для получения теплой и горячей воды важны и полезны буквально всем. Однако появление таких технологий может быть нескорым.

Итак, пока стоимость горячей воды весьма высока, поиск пути снижения энергозатрат для эффективного и экономичного её нагрева остаётся актуальной проблемой, в том числе с использованием уже существующих конструкций нагревателей;

существует множество конструкций электрических нагревателей воды (ЭПВ), которые можно выделить в четыре группы: тэновые, электродные, индукционные и гидродинамические (вихревые, кавитационные – пока ещё нет установившейся терминологии);

обзор интернет-источников, с одной стороны, показывает перспективность кавитационных (вихревых) экологически чистых теплогенераторов нового поколения, в которых отсутствуют нагревательные элементы, а с другой – в них имеется немалое количество сомнений по поводу целесообразности использования названных теплогенераторов, обусловленные большими потерями электроэнергии в известных вихревых теплогенераторах (ВТГ) из-за необходимости применения громоздких и «прожорливых» электродвигателей насоса.

Мионов Е. Б. «Перспективность использования индукционных экологически чистых нагревателей жидких сред» [4, с. 185]. Научно-технические издания и интернет-источники как бы не оставляет сомнений в перспективности использования индукционных экологически чистых нагревателей жидких сред. Однако из названных источников следует, что индукционным нагревателям воды присущи недостатки, основными из которых являются: высокая трудоёмкость изготовления, повышенные стоимость и гидравлическое сопротивление протеканию

жидкой среды, как следствие, повышенный расход электроэнергии на её прокачку, а значит повышенные эксплуатационные расходы;

из тех же источников следует также, что для рационального использования энергоресурсов при нагреве воды посредством индукционных нагревателей конструкторы и исследователи ищут пути их совершенствования.

Данилов Д. Ю. «Тепловая обработка зерна» [1, с. 153]. Теория тепловой обработки зерна достаточно развита. Вместе с тем, с совершенствованием технологий сушки, всё большее значение приобретает их экономическая составляющая, а также решение проблемы высоко технологичного, с минимальными энергетическими затратами процесса сушки, заключающегося в уменьшении в зерне процентного содержания влаги до кондиционных величин;

наиболее эффективным источником энергии для сушки небольших количеств зерна является использование электрической энергии.

С этой целью необходимо создание и всестороннее исследование устройства, отвечающего требованиям, предъявляемым к зерносушилкам, эксплуатируемым в условиях небольших фермерских хозяйств, позволяющего проводить сушку, предпосевную обработку и обеззараживание зерна;

конструкция зерносушилки должна обеспечивать равномерный нагрев и сушку зерна при надежном контроле температуры и влажности зерна во время сушки. Зерносушилка должна быть универсальной: с возможностью сушки зерна различных культур. Приоритетными направлениями повышения эффективности сушки зерна являются: рациональное сочетание технологических приёмов обезвоживания зерна, повышение интенсивности испарения влаги из материала и снижение энергетических затрат, необходимых на его осуществление.

Сорокин И. А. «Условия эксплуатации двигателей внутреннего сгорания и требования к их долговечности».[10, с. 163] Условия эксплуатации двигателей внутреннего сгорания предъявляют высокие требования к их долговечности. Требования к долговечности в равной степени относятся и к отремонтированной технике, в том числе к дизелям;

одним из факторов, определяющих долговечность двигателей, является состояние поверхностей трения. Установлено, что от обкатки зависит не только первоначальный (приработочный) износ, но и установившийся износ, то есть первоначальная приработка может влиять на интенсивность изнашивания при длительной эксплуатации машин. Прежде всего это относится к деталям цилиндропоршневой группы ди-

зелей. При формировании поверхностей трения необходимо обеспечивать получение оптимальных триботехнических характеристик сопрягаемых поверхностей, таких как низкий коэффициент трения, высокая износостойкость, оптимальные физико-механические свойства. В значительной степени они определяются способами обработки поверхностей трения. В последнее время разработаны новые технологические процессы финишной обработки, которые позволяют снизить приработочный износ и повысить антифрикционные свойства (повысить смазку деталей, снизить коэффициент трения и т. п.), а также уменьшить время приработки пар трения;

анализ информации, полученной из печатных и электронных источников, дает возможность утверждать, что не все резервы интенсификации процессов приработки дизелей в части применения новых способов финишной обработки гильз цилиндров исчерпаны;

в последнее время быстро развивается рынок разнообразных антифрикционных материалов, присадок и добавок в масла, которые образуют защитные пленки на трущихся поверхностях. Возможность применения таких препаратов для придания рабочим поверхностям оптимальных триботехнических характеристик на этапе их окончательной обработки при ремонте или изготовлении дизелей;

обкатка, как завершающая технологическая операция ремонта, определяет долговечность узлов трения и надежную работу дизеля. От качества приработки деталей в период обкатки во многом зависит ресурс дизеля в целом;

долговечность отремонтированного дизеля в значительной мере зависит от качества приработки и, как следствие, надежной работы одного из его самого ответственного узла – цилиндропоршневой группы (ЦПГ), на долю которого приходится до 47 % отказов двигателя. Такое влияние ЦПГ на долговечность двигателя объясняется наиболее тяжелыми условиями его работы, особенно в период обкатки. Поэтому приработка ЦПГ двигателя, как узла, работающего в экстремальных условиях, протекает значительно дольше других узлов и во многом определяет ресурс двигателя в целом;

влияние обработки гильз цилиндров различными антифрикционными материалами при ремонте или изготовлении ДВС на характеристики рабочих поверхностей и процесса приработки сопряжений является актуальной темой для исследований.

Нечаев В. Н. «Обеспечение продовольственной безопасности страны и повышение конкурентоспособности сельхозпродукции» [5, с. 172]. Главными задачами, стоящими перед сельскохозяйственным производством согласно Госпрограммы развития сельского хозяйства

на 2013–2020 гг., являются обеспечение продовольственной безопасности страны и повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках в рамках вступления России в ВТО. Важное место в решении этих задач отводится повышению производительности труда на основе применения передовых технологий и высокоэффективных систем машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве;

одним из самых трудоемких процессов животноводства является кормоприготовление, а именно: операции измельчения кормов, скармливаемых животным. Существенную долю в структуре кормовых рационов занимают концентраты, поэтому важную роль играет технология подготовки их к скармливанию;

наибольшее распространение имеет технология производства комбикормов непосредственно в хозяйствах. Однако опыт эксплуатации дробилок комбикормовых агрегатов с пневматической загрузкой и выгрузкой исходных компонентов комбикорма выявил их существенные недостатки. Это, прежде всего, низкий КПД воздушного потока, невысокая пропускная способность и недостаточное качество получаемого продукта. В связи с этим у сельхозпроизводителя возникает множество проблем: снижение объемов производства и качества продукции, повышение затрат труда на производство кормов, снижение продуктивности животных, уменьшение рентабельности;

несмотря на широкое распространение молотковых дробилок с пневматической загрузкой материала, их рабочий процесс недостаточно изучен, что обуславливает необходимость проведения исследований в этом направлении.

Косолапов В. В. «Сахарная свекла – основной источник сырья для промышленного получения сахара в России» [2, с. 172], в том числе и в Нижегородской области. Однако нестабильное состояние свекловичной отрасли, уменьшение посевных площадей, непостоянство урожайности и валового сбора привели к росту цен на сахарный песок и переходу на импортный сырец, что неблагоприятно сказывается на продовольственной безопасности страны в целом. В этой ситуации повышение урожайности и снижение затрат на возделывание сахарной свеклы является актуальной проблемой;

увеличение урожайности, в частности сахарной свеклы, во многом зависит от качества посевных работ, совершенствование которых будет способствовать более интенсивному прорастанию и развитию растения. При посеве необходимо обеспечить оптимальное размещение зерновки в массиве почвы на границе двух слоёв: нижнего влажного, для обеспечения более быстрого прорастания семени, и

верхнего взрыхлённого, для снабжения кислородом и снижения испаряемости влаги;

на практике разместить зерновку подобным образом, с помощью известных сошников, достаточно трудно, из-за возможного осыпания почвы на дно и (или) непроизвольного изменения глубины заделки из-за некачественной предпосевной обработки. Необходимо разработать технологию посева и агрегат, позволяющие производить независимое открытие базовой поверхности с последующим созданием борозды, имеющей уплотненное дно и стенки, обеспечивающие увеличение точности заделки семян. При этом рабочий орган должен взрыхлять снятый почвенный слой с последующей укладкой его обратно в рабочую зону;

повышение качества посева сахарной свеклы при одновременном снижении энергозатрат является актуальной проблемой.

Красиков С. Б. «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» [3, с. 158]. Актуальность этой темы вытекает из Федерального закона РФ от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», а также ряда Постановлений Правительства РФ (Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. № 1220 «Об определении применяемых при установлении долгосрочных тарифов показателей надежности и качества поставляемых товаров и оказываемых услуг», Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. № 1221 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещение заказов на которые осуществляется для государственных или муниципальных нужд», Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. № 1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности») и Указа Президента РФ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» от 04.06.2008 г.

Известно, что эксплуатация производственных, учебных, жилых и т. п. сооружений связана с большими энергозатратами, обусловившими целесообразность определения эффективности функционирования электрических электродных подогревателей воды, используемых в сельскохозяйственных производствах.

Осокин В. Л., Данилов. Д. Ю., Косолапов В. В., Миронов Е. Б., Нечаев В. Н. и Сорокин И. А. состоялись как ученые.

Красиков С. Б. подготовил к защите диссертационную работу, опубликованную в труде [3, с. 158].

Над решением задач плана НИОКР Нижегородского ГИЭИ на 2010–2014 гг. продолжают работать аспиранты М. С. Вандышева, Т. Н. Булаева, О. И. Орлова, Е. В. Рябухина, Д. Н. Игошин, А. А. Свистунов. В частности, Свистунов А. А. совместно с к. т. н. Булатовым С. Ю. осуществляет разработку и исследование устройства и способа получения кормосмеси с высоким содержанием белка [8, с. 26–27].

Вышла в свет монография «Энергосбережение» [7, с. 272], в которой обобщены результаты исследований вышеназванных молодых и начинающих ученых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов Д. Ю. Обеспечение кондиционной влажности зерна в фермерских хозяйствах путём создания энергосберегающего кассетного устройства для его сушки. Диссертация кандидата технических наук. Княгинино: НГИЭИ. 2013. 153 с.
2. Косолапов В. В. Обоснование способа и параметров сошниковой группы для повышения качества посева сахарной свёклы. Диссертация кандидата технических наук. Княгинино: НГИЭИ. 2013. 172 с.
3. Красиков С. Б., Оболенский Н. В. Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов: монография. Н. Новгород: НТОТ. 2014. 158 с.
4. Миронов Е. Б. Исследование удельного энергопотребления индукционных водонагревателей и их совершенствование путём оптимизации конструктивных элементов. Диссертация кандидата технических наук. Княгинино: НГИЭИ. 2013. 185 с.
5. Нечаев В. Н. Повышение эффективности рабочего процесса ротора-вентилятора молотковой дробилки зерна закрытого типа. Диссертация кандидата технических наук. Княгинино: НГИЭИ. 2013. 172 с.
6. Оболенский Н. В. Становление научных школ в региональном вузе. // «Высшее образование сегодня». № 4. 2014. С. 25–33.
7. Оболенский Н. В. Энергосбережение. Княгинино: НГИЭИ. 2014. 272 с.
8. Оболенский Н. В., Булатов С. Ю., Свистунов А. И. Смесь-тель-ферментатор для корма // Сельский механизатор. № 4. 2014. с. 26–27.

9. Осокин В. Л. Повышение эффективности функционирования электрических подогревателей воды путём разработки стенда для их тестирования. Диссертация кандидата технических наук. Княгинино: НГИЭИ. 2011. 182 с.

10. Сорокин И. А. Повышение качества послеремонтной ускоренной обработки дизелей. Диссертация кандидата технических наук. Княгинино: НГИЭИ. 2014. 163 с.

THE DECISION OF TECHNICAL PROBLEMS IS THE WAY OF DEVELOPMENT OF AGRARIAN ECONOMY

***Keywords:** water is basis of a life on a planet; an induction heater of liquid environments; competitiveness of agricultural products; extra earnings of internal combustion engines; a sugar beet – the basic source of raw material for industrial reception of sugar in Russia; energy savings and increase of power efficiency.*

***Аннотация.** Brief messages on the completed scientific researches which have been directed on progress of agrarian economy are resulted.*

ОБОЛЕНСКИЙ НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ – заместитель декана инженерного факультета по научной работе, доктор технических наук, профессор. Нижегородский инженерно-экономический институт. Россия. Княгинино (obolenskinv@mail.ru).

OBOLENSKY NIKOLAY VASILYEVICH – vice dean of engineering faculty on research, doctor of technical sciences, professor. Nizhny Novgorod engineering and economic institute. Russia. Knyaginino (obolenskinv@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ ПРОПИТКИ ПОРИСТЫХ ОБРАЗЦОВ СМЕСЬЮ МОНОМЕР-РАСТВОРИТЕЛЬ

Ключевые слова: влагоемкость, вязкость, конверсия, капиллярно-пористый образец, полимеризация, пропитка, сорбция раствора.

Аннотация. Проведены исследования пропитки пористых глиняных и цементно-песчаных образцов бутилметакрилатом и смесью бутилметакрилата с различными растворителями. Выявлены особенности распределения полимера в порах образцов после проведения полимеризации растворов.

Растворы полимеров широко используются для пропитки пористых тел (в строительстве, лакокрасочной промышленности). Специфичной областью применения полимерных растворов является реставрация и консервация произведений искусства, в частности закрепления живописи на лессовой штукатурке. На реологичность, в первую очередь, вязкостные свойства растворов полимеров влияют многие факторы: концентрация раствора, химическая природа полимера и растворителя, строение, молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимера, температура [2, с. 20]. Наиболее широкое применение в практике реставрации произведений искусства нашли акриловые полимеры, и в частности, полибутилметакрилат (ПБМА).

Большинство реставрируемых объектов являются пористыми телами. Пористые тела – это твердые тела, внутри которых имеются поры, обуславливающие наличие внутренней межфазной поверхности. Пористые тела относятся к дисперсным системам с твердой дисперсионной средой и газообразной или жидкой дисперсной фазой. Большинство пористых тел можно представить как более или менее жесткие пространственные структуры-сетки или каркасы [3, с. 55].

Цементно-песчаные и глиняные образцы можно отнести к капиллярно-пористым. Стенки их капилляров эластичны и при поглощении жидкости набухают. К числу этих тел принадлежит большинство материалов, подвергающихся сушке и применяемых в строительной технике (торф, древесина, ткани, картон, уголь, зерно, глина, почва). Коллоидные тела (эластичные гели) поглощают наиболее близкие по

полярности жидкости. При этом они увеличивают свои размеры – набухают. Капиллярно-пористые тела впитывают любую смачивающую жидкость независимо от ее химического состава [4, с. 269].

Цель исследования являлось изучение процессов пропитки и укрепления глиняных и цементно-песчаных образцов методом полимеризации бутилметакрилата (БМА) в порах этих образцов. Объектами исследования являлись БМА и его растворы в изопропиловом спирте (ИПС), ацетоне, о-ксилоле. Глиняные и цементно-песчаные образцы (ЦПО) размером 10x10x100 мм получали формованием. ЦПО с содержанием песка 0 и 90 % по массе высушивали при комнатной температуре. Глиняные образцы сушили при температуре 105 °С до постоянной массы. Пористость и размер пор в глиняных образцах увеличивали введением на 150 г. глины 3 г. соды. Размер пор образцов рассчитывали по уравнению Уошбурна, пропитывая образцы изопропиловым спиртом:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{2r\sigma \cos\theta}{8\eta h}, \quad (1)$$

где h – высота поднятия жидкости;

t – время;

σ – поверхностное натяжение жидкости;

θ – краевой угол натекания, образуемой жидкостью со стенкой капилляра;

r – радиус капилляра;

η – вязкость жидкости.

Для образцов глины с мелкими порами ($\Gamma_{\text{мп}}$) размер пор составил $r_{\text{cp}} = 2 \cdot 10^4$ нм, а для образцов глины с крупными порами ($\Gamma_{\text{кп}}$) $r_{\text{cp}} = 3,5 \cdot 10^3$ нм. Размер пор ЦПО из чистого цемента (ЦПО-0) $r_{\text{cp}} = 0,14$ нм, для ЦПО с содержанием 90 % м.ч. речного песка (ЦПО-90) $r_{\text{cp}} = 1,4$ нм.

Пропитку глиняных и цементно-песчаных образцов мономером с инициатором, смесью мономера с растворителем и инициатором проводили при комнатной температуре в закрытых емкостях, контролируя вес образцов. Для этого образцы подвешивали на тонкой проволоке и опускали в жидкость на высоту 2 см. Затем пропитанные образцы заворачивали в фольгу и полиэтилен, чтобы избежать испарения из них как мономера, так и растворителей, и помещали в термощкаф для прохождения реакции полимеризации. Полимеризацию проводили при 45 °С в теченит 120 часов.

После проведения полимеризации твердые образцы высушивали при комнатной температуре до постоянной массы и затем рассчитывали конечный процент превращения мономера в полимер по формуле:

(2)

где $P_{з.с.}$ – масса запolyмеризованных сухих образцов, г; P_0 – масса сухих образцов, г; $P_{н.м.}$ – масса насыщенных мономером образцов, г.

Кроме того, для определения где и как расположен в образце образовавшийся полимер, глиняные и цементно-песчаные образцы распиливали на пластины высотой 2 см, после этого помещали полученные пластины в дистиллированную воду на 1/3 их высоты до полного насыщения и рассчитывали влагоёмкость пластины по формуле:

$$W = \frac{A - B}{B} \cdot 100 \%,$$

(3)

где A – вес пластины после насыщения водой, г,

B – вес пластины до насыщения водой, г.

С помощью рефрактометра ИРФ-22 определяли показатель преломления оставшихся после проведения пропитки растворов мономера в различных растворителях. По калибровочным кривым определяли, в каком соотношении компоненты из смеси мономера-растворитель впитались в глиняные и цементно-песчаные образцы. Изучены сорбции образцов в растворах с разным соотношением мономера-растворитель.

Вязкость смесей БМА со спиртами растёт, а с о-ксилолом снижается с увеличением в них доли растворителя. На скорость поднятия этих смесей в образцы глины и ЦПО содержание растворителей практически мало влияет: их скорости близки. Так, например, для БМА скорость его поднятия в образец глины с мелкими порами равна 0,13 см/мин, для ИПС – 0,96, а для их смесей 0,14; 0,13 и 0,12 см/мин при содержании ИПС – 0,3; 0,5 и 0,7 объёмных частей. И лишь для образцов ЦПО-90 с большим размером пор с увеличением содержания растворителя в смеси с БМА, как спиртов, так и о-ксилола, наблюдается увеличение скорости поднятия этих смесей в образец. Эта зависимость имеет максимум при содержании ИПС – 0,7 об.ч; бутилового спирта – 0,3 об.ч.; а о-ксилола – 0,5 об.ч.

При полимеризации мономера в присутствии растворителя важно знать, какой из этих двух компонентов смеси и в каком количестве проникает и сорбируется в порах твердого образца. В таблице № 1 представлены соотношения компонентов смеси БМА-растворитель до и после их сорбции в глиняные и цементные образцы.

Анализ данных таблицы показывает, что растворно-мономерная смесь, которая сорбируется в порах исследуемых образцов, обогащена по сравнению с исходным пропитывающим раствором изопропиловым спиртом и тем сильнее, чем больше растворителя содержится в смеси. В случае, когда в смеси с БМА вторым компонентом является бутиловый спирт, смесь, сорбируемая в порах образцов, наоборот, обогащена мономером при малом содержании в исходной смеси растворителя и аддитивна при содержании бутанола более половины. Причем такой характер зависимости свойствен для всех образцов, независимо от их размера пор и состава образца. Если растворителем является о-ксилол, то при малом его содержании в исходной смеси наблюдается обогащение сорбируемой растворно-мономерной смеси мономером. Это происходит на всех образцах. При содержании о-ксилола в исходной смеси от 3 об.ч. и более на образцах с мелкими порами сорбируется смесь, обогащенная растворителем, а на образцах с крупными порами – БМА.

Таблица 1 – Сорбция растворов БМА в различных растворителях твердыми образцами из глины, цемента и ЦПО

Соотношение мономер:растворитель, об.ч.				
В растворе до сорбции	В образцах			
	$\Gamma_{мп}$	$\Gamma_{кп}$	ЦПО-0	ЦПО-90
БМА : ИПС				
0,9:0,1	0,9:0,1	0,9:0,1	0,93:0,07	0,9:0,1
0,7:0,3	0,68:0,32	0,7:0,3	0,68:0,32	0,65:0,35
0,5:0,5	0,48:0,52	0,48:0,52	0,48:0,52	0,42:0,58
0,3:0,7	0,25:0,75	0,22:0,78	0,3:0,7	0,31:0,69
0,1:0,9	0,03:0,97	0,03:0,97	0,08:0,92	0,02:0,98
БМА : бутанол				
0,9:0,1	0,95:0,05	0,9:0,1	0,95:0,05	0,95:0,05
0,7:0,3	0,8:0,2	0,8:0,2	0,8:0,2	0,8:0,2
0,5:0,5	0,5:0,5	0,5:0,5	0,58:0,42	0,54:0,46
0,3:0,7	0,3:0,7	0,4:0,6	0,3:0,7	0,78:0,22
0,1:0,9	0,1:0,9	0,1:0,9	0,1:0,9	0,1:0,9
БМА : о-ксилол				
0,9:0,1	0,94:0,06	0,9:0,1	0,9:0,1	0,92:0,08
0,7:0,3	0,65:0,36	0,66:0,34	0,68:0,32	0,68:0,32
0,5:0,5	0,46:0,54	0,49:0,51	0,47:0,53	0,5:0,5
0,3:0,7	0,28:0,72	0,3:0,7	0,21:0,79	0,33:0,67
0,1:0,9	0,01:0,99	0,11:0,89	0,03:0,97	0,13:0,87

На преимущественную сорбцию того или иного жидкого компонента из их смеси в порах твердого тела будет влиять, очевидно, вязкость этого компонента и его полярность (μ – дипольный момент). Для изучаемых жидкостей эти параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Вязкость (η) и дипольный момент (μ) мономера и растворителей [1, с. 748]

Название вещества	η , мПа*с	μ , Д [1, с. 748]
БМА	0,96	0,74-0,77*
ИПС	1,97	1,58
бутанол	2,61	1,66
о-ксилол	0,86	0,55

Несмотря на различие вязкостей БМА и ИПС, последний является более полярным веществом, поэтому он лучше сорбируется на поверхности пор образцов. Бутиловый спирт хуже, чем БМА, сорбируется в образцах, вероятнее всего, из-за более высокой вязкости. В случае, когда и вязкость, и дипольные моменты отличаются незначительно, например, у БМА и о-ксилола, то состав сорбированной смеси обогащен менее вязким растворителем – о-ксилолом, а для образцом с крупными порами (ЦПО-90) – близок к исходному.

В таблице 3 приведены значения конечной глубины превращения мономера в полимер, полученного полимеризацией в порах ЦПО и глиняных образцов как без, так и в присутствии растворителей и разного состава инициатора.

Таблица 3 – Влияние растворителей на конечную глубину конверсии БМА в пБМА

Растворитель	ЦПО-90		ЦПО-0		Гкп		Гмп	
	Содержание инициатора, %							
	1	2	1	2	1	2	1	2
-	11,1	19	7,5	16,9	6,9	67	5,8	43,3
ИПС	9,7	12,8	6,6	10,8	5,6	6,5	4,1	5,4
Бутанол	6,4	9,5	5,4	8,9	3,7	4,2	2,2	3,3
О-ксилол	5,5	7,6	3,4	5,6	2,5	3,3	1,7	2,4

Содержание растворителей – 0,5 об.ч. на единицу объема рас-

* для БМА приведен среднеквадратичный дипольный момент макромолекул пБМА (μ^2/pm)^{1/2}

творно-мономерной смеси. Инициатор – меладокс.

Из таблицы видно, что больше всего полимера в отсутствие в реакционной смеси растворителя образуется в глиняных образцах. Причем увеличение концентрации инициатора в 2 раза увеличивает конечное значение глубины конверсии в глиняных образцах на порядок, в то время как в ЦПО лишь ~ 1,5–2 раза. Наличие в системе растворителей снижает значение конечной глубины превращения БМА в полимер. Это особенно заметно на глиняных образцах. Меньше всего образуется полимера в образцах любого состава в присутствии оксилола, а больше всего – в присутствии изопропилового спирта, который является плохим растворителем для ПБМА.

Была изучена равномерность распределения ПБМА в ЦПО в зависимости от содержания в реакционной смеси БМА и растворителей. Присутствие полимера в образцах снижает их влагоемкость, что свидетельствует о частичном закрытии полимером их пор. Близкое значение влагоемкости образцов, укрепленных в процессе полимеризации, и неукрепленного образца свидетельствует о том, что полимер образовался, по всей вероятности, только в поверхностных порах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горжевский И. П., Назаренко Ю. П., Некряч Е. Ф. Краткий справочник по химии. Киев: Наукова думка. 1973. 748 с.
2. Емельянов Д. Н., Волкова Н. В. Критерии и методы применения синтетических полимеров для реставрации и консервации произведений искусств. Деп. №-665 ХП281. 20 с.
3. Лешинский М. Ю. Испытание бетона. М.: Стройиздат. 1980. 255 с.
4. Лыков А. В. Явление переноса в капиллярно-пористых телах. М.: Гос. издат. технико-теоретической литературы. 1954. 269 с.

FEATURES IMPREGNATION OF POROUS SAMPLES OF THE MIXTURE OF MONOMER-SOLVENT

Keywords: *polymerization, impregnation, conversion, moisture content, capillary-porous sample.*

Annotation. *The analysis impregnation of porous clay and cement-sand samples butylmethacrylate and butylmethacrylate mixture of different solvents is lead. The features of the distribution of the polymer in the pores of the samples after polymerization solutions are certain.*

РУКАВИШНИКОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА – преподаватель кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (Valulya-M@rambler.ru).

RUKAVIHSNIKOVA VALENTINA NIKOLAEVNA the teacher of the chair of the bases of agriculture, chemistry and ecology, Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (Valulya-M@rambler.ru).

МОЛОТКОВАЯ ДРОБИЛКА ДЛЯ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ И КРЕСТЬЯНСКИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Ключевые слова: *измельчение, корма, молотковая дробилка, сельское хозяйство, решето.*

Аннотация: *В статье предлагается конструкция дробилки для измельчения зерна, модернизированы рабочие органы. Описан процесс работы и устройство малогабаритной техники.*

В настоящее время в сельском хозяйстве России наряду с крупными коллективными предприятиями имеются и небольшие коллективные и фермерские хозяйства. Немалый вклад в производство сельскохозяйственной продукции вносят и личные подсобные хозяйства, причём в последние годы в связи с падением объёма производства на крупных предприятиях сложилась тенденция к увеличению его в более мелких фермерских и личных подсобных хозяйствах. В связи с этим сельское хозяйство для обеспечения потребностей всех товаропроизводителей нуждается в ряде машин разной производительности.

Обеспечение населения продукцией животноводства является главной задачей агропромышленного комплекса и в основном зависит от эффективности работы животноводческих ферм [2, с. 10].

Наибольшую часть в структуре себестоимости производства мяса, молока и других продуктов животноводства составляют корма. От качества подготовки их к скармливанию во многом зависят показатели работы животноводческих ферм и комплексов. В технологии приготовления кормов самым распространенным и важным процессом является измельчение, обусловленное требованиями физиологии животных. В результате измельчения образуется множество частиц с высококоразвитой поверхностью, что способствует ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ. За счет измельчения зерна продуктивность животных повышается на 10–15 %. В инженерном отношении измельчение кормов является наиболее энергоёмкой и дорогой операцией.

Основным оборудованием для измельчения в сельскохозяйственном производстве являются молотковые дробилки. На сегодняшний день известно большое количество молотковых дробилок различных конструкций, используемых не только в сельском хозяйстве, но и в различных отраслях промышленности.

Однако раньше существовали только крупные организации – колхозы и совхозы, для которых разрабатывались только крупногабаритные поточные агрегаты для подготовки и переработки продукции сельскохозяйственных организаций.

Поэтому разработка и развитие малогабаритной техники является актуальной задачей, стоящей перед научными и производственными организациями. Невысокое качество получаемого продукта, дороговизна сепарирующей поверхности и повышенный износ решета также является важным этапом для внедрения разрабатываемых агрегатов в производство и развитие хозяйств [1, с. 98].

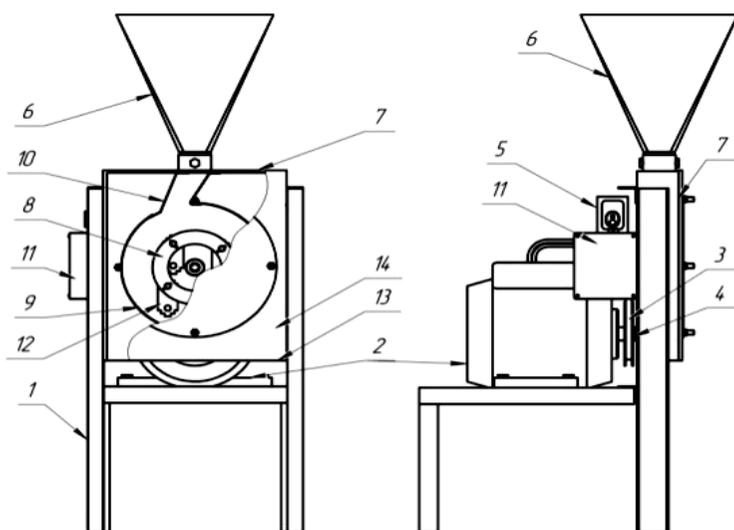


Рисунок 1 – Схема дробилки

1 – несущая рама; 2 – электродвигатель; 3 – ременная передача; 4 – приводной шкив; 5 – блок управления; 6 – бункер загрузки; 7 – корпус дробилки; 8 – молотковый ротор; 9 – сепарирующее решето; 10 – отбойная пластина; 11 – технический короб; 12 – молотки; 13 – выгрузное окно; 14 – крышка корпуса.

В настоящее время существует ряд машин, нацеленных на решение проблемы качественного дробления зерновых, однако они имеют ряд недостатков, основными из них являются [3, с. 38]:

- 1) крупные габариты промышленных агрегатов;
- 2) нестабильная фракция получаемого материала;
- 3) дороговизна и повышенный износ сепарирующей поверхности (решета);

4) сложность конструкции и неудобство при эксплуатации. В связи с этим нами предлагается разработанная конструкция молотковой дробилки закрытого типа (рисунок 1), представляющего собой несущую раму, на которой установлен электродвигатель с ременной передачей, корпус дробилки, на которой установлен бункер загрузки, молотковый ротор, сепарирующее решето с ударной пластиной и блок управления.

Рабочий процесс заключается в следующем (рисунок 2): обрабатываемый материал загружается в загрузочный бункер. Под собственным весом они скатываются по наклонной перегородке и через загрузочное окно попадают в камеру дробления, образуемую фракционным решетом, установленным в корпусе дробилки, где с помощью молоточков, установленных на молотковом роторе, вращающемся от приводного шкива, а также отбойные пластины, происходит постепенное дробление материала до требуемой фракции, определенной размерами ячеек сепарирующего решета. После разрушения до требуемого размера, под действием инерционных сил, обрабатываемый материал сквозь решета и выходит через выгрузное окно.



Рисунок 2 – Рабочая установка

Мы убираем деки из дробилки и ставим отбойную пластину, так как дека со временем истирается, и на ее изготовление тратится больше времени и средств, чем на отбойную пластину (рисунок – 3). Таким образом, мы получим более эффективное воздействие на измельчаемый материал; использование ударной пластины экономически выгоднее чем использование деки.



Рисунок 3 – Сепарирующее устройство

Таким образом, после проведения опытов планируется совершенствовать отбойную пластину, подбирать материал и изменять угол расположения пластины. Совершенствования рабочих органов дробилки обеспечат высокое качество приготовления корма разных фракций, снижения металлоемкости, усовершенствованная сепарирующая поверхность дает повышение эффективности воздействия на измельчаемый материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микрюков К. Ю. Совершенствование процесса и устройств измельчения зерна путем оптимизации воздушно-дисперсных потоков: Диссертация кандидата технических наук. Киров. 2003. 160 с.
2. Оптимизация конструктивно-технических параметров дробилки с обводным каналом / Алёшкин А. В., Турубанов Н. В., Медведев О. Ю. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Киров. 2005. № 7. 250 с.
3. Палкин А. В. Повышение эффективности функционирования молотковой безрешетной дробилки кормов: Диссертация кандидата технических наук. Киров. 2000. 160 с.

THE HAMMER CRUSHER FOR PERSONALLY ANCILLARY AND COUNTRY FARMS

Keywords: feeding, crushing, the hammer crusher, agriculture, sieve.

Annotation. In this article the design of a crusher for crushing grain is offered, in which working bodies are modernized. Operation and an arrangement of small-sized techniques are described.

РЫНДИН АРКАДИЙ ЮРЬЕВИЧ – старший преподаватель кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (Rindin22@mail.ru).

RYNDIN ARKADIY JURIEVICH – the senior teacher of the chair of bases of agriculture, chemistry and ecology, Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (Rindin22@mail.ru).

ЗООГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СКОТА

Ключевые слова: животноводческие помещения, зоогигиенические показатели, молочные коровы, молочная ферма, санитарно-гигиенические условия.

Аннотация. Показано размещение фермы и ее построек, зоогигиеническая оценка основного помещения и оптимизация микроклимата.

Производственная деятельность человека протекает при взаимодействии производственной среды и его организма. Люди изменяют, приспособливают производственную среду к своим возможностям. Производственная среда ответно оказывает на работающих то или иное воздействие в зависимости от гигиенических условий труда (параметры воздуха, его состав, загрязнение пылью, углекислотой, аммиаком, водяными порами и микробными телами), особенностей технологического процесса, характера трудового процесса (рабочей позы, степени эмоционального и нервно-мышечного напряжения и так далее) и других факторов производственной обстановки [3, с. 8].

Гигиена изучает влияние внешних условий жизни, то есть климата, почвы, состава растительности, кормов, воды, содержания, кормления. Проведение организованных мероприятий, обеспечивающих создание оптимальных условий ухода и содержание, соответствующих зоогигиеническим нормам [2, с. 4–5].

В задачу зоогигиены входят определение норм, ухода, правил содержания, гигиенического кормления, выращивания молодняка. Разработка рациональных условий содержания животных, выбора территории под фермы, расположению и качеству построек, оптимальным нормам площади [1, с. 14].

Исследуемый объект – молочная ферма на 200 голов дойного стада, находящаяся в СЗАО «Березниковское» Дальне-Константиновского района Нижегородской области. Специализация отрасли – молочное скотоводство.

Создание благоприятных санитарно-гигиенических условий труда и повышение культуры производства в значительной мере зависят от правильного выбора строительной площадки и размещения на ней животноводческих ферм и комплексов, производственных помещений и зданий ветеринарно-санитарного назначения.

Животноводческая ферма не построена на заболоченной земле, а построена на участке с высоким стоянием грунтовых вод. Место не является бывшим скотомогильником, навозохранилищем и другое.

Строительная площадь имеет относительно ровную поверхность и имеет уклон для стока вод не более 3 град. Ферма находится вблизи естественных источников воды, сетей энергоснабжения, не примыкает к границам заболоченных участков. Располагается с подветренной стороны, ниже населенного пункта по рельефу местности и не ближе к нему, чем на величину санитарно-защитной зоне.

Данная животноводческая ферма расположена от соседних ферм в 14 м., от 1 км от населенного пункта, а ветеринарные объекты, склады кормов, кормоцехи и други, производственные и животноводческие здания расположены в радиусе 500 м (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение фактических промеров расстояний по всем показателям с зоогигиеническими нормативами

№ п. п.	Название промера	Фактические промеры, м	Зоогигиенические нормативы
1	Расстояние фермы от других ферм	14	30
2	Расстояние фермы от населенного пункта	1000	900–1500
3	Расстояние фермы от хозяйственных построек	500	От 25 до 2000
4	Расстояние фермы от ветеринарного пункта	250	300
5	Расстояние фермы от скотопроегонного тракта	15	20
6	Расстояние фермы от проезжающих дорог	250	300
7	Расстояние фермы от пастбищ	300–500	1000

8	Санитарные разрывы между постройками для животных	80	150
9	Размер выгульных площадок из размера на голову	14,08 м ²	7–8

Из вышепредставленной таблицы 1 видно, что расположение животноводческой фермы в зависимости от других построек находится ближе к нормам.

Разводимый скот на данной ферме является чистопородным черно-пестрой породы. На молочной ферме скот содержится при привязном содержании. Скот размещают в стойлах на привязи. Ряды стойл вдоль коровника разделяются на кормовые и навозные проходы. Стойловое оборудование размещено так, чтобы коровы располагались с двух сторон кормового прохода головами друг к другу. В двухрядном коровнике навозные проходы располагаются у стен.

Стойловое оборудование включает кормушку, металлическую раму для фиксации привязи, собственно привязь, стойло с деревянным полом, канал навозного транспортера. На стойловой раме установлена индивидуальная автопоилка. Длина фермы составляет 72 м, ширина 18 м, высота в коньке 7,0 м.

Естественным основанием здания служит грунт, который является достаточно прочным, дает малую и равномерную осадку. Фундамент – часть здания, находящаяся на земле. Он предназначен для восприятия нагрузок от стен и других частей здания и передачи на основание (грунт). Глубина закладки фундамента в грунт (сухой) 50 см. Фундамент установлен из бетона, так как он должен быть прочным. Изоляцию делают из слоя жирного цементного раствора состава 1:2 (одна часть цемента и две части песка) толщиной 2 см с укладкой поверху двух слоев толя на битуме. Стены состоят из нижней, обычно утолщенной части, которая называется цоколем, собственно стены и верхней выступающей наружу части – карниза. Стены сделаны из кирпича на цементном растворе сплошной кладкой. Столбы из сборного железобетона. Толщина стен равна 50 см, то есть 1,5–2 кирпича. Стены прочные, устойчивые, малотеплопроводные, огнестойкие, просты в устройстве. Внутренние капитальные стены и перегородки в зависимости от назначения имеют меньшую ширину по сравнению с внешними стенами. Вокруг стен по наружному периметру устроена бетонная от-

мостка шириной 70–100 см для отвода воды. Перекрытие является верхней ограждающей конструкцией. Оно, как и стены, обеспечивает поддержание внутри помещения необходимого теплового и влажностного режим. Перекрытие устроено из деревянных потолков. Кровля служит для защиты здания от атмосферных осадков. Основное требование к кровле – непроницаемость для осадков, огнестойкость, прочность, долговечность, легкость. В данной животноводческой постройке применяют кровлю из рубероидовых листов. Полы деревянные из досок толщиной 4–5 см на стойле, между стойлами пола бетонные. Бетонные полы более прочные и долговечны. Ворота (двое) находятся с одной стороны фермы. Ширина ворот 2,5–3 м с высотой 200 см. Ворота сделаны утепленные с одинарной обшивкой.

Совокупность физических свойств, химического состава воздушной среды помещений, микроорганизмов и частиц пыли определяют микроклимат. На формирование микроклимата в животноводческих цехах оказывают влияние выделяемые животными тепло, влага, углекислый газ, продукты, образующиеся в процессе обмена веществ. Кроме того, образуются и поступают в воздух продукты разложения мочи, навоза: аммиак, сероводород, метан и другие ядовитые газы. Оказывают влияние и климатические условия, которые присущи данной местности, а также качество построек, технология производства на ферме, уровень воздухообмена, плотность размещения животных и другие факторы. Влияние микроклимата на организм складывается из совокупного действия его составных частей. Одни из них оказывают непосредственное действие на тепловой баланс и обмен веществ, другие ослабляют защитные механизмы, повышая предрасположенность организма животного к заболеваниям.

Микроклимат в производственных условиях контролируется следующими параметрами: температурой воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, барометрическим давлением.

Одним из важнейших элементов, благоприятных для условий труда, является рациональное освещение помещений и рабочих мест.

Правильно спроектированное и выполненное освещение производственного помещения улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, а также повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

Экспериментально доказано, что рост животных, выращиваемых в темноте, отстает от роста животных, содержащихся в условиях

нормального освещения. Свет является активным регулятором основных биологических процессов. Он постоянно влияет на такие жизненно важные функции, как обмен веществ, рост и развитие организма, на половую активность.

Естественное освещение – освещенность, создаваемая прямыми солнечными лучами или рассеянным светом небосвода.

Естественное освещение может быть боковым (сквозь световые проемы в наружных стенах), верхним (сквозь световые фонари и застекленные проемы в перекрытиях) и комбинированными (верхнее освещение в сочетании с боковым). Комбинированное освещение считается лучшим.

Искусственное освещение устраивают в производственных и бытовых помещениях, а также для освещения в ночное время определенных объектов

Искусственное освещение подразделяют на комбинированное, местное и общее. Одно только местное освещение в производственных помещениях не допускается.

В фермах СЗАО «Брезниковское» применяются для освещения помещений люминесцентные лампы. Коровники: зона доения 150 лк, зона кормления 75 лк. Помещения для первичной обработки молока (молочная) 200 лк. Телятники 75 лк. Естественное освещение – окна, которые находятся по высоте от пола 1 м.

Определение светового коэффициента

$$SK = S \text{ пола} : S \text{ окон}$$

$$SK = 38,42 : 8,42 = 4,5, \text{ то есть } 1:4,5.$$

Норма светового коэффициента в коровнике 1:10 – 1:15. Для увеличения светового коэффициента нужно увеличить площадь окон или сделать интенсивнее искусственное освещение.

Удельная мощность ламп

$$E = p \cdot m : S \text{ пола},$$

где m – мощность ламп;

p – количество ламп;

$$E = 12 \cdot 40 : 38,42 = 12,5 \text{ Вт/м}^2.$$

$$\text{В люксах } 6,5 \cdot 12,5 = 81,2,$$

где 6,5 – поправочный коэффициент

Вентиляция в животноводческих и производственных помещениях предназначена для: поддержания оптимального температурно-влажностного режима и химического состава воздуха в соответствии с установленными нормами; обеспечения необходимого воздухообмена на единицу веса животных и птицы в различные периоды года; предупреждения конденсации паров на внутренней поверхности; равномер-

ного распределения и циркуляции воздуха внутри помещения; создания нормальных условий для работы обслуживающего персонала.

В данном помещении существует приточно-вытяжная система вентиляции. Воздух попадает в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной, работающими одновременно. Вытяжные трубы с клапанами для регуляции воздухообмена и приточные устройства. Вытяжные трубы имеют дефлектор, который способствует усилению вытяжки воздуха и предохраняет трубу от атмосферных осадков. Приточные каналы устроены сквозными.

Объем вентиляции по углекислому газу:

1. Часовой объем вентиляции

$$L = A:C - C1;$$

$$L = 2770:1,5 - 0,3 = 23146.$$

2. Суммарное сечение вытяжных каналов

$$S1 = L \text{ угл. Газа}:U \cdot 3600;$$

$$\Delta t = 10^\circ - (-2,8^\circ) - (4,8):2 = 13,8;$$

$$U = 1,13;$$

$$S1 = 23146:1,13 \cdot 3600 = 23146:4068 = 6.$$

3. Суммарное сечение приточных каналов

$$S2 = 6 \cdot 0,75 = 4,5.$$

4. Количество каналов

$$\text{Приточных: } N2 = 4,5:0,17 \cdot 335 = 76;$$

$$\text{Вытяжных: } N2 = 6:1 = 6.$$

5. Количество вентиляторов

$$X = L \text{ угл. газа}:3000;$$

$$X = 23146:3000 = 8.$$

6. Производительность вентилятора

$$L1 = S \cdot U \cdot 3600 = 24408 \text{ м}^3/\text{час};$$

$$L = 24408 \cdot 8 = 195268 \text{ м}^3/\text{час}.$$

7. Кратность воздухообмена

$$R = L \text{ угл. Газа}:U;$$

$$R = 23146:4536 = 5.$$

8. Часовой объем вентиляции на 1 голову

$$L \text{ угл. Газа}:200 = 23146:200 = 116 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Объем вентиляции в данном помещении находится в соответствии с нормами.

Для отвода из животноводческих помещений жидкостей (мочи, навозной жижи, промывных вод) устраивают канализацию из открытого желоба и навозного транспортера ТСН-2Б. Навоз по наклон-

ному транспортеру удаляется в тракторную тележку и вывозится на поля для дополнительного удобрения. Ширина навозного желоба 35 см, глубина 25 см, длина по всему помещению. Навоз удаляется из фермы 4 раза в день по мере накопления. Количество мочи, получаемое от 1 головы в сутки: коровы – 20–25 л, молодняк – 4–7 л, быки-производители – 10 л.

В качестве подстилки применяют сухие опилки. Они обладают влагоемкостью, поглощают вредные газы из воздуха. Мокрые опилки этими свойствами не обладают, поэтому их убирают, когда чистят навоз из помещения, и посыпают чистые и сухие.

Таблица 2 – Форма сравнения полученного цифрового материала в обследуемом коровнике с зооигиеническими нормами

Название промера	В изучаемом помещении	Зооигиенические нормативы
Длина, ширина и высота помещения от пола до потолка и в коньке	72 м., 18 м., 3 м., 7,0 м	50–51, 240–280
Ширина стойла	120 см	120–140
Длина стойла	190 см	170–190
Площадь стойла	2,8 м ³	2,5–3
Общая площадь на 1 голову	7,56 м ³	6,4–7,5
Объем на 1 голову	22,6 м ³	18–22
Отношение площади остекления к площади пола	12,5	11,5–13,5
Количество ватт на 1 м ² поверхности пола	81,2	80–90
Относительная влажность воздуха	80 %	85
Ширина кормушки по низу и верху	50 и 80	30–40 и 60–80
Ширина прохода: кормового навозного общего	224 см 246 см 172 см	120 120–165 160–170
Суммарная площадь всех вытяжных каналов и число их	6 шт	100*100
Суммарное сечение вытяжных каналов	6	5–7
Размер дверей	2, 2 м *2,76м	2*3

Таким образом, при содержании животных в помещениях, не соответствующих зоогигиеническим нормативам, снижаются их продуктивность и резистентность, возможны массовые заболевания, повышается расход кормов и др. Вот почему проектирование, строительство и эксплуатация животноводческих помещений должны базироваться не только на технических, но и, прежде всего, на биологических и зоогигиенических требованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев В. П., Свердлов М. С. Охрана труда в животноводстве. М.: Колос. 1981. 14–18 с.
2. Зоогигиена и ветеринарная санитария в промышленном животноводстве. Под. Общей ред. Г. К. Волкова. М.: Колос. 1988. 4–5 с.
3. Луцевич П. А., Монгалев Г. Ф. Справочник животновода. Минск. 1965. 8–10 с.

THE ZOO HYGIENIC ASSESSMENT CONTENTS OF CATTLE

Keywords: *cattle-breeding facilities, zoo hygienic parameters, dairy cows.*

Annotation. *Accommodation of a farm and its constructions, a zoo hygienic assessment of the basic facility and optimization of a microclimate is shown.*

СИЗОВА ЮЛИЯ ВАЛЕРЬЕВНА – кандидат биологических наук, доцент кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (sizova_yuliya@bk.ru).

SIZOVA JULIA VALERIEVNA – the candidate of biological sciences, the do-cent of the chair of agriculture, chemistry and ecology, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (sizova_yuliya@bk.ru).

УДК 631.1.017

С. А. СУСЛОВ

**ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ
ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
В АГРОРАЙОНАХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

***Ключевые слова:** группировка, Нижегородская область, оптимизация, посевная площадь, сельское хозяйство, урожайность, экономико-математическая модель.*

***Аннотация.** Проведена группировка сельскохозяйственных организаций по посевной площади зерновых культур. Выявлены наиболее экономически эффективные организации по агроклиматическим районам в зависимости от размера посевных площадей. На основе линейной оптимизации определен эффект от лучшего сочетания организаций по размерам землепользования.*

Одним из актуальных вопросов сельского хозяйства является установление в организациях оптимальных размеров землепользования, которые влияют на размер всего сельскохозяйственного производства, а именно: объем капитальных вложений, денежно-материальные затраты, транспортные расходы, концентрация и специализация, эффективность управления и т. д.

Земля – это единственный не заменимый фактор сельскохозяйственного производства, обладающий неподвижностью, а следовательно, наибольшей устойчивостью. К тому же процессы концентрации и интенсификации производства отражаются прежде всего на земле путем повышения ее плодородия.

Установление оптимальных размеров посевных площадей вносит устойчивость в землепользование организаций, так как неизменность ее границ является первой и главной предпосылкой рациональной организации производства, а именно ведения и освоения правильных севооборотов, систем земледелия и животноводства [1, с. 17].

На размеры организаций и их производственных подразделений оказывают влияние многие факторы – природные, экономические, технические, организационные и другие. Каждый из них действует не раз-

розненно, а в сочетании друг с другом и нередко в противоположном направлении: одни влияют в направлении укрупнения размеров землепользования, другие, напротив, – в сторону уменьшения этих размеров. Это усложняет определение роли факторов в нахождении оптимальных размеров [2, с. 28].

Таблица 1 – Климатическая характеристика агрономических районов Нижегородской области

Агрономический район	Сумма положительных температур, °С	Продолжительность безморозного периода, дней
Северо-Восточный (I)	1800–1900	120–125
Центральный левобережный (II)	1900–2000	130–135
Приречный почвозащитный (III)	2000–2100	130–135
Пригородный (IV)	2100–2150	130–135
Центральный правобережный (V)	2150–2200	135–140
Юго-Западный (VI)	2200–2250	135–140
Юго-Восточный (VII)	2250–2300	135–140

Вследствие этого была проведена группировка сельскохозяйственных организаций внутри каждого агрорайона. Группировочным признаком выступила посевная площадь зерновых культур, занимающих доминирующее место в структуре посевов (табл. 2). Размер групп в каждом агрорайоне определялся по методу равных интервалов.

Для определения эффекта от оптимизации размеров посевных площадей по агрорайонам была составлена экономико-математическая модель. Цель задачи – определить структуру организаций с оптимальными размерами посевных площадей по агрорайонам, обеспечивающую максимум прибыли от продажи продукции.

$$Z = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} R_{jk} X_{jk} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где j – индекс переменной; J – множество переменных по размерам организаций; K – множество агрорайонов; R_{jk} – прибыль (убыток) от реализации сельскохозяйственной продукции j -го размера организаций k -го агрорайона; X_{jk} – количество организаций j -го размера в k -ом агрорайоне.

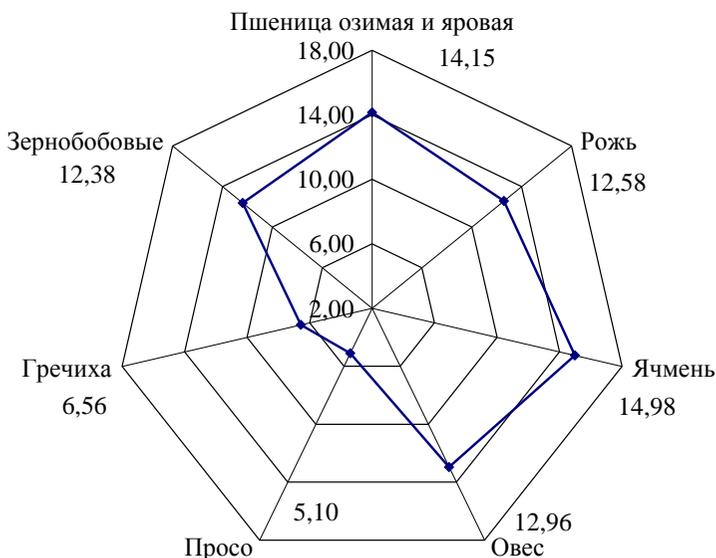


Рисунок 1 – Средняя урожайность зерновых культур за 1995–2000 год, ц с га

Проведение исследования в целом по области, без разбивки организаций по агрорайонам, и установление единых границ в группировках не позволило бы выявить, где в регионе сконцентрированы крупные, средние и мелкие организации и в каких природно-климатических условиях эффективность каждой выше. Вследствие этого при проведении экономических исследований по оптимальным размерам землепользования нужно учитывать весь комплекс факторов, влияющих на функционирование организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутко И. В., Ефимов И. А. Концентрация производства и оптимальные размеры сельскохозяйственных предприятий // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 1 (34). С. 15–20.
2. Социально-экономические проблемы устойчивого развития сельских территорий: монография / Под ред. проф. А. Е. Шамина. Княгинино: НГИЭИ. 2011. 256 с.
3. Сидорова Н. П., Фролова О. А. Экономико-математическая модель оптимизации структуры организационно-правовых форм собственности Нижегородской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 9 (83). С. 109–112. URL: <http://elibrary.ru/download/31528756.pdf> (дата обращения 06.03.2013).

**THE OPTIMUM SIZES OF AREAS UNDER CROPS
OF GRAIN CROPS IN AGROAREAS
OF THE NIZHNIY NOVGOROD REGION**

***Keywords:** group, Nizhny Novgorod Region, optimization, cultivated area, agriculture, productivity, economic-mathematical model.*

***Annotation.** The group of the agricultural organizations on a cultivated area of grain crops is carried out. The effective organizations on agroclimatic areas depending on the size of cultivated areas are revealed most economically. On the basis of linear optimization the effect from the best combination of the organizations is determined by the amount of land use.*

СУСЛОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и статистики, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (nccmail4@mail.ru), тел. 89512458566.

SUSLOV SERGEI ALEKSANDROVICH – candidate of economics sciences, the senior lecturer of chair of economy and statistics, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (nccmail4@mail.ru), тел. 89512458566.
