

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ISSN 2227–9407

*Нижегородский государственный
инженерно-экономический институт*

ВЕСТНИК НГИЭИ

Научный журнал
Издается с ноября 2010 года

№ 12 (19)
Декабрь
2012 г.

СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Серия основана в ноябре 2010
Выходит один раз в два месяца

Редакционный совет:

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. Марьянычев, 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.

Корректор:
Е. А. Толикина

Компьютерная верстка:
Н. С. Батова
А. И. Котин

СОДЕРЖАНИЕ

БАБАНОВ Н. Ю., БАТОВА Н. С. Удовлетворенность студентов образовательными услугами на примере инженерного факультета ГБОУ ВПО НГИЭИ	3
БОРИСОВА Е. Е. Экономическая и энергетическая эффективность производства зерна яровой пшеницы по различным предшественникам на светло-серых лесных почвах волго-вятского региона	13
ВИНОГРАДОВ А. В., ЧЕРНЫХ Н. Н. Исследование электропотребления поселений	24
ВУКОЛОВ В. Ю. О совершенствовании расчета нормативов технологических потерь электроэнергии	32
ГОЕВА В. В. Анализ колебательных процессов при резании металла с нагревом	42
ДЕНИСЮК Е. А., НОСОВА И. А. Оптимизация энергоемкости при регенерации отработанного рассола	47
КОРОЛЕВ Е. В., ЖАМАЛОВ Р. Р., КОТИН А. И. Аэродинамические трубы как инструмент исследования	54

<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>E-mail: provalenova@ngiei.ru ngieipc@gmail.com</p> <p>Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Нижегородской области. Регистрационное свидетельство ПИ № ТУ 52-0565 от 23.12.2011</p> <p>Подписано в печать: 28.12.2012 г. по графику 16:00 фактически 15:00</p> <p>Формат 60x90, 1/16</p> <p>Усл. печ. л. 7,39 Уч.-изд. л. 4,77 Тираж 1 000 Заказ 93</p> <p>Цена свободная.</p> <p>© Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2012</p>	<p>КУЧИН Н. Н., ЗАВИВАЕВ С. Н., МАНСУРОВ А. П., ШИШКИНА И. А. Качество брожения консервируемых кормов при использовании биопрепаратов на основе молочнокислых бактерий 63</p> <p>МАТВЕЕВ В. Ю. Повышение качества очистки молочных линий 78</p> <p>МИРОНОВ К. Е. Приготовление кормов и физико-механические свойства зерна 88</p> <p>СЕМЕНОВ Д. А. Определение частичных параметров корпусной изоляции трансформаторов по результатам измерений 92</p> <p>СМИРНОВ Р. А., КОТИН А. И. Измельчитель кормового картофеля для мелкого фермерства икк-200 99</p> <p>СУХАНОВА Т. В. САПР одежда – программа для моделирования одежды 106</p> <p>КАЗАКОВ С. С. Исследование износостойкости поршневых колец дизелей после лазерного термоупрочнения 111</p> <p>КУЦЕНКО Ю. Н., РЕЧИНА О. Н. Анализ методов и устройств для измерений функций газообмена биологических объектов 116</p>
--	--

Н. Ю. БАБАНОВ, Н. С. БАТОВА

**УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ УСЛУГАМИ
НА ПРИМЕРЕ ИНЖЕНЕРНОГО ФАКУЛЬТЕТА
ГБОУ ВПО НГИЭИ**

***Ключевые слова:** потребитель, анкетирование, студент, удовлетворенность, вуз, факультет.*

***Аннотация.** В статье рассмотрена степень удовлетворенности студентов инженерного факультета в ГБОУ ВПО НГИЭИ образовательными услугами.*

Успех в управлении учебной деятельностью, как отдельных кафедр, так и вузов в целом, определяется как наличием информации о состоянии современного рынка высшего образования, так и знанием особенностей контингента обучающихся в ВУЗе. От наличия такой информации зависит эффективность вузовской системы менеджмента качества, которая, в свою очередь, определяется регулярностью, точностью и валидностью измерений основных параметров качества научно-образовательных процессов. Это требует подбора надежных методов, в том числе статистических, для создания в вузе комплексной системы планирования и осуществления мониторинга, которая включала бы систематический сбор, анализ и оценку всех компонентов образовательной, научно-исследовательской, консультационной и других видов деятельности, которыми может заниматься вуз.

Удовлетворённость потребителей – понимать их потребности, стремиться удовлетворить их запросы сейчас и в будущем.

Потребителями вуза являются студенты, работодатели, государство. Для работодателя качество образования – это принятие на работу специалиста с высоким уровнем подготовки; для государства, качество образования – это повышение подготовки высококвалифицированных специалистов, способствующих социально – экономическому росту страны; для студента качество образования служит представление профессионального и личностного развития.

В марте 2011 года нами было проведено исследование «Уровень удовлетворенности студентов образовательными услугами на инженерном факультете ГБОУ ВПО НГИЭИ».

Цель исследования – выявить удовлетворенность студентов 3 курса инженерного факультета НГИЭИ качеством образовательных услуг.

Метод исследования – анкетирование, в котором участвовало 52 студента.

Анкеты содержали 2 блока вопросов. Первый блок вопросов содержал информацию о студентах, второй блок – «голоса» потребителей относительно требований к услуге.

Информация о студентах представлена на рисунках 1,2,3.

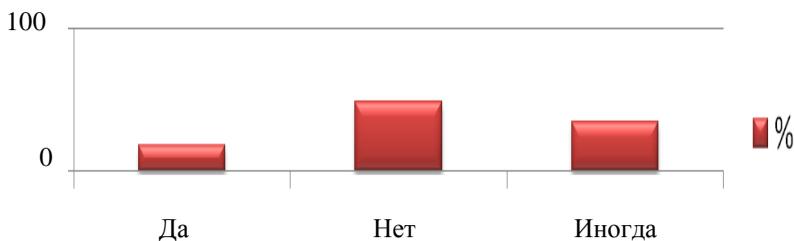


Рисунок 1 – Совмещение работы с учебой

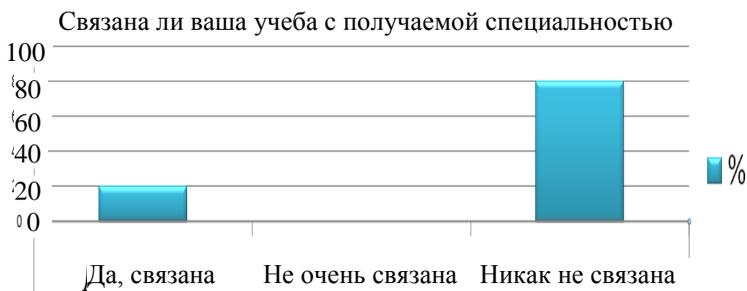


Рисунок 2 – Процент студентов, работающих по специальности

Удовлетворены ли вы в целом своей студенческой жизнью?

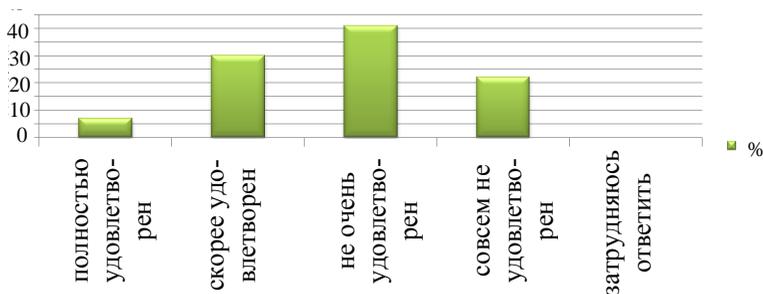


Рисунок 3 – Процент удовлетворенных и неудовлетворенных студентов студенческой жизнью



Рисунок 4 – Престижность обучения в ГБОУ ВПО НГИЭИ

Почему вы выбрали ГБОУ ВПО НГИЭИ?



Рисунок 5 – Процент студентов, выбравших НГИЭИ

Как вы считаете имеется ли в ГБОУ ВПО НГИЭИ:

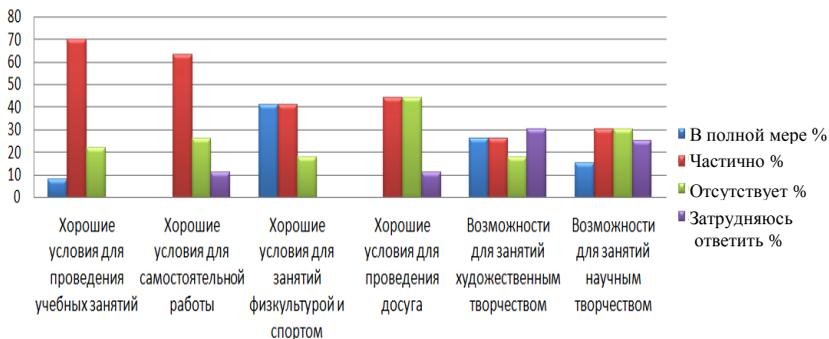


Рисунок 6 – Условия осуществления образовательной деятельности

Образовательный процесс в институте в первую очередь включает в себя работу преподавателей кафедр, поэтому одними из главных характеристик оценки качества образовательных услуг являются нижеперечисленные параметры (рисунок 7).

Анализ данных по взаимоотношениям между потребителями и сотрудниками института показал положительную динамику, 74 % студентов считают, что отношение между преподавателями и студентами в учебное время скорее доброжелательные, чем недоброжелательные, 52 % студентов считают, что отношения между преподавателями и студентами во внеучебное время доброжелательные.

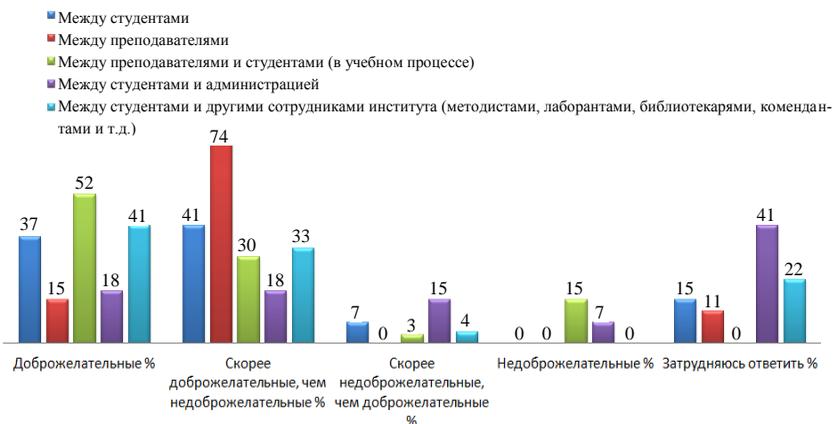


Рисунок 7 – Отношения между сотрудниками вуза и студентами

Положительные результаты были получены при оценке профессионального уровня преподавателей (рисунок 8). Высокий профессиональный уровень показывают преподаватели общегуманитарных и социально-экономических дисциплин – 63 %, естественнонаучных дисциплин – 67 %, дисциплин специальности и специализаций – 48 %. Средний профессиональный уровень показывают преподаватели общепрофессиональных дисциплин – 64 %.

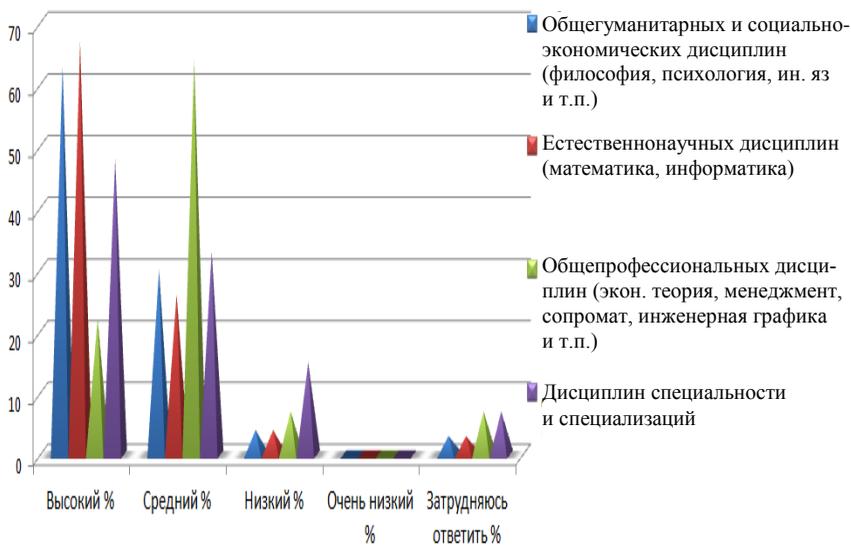


Рисунок 8 – Оценка профессионального уровня преподавателей

Потребителей института просили оценить по пятибалльной шкале удовлетворенность различными сторонами образовательного процесса (рисунок 9). Высокий процент показали лекторы всех циклов дисциплин, получив оценку «хорошо», 26 % студентов считают, что общепрофессиональные дисциплины заслуживают отметку «удовлетворительно», стоит задуматься над полученным результатом, так как и в предыдущем вопросе, преподаватели общепрофессиональных дисциплин получили невысокие показатели.



Рисунок 9 – Оценка профессионального уровня преподавателей на лекции

Так же студентов просили оценить удовлетворенность преподавания практических и семинарских занятий по циклам дисциплин (рисунок 10). Высокие оценки получили преподаватели естественнонаучных дисциплин, общегуманитарных и социально-экономических дисциплин.

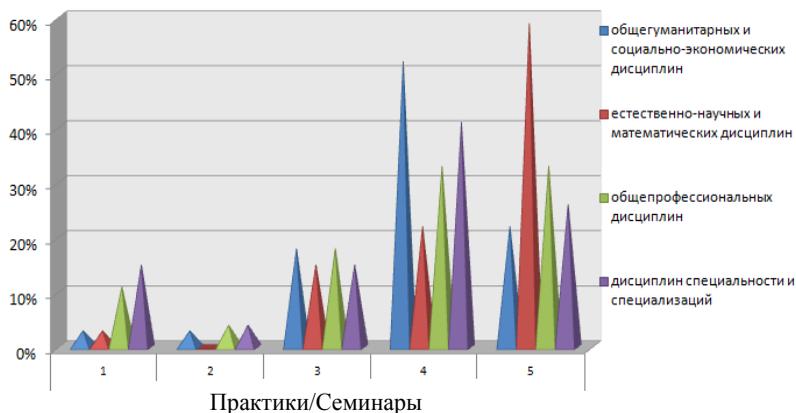


Рисунок 10 – Оценка профессионального уровня преподавателей на лабораторно-практических занятиях

Студенты отметили достаточное количество экземпляров учебной литературы и программ по циклам дисциплин, как показано на рисунке 11, но при этом индекс удовлетворенности составил 29,5 %,

что означает необходимость работы в данном направлении для изменения ситуации.

Обеспеченность программы и учебниками по:

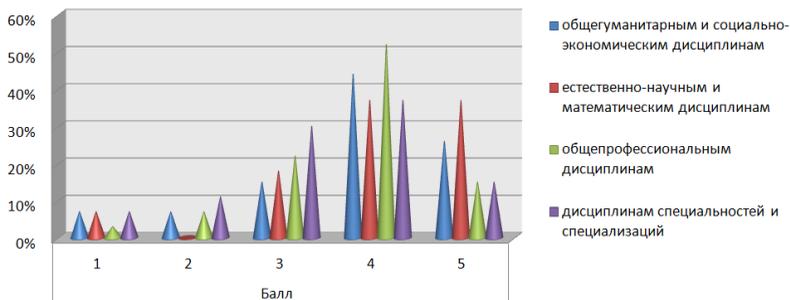


Рисунок 11– Оценка обеспеченности программы и учебниками

Почти все наименования материально-технической базы лишь частично удовлетворяют студентов ГБОУ ВПО НГИЭИ, очень много студентов указали на минимальное количество мест в читальном зале и что иногда его используют в качестве учебной аудитории (рисунок 12).

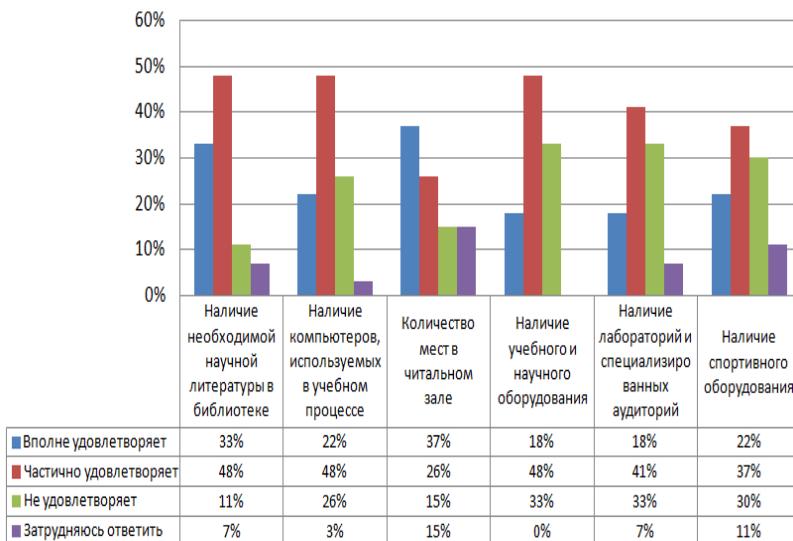


Рисунок 12 – Удовлетворенность материальной базой НГИЭИ

К сожалению, очень высок процент студентов, неудовлетворенных студенческой жизнью, а так же не радует мнение студентов о том, что в НГИЭИ не престижно обучаться (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Степень удовлетворенности студентов различными сторонами образовательного процесса

Не оставляют без внимания участие студентов во внутривузовских мероприятиях (рисунок 14).

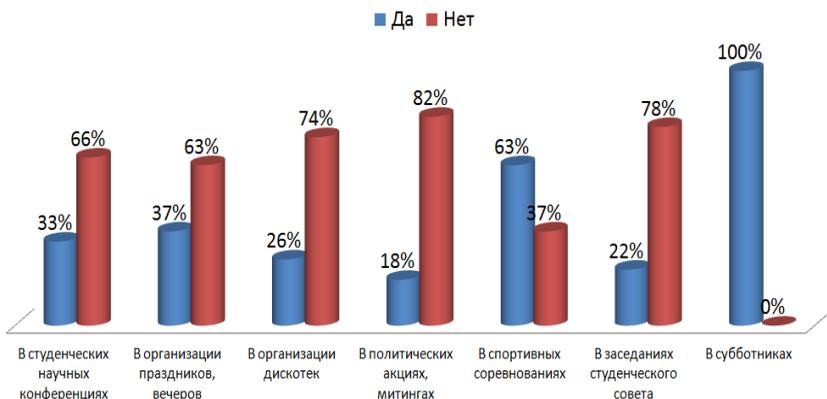


Рисунок 14 – Участие студентов во внутривузовских мероприятиях

Таким образом, по многим параметрам наблюдается положительная динамика, что говорит о существующей эффективной работе по оптимизации проблемных, с точки зрения студентов, направлений. В последующих опросах стоит сконцентрировать внимание на работе отдельных подразделений института, напрямую влияющих на образовательный процесс: деканаты, кафедры, преподавательский состав, обратить внимание на материально-техническое обеспечение аудиторий.

Также тестирование показало, что у нас имеются проблемы в организации образовательного процесса: перегруженность аудиторными часами, неграмотное составление расписания – 100 %. Так же при увеличении доли самостоятельной работы, по мнению студентов, должен быть улучшен доступ к сети интернет – 63 %.

Студенты неудовлетворены:

- преподаванием некоторых предметов – 30 %
- высокими ценами в студенческом буфете – 44 %
- послевузовским трудоустройством по специальности – 60 %

Когда возникают проблемы, студенты, в первую очередь, обращаются:

- к родителям и родственникам – 55 %
- к друзьям однокурсникам – 92 %
- к куратору группы – 0 %
- к преподавателям – 11 %

Какие дисциплины вы хотели бы изучать глубже?

метрология, стандартизация и сертификация, химия, физика, математика, иностранный язык, тракторы и автомобили, детали машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабанов Н. Ю., Батова Н. С. Влияние Болонской системы на управление качеством образования в ВУЗЕ/ Н. Ю. Бабанов, Н. С. Батова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, г. Ижевск, 27–29 апреля. 2011г. С. 345–349.

2. Бабанов Н. Ю., Батова Н. С. Вуз как организация, выпускающая конкурентоспособную «продукцию»/ Н. Ю. Бабанов, Н. С. Батова // Материалы международной научно-практической конференции г. Курск, 2011г. С. 21–27.

3. Бабанов Н. Ю., Батова Н. С. Особенности вуза как субъекта предпринимательской деятельности в условиях развивающихся рыночных отношений/ Н. Ю. Бабанов, Н. С. Батова // Материалы меж-

дународной заочной научной конференции, г. Москва, апрель 2011г. С. 76–80.

4. ГОСТ Р ИСО 9000–2008. Системы менеджмента качества. «Основные положения и словарь».

5. ГОСТ Р ИСО 9001–2008. Системы менеджмента качества. «Требования».

6. Носырева А. Н. Анкетирование студентов как один из инструментов повышения качества образовательного процесса / А. Н. Носырева // Научно – методический и информационный журнал «Стандарты и мониторинг в образовании». г. Москва, 2011 г. С 36.

SATISFACTION OF STUDENTS EDUCATIONAL SERVICES ON THE EXAMPLE OF ENGINEERING FACULTY OF GBOU VPO NGIEI

Keywords: necessity, poll, student, satisfaction, high professional institution, faculty.

The summary: In the article the level of students` satisfaction of engineering faculty by educational services is considered.

БАБАНОВ НИКОЛАЙ ЮРЬЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе НГТУ им. Алексева Р.Е., (babanov@nntu.nnov.ru).

БАТОВА НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА – преподаватель кафедры тракторы и автомобили, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (nata_aaa@mail.ru).

BABANOV NIKOLAY YUR`EVICH – the candidate of technical sciences, the docent, the prorektor of scientific work NGTU by Alekseev, (babanov@nntu.nnov.ru).

BATOVA NATALIYA SERGEEVNA – the teacher of the chair Tractors and cars, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (nata_aaa@mail.ru).

Е. Е. БОРИСОВА

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ
ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ НА СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ
ПОЧВАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА**

Ключевые слова: яровая пшеница, экономическая эффективность, предшественники, серая лесная почва, эффективность сельскохозяйственного производства.

Аннотация. При оценке эффективности производства зерна следует учитывать его особенности, оказывающие влияние на конечные результаты. Экономическая эффективность производства зерна характеризуется системой натуральных и стоимостных показателей. Исходными являются натуральные показатели: урожайность зерна яровой пшеницы.

Одной из крупнейших отраслей земледелия является производство зерна. Зерновое хозяйство составляет основу растениеводства и всего сельскохозяйственного производства. Зерно – это не только продукт питания для населения, но и незаменимый корм для скота и птицы. Объем производства сельскохозяйственной продукции, в том числе зерна, является одним из основных показателей, характеризующих деятельность сельскохозяйственных предприятий. От его величины зависят объем реализации продукции, уровень ее себестоимости, сумма прибыли, уровень рентабельности, финансовое положение предприятия, его платежеспособность и другие экономические показатели. Эффективность сельскохозяйственного производства – сложная экономическая категория. В ней отражается из важнейших сторон производства – результативность. При характеристике конечного результата следует различать экономическая эффективность. Эффективность сельскохозяйственного производства – результативность финансово-хозяйственной деятельности хозяйствующего субъекта в сельском хозяйстве, способность обеспечивать достижение высоких показателей

производительности, экономичности, доходности, качества продукции. Критерием данного вида эффективности является максимальное получение сельскохозяйственной продукции при наименьших затратах живого и овеществленного труда. Эффективность сельскохозяйственного производства измеряется с помощью системы показателей: производительность труда, фондоотдача, себестоимость, рентабельность, урожайность сельскохозяйственных культур и т.д. Эффективность можно определить как отношение между результатом и затратами на этот результат. Экономическая эффективность используется для оценки результативности всего общественного производства. С точки зрения всего народного хозяйства, эффективным будет считаться такое состояние, когда наиболее полно удовлетворены потребности всех членов общества при данных ограниченных ресурсах.

Полевые опыты проводили в 2006–2010 гг. на опытном поле кафедры земледелия Нижегородской Госсельхозакадемии. Наблюдения и учеты вели в севообороте:

1. Черный и горчичный сидеральный пар.
2. Озимая рожь и озимая пшеница.
3. Картофель.
4. Яровая пшеница с подсевом клевера.
5. Клевер (на зеленый корм, сидерат основной укос, сидерат отава).
6. Озимая рожь и озимая пшеница.
7. Яровая пшеница.

Повторность полевых опытов 4-х кратная, размещение полей систематическое. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1– Схема опыта № 1

Предшественник предшественника яровой пшеницы	Предшественник яровой пшеницы
1. Бессменно яровые зерновые, с 2006 г. яровая пшеница	Яровая пшеница
2. Картофель по озимой ржи по горчице на сидерат	Картофель
3. Картофель по озимой ржи по чистому пару	Картофель
4. Картофель по озимой пшенице по горчице на сидерат	Картофель

Продолжение таблицы 1

5. Картофель по озимой пшенице по чистому пару	Картофель
6. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	Озимая рожь
7. Озимая рожь по скошенному клеверу (контроль)	Озимая рожь
8. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	Озимая рожь
9. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	Озимая пшеница
10. Озимая пшеница по скошенному клеверу	Озимая пшеница
11. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	Озимая пшеница

Кроме того, яровую пшеницу возделывали при бессменных посевах яровых зерновых, с 2006 года повторные посевы яровой пшеницы. В качестве контрольного варианта предшественником яровой пшеницы была взята озимая рожь по клеверу на корм.

Севооборот был освоен в 1988 году на опытном поле кафедры земледелия НГСХА в учхозе «Новинки» по полностью развернутой схеме чередования культур во времени и по полям.

Агротехника культур использовалась та, которая принята в современных условиях в подавляющем большинстве хозяйств Нижегородской области, но в опытах использовали в звене севооборота в качестве удобрений только массу сидеральных культур, солову зерновых культур, ботву картофеля [1].

Общее количество органической массы, запаханной в почву при использовании всей массы клевера на зеленое удобрение, составило 33,1 т/га, горчицы – 13,9 т/га. Содержание в почве NO_3 , P_2O_5 , K_2O после клевера составило 6,2 мг/кг, 293,1 мг/кг, 119,2 мг/кг соответственно, после горчицы – 4,3 мг/кг, 282,9 мг/кг, 108,2 мг/кг.

В опыте возделывали районированные сорта культур: озимая пшеница – Московская 39, озимая рожь – Валдай, яровая пшеница – Московская 35, картофель – Аспия, клевер – Вадский местный.

Норма высева яровой пшеницы составила 7 млн. всхожих зерен на гектар.

Система зяблевой обработки после стерневых культур заключалась в лущении стерни на глубину 8–10 см. сразу после уборки культур и культурной зяблевой вспашки на глубину 18–20 см через 2-3 недели после лущения. Посев зерновых проводили сеялкой СЗУ–3,6. Уборку зерновых проводили прямым комбайнированием «Сампо-2,2».

Методика проведения исследований в опытах была общепринятой.

Учет урожая зерновых культур проводили на всех повторениях и вариантах опыта со всей площади учетной делянки прямым комбайнированием комбайном «Сампо-2,2» (захват жатки 2,2 м) в фазу полной спелости. При учете урожая зерна отбирали пробы на влажность и засоренность, и на основе их определения проводили перерасчет урожайности с 1 га на чистое зерно при 14 % влажности.

Для оценки эффективности возделывания яровой пшеницы по различным предшественникам определяли экономическую эффективность производства сельскохозяйственной продукции. Анализ экономических показателей проведенных исследований строился на основе технологических карт по возделыванию сельскохозяйственных культур. В расчетах цену реализации яровой пшеницы брали 7000 рублей за одну тонну зерна. Как видно из таблицы 2, при бессменном возделывании яровых зерновых получена самая высокая себестоимость зерна яровой пшеницы и самый низкий условный чистый доход на гектар её посева.

Лучшие экономические показатели были при возделывании яровой пшеницы после картофеля, который сам возделывали по озимой ржи высеваемой после сидерального горчичного пара. Так себестоимость зерна яровой пшеницы в этом случае (вариант 2) была в 2,4 раза ниже, чем в первом варианте и в 1,6 раза ниже, чем в 7 варианте (контроль). А условный чистый доход во втором варианте был на 14923 руб./га или в 5,8 раза выше, чем в первом варианте и на 9428 руб./га выше по сравнению с контролем (вариант 7).

Размещение яровой пшеницы после картофеля, который сам возделывали после горчичного сидерального пара, способствовало снижению себестоимости зерна яровой пшеницы на 158–252 руб. за тонну, по сравнению с яровой пшеницей, которая шла после картофеля, который размещали по озимым, идущим по чистому пару.

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в среднем за 2007–2009 гг

Предшественник	Приведенные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость зерна, руб./т	Стоимость зерна, руб./га	Условный чистый доход, руб./ га	Рентабельность, %
1. Бессменно яровые зерновые, с 2006 г. – яровая пшеница	6624	4765	9730	3106	47
2. Картофель по озимой ржи по горчице на сидерат	7101	1978	25130	18029	254
3. Картофель по озимой ржи по чистому пару	7003	2230	21980	14977	214
4. Картофель по озимой пшенице по горчице на сидерат	7092	1998	24850	17758	250
5. Картофель по озимой пшенице по чистому пару	7029	2156	22820	15791	225
6 Озимая рожь по клеверу на сидерацию	6921	2508	19320	12399	179
7. Озимая рожь по скошенному клеверу (контроль)	6799	3090	15400	8601	126
8. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	6806	3052	15610	8804	129
9. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	6880	2677	17990	11110	161

Продолжение таблицы 2

10. Озимая пшеница по скошенному клеверу	6819	2977	16030	9211	135
11. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	6821	2966	16100	9279	136

При возделывании яровой пшеницы по озимым, которые размещали по клеверу прослеживалась следующая закономерность. Если предшественником яровой пшеницы были озимые после клевера на сидерацию (варианты 6 и 9), то здесь себестоимость зерна яровой пшеницы была на 300–582 руб./га ниже, чем у яровой пшеницы, которая шла после озимых, размещаемых после клевера убранныго на корм. А условный чистый доход в 6 и 9 вариантах был выше соответственно, чем в 7 и 10 на 3798 и 1899 руб./га.

Использование в качестве предшественника озимых зерновых, размещаемых по отаве клевера на сидерацию, давала практически такой же результат, как возделывание яровой пшеницы по озимым, которые сами размещались после клевера, убранныго на корм. Необходимо отметить, что озимые, которые были предшественниками яровой пшеницы, имели худшие экономические показатели при их размещении по отаве клевера. Так, в исследованиях А. Ю. Лисиной (2007) было установлено, что озимая рожь по отаве клевера обеспечивала условный чистый доход на 710 руб./га меньше, чем по клеверу на корм. У озимой пшеницы эта величина равнялась 2645 руб./га [3]. Однако все изученные предшественники по экономическим показателям были значительно лучше, чем в варианте, где яровую пшеницу возделывали при бессменном посеве яровых зерновых (яровая пшеница повторно, вариант 1). Особое место в экономической оценке производства зерна имеет такой показатель, как рентабельность. Она зависит в значительной степени от цен на зерно.

При сложившихся в Нижегородской области ценах на зерно яровой пшеницы на начало 2011 года в 7 тыс. рублей за тонну, даже при бессменном посеве зерновых рентабельность составит 47 %, а по другим предшественникам – в пределах 126–254 %. Самая высокая рентабельность получена при выращивании яровой пшеницы после картофеля. Из озимых предшественников лучшими были озимая рожь и озимая пшеница, размещавшиеся после сидеральных паров. Так рента-

бельность производства зерна яровой пшеницы после озимой ржи по сидеральному клеверу (вар. 6), была выше, чем зерна яровой пшеницы после озимой ржи по клеверу на корм (вар. 7) на 53 %. У предшественника озимая пшеница соответственно разница между 9 и 10 вариантами составила 26 %.

Необходимо отметить, что если взять цены на пшеницу, закупавшуюся в так называемый интервенционный фонд по 4500 рублей за тонну, то производство зерна в бессменных посевах будет убыточно и составит минус 369 рублей на 1 га, а рентабельность производства зерна яровой пшеницы в звене горчица на сидерат-озимая рожь-картофель-яровая пшеница (вариант 2) составит 128 %, а в варианте 7, где получено 2,2 т/га зерна яровой пшеницы 45,6 %.

Таким образом, улучшение экономических показателей при производстве зерна яровой пшеницы на светло-серых лесных почвах Нижегородской области возможно при отказе от бессменных посевов яровых зерновых и выборе лучших предшественников. Основными предшественниками яровой пшеницы должны стать озимые по сидеральным парам.

Окупаемость энергии при возделывании сельскохозяйственных культур приобретает все большую актуальность. Это связано с ограниченностью ресурсов невозобновляемой энергии, загрязнением окружающего пространства тепловой энергией, с уменьшением затрат энергии и, следовательно, улучшением экономических показателей при производстве зерна. Особенно это важно с постоянным ростом цен на энергоносители, которые прямо или косвенно используются при производстве растениеводческой продукции.

Анализ затрат энергии и их окупаемости энергией, полученной с урожаем, позволяет предложить наиболее рациональные по энергетической эффективности приёмы, что будет способствовать повышению конкурентной способности производимой растениеводческой продукции.

Для расчетов затрат и окупаемости энергии при производстве зерна яровой пшеницы применяли методику, разработанную отделом земледелия по Нечерноземной зоне Россельхозакадемии (Кашенко, 1995) [2].

Кроме того, расчеты вели с учетом методического пособия по определению энергозатрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока европейской части Российской Федерации (1997); «Типовых норм выработки и расход топлива на сельскохозяйственные работы» (2000); «Типовых норм выработ-

ки на стационарные работы в растениеводстве» (1988); методики энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве (Никифоров и др., 1995) [4,5].

Оценка энергетической эффективности возделывания яровой пшеницы по разным предшественникам показала (табл. 3), что совокупные затраты энергии при возделывании её мало различались во всех вариантах исследований.

В основном это обуславливалось массой зерна отвозимого от комбайна. На окупаемость энергии оказывало влияние содержание энергии в полученном зерне по вариантам [6].

Наименьшая окупаемость энергии, как и следовало ожидать, было в первом варианте, где яровую пшеницу возделывали как бессменную зерновую культуру, а с 2006 года как повторную яровую пшеницу.

Таблица 3 – Энергетическая оценка возделывания яровой пшеницы по предшественникам

Предшественник	Урожайность, т/га	Совокупные затраты энергии, МДж/ га	Содержание энергии в полученном зерне, МДж/ га	Энергетический коэффициент
1. Бессменно яровые зерновые с 2006 г. яровая пшеница	1,39	9647	23088	2,39
2. Картофель по озимой ржи по горчице на сидерат	3,59	9771	59630	6,10
3. Картофель по озимой ржи по чистому пару	3,14	9744	52155	5,35
4. Картофель по озимой пшенице по горчице на сидерат	3,55	9768	58966	6,04

Продолжение таблицы 3

5. Картофель по озимой пшенице по чистому пару	3,26	9751	54149	5,55
6. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	2,76	9720	45844	4,72
7. Озимая рожь по скошенному клеверу (контроль)	2,20	9686	36542	3,77
8. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	2,23	9688	37040	3,82
9. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	2,57	9709	42688	4,40
10. Озимая пшеница по скошенному клеверу	2,29	9691	38037	3,92
11. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	2,30	9692	38203	3,94

Наибольший энергетический коэффициент был получен при возделывании яровой пшеницы после картофеля и его увеличение по сравнению с первым вариантом составило 2,24–2,55 раза, с вариантом 7–1,62 раза. Энергетический коэффициент возделывания яровой пшеницы после озимых, размещаемых по клеверу на сидерацию, был выше на 0,48 – 0,95 единицы, чем при размещении озимых как предшественников яровой пшеницы, после клевера на корм.

Окупаемость энергии, затраченной на получение зерна яровой пшеницы после озимых, которые сами размещались после клевера на корм и по отаве клевера на сидерацию, была практически одинаковой во всех четырех вариантах (7 и 8, 10 и 11). Поэтому сочетание клевер луговой на корм – озимая рожь или озимая пшеница – яровая пшеница предпочтительней, где в звене первым идет отава клевера на сидерацию, так как существуют значительные потери урожая озимых, размещаемых по отаве клевера на сидерацию, и снижению окупаемости затраченной энергии урожаем зерна.

Таким образом, возделывание яровой пшеницы по всем предшественникам позволяло окупать затраченную энергию. Однако производство зерна яровой пшеницы наиболее эффективно при ее размещении после озимых идущих по сидеральным клеверным парам, а где есть возможность, после картофеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова Е. Е. Сидеральный клеверный пар и урожайность зерновых культур / А. Ю. Лисина, Ю. А. Богомолова, Е. Е. Борисова, Д.П. Цветков // Земледелие. 2010. № 5. С 39.
2. Кащенко А. С. Энергетическая оценка технологий в земледелии / А.С. Кащенко. С-Петербург, 1994. 29 с.
3. Лисина А. Ю. Влияние предшественника на засоренность и урожайность озимой пшеницы па серых лесных почвах Нижегородской области /А. Ю. Лисина // Научные основы систем земледелия и их совершенствование. Н. Новгород. 2007. С. 54–55.
4. Методическое пособие по определению энергозатрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока Европейской части Российской Федерации. Киров, 1997. 62 с.
5. Типовые нормы выработки и расходы топлива на сельскохозяйственные механизированные работы. М., 2000.
6. Типовые нормы выработки на стационарные работы в растениеводстве. М.: Росагропромиздат, 1988. 190 с.

ECONOMIC AND POWER PRODUCTION EFFICIENCY OF GRAIN OF THE SPRING WHEAT ON VARIOUS PREDECESSORS ON LIGHT GREY WOOD SOILS OF THE VOL- GO – VYATSKIY REGION

Keywords: *a spring wheat, economic efficiency, predecessors, grey wood ground, the efficiency of agricultural production.*

The summary. *At an assessment of a production efficiency of grain it is necessary to consider its features which are influencing end results. Economic efficiency of manufacture of grain is characterized by system natural and cost indexes. Natural parameters are initial indexes: productivity of grain of spring wheat.*

БОРИСОВА ЕЛЕНА ЕГОРОВНА – доцент кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (borisova.lena1978@yandex.ru).

BORISOVA ELENA EGOROVNA – the docent of the chair of agriculture, chemistry and ecology, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (borisova.lena1978@yandex.ru).

А. В. ВИНОГРАДОВ, Н. Н. ЧЕРНЫХ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЙ

Ключевые слова: *потребление электроэнергии, прогноз, поселения, электроснабжение, электрической нагрузки поселений.*

Аннотация. *Проектирование электроснабжения любого объекта начинается с определения электрических нагрузок. Это относится и к электроснабжению населенных пунктов.*

Регламентируемая нормативными документами (в частности РД 34.20.185-94 «Инструкция по проектированию городских электрических сетей») методика предполагает определение расчетных нагрузок по каждому из проектируемым в населенном пункте объектов, таких как жилые дома, общественные здания и промышленные предприятия. Затем указанные нагрузки складываются с учетом соответствующих коэффициентов и, таким образом, определяется суммарная расчетная электрическая нагрузка поселения. По указанной нагрузке можно определить значение электропотребления.

Реальное электропотребление (и электрическая нагрузка) поселения постоянно изменяется не только по значению, но и по составу потребителей. Происходит перераспределение, по сравнению с проектными расчетными значениями, между жилищно-коммунальным, производственным, общественным секторами. Это перераспределение формируется под влиянием многих факторов, начиная от количества жителей поселения и заканчивая климатической зоной, в которой поселение расположено.

В статье приводится исследование потребления электроэнергии поселениями Российской Федерации и оценка влияния на него различных факторов.

Материал и методика исследования

Целью исследования является выбор наиболее значимых факторов, оказывающих влияние на потребление поселениями электрической энергии. Так же в результате исследования планируется создание

методики расчета прогнозируемого электропотребления и суммарной электрической нагрузки поселений, не требующая расчета пообъектных внутриселенческих нагрузок.

В проведенном авторами исследовании анализировалось влияние следующих факторов на значение электропотребления: количество жителей поселения; климатический пояс расположения поселения; доходы населения; уровень развития промышленности; уровень развития бюджетной сферы. Исходные данные (годовое электропотребление поселением, количество жителей и т.д.) определялись по программам энергосбережения, представленным на сайтах исследуемых поселений, а также по данным Росстата. Состав выборки определялся исходя из условия обеспечения разнообразия выборочных данных по набору указанных выше факторов (расположение, количество жителей и т.д.). Выборка включает 21 поселение. Для каждого поселения рассчитывались значения удельного электропотребления на одного жителя. Результаты расчета приведены на рисунке 1.

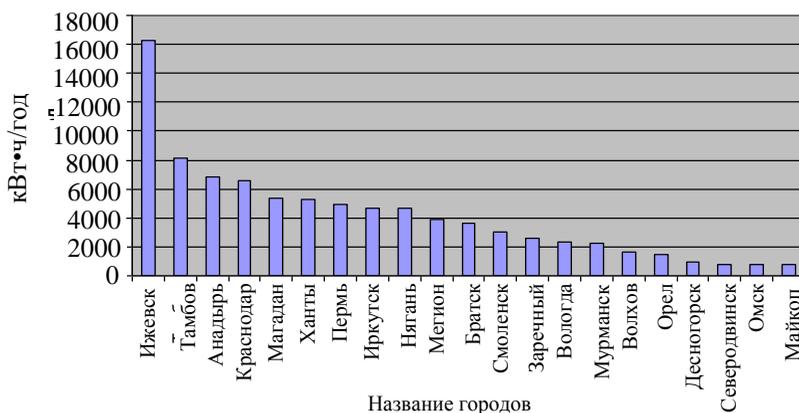


Рисунок 1 – Количество годовой потребляемой электрической энергии, приходящееся на одного жителя поселения

Удельное потребление на одного жителя колеблется от 0,74 тыс.кВт•ч/чел. в год (Майкоп) до 16,26 тыс. кВт•ч/чел. в год (Ижевск).

Исходя из предположения, что указанная разница обоснована влиянием названных выше факторов, поселения объединялись в группы в зависимости от конкретного исследуемого фактора (количество жителей, уровень доходов и т.д.). Определялись средние показатели

удельного электропотребления для каждой группы групп. В частности по количеству населения поселения разбиты на группы: 1–100000 человек; 100000–500000 человек; 500000–5000000 человек.

Таблица 2 – Результаты расчета удельного электропотребления в зависимости от количества населения

№ гр.	Максимальное значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Среднее значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Минимальное значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Средне-квадратичное отклонение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Дисперсия, тыс. кВт·ч/чел. в год
1	6,9	3,9	0,93	1,9	3615
2	8,14	2,81	0,74	2,23	4974
3	16,3	8,13	4,7	4,75	22580

По уровню дохода поселения разбиты следующим образом: поселения с низким уровнем дохода (10000–50000 рублей/год); Поселения со средним уровнем дохода (50000–100000 рублей/год); Поселения с высоким уровнем дохода (100000–500000 рублей/год). Для определения уровня дохода в конкретных населенных пунктах использовались данные Федеральной Службы Государственной Статистики, такими как среднедушевые денежные доходы населения [1], а также потребительские расходы в среднем на душу населения [2] за 2009 год. Чистая прибыль (Ч) равна разности между среднедушевыми денежными доходами населения (Д) и потребительскими расходами в среднем на душу населения (Р). $Ч=Д-Р$, руб.

Таблица 3 – Результаты расчета удельного электропотребления по группам в зависимости от уровня доходов

№ гр.	Максимальное значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Среднее значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Минимальное значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Средне-квадратичное отклонение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Дисперсия, тыс. кВт·ч/чел. в год
1	16,26	5,26	0,79	4,91	24150
2	8,14	2,86	0,74	2,23	4967
3	5,32	4,39	3,05	0,96	926

Также была произведена группировка по климатическим поясам. Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета удельного электропотребления по группам в зависимости от климата

№ гр.	Максимальное значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Среднее значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Минимальное значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Средне-квадратичное отклонение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Дисперсия, тыс. кВт·ч/чел. в год
1	6,9	6,08	5,3	0,8	580,6
2	4,7	4,08	3,65	0,5	198,8
3	16,26	3,98	0,74	4,17	17390
4	5,28	3,6	0,79	1,99	3964

Проанализирован уровень развития промышленности (по доле электропотребления в общем балансе) в исследуемых поселениях. Наибольшая доля потребления электрической энергии в сфере промышленности в городе Нягань, в котором на промышленность приходится 62 % от общего потребления. А наименьшим потреблением – Вологда – 7 %. Поселения разделены на три группы, в зависимости от уровня потребления электрической энергии промышленной сферой: низкий уровень развития промышленности (от 0 до 20 %); средний уровень развития промышленности (от 20 до 50 %); высокий уровень развития промышленности (от 50 до 100 %).

Таблица 5 – Результаты расчета удельного электропотребления по группам в зависимости от развития промышленности

№ гр.	Максимальное значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Среднее значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Минимальное значение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Среднеквадратичное отклонение, тыс. кВт·ч/чел. в год	Дисперсия, тыс. кВт·ч/чел. в год
1	6,56	4,45	2,33	2,12	4490
2	4,98	3,31	1,64	1,67	2791
3	8,14	5,29	3,05	2,13	4515

Аналогично произведена оценка развития бюджетной сферы. Поселения разделены на следующие группы: в зависимости от уровня потребления электрической энергии бюджетной сферой: низкий уровень развития бюджетной сферы (от 0 до 10 %); средний уровень развития бюджетной сферы (от 10 до 15 %); высокий уровень развития бюджетной сферы (от 15 до 100 %). Наименьшее потребление бюджетной сферой в городах Пермь, Братск (по 2 %), наибольшее – в городах Орел (16 %) и Ханты-Мансийск (22 %).

Таблица 6 – Результаты расчета удельного электропотребления по группам в зависимости от развития бюджетной сферы

№ гр	Максимальное значение, тыс. кВт·ч/ чел. в год	Среднее значение, тыс. кВт·ч/ чел. в год	Минимальное значение, тыс. кВт·ч/ чел. в год	Среднеквадратичное отклонение, тыс. кВт·ч/ чел. в год	Дисперсия, тыс. кВт·ч/ чел. в год
1	4,98	3,01	0,74	1,62	2632
2	8,14	4,06	0,93	2,82	7932
3	5,28	3,39	1,5	1,89	3578

Таблица 7 – Сводные данные по среднему потреблению в группах

Название города	$\mathcal{E}_{\text{ср.жит}}$		$\mathcal{E}_{\text{ср.дох}}$		$\mathcal{E}_{\text{ср.клим}}$		$\mathcal{E}_{\text{ср.пром}}$		$\mathcal{E}_{\text{ср.бюдж}}$	
	№ группы	тыс. кВт·ч/чел в год	№ группы	тыс. кВт·ч/чел. в год	№ группы	тыс. кВт·ч/чел в год	№ группы	тыс. кВт·ч/ чел в год	№ группы	тыс. кВт·ч/чел в год
Анадырь	1	3,9	3	4,39	1	6,08	-	-	-	-
Братск	2	2,81	2	2,86	2	4,08	-	-	1	3,01
Вологда	2	2,81	2	2,86	3	3,98	1	4,45	1	3,01
Волхов	1	3,9	2	2,86	3	3,98	2	3,31	2	4,06
Десногорск	1	3,9	1	5,26	3	3,98	-	-	2	4,06
Заречный	1	3,9	1	5,26	3	3,98	-	-	-	-
Ижевск	3	8,13	1	5,26	3	3,98	-	-	-	-
Иркутск	3	8,13	2	2,86	2	4,08	-	-	-	-
Краснодар	3	8,13	1	5,26	3	3,98	1	4,45	2	4,06
Магадан	1	3,9	3	4,39	1	6,08	-	-	-	-

Продолжение таблицы 7.

Майкоп	2	2,81	2	2,86	3	3,98	-	-	1	3,01
Мегион	1	3,9	3	4,39	2	4,08	-	-	1	3,01
Мурманск	2	2,81	2	2,86	3	3,98	-	-	-	-
Нягань	1	3,9	1	5,26	4	3,6	3	5,29	1	3,01
Омск	4	8,13	2	2,86	4	3,6	-	-	1	3,01
Орел	2	2,81	2	2,86	3	3,98	-	-	3	3,39
Пермь	3	8,13	1	5,26	3	3,98	2	3,31	1	3,01
Северодвинск	2	2,81	1	5,26	3	3,98	-	-	-	-
Смоленск	2	2,81	3	4,39	3	3,98	3	5,29	2	4,06
Тамбов	2	2,81	2	2,86	3	3,98	3	5,29	2	4,06
Ханты-Мансийск	1	3,9	3	4,39	4	3,6	-	-	3	3,39

Результаты исследования позволяют прогнозировать электропотребление проектируемыми поселениями в зависимости от приведенных в таблице 7 факторов.

Произведем расчет потребления электрической энергии поселением, в котором проживают 3000 человек ($\mathcal{E}_{\text{ср.жит}}=3,9$ тыс. кВт·ч/чел в год), если оно находится в континентальном климатическом поясе ($\mathcal{E}_{\text{ср.клим}}=3,6$ тыс. кВт·ч/чел в год), уровень дохода на душу населения в год составляет 90000 рублей ($\mathcal{E}_{\text{ср.дох}}=2,86$ тыс. кВт·ч/чел в год), уровень развития промышленности высокий ($\mathcal{E}_{\text{ср.пром}}=5,29$ тыс. кВт·ч/чел в год), уровень развития бюджетной сферы средний ($\mathcal{E}_{\text{ср.бюдж}}=4,06$ тыс. кВт·ч/чел в год).

Для определения среднего удельного (на одного жителя) электрического потребления используем формулу:

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = (\mathcal{E}_{\text{ср.жит}} + \mathcal{E}_{\text{ср.клим}} + \mathcal{E}_{\text{ср.дох}} + \mathcal{E}_{\text{ср.пром}} + \mathcal{E}_{\text{ср.бюдж}}) / 5, \text{ тыс.кВт}\cdot\text{ч/чел в год}$$

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = (3,9 + 3,6 + 2,86 + 5,29 + 4,06) / 5 = 3,942 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч/чел в год}$$

Тогда электропотребление в целом поселения составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{пос}} = 3,942 \cdot 3000 = 11826 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч/год}$$

Используя полученный результат, с учетом коэффициента использования можно перейти к определению необходимой установленной мощности центров питания поселения.

Выводы

Приведенное в статье исследование требует расширения выборки исходных данных и выполнения их статистической обработки (работа проводится), что позволит расширить количество уровней (с сужением диапазона значений) по каждому из факторов, влияющих на электропотребление поселений. Это, в свою очередь, позволит точнее строить прогноз электропотребления и определять необходимую мощность центров питания поселения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Среднедушевые денежные доходы [Электронный ресурс] URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/B10_14p/Isswww.exe/Stg/d01/05-02.htm.
2. Потребительские расходы в среднем на душу населения [Электронный ресурс] URL: <http://www.gks.ru/bgd/regl/B1014p/Isswww.exe/Stg/d01/05-12.htm>.
3. Долгосрочные целевые программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» исследуемых поселений.

STUDY OF ELECTRICITY CONSUMPTION SETTLEMENTS

Keywords: *electricity consumption, forecast, settlements, power supply, electric loading of settlements.*

The summary. *Electric power supply of an object begins with the definition of electrical loads. This also applies to electricity settlements.*

ВИНОГРАДОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электроснабжение Орловского государственного аграрного Университета, (schkolamolen@rambler.ru).
ЧЕРНЫХ НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ – аспирант кафедры электроснабжение Орловского аграрного университета, (schkolamolen@rambler.ru).

VINOGRADOV ALEXANDER VLADIMIROVICH – k.t.n., Associate Professor, Head of Electricit, Orel State Agrarian University, (schkolamolen@rambler.ru).

NIKOLAY NIKOLAEVICH CHERNIH – graduate student of Electricity, Orel State Agrarian University, (schkolamolen@rambler.ru).

В. Ю. ВУКОЛОВ

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ РАСЧЕТА НОРМАТИВОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Ключевые слова: электроэнергия, экстраполяция, субабоненты, силовые трансформаторы, эталонирование.

Аннотация. В результате реформирования электроэнергетики подсистема передачи и распределения электрической энергии была разделена между большим количеством экономически обособленных субъектов. Помимо крупных субъектов (МЭС, МРСК), возникло множество территориальных сетевых организаций (ТСО), на балансе или в аренде у которых, находятся электроустановки 220, 110, 35, 10, 6, 0,4 кВ. Новая экономическая ситуация в этом секторе электроэнергетики потребовала расчета и обоснования величины технологических потерь электроэнергии (ТПЭ) при ее передаче по сетям каждого субъекта.

Обоснованная величина потерь, называемая нормативом технологических потерь электроэнергии при ее передаче – (НТПЭ), как одна из составляющих транспортного тарифа, подлежит возмещению потребителями электроэнергии.

В настоящее время порядок расчета НТПЭ и отдельных составляющих потерь регламентирован в [1]. Некоторые разъяснения к расчету дополнительно изложены в [2]. Практика применения этих документов при расчете и экспертизе НТПЭ выявила ряд проблемных вопросов, а также некоторые возможные направления дальнейшего совершенствования расчета НТПЭ.

Проблема оценки потерь при объективной неполноте и недостоверности исходной информации. Качество и количество исходной информации для расчета НТПЭ, как правило, весьма недостаточные [3]. Наиболее распространёнными причинами этого следует считать:

1) включение в состав сетей ТСО бывших бесхозных сетей. В этом случае информация о сети либо отсутствует вовсе, либо име-

ются отдельные интегральные показатели сети (суммарная длина ЛЭП, количество силовых трансформаторов и т.д.);

2) включение в состав сетей ТСО пусковых объектов нового строительства или реконструкции;

3) наличие в собственности (аренде) ТСО множества мелких отдельных несвязанных друг с другом участков – кабелей, проводов, ТП и РП – «вкраплений» в чужие сети. Установка множества узлов учета здесь экономически нецелесообразна, а часто технически невозможна. Радикальное устранение этой ситуации возможно на основе взаимовыгодного перераспределения сетей между ТСО.

Расчет потерь методами, регламентированными в [1], в такой ситуации невозможен, в силу чего величина НТПЭ необоснованно занижается. Необходима разработка новых подходов к оценке потерь электроэнергии в таких сетях, которые позволяют получить их нижнюю оценку и не приводить к завышению уровня потерь [4].

В качестве новых подходов предлагаются:

1) экстраполяция – полный расчет части сети в соответствии с требованиями [1] и распространение полученных результатов на оставшуюся часть сети, для которой информация полностью или частично отсутствует.

2) нормирование (эталонирование) – применение минимальных нормативов потерь для сети (или конкретного оборудования) определенного типа (например, городская или сельская сеть, КЛ или ВЛ и т.д.).

Применение последнего подхода возможно в любых ситуациях.

Предлагаемые способы должны учитывать понижающий коэффициент, позволяющий исключить умышленный неучет слабо загруженных участков сети при расчете НТПЭ. Поскольку нормирование является более «грубым» подходом, величина понижающего коэффициента должна быть выше.

Экстраполяция отдельных составляющих потерь должна производиться по разным параметрам. Например, нагрузочные потери в ЛЭП – по протяженности, сечению участков и проценту потерь; потери в изоляции КЛ – по протяженности КЛ.

Для ТСО должно быть установлено минимальное количество сетевых элементов, определяющих объем сети, на базе которого возможна экстраполяция.

Особенности расчета нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по сетям промышленных предприятий. В результате реформирования электроэнергетики возникло множество

ТСО, на балансе, или в аренде у которых находятся электрические сети 220 – 0,4 кВ.

Величина потеря, возникающая при передаче электроэнергии потребителям ТСО, может быть включена ей в свой транспортный тариф при условии, что данная величина потерь является технически обоснованной. Обоснованными потерями является норматив технологических потерь электроэнергии при ее передаче (НТПЭ).

Рассмотрим проблему формирования НТПЭ для промышленных предприятий, оказывающих, помимо основных видов деятельности, услуги по передаче электроэнергии сторонним потребителям (субабонентам).

В соответствии с п. 18 [1] нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях ТСО, для которых передача электроэнергии не является основным видом деятельности (далее – предприятия), оказывающих услуги по передаче электроэнергии потребителям (субабонентам), подключенным к электрической сети предприятия, выполняется в соответствии с общими принципами нормирования технологических потерь электроэнергии. Причем, согласно п. 21 [1] оборудование электрической сети предприятия, используемое только для собственного потребления электроэнергии, из расчета исключается. На практике применение п. 21 приводит к занижению величины НТПЭ для предприятия и к неполному возмещению издержек на передачу электроэнергии.

Рассмотрим причины занижения НТПЭ на примере ТСО Нижегородской области (рис. 1). Пусть предприятие имеет электрическую сеть, состоящую из ГПП (сеть ВН) и сети 10 кВ (сеть СН2). Часть сети СН2 используется только для собственного потребления предприятия и должна быть исключена из расчета НТПЭ в соответствии с п. 21 [1]. При этом общий ТПЭ для предприятия, будет определяться по формуле 6 [1]:

$$\Delta W_{\text{НТПЭ}} \% = \frac{\Delta W_{\text{ТПЭ}}}{W_{\text{ОС}}} \cdot 100 \%;$$

$$\Delta W_{\text{ТПЭ}} = \Delta W_{\text{ТПЭ ВН}} + \Delta W_{\text{ТПЭ СН2 СП+СА}} =$$

$$= \Delta W_{\text{ТПЭ ВН}} + (\Delta W_{\text{ТПЭ СН2}} - \Delta W_{\text{ТПЭ СН2 СП}})$$

где $\Delta W_{\text{ТПЭ}}$ – технологические потери электроэнергии определяются только для выделенного участка сети, участвующего в процессе передачи электроэнергии субабонентам и на собственное потребление (рис. 1); ВН, СН2, СП+СА – индексы технологических потерь

в сетях ВН, СН2, сетях предприятия и субабонентов; W_{OC} – отпуск электроэнергии в сеть промышленного предприятия.

Далее по [1] рассчитывается НТПЭ для субабонентов $\square W_{НТПЭ.СБ}$, однако они почти не меняют результата (1) и $\square W_{НТПЭ.СБ} = \square W_{НТПЭ} \%$.

Отпуск в сеть предприятия W_{OC} никак не зависит от точек подключения субабонентов к сети СН2 предприятия и, поэтому, содержит в себе всё собственное потребление предприятия, в том числе и в исключенной из расчета части сети. При этом технологические потери $\Delta W_{НТПЭ}$ зависят от мест подключения субабонентов и уменьшаются на величину $\Delta W_{НТПЭ.СН2.СП}$ – потерь в исключенной части сети (2).

В результате, величина ТПЭ, рассчитываемая по (1), занижается, и предприятие получает неполную компенсацию реальных издержек на деятельность по передаче электроэнергии.

Предлагаемый подход к расчету НТПЭ для сетей промышленных предприятий содержит три этапа.

Этап 1. Оборудование электрической сети предприятия необходимо разделить на три части:

I – оборудование, используемое только для собственного потребления электроэнергии; II – оборудование для собственного потребления и для передачи электроэнергии субабонентам; III – оборудование только для передачи электроэнергии субабонентам.

Данное деление является дополнением к уже существующим статьям баланса электроэнергии [1].

Этап 2. С учетом выделенных частей составляется баланс для электрической сети предприятия по каждому уровню напряжения. Это требует введения дополнительных параметров баланса электроэнергии в нормативные таблицы 2 Методики [1]. Такими параметрами являются: расчетный отпуск в сеть $W_{РОВС}$, технологические потери в сети $\square W$, расчетный отпуск из сети $W_{РОИС}$ как в целом по сети, так и дифференцированно а) по сети одного напряжения, б) в I, II, III части сети одного напряжения, в) на собственное потребление и на субабонентов.

При этом в оборудовании, относящемся ко II части сети, предлагается распределять потери электроэнергии, приходящиеся на долю субабонентов и на собственное потребление, делением суммарных потерь во II части сети прямо пропорционально объему потребления соответствующих потребителей II части сети, то есть также как и в существующем подходе.

Этап 3. Определяются абсолютные технологические потери, приходящиеся на субабонентов в целом по сети предприятия $\square W_{СБ}$, путем суммирования соответствующих потерь по сетям разного уровня

напряжения. Далее определяется общий отпуск в сеть предприятия $W_{OC,СБ}$, приходящийся на субабонентов, путем суммирования соответствующих отпусков в сеть по сетям разного уровня напряжения без учета трансформации. Относительные потери на субабонентов в целом по сети предприятия определяются как:

$$\Delta W_{HTПЭ,CA\%} = \frac{\Delta W_{CA}}{W_{OC,CA}} \cdot 100\%$$

Необходимо добавить, что в предлагаемом подходе $\square W_{СБ, \%}$ могут быть больше или меньше общих технологических потерь и не зависят от потерь в части I (оборудование, используемое только для собственного потребления электроэнергии).

В качестве примера для сети предприятия (рис. 1) были проведены расчеты при отпуске в сеть $W_{OC} = 100$ тыс. кВт.ч, технологических потерях в сети ВН $\square W_{ТПЭ,ВН} = 2$ тыс. кВт.ч, в сети СН2 $\square W_{ТПЭ,СН2} = 12$ тыс. кВт.ч (из них 2 тыс.кВт.ч в I части сети, 7 тыс.кВт.ч во II части сети, 3 тыс.кВт.ч в III части сети), переданном объеме электроэнергии на собственное потребление 35 тыс. кВт.ч (из них 20 тыс.кВт.ч в I части сети, 15 тыс.кВт.ч во II части сети), на субабонентов 51 тыс. кВт.ч (из них 25 тыс. кВт.ч во II части сети, 26 тыс. кВт.ч в III части сети).

Сравнение результатов расчетов по определению ТПЭ на СА с использованием предлагаемого подхода и по действующей методике [1] приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Определение потерь электроэнергии на субабонентов

Параметр	Существующий подход [1]		Предлагаемый подход:	
	у.е.	%	у.е.	%
Отпуск в сеть W_{OC}	100,0		100,0	
Отпуск в сеть на собственное потребление	–		40,434	
Отпуск в сеть на субабонентов $W_{OC,CA}$	57,955		59,566	
ТПЭ, всего	14,0	14,00 %	14,0	14,00 %
ТПЭ на собственное потребление ПП			5,434	13,44 %

Продолжение таблицы 1

ТПЭ и НТПЭ на СА $\square W_{\text{ТПЭ.СА}}$	6,955	12,00 %	8,566	14,38 %
Объем переданной электроэнергии	88,0		86,0	
Объем переданной электроэнергии на собственное потребление	37,0		35,0	
Объем переданной электроэнергии для субабонентов	51,0		51,0	

Результаты показали, что по существующему подходу НТПЭ на субабонентов $\square W_{\text{ТПЭ.СБ}} = 6,955$ тыс.кВт·ч или 12,0% к отпуску в сеть на субабонентов $W_{\text{ОС.СБ}} = 57,955$ тыс. кВт·ч., в то время как по предложенному подходу $\square W_{\text{ТПЭ.СБ}} = 8,566$ тыс. кВт·ч или 14,38% к отпуску в сеть на субабонентов $W_{\text{ОС.СБ}} = 59,566$ тыс. кВт·ч.

Коррекция потерь холостого хода с учетом реального напряжения на трансформаторах. В настоящее время расчет потерь холостого хода силовых трансформаторов (автотрансформаторов) предлагается [1] определять по выражению:

$$\Delta W_x = \Delta P_x \sum_{i=1}^m T_{pi} \left(\frac{U_i}{U_{\text{НОМ}}} \right)^2, \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

В зависимости от типа устройства, регулирующего коэффициент трансформации оборудования, учет влияния уровня напряжения в точке подключения трансформатора на величину потерь холостого хода должен быть либо скорректирован с учетом положения регулятора, либо исключен [5].

В отечественном трансформаторостроении, начиная с мощности в несколько кВ·А силовые трансформаторы снабжаются устройствами регулирования вторичного напряжения типов ПБВ и РПН. За счет использования этих устройств при изменении напряжения в узле подключения трансформатора в пределах регулировочного диапазона и правильном выборе уставки переключателя напряжение на вторичной обмотке может оставаться номинальным. Сохранение постоянной величины напряжения на вторичной обмотке, не имеющей регулировочных отпаяк, возможно лишь при неизменной величине напряженности магнитного поля, следствием чего является сохранение постоян-

ства общих потерь в стали (потерь холостого хода) которые определяются как сумма потерь от гистерезиса и от вихревых токов [6]. Таким образом, устройства регулирования напряжения оказывают стабилизирующее влияние на величину потерь в стали.

Практический подход к применению описанных выше зависимостей состоит в следующем:

при наличии ПБВ – положение переключателя меняется не чаще двух раз в год – сезонное регулирование напряжения на трансформаторах с ПБВ – легко поддается учету и контролю;

при наличии РПН – положение переключателя в соответствии с конструктивными возможностями РПН, должно позволять осуществлять встречное регулирование напряжения, обеспечивая номинальный режим работы магнитной системы трансформатора.

В связи с этим алгоритм расчета потерь на холостой ход (ХХ) силовых трансформаторов должен содержать два расчетных выражения:

1) Для трансформаторов без РПН необходимо учитывать влияние напряжения в узле подключения трансформатора и положение регулятора на величину потерь ХХ:

$$\Delta W_x = \Delta P_x \sum_{i=1}^m T_{pi} \left[\frac{U_i}{U_{ном} \left(1 \pm \frac{\Delta U_i \%}{100} \right)} \right]^2 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где T_{pi} – число часов работы трансформатора в i -м режиме, ч;

U_i – напряжение на высшей стороне трансформатора в i -м режиме, кВ; $U_{ном}$ – номинальное напряжение высшей обмотки трансформатора, кВ; $\Delta U_i \%$ – относительное значение напряжения, прибавляемого (вычитаемого) к номинальному напряжению обмотки ВН в i -м режиме, %.

2) Для трансформаторов с РПН необходимо учитывать независимость потерь ХХ от подведенного напряжения ВН, поскольку обязанность сетевой организации полностью использовать технические возможности эксплуатируемой техники:

$$\Delta W_x = \Delta P_x T_p, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где T_p – число часов работы трансформатора в базовом режиме, ч.

Выражение (5) рекомендуется применять для расчетов потерь всех распределительных трансформаторов с высшим напряжением 6 – 10 кВ.

Этот подход к учету регулирующих устройств снимает вопросы о влиянии средств регулирования напряжения на автотрансформаторах, в принципе не имеющих устройств ПБВ. Наличие ПБВ на обмотке СН трехобмоточных трансформаторов, дополняющего РПН на стороне ВН, также не должно приниматься во внимание. Это устройство реализует смещение уровня напряжения на выводах обмотки СН относительно уровня напряжения обмотки НН и никак не связано с изменением режима работы магнитной системы трансформатора, полностью определяемого работой РПН на обмотке ВН.

Заключение

Практика применения нормативных документов, регламентирующих расчет технологических потерь электрической энергии выявила ряд проблемных вопросов, которые требуют коррекции:

1. Необходимо дополнение Методики опробованными на практике методами оценки потерь электроэнергии в сетях ТСО при объективном отсутствии достаточного качества и количества информации (в случае бывших бесхозных сетей, сетей, состоящих из мелких отдельных участков, нового строительства и реконструкции) как в базовом, так и в расчетном периоде.

2. Целесообразно внедрение в практику расчетов подхода, позволяющего объективно и более обоснованно разделять потери электроэнергии в электрической сети предприятия для установления НТПЭ для субабонентов при расчете тарифа на услуги передачи электроэнергии субабонентам и учета в себестоимости выпускаемой продукции или стоимости оказываемых услуг, не связанных с транспортом электроэнергии.

3. В результате анализа механизмов формирования потерь холодового хода в силовых трансформаторах предложены расчетные выражения, позволяющие учесть влияние устройств регулирования напряжения в зависимости от конструктивных особенностей регуляторов и специфики их использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электриче-

ским сетям, утвержденной приказом Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. № 326.

2. Информационное письмо (разъяснения) Минэнерго РФ от «21» сентября 2009 г. «О повышении качества подготовки расчетов и обоснований нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям» (Рекомендации экспертным организациям, выполняющим экспертизу расчетов и обоснований норматива технологических потерь электроэнергии).

3. Вуколов В. Ю., Папков Б. В. Особенности расчета нормативов потерь электроэнергии для электросетевых организаций // Сб. докладов III международной научно-технической конференции «Энергосистема: управление, конкуренция, образование» В 2 т. Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2008. Т. 2. С. 187–190.

4. Папков Б. В., Вуколов В. Ю. Особенности расчета нормативов потерь электроэнергии для территориальных сетевых организаций // Промышленная энергетика, № 1, 2010. С. 33–37.

5. Папков Б. В., Вуколов В. Ю. Вопросы повышения эффективности функционирования территориальных сетевых организаций // Промышленная энергетика, № 5, 2012. С. 18–21.

6. Пиотровский Л. М. Электрические машины. Учебник для техникумов. Изд. 7-е, стереотипное. Л., «Энергия», 1974. 504с.

ABOUT PERFECTION OF CALCULATION OF SPECIFICATIONS OF TECHNOLOGICAL LOSSES OF THE ELECTRIC POWER

***Keywords:** the electric power, extrapolation, subscribers, power transformers, calibration.*

***The summary.** As a result of reforming electric power industry the subsystem of transfer and distribution of electric energy has been divided between lots of economically isolated subjects. Besides large subjects (MES, MRSK), there was a set of the territorial network organizations (TSO), on balance or in rent which, have electroinstallations of about 220, 110, 35, 10, 6, 0,4 kVt. The new economic situation in this sector of electric power industry has demanded calculation and a background of size of technological losses of the electric power (TPE) by its transfer on networks of each subject. The proved size of losses named by the specification of technological losses of the electric power by its transfer – (NTPE) as one of*

components of the transport tariff, is a subject to compensation by consumers of the electric power.

ВЛАДИМИР ЮРЬЕВИЧ ВУКОЛОВ – старший преподаватель кафедры электрификация и автоматизация, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, (wucolov@mail.ru).

VLADIMIR VUKOLOV – senior lecturer of electrification and automation-zation of Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, (wucolov@mail.ru).

**АНАЛИЗ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛА С НАГРЕВОМ**

Ключевые слова: период колебаний, конденсатор, стружкообразование, вибрация, пластический сдвиг, резанию металла.

Аннотация. В работе представлены результат исследования резания металла в холодном состоянии и с нагревом. Выводом является, что при резании с нагревом амплитудных колебаний усилия резания не происходит.

Релаксационные или разрывные автоколебания возникают в системах с периодически повторяющимися колебаниями системы. Механическим примером таких колебаний является колебания полого, открытого сверху цилиндра, способного вращаться вокруг горизонтальной оси О-О. У пустого цилиндра центр тяжести лежит ниже оси, и положение равновесия устойчиво. Когда же цилиндр наполняется жидкостью (через трубку В. Рис. 1), то положение центра тяжести постепенно повышается, равновесие делается неустойчивым, и цилиндр опрокидывается, быстро опорожняясь и возвращаясь в исходное положение. После этого процесс повторяется, причем периодичность его зависит от емкости цилиндра и расхода жидкости, поступающей по трубке В.

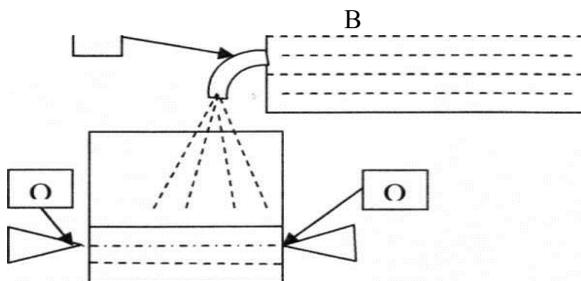


Рисунок 1 – Модель механической колебательной системы

Электрическим аналогом такой колебательной системы может быть схема с конденсатором C , включенным в сеть постоянного тока через сопротивление R . Параллельно конденсатору подключен тиратрон - лампа газового разряда с тремя электродами. Особенностью тиратрона является его вольтамперная характеристика: пока потенциал анода меньше некоторого критического значения (зависящего от потенциала сетки), ток через тиратрон не течет. При достижении этого потенциала (потенциала зажигания U_3) возникает значительный ток, уже не управляемый в дальнейшем потенциалом сетки. Для гашения разряда необходимо снизить анодный потенциал до величины, называемой потенциалом погасания U_p , причем $U_p < U_3$. Сопротивление r служит для ограничения течения тока через тиратрон и не играет существенной роли в колебательном процессе (оно всегда меньше R). Таким образом, конденсатор медленно заряжается через сопротивление R , а потом быстро разряжается через тиратрон (сопротивление r мало). Затем процесс повторяется.

Период разрывных колебаний механической системы (левая часть равенства) и колебательного электрического контура (правая часть равенства) может быть определен из зависимости

$$T = (t_2 - t_1) + (t_3 - t_2) = R \cdot C \cdot \left\{ \ln \frac{E - U_n}{E - U_3} + \frac{r}{R} \cdot \ln \frac{U_3}{U_n} \right\}$$

Регулирование периода разрывных колебаний электрической схемы достигается изменением величин E , C и R .

При обработке металла резанием происходят аналогичные колебания системы, обусловленные нарастанием давления режущего клина на металл, возникновение трещин и пластического сдвига кристаллов, в ходе которого давление клина на металл падает до минимума. Процесс пластического сдвига закончен, вновь идет нарастание давления клина на металл. Процесс резания состоит из многократного повторения этих колебаний силового импульса.

Период колебаний в виде функциональной зависимости можно описать так

$$T = (t_2 - t_1) + (t_3 - t_2),$$

где t_2 - время нарастания давления режущего клина на металл, t_1 - время начала пластического сдвига металла в корне стружки, t_3 - время перемещения резца по трещине скалывания, образованной в результате пластического сдвига кристаллов.

При холодном резании период колебаний зависит от прочностных свойств обрабатываемого материала и твердости режущего инструмента, а также технологических режимов резания (величины подачи и глубины резания), геометрии режущего инструмента.

При резании с нагревом, по наблюдениям авторов работ [1] и [2] наблюдается сход с резца прямой стружки с резким снижением величины колебаний. Особенно резко эта разница заметна при резании сварных швов и наплавленного металла.

В процессе стружкообразования при резании с нагревом все напряженные кристаллы испытывают пластический сдвиг, а следовательно, стружка целиком состоит из кристаллов претерпевших пластический сдвиг. Это объясняется тем, что у стали 45 при температурах свыше 500°C межатомные связи ослабевают и пластический сдвиг происходит при значительно меньших усилиях резания. Подтверждением данного факта служит резкое снижение усилия резания, зафиксированное динамометром. Результаты замеров колебания усилия резания при обработке холодным резанием поясков различно наплавленного металла приведены в таблице 1. Сравнивая результаты замеров можно утверждать, что нагрев наплавленного слоя до температуры разупрочнения позволил резать металл со значительно меньшим усилием резания примерно в 4 раза. Кроме того, амплитуда колебаний силы резания также резко снизилась. $1661-1308 = 353$ Н/мм при холодном резании и $446-440 = 6$ Н/мм при резании с нагревом.

Данный результат находится в пределах погрешности измерения усилия динамометром. Поэтому можно считать, что при резании с нагревом амплитудных колебаний усилия резания не происходит. Вывод подтверждается замером уровня вибрации, установленным на резце вибро - акустическим преобразователем «ДТ-1».

Аналогичные образцы обрабатывались резанием с нагревом. Результаты замеров колебаний усилия резания с нагревом приведены в таблице 2.

Приведенные результаты резания с нагревом детали до температуры в 500°C неплохо согласуются с данными, полученными при резании с нагревом стали 45 примерно при таких же режимах резания [1], [2].

Сделанное наблюдение подтверждает при резании с нагревом факт пластического течения всего металла при стружкообразовании, а не отдельных его частей, как при холодном резании.

Таблица 1 – Результаты замеров колебания усилия резания при обработке холодным резанием поясков различно наплавленного металла

Характеристика наплавленного слоя				Режимы холодного резания			
Диаметр образца, мм	Толщина слоя, мм	Направление наплавки	Ширина слоя, мм	n , об/мин	S , мм/об	t , мм	P_{zmax}/P_{zmin} Н/мм
45,0	3,5	вдоль	5,0	315	0,28	0,5	1661/ 1308
45,0	3,5	поперек	5,0	315	0,28	0,5	1620/ 1291
45,0	3,5	Тангенциально	5,0	315	0,28	0,5	1640/ 1300

Таблица 2 – Результаты замеров колебаний усилия резания с нагревом

Характеристика наплавленного слоя металла				Режимы холодного резания до температуры в 500°C			
Диаметр образца, мм	Толщина слоя, мм	Направление наплавки	Ширина слоя, мм	n , об/мин	S , мм/об	t , мм	P_{zmax}/P_{zmin} Н/мм
45,0	3,5	вдоль	5,0	315	0,28	0,5	446/ 440
45,0	3,5	поперек	5,0	315	0,28	0,5	442/ 434
45,0	3,5	Тангенциально	5,0	315	0,28	0,5	444/ 438

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаев В. П. Обработка металлов резанием. М.: ГИОП, 1959. 600 с.
2. Панов А. А., Аникин В. В. и др. Обработка металлов резанием. Справочник технолога машиностроения. 2004. 460 с.

VIBRATIONAL ANALYSIS OF PROCESSES IN HOT METAL CUTTING

Keywords: *oscillation period, capacitor, chip control, vibration, plastic shear, metal cutting.*

The summary. *The results of the study of metal cutting cold and heat. Conclusion is that in cutting the heating amplitude vibration cutting force occurs.*

ГОЕВА ВЕРА ВЛАДИМИРОВНА – доцент кафедры тракторы и автомобили, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

GOEVA VERA VLADIMIROVNA – Associate Professor of tractors and cars, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

Е. А. ДЕНИСЮК, И. А. НОСОВА

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО РАССОЛА

Ключевые слова: рассол, пастеризация, кавитационный теплогенератор, планирование эксперимента, регенерация.

Аннотация. Приведены результаты исследований по определению области оптимальных геометрических размеров кавитационного теплогенератора с целью пастеризации рассола после посолки сыра.

Организация первичной обработки и переработки сырья у его производителя – это один из эффективных путей развития производственных сельскохозяйственных предприятий.

Производство сыров непосредственно у сельскохозяйственных товаропроизводителей отличается сложностью и особенностью проведения технологического процесса.

Оборудование, серийно выпускаемое промышленностью, предназначено в основном при использовании именно в условиях специализированных молокоперерабатывающих предприятий. Оно имеет большую производительность, габариты и энергоемкость, что затрудняет переработку сырья именно у сельскохозяйственных товаропроизводителей, для которых важным является эксплуатация конструкций машин и оборудования с малой энергоемкостью, реализующих ресурсосберегающие технологии.

Определенную долю сточных вод сельскохозяйственных предприятий, занимающихся переработкой молока, в частности, производством сычужных рассольных и мягких сыров, образуют стоки, основу которых составляют отработанные рассолы после посолки сыра. Наличие поваренной соли делает стоки, содержащие рассолы, агрессивными по отношению к металлическому оборудованию, арматуре и окружающей среде.

Из изложенного следует целесообразность и необходимость многократного использования отработанного рассола с целью снижения его объема и экономии поваренной соли и питьевой воды.

Однако при посолке сыра происходит развитие различных форм микроорганизмов, которые делают невозможным непосредственное многократное использование рассола. В связи с этим при регенерации отработанного рассола требуется инактивация микрофлоры методом пастеризации. Процесс пастеризации занимает особое место в технологических процессах, как при первичной обработке сырья, так и в производстве молочных продуктов. Однако применение существующих пастеризационных установок сопровождается большими энергетическими и эксплуатационными затратами, что значительно затрудняет в условиях сельскохозяйственных предприятий регенерацию отработанного рассола после посолки сыра.

С целью снижения энергоемкости теплообменных процессов возникает необходимость применения аппаратов прямого воздействия на продукт, имеющих такие преимущества как простота в обслуживании и небольшие габариты. К таким аппаратам относятся кавитационные теплогенераторы, рабочим телом которых является жидкость, а превращение механической энергии в тепловую происходит в основном за счет вихревого течения жидкости в режиме кавитации.

В связи с изложенным выше нами разработана установка регенерации отработанного сырного рассола и представляется перспективным использовать в установке кавитационный теплогенератор для решения поставленной задачи регенерации отработанного рассола методом пастеризации [2].

Применение данной установки позволяет снизить энергоемкость тепловой обработки, расход соли и воды при посолке сыра и объем соленых сточных вод за счет регенерации отработанного рассола при многократном его использовании.

Для подтверждения теоретических исследований по определению параметров и режимов работы кавитационного теплогенератора были проведены экспериментальные исследования.

При исследовании технологического процесса регенерации отработанного рассола было выявлено, что большое значение имеет температурный режим при его пастеризации. Эффективность работы теплогенератора определяется количеством теплоты, выделенной в единицу времени.

Для уточнения геометрических размеров теплогенератора проведены исследования с целью получения оптимального температурного режима при рациональных конструкционных параметрах теплогенератора.

Необходимо отметить, что результаты однофакторного эксперимента позволили выбрать оптимальный диапазон геометрических параметров кавитационного теплогенератора: ширина сопла b находится в пределах от 0,045 м до 0,075 м; диаметр диафрагмы d_0 – от 0,025 м до 0,045 м; длина цилиндрической вихревой трубы L – от 0,5 м до 1,0 м. Полученные результаты однофакторного эксперимента позволили провести исследования взаимного влияния основных факторов, обеспечивающих рабочий процесс кавитационного теплогенератора, при проведении многофакторного эксперимента.

Исходя из поставленных задач исследований, был проведен ряд параметрических испытаний кавитационного теплогенератора для исследования взаимного влияния ширины входного сопла b (фактор x_1), диаметра диафрагмы d_0 (фактор x_2), длины цилиндрической вихревой трубы L (фактор x_3) и диаметра цилиндрической вихревой трубы d (фактор x_4) теплогенератора. По результатам лабораторных испытаний значения факторов были приняты следующие: ширина входного сопла от 0,045 м до 0,075 м с шагом 0,015 м, диаметр диафрагмы от 0,025 м до 0,045 м с шагом 0,01 м, длина цилиндрической вихревой трубы от 0,5 м до 1,0 м с шагом 0,25 м, диаметр трубы от 0,07 м до 0,11 м с шагом 0,02 м [1].

С целью оптимизации параметров кавитационного теплогенератора был проведен полный факторный эксперимент 2^3 с применением матрицы ротатабельного центрального композиционного плана с добавленными опытами в центре. В качестве критериев оптимизации были выбраны разность температур на входе и выходе теплогенератора Δt , °С (y_1) и тепловыделение, $Q_{\text{эвдк}}$, МДж/ч (y_2) [3].

Значимыми в математической модели для температурного нагрева являются коэффициенты при параметрах x_1 , x_2 , x_3 , а так же коэффициенты их взаимосвязей x_1x_2 , x_1x_3 , x_2x_3 , $x_1x_2x_3$ [1, 2, 3].

Однородность дисперсии отклика и воспроизводимость опытов проверяли с помощью критерия Кохрена. Адекватность полученных уравнений регрессии и проверялась с помощью F -критерия Фишера. В результате расчетов для данных уравнений сделан вывод, что модель адекватна [1].

В результате расчетов были получены модели регрессии в закодированном виде и в натуральном раскодированном виде:

$$\Delta t = -2,622 - 0,1788b + 0,2338d_o + 0,013L + 0,00194b^2 - 0,0024d_o^2 - 0,000004L^2 + 0,000333bd_o - 0,000067bL - 0,000075d_oL$$

$$Q_{жидк} = 71,606 - 2523,551b + 621,684d_o + 92,103L + 20794,049b^2 - 10240,255d_o^2 - 32,147L^2 + 6794,336bd_o - 453,958bL - 307,681d_oL$$

Графический анализ математических моделей по двумерным сечениям позволил получить область оптимальных значений геометрических размеров теплогенератора.

При этом необходимо отметить, что по сравнению с первоначальными сериями опытов область оптимальных параметров значительно уменьшилась, так ширина сопла стала в пределах от 0,06 м до 0,07 м, диаметр диафрагмы от 0,035 м до 0,04 м, длина цилиндрической вихревой трубы от 0,7 м до 0,85 м [1].

Значительное влияние на изменение температуры рассола Δt оказывает изменение ширины сопла: при увеличении ширины сопла до 0,07 м температура рассола увеличивается на 3 °С. При изменении диаметра диафрагмы в заданном диапазоне температура рассола возрастает до 3 °С. Увеличивая длину цилиндрической вихревой трубы до 0,85 м можно добиться повышения температуры рассола на 2 °С [1].

На величину тепловыделения в кавитационном теплогенераторе существенное влияние также оказывает ширина сопла (рисунок 1).

При увеличении ширины сопла до 0,075 м тепловыделение возрастает до 50 МДж/ч, при изменении длины цилиндрической вихревой трубы от 0,6 м до 0,8 м тепловыделение имеет значение 40 МДж/ч. При этом необходимо отметить, что максимальное влияние оказывает длина цилиндрической вихревой трубы. Оптимальное изменение диаметра диафрагмы находится в пределах от 0,03 м до 0,04 м.

Таким образом были определены оптимальные конструкционные параметры кавитационного теплогенератора: ширина входного сопла $b=0,063$ м, диаметр диафрагмы $d_o=0,04$ м, длина цилиндрической вихревой трубы $L=0,8$ м, обеспечивающие оптимальный перепад температур на входе и выходе теплогенератора $\Delta t=2,3$ °С за один проход жидкости, а при многократной ее циркуляции по замкнутому контуру необходимую температуру пастеризации 85 ± 5 °С, и теплопроизводительность $Q_{жидк}=42,1$ МДж/ч.

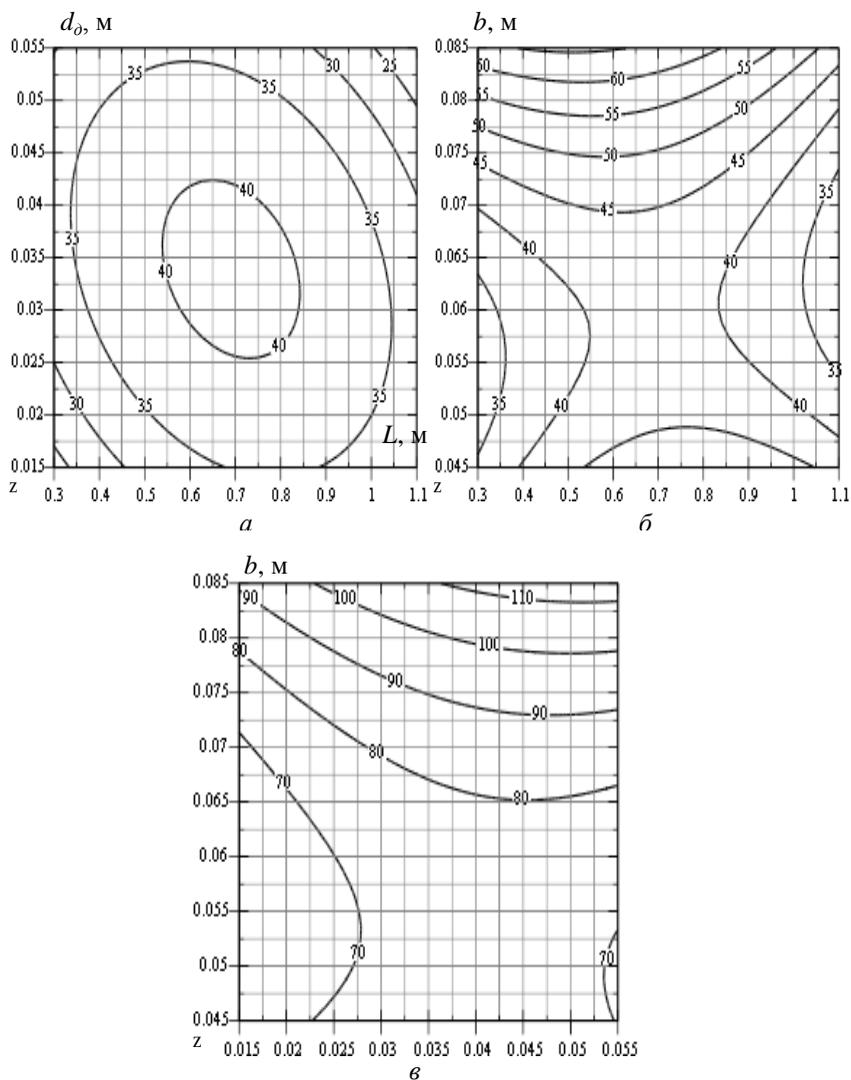


Рисунок 1 – Влияние на тепловыделение $Q_{жидк}$ в кавитационном теплогенераторе при фиксированном значении одного фактора: а – ширины сопла (x_1); б – диаметра диафрагмы (x_2); в – длины цилиндрической вихревой трубы (x_3)

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисюк Е. А. Определение оптимальных конструктивно-технологических параметров кавитационного теплогенератора при регенерации рассола после посолки сыра / Е. А. Денисюк, И. А. Носова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2011. №6 (25). С.63 – 68.
2. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. Л.: Колос. Ленинград, 1980. 168 с.
3. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие / Н. И. Сидняев. М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2011. 399 с.
4. Устройство приготовления и регенерации рассола для посолки сыра: патент на полезную модель № 107022 Рос. Федерация: МПК А01J 25/00 / Носова И. А., Денисюк Е. А., Кистанов Е. И.; патентообладатель ФГОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» № 2011112889/10, заявл. 04.04.2011; опубл. 10.08.2011 Бюл. №22.

POWER CONSUMPTION OPTIMIZATION AT REGENERATION OF THE FULFILLED BRINE

Keywords: brine, pasteurization, the cavitation heat generator, experiment planning, regeneration.

The summary. Results of researches by definition of area of the optimum geometrical sizes cavitation heat generator for the purpose of pasteurization of a brine after salting cheese are resulted.

ДЕНИСЮК ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА – заведующая кафедрой механизации переработки продукции животноводства, профессор, кандидат технических наук, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, инженерный факультет, (denelalex@rambler.ru).

НОСОВА ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА – доцент кафедры механизации переработки продукции животноводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, инженерный факультет, (nosovair@rambler.ru).

DENISYK ELENA ALEKSEEVNA – the chair of mechanization of animal product processing, professor, Cand.Tech.Sci., the honourable teacher of the higher vocational education of the Russian Federation, The Nizhniy Novgorod state agricultural academy, engineering faculty, (denelalex@rambler.ru).

NOSOVA IRIINA ANATOLEVNA – dozent of the chair of mechanization of animal product processing, The Nizhniy Novgorod state agricultural academy, engineering faculty, (nosovair@rambler.ru).

Р. Р. ЖАМАЛОВ, Е. В. КОРОЛЕВ, А. И. КОТИН

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ТРУБЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ

***Ключевые слова:** воздух, поток, критерии, подобие, натура, масштаб, аэродинамика, труба, тип, параметры, испытание, сходимость, условие, устройство.*

***Аннотация.** Рассмотрено общее устройство аэродинамических труб, их типы. Приведены технические показатели аэродинамических труб для нужд автостроения.*

Аэродинамические показатели автомобиля определяют либо дорожными испытаниями, либо экспериментом в аэродинамической трубе. Расчетных методов с высокой точностью в настоящее время не существует. Этому есть простое объяснение – внешняя форма кузова легкового автомобиля очень сложна и не поддается математическому описанию. К тому же теоретическая аэродинамика автомобиля находится в зачаточном положении. Известные расчетные методики получены эмпирическим путем.

Их можно использовать для автомобилей, имеющих конкретные габаритные размеры и ограничения геометрических параметров формы. Дорожные испытания предполагают наличие натурального объекта, что препятствует использованию их на ранней стадии проектирования автомобиля. Существуют различные методики проведения дорожных испытаний, но, тем не менее, именно в ходе эксперимента в аэродинамических трубах определяют полную аэродинамическую характеристику проектируемого автомобиля или серийного. В ходе дорожных испытаний невозможно получить полную аэродинамическую характеристику, включающую шесть компонентов – три безразмерных коэффициента сил и три коэффициента моментов. Проведение дорожных испытаний требует дорогостоящего оборудования и длительного времени. Влияние погодных условий снижает достоверность получен-

ных результатов. Плюсом дорожных испытаний является то, что результаты получены в реальных условиях, когда есть движение автомобиля относительно неподвижной опорной поверхности и неподвижного воздуха. В трубном эксперименте объект исследований неподвижен, как и опорная поверхность, имитирующая полотно дороги. Обращенное движение воздуха дает практически полное тождество обтекания автомобиля в реальных условиях [1]. Удобнее проводить опыты с неподвижным объектом. Степень достоверности полученных результатов зависит от соблюдения критериев подобия – геометрического, кинематического и числа Рейнольдса. Трубный эксперимент позволяет определить направление изменений внешней формы при работе с масштабными моделями уже на ранней стадии проектирования. Применение масштабных моделей оправдано на стадии поиска перспективной формы автомобиля. На моделях малых масштабов трудно воспроизвести в полном объеме форму автомобиля с имитацией поднищевой зоны, водоотводящих желобков, дверных ручек, системы охлаждения и т.д. На более поздней стадии в аэродинамическом эксперименте участвуют полномасштабные модели и натурные образцы автомобилей. Такой эксперимент требует больших финансовых и временных затрат.

Аэродинамическая труба является инструментом для исследователя, позволяющим получать результаты взаимодействия движущегося равномерного воздушного потока и находящегося в нем твердого тела. Движение воздушного потока создается работой вентилятора, имеющего привод от электромотора. Аэродинамические трубы для нужд автомобилестроения относят к классу низкоскоростных. Существует несколько типов [2] аэродинамических труб (рис. 1) – прямоточные и с закрытым контуром (замкнутая труба). Место, где установлен испытываемый объект, называется рабочей частью трубы. Рабочая часть может быть открытой (воздушный поток не ограничен жесткими стенками), закрытой (ограничение стенками) и с щелевыми стенками. Преимуществом открытой рабочей части является свободный доступ к исследуемому объекту, приборам. Объект, помещенный в рабочей части создает так называемое загромождение. Чем меньше загромождение, тем выше достоверность результатов испытаний. С увеличением степени загромождения скорость воздушного потока, обтекающего объект, превышает тарированную и поэтому в результаты требуется введение поправок. Обычно степень загромождения в автомобильных трубах не превышает 5...6 %. В каждой аэродинамической трубе в результаты испытаний вводят различные поправки, учитывающие

загромождение поперечного сечения рабочей части, ее тип, форму. Основным требованием к аэродинамической трубе является создание качественного потока. Так, например, поле скоростей в рабочей части должно быть постоянным в каждом ее сечении, градиент статического давления там же должен отсутствовать по всей длине. Показателем качества воздушного потока является его начальная турбулентность в рабочей части трубы. Степень турбулентности выражается в процентах и равна отношению средней квадратичной величины пульсационной скорости к значению скорости потока. В аэродинамических трубах степень турбулентности определяют продувкой шара при разных скоростях или при одной скорости шаров разных диаметров.

Условно каждая аэродинамическая труба имеет четыре части [3].

Коллектор (конфузор) расположен перед рабочей частью. В коллекторе воздушный поток разгоняется до необходимой скорости. Площадь коллектора по величине больше площади поперечного сечения рабочей части трубы, что определяет степень поджатия. В коллекторе размещается хонейкомб, назначение которого состоит в уменьшении турбулентности и обеспечение равномерности воздушного потока. Турбулентность не должна превышать 1 %. В рабочей части трубы установлены весы, как правило, шестикомпонентные. Ветровая нагрузка, действующая на модель или автомобиль, фиксируется весами. Объект испытаний имеет возможность установки или соосно рабочей части или под необходимым углом. Поддерживающие объект элементы оказывают влияние на воздушный поток и в трубах это учитывают. Чувствительность весов в современных трубах очень высока. При массе автомобиля около тонны весы фиксируют изменение нагрузки в десять граммов! За рабочей частью следует диффузор. В диффузоре происходит превращение кинетической энергии на выходе из рабочей части в энергию давления. Движение воздушного потока обеспечивает агрегат привода, включающий электродвигатель и вентилятор (винт). Вентилятор должен быть тщательно отбалансирован. Перед вентилятором устанавливают предохранительную сетку.

Технические данные аэродинамических труб, используемые для испытаний автомобилей приведены в таблице. Часть труб предназначены для продувок масштабных моделей автомобилей. Распространенными являются следующие масштабы – 1:4, 1:5, 3:8. В аэродинамических трубах, используемых для экспериментов с болидами формулы 1, масштаб объектов по международным правилам не должен превышать 1:2. В данной статье такие трубы не рассматриваются.

Не редкостью является тот факт, когда для автомобиля в разных источниках приводятся величины коэффициента лобового сопротивления, значительно отличающиеся друг от друга. Объясняется это не только приукрашиванием качеств новых легковых автомобилей производителями, но и рядом технических причин. К примеру, величина аэродинамического сопротивления зависит от параметров положения, комплектации автомобиля, степени загрузки и т.п. При публикации сведений по аэродинамике легкового автомобиля производитель не дает ссылок на подобную информацию. По договоренности ряда ведущих автопроизводителей и владельцев автомобильных аэродинамических труб (Volkswagen, Daimler – Benz, Fiat, Pininfarina, MJRA) с соблюдением равных требований к условиям испытаний был продут один и тот же объект [4].

Эксперимент показал хорошую сходимость результатов при соблюдении равных условий. Максимальные стандартные отклонения составили 2,29 %. В среднем измеренные значения коэффициента лобового сопротивления ниже на 1,7 % в трубе CRF и больше на 0,9 % в трубе VW.

Среднее значение коэффициента подъемной силы изменялось в ходе эксперимента от +0,138 до -0,285 при наибольшем стандартном отклонении $\pm 0,036$. Значения коэффициента давления отличаются не более чем на 0,1. Была определена корреляция между результатами испытаний в дорожных условиях и в аэродинамических трубах. Величина коэффициента лобового сопротивления, измеренная на дороге инерционным методом, незначительно превышает значение, полученное в аэродинамической трубе ($C_x = + 0,006$). Важным результатом эксперимента является вывод о ничтожно малом влиянии отсутствия вращения колес и отсоса пограничного слоя с поверхности имитирующей дорогу.

Погрешность измерения аэродинамического сопротивления, а это основной параметр, мала. В трубе VW она составляет $C_x = (0,002...0,003)$. В трубе Казанского Государственного Технического Университета $C_x = \pm (0,0031...0,0048)$, $C_z = \pm (0,0041...0,0085)$.

Точность измерений коэффициентов аэродинамических сил в трубе MJRA:

- коэффициент лобового сопротивления $C_x = \pm 0,005$;
- коэффициент подъемной силы $C_z = \pm 0,023$;
- коэффициент боковой силы $C_y = \pm 0,009$.

Таблица 1 – Технические данные аэродинамических труб

№	Труба	Страна	Год	Тип трубы	Рабочая часть	Степень поджатия	Пло- щадь сопла м ²	Макс. V потока км/ч	Равно- мерность потока %	Степень турбу- лентно- сти	N, kw
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Behr	Германия			открытая	6	5,24	120			147
2	BMW	Германия	1981	замк	целев.ст	3,66	20	160			1676
3	BMW	Германия	2009	замк.	открытая		25	300			
4	Caltech	США			закрытая	н.д.	7,3	210			625
5	Chrysler	США	1934		открытая	5,56	4,74	190			560
6	Daimler-Benz	Германия	1976	замк.	открытая	3,53	32,6	270	±1	0,25	4000
7	DNW	Германия- Нидерланды	1976	замк.	закрытая	4,8	90,25	220			12700
8	DNW	Германия- Нидерланды	1976	замк.	закрытая	9	48	400			
9	DNW	Германия	1976	замк.	закрытая	12	36	547			
10	Fiat CRF	Италия		замк.	полуоткр.	4	12	160			
11	Fiat CRF	Италия	1976	замк.	открытая	4	30	200	±1	0,1	
12	FKFS	Германия			открытая	4,16	6	200			
13	FKFS	Германия			открытая	4,41	22,5	220			
14	Ford				открытая	4	24,0/ 8,6	182/ 298			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	Ford	США		замк	закрытая	3,8	23,2	201	±3		
16	General Motors	США	1980	замк.	закрытая	5	65,9	240			4500 л.с.
17	Hyundai	Ю. Корея					55,4	200			
18	Honda	Япония	2010	замк.	закрытая		17	288		0,2	
19	Inst. Aero. St. Cyr	Франция	1976	откр.	целев.ст.	5	15	144	±1		
20	JARI	Япония	1976	не зам	закрытая	4,06	12	205	±1	0,25	
21	Lockheed	США	1968	замк.	закрытая	7,02	35,1	406	±0,25	0,4	
22	Georgia				бегущ.л-га						
23	Mazda	Япония			закр./откр.	6	24	230			
24	MIRA	Англия	1960	откр	закрытая	1,45	34,9	140	±2	0,8	
25	Mitsubishi	Япония	1981		закр./откр.	6	24	216	±1	0,2	
26	NRC	Канада	1970	замк.	закрытая	6	83,6	200	±1		
27	Nippon Soken	Япония			закрытая	3,66	17,5/12	120/200			1450
28	Nissan	Япония	1968	не зам	закрытая	2,86	21	119	±1,5		
29	Opel	Германия			закрытая	4,3	22,45	120			460
30	Porsche	Германия	1986	замк.	целев.ст	6,06	22,3	230	±0,4	0,15...	2200
31	Piniinfarina	Италия	1972	откр.	полуоткр.	6,2	11,75	150	±0,5	0,26	625

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
32	Porsche масштаб.	Германия	1986	замк	щелев.ст.		13,95	238	±0,4	0,15... 0,29	
33	Toyota	Япония			закрытая	3,66	17,5	200			1500
34	Sofica	Франция			закрытая		11,0/ 4,3	80/ 170			380
35	Volkswagen	Германия			открытая	6	6	170/ 180			460
36	Volkswagen	Германия	1967	замк	полуоткр.	4	37,5	180	±1,2	0,6	2600
37	Volvo	Швеция			открытая	6,6	4,32	190			500
38	Volvo	Швеция	1986/ 2006		щелев.ст	6	27,06	200/ 250	±0,8	0,2	2300/ 5000
39	VRC	Канада	1970	замк	закрытая	6	83,6	200	±1	1	
40	НИЦИАМТ	Россия	1986	замк				144			
41	ПАДТ ВАЗ	Россия	1996	замк	щелев.ст.	6	22,3	216		0,2	2300
42	ПАДТ ВАЗ масштаб.	Россия	1996	замк.	щелев.ст	6	1,395	216			220
43	Т-1К КАИ масштаб.	Россия		замк.	открытая		3,97	216	±1,02	0,35	
44	Т-104	Россия		замк.	открытая		38,5	432			

Аэродинамические трубы изначально предназначались для испытаний летательных аппаратов. И для них важнейшим параметром является аэродинамическая подъемная сила. Но как видно из приведенного материала точность ее определения на порядок ниже.

Современные легковые автомобили имеют малые значения коэффициента лобового сопротивления и следствием этого является увеличение значимости проработки конструкции днища. Для соблюдения реальных дорожных условий применяют отсос пограничного слоя с опорной поверхности. С этой же целью неподвижную поверхность заменяют бегущей лентой. Резервом снижения аэродинамического сопротивления является также проработка зон арок колес. На решение этих задач и направлены усилия автомобильных аэродинамиков.

С увеличением мощности компьютеров, появлением компьютерных программ роль трубных испытаний не уменьшается. Они дополняют друг друга.

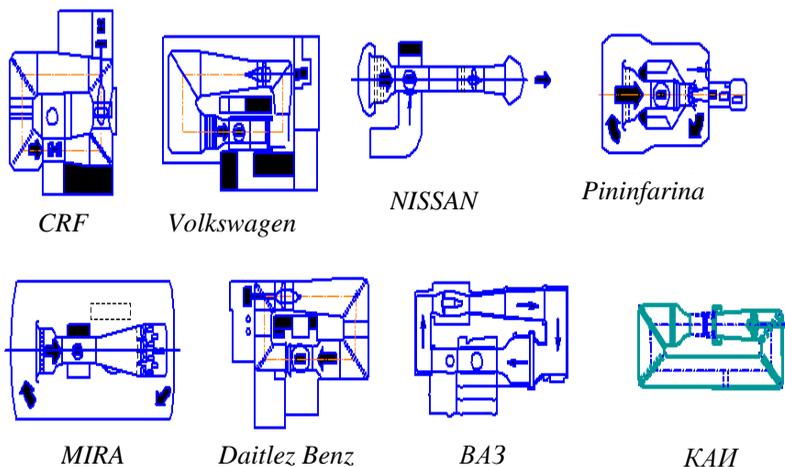


Рисунок 1 – Типы аэродинамических труб

ЛИТЕРАТУРА

1. Горлин С. М., Слезингер И. И. Аэромеханические измерения. М.: Наука, 1964. 720 с.
2. Михайловский Е. В. Аэродинамика автомобиля М.: Машиностроение, 1973. 224 с.

3. Пэнкхерст Р., Холдер Д. Техника эксперимента в аэродинамических трубах – М.:Иностранная литература, 1955. 667 с.

4. Costelli A., Garrone A., Visconti A., Buchheim R., Cogotti A., Kuhn A. FIAT research center reference car: correlation tests between four full scale European wind tunnels and road. «SAE Tech. Pap. Ser.», 1981, № 810137, pp. 1–43.

WINDPIPES – A RESEARCH TOOL

Keywords: air flow criteria, similarity, nature, scope, aerodynamics, tube, type, parameters, test the convergence condition, the device.

The summary. Considered overall structure of wind tunnels, their types. The technical parameters of wind tunnels for the needs avtostroeniya.

ЖАМАЛОВ РАФИК РАФАИЛЕВИЧ – аспирант кафедры Тракторы и автомобили ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно – экономический институт, (triamur@mail.ru).

КОРОЛЕВ ЕВГЕНИЙ ВИКТОРОВИЧ – к.т.н., профессор кафедры Тракторы и автомобили ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно – экономический институт, (triamur@mail.ru).

КОТИН АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ – аспирант кафедры Тракторы и автомобили ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно – экономический институт, (triamur@mail.ru).

KOROLEV EVGENEI VIKTOROVICH – professor of tractors and cars GBOU VPO Nizhny Novgorod State University of Engineering – Economic Institute, (triamur@mail.ru).

ZHAMALOV RAFIK RAFAILEVECH – graduate student, tractors and cars GBOU VPO Nizhny Novgorod State University of Engineering – Economic Institute, (triamur@mail.ru).

KOTIN ALEKSANDER IVANOVICH – graduate student, Trucks and Tractors GBOU VPO Nizhny Novgorod State University of Engineering – Economic Institute, (triamur@mail.ru).

*Н. Н. КУЧИН, С. Н. ЗАВИВАЕВ,
А. П. МАНСУРОВ, И. А. ШИШКИНА*

КАЧЕСТВО БРОЖЕНИЯ КОНСЕРВИРУЕМЫХ КОРМОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

***Ключевые слова:** консервация многолетних трав, молочно кислые бактерии, брожение, силосование, биологические препараты.*

***Аннотация.** Определено влияние биопрепаратов на основе молочно кислых бактерий на качество брожения консервируемых кормов. Данные исследования позволяют оптимизировать технологические процессы силосования кормов из бобовых и злаковых культур.*

В эпифитной микрофлоре силосуемых кормов разные штаммы молочнокислых бактерий присутствуют в небольшом количестве, поэтому первая фаза спонтанного брожения проходит с преобладанием его нежелательных типов (1). Для интенсификации молочнокислого брожения, наиболее желательного для благоприятного протекания процесса консервирования, в силосуемое сырьё вносятся молочнокислые закваски (2).

Исследования по использованию биологических препаратов для консервирования кормов проводятся нами с 2002 года. Препараты для испытания, изготовленные по усовершенствованной биотехнологической схеме, позволяющей достигнуть концентрации микробных клеток в 1 мл до 10^7 , предоставлялись ООО «Биоавтоматика».

Объектом исследований были многолетние бобовые травы клевер луговой, люцерна посевная, козлятник восточный и смеси однолетних бобово-злаковых трав: вико-ячменная и люпино-ячменные 1 и 2, отличающиеся тем, что в составе посевной нормы в первом случае было 45, во втором – 30% люпина от полной. Многолетние травы силосовали в свежескошенном и провяленном в течение 36 часов виде при скашивании в фазы бутонизации и цветения, смеси – в фазы молочной, молочно-восковой и восковой спелости зерна ячменя. В качестве биоло-

гических препаратов при силосовании многолетних трав использовали одиночные штаммы гомоферментативных молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* (*L. lactis*), *Lactobacillus casei* (*L. casei*) и *Lactobacillus species* (*L. species*), при силосовании смесей однолетних трав Биосил НН, состоящий из равного количества штаммов бактерий *L. lactis* и *L. casei* отдельно *L. lactis*. Доза внесения препаратов 1л/40т. Методика закладки опытов в лабораторных условиях общепринятая (3-4). Качество брожения определяли по количеству и составу продуктов брожения, степени подкисления.

Анализ результатов исследований позволил установить, что продукты брожения и зависящая от их количества и состава степень подкисления консервируемого сырья, которой, главным образом, определяется сохранность корма, и его питательная ценность в течение продолжительного времени хранения, в силосах из многолетних бобовых трав с биопрепаратами в количественном выражении были близки к силосам с химическим консервантом МиБАС-К и имели лучшие качественные характеристики, чем силосы традиционной технологии приготовления (рис. 1).

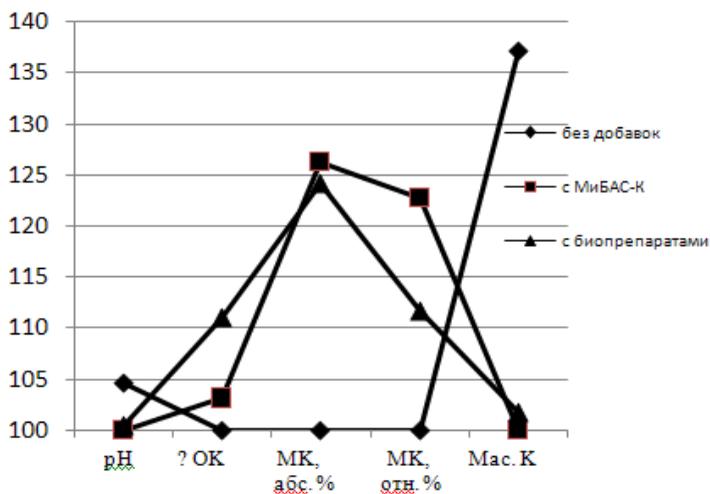


Рисунок 1 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки

Силосы с МиБАС-К превосходили силосы с биопрепаратами по абсолютному (МК, абс. %) и относительному (МК, отн. %) количеству

молочной кислоты, но уступали им по величине общего кислотообразования (Σ ОК) при примерном равенстве значений pH и количеству масляной кислоты (Мас. К). Силосы без добавок уступали силосам с био- и химвепаратами как по общему объёму образующихся кислот (на 11,1-3,1 отн. %), так и по величине образования (на 24,1-26,3 отн. %) и массовой доле молочной кислоты среди общего количества кислот брожения (на 11,7-22,7%) и превосходили их по содержанию масляной кислоты (на 37,1-35,4 отн. %), что закономерно сопровождается худшим подкислением силосуемой массы (рис. 1).

Суммарный эффект от использования биопрепаратов при силосовании всех видов смесей однолетних бобово-злаковых трав сводилось к активизации общего кислотообразования (на 14,6-7,1 отн. %), в т.ч. накопления молочной кислоты (на 16,5-5,1 отн. %), и лучшему, благодаря этому, подкислению готового корма, т.е. повышению качества брожения (рис. 2).

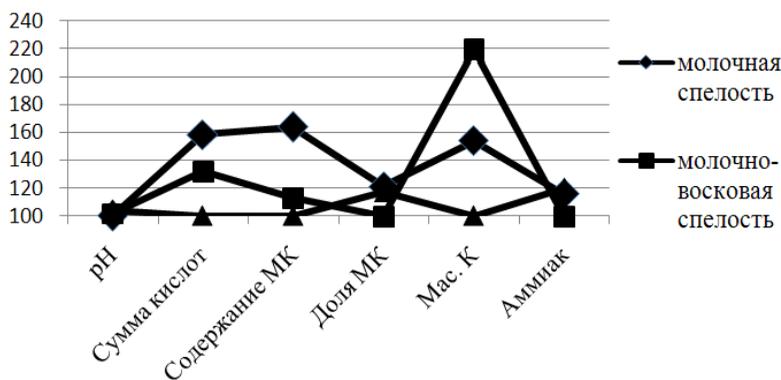


Рисунок 2 – Зависимость показателей качества брожения от условий консервирования смесей

Следовательно, использование биопрепаратов при силосовании многолетних бобовых трав и смесей однолетних бобово-злаковых трав приводило к улучшению качества брожения, заключающегося в увеличении, как общего объёма образования органических кислот, так и улучшению их качественного состава за счёт большего накопления молочной кислоты и её преобладания в совокупном количестве кислот брожения, благодаря чему ограничивалось маслянокислое брожение и улучшалось подкисление готовых кормов.

Перенесение сроков уборки травостоя с фазы бутонизации на фазу цветения не приводило к существенному улучшению результатов силосования при использовании всех видов консервирующих добавок. При применении биологических добавок подкисление сырья и образование масляной кислоты было примерно одинаковым. При использовании химического препарата МиБАС-К эти показатели даже ухудшались.

В силосах из сырья в фазе цветения, как правило, было меньше органических кислот, в том числе молочной, при сохранении примерно на одном уровне её массовой доли в общем количестве органических кислот (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки и срока скашивания травостоя

Вариант силосования	рН	Органические кислоты, % от СВ			
		всего	в том числе		масляная кислота
			молочная		
		абс.	отн. %		
Фаза бутонизации					
Без добавок	4,95	15,6	7,35	47,1	2,33
С МиБАС-К	4,57	17,0	11,5	67,5	0,23
<i>СL. lactis</i>	4,90	16,8	10,6	63,3	0,79
<i>С L. species</i>	4,80	18,0	9,50	52,8	1,34
<i>С L. casei</i>	4,80	18,3	10,5	57,1	1,11
Фаза цветения					
Без добавок	5,13	13,2	7,15	54,2	0,76
С МиБАС-К	5,05	12,7	6,83	53,8	2,03
<i>СL. lactis</i>	4,80	15,3	8,23	53,8	1,03
<i>С L. species</i>	4,93	13,4	7,65	57,1	1,06
<i>С L. casei</i>	4,83	14,0	7,97	56,9	1,33

Увеличение содержания сухого вещества в смесях по мере повышения степени зрелости в них зерна ячменя приводило к снижению степени подкисления консервируемой массы, что сопровождалось также уменьшением образования в готовых кормах кислот брожения, в том числе молочной кислоты, как в абсолютных, так и в относительных величинах (рис. 3).

Степень подкисления силосов изменялась по этой причине в значительно меньшей степени. Наиболее активное противодействие маслянокислому брожению и протеолизу при силосовании смесей однолетних бобово-злаковых трав, особенно при поздних сроках скашивания, оказывало применение при силосовании биопрепарата *L. lactis*, тогда как при использовании комплексного биопрепарата Биосил НН оно было менее акцентированным (рис. 3).

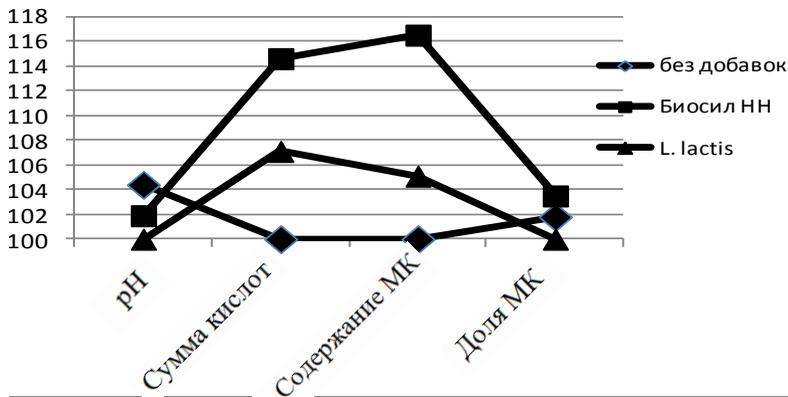


Рисунок 3 – Зависимость показателей качества брожения от фазы спелости зерна ячменя в составе смесей при проведении Силосования

Использование биопрепаратов приводило к повышению образования в силосах органических кислот от 10,6–15,4 до 11,0–19,3 (Биосил НН) и до 11,0–19,3 % (*L. lactis*) (табл. 2).

Количество молочной кислоты при этом увеличивалось от 8,0 – 12,0 до 8,1–15,6 и до 8,7–13,0 %, уксусной от 1,8–3,0 до 2,0–3,0 и до 2,4–3,6 % соответственно, в результате чего улучшалось подкисление силосов (снижение значения pH от 4,7–4,6 до 4,3–4,5 и до 4,1–4,4).

Степень подкисления силосуемой массы снижалась от раннего к более поздним срокам 4,12–4,36 до 4,44–4,62 ед. pH при уменьшении общего кислотообразования от 15,4–19,3 до 10,6–11,6 %, в том числе молочной от 12,0–15,6 до 8,0–8,7, уксусной от 3,0–3,6 до 1,8–2,4 % от сухого вещества.

По активизации кислотообразования, накоплению в силосах молочной и уксусной кислот, лучшие результаты получены от использования Биосила НН, по ограничению порочных типов брожения и про-

теолиза, лучшему подкислению – от *L. lactis*. Лучшее качество брожения при силосовании смесей однолетних бобово-злаковых трав отмечено в фазы молочной и восковой спелости зерна ячменя в их составе (табл. 2).

Таблица 2 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки и срока скашивания травостоя (% от абсолютно-сухого вещества)

Показатели	Варианты силосования		
	без добавок	с Биосилом НН	с <i>L. lactis</i>
молочная спелость зерна ячменя			
рН	4,36	4,30	4,12
Органические кислоты всего	15,41	19,32	17,37
в т.ч.: молочная, абс.	12,01	15,56	13,01
отн.	78,0	80,5	74,8
уксусная	2,96	2,97	3,63
масляная	0,44	0,79	0,73
Аммиак	0,15	0,21	0,18
молочно-восковая спелость зерна ячменя			
рН	4,47	4,32	4,37
Органические кислоты всего	14,25	15,68	14,47
в т.ч.: молочная, абс.	9,34	10,53	9,85
отн.	65,5	67,2	68,1
уксусная	2,34	2,86	2,78
масляная	2,52	2,28	1,84
Аммиак	0,28	0,26	0,22
восковая спелость зерна ячменя			
рН	4,62	4,50	4,44
Органические кислоты всего	10,63	10,99	11,57
в т.ч.: молочная, абс.	8,03	8,13	8,66
отн.	75,5	74,0	74,8
уксусная	1,83	2,03	2,39
масляная	0,79	0,81	0,52
Аммиак	0,13	0,10	0,12

Следовательно, перенесение уборки трав на более поздние сроки уменьшало образование в приготовленных из них силосах органических кислот, в том числе молочной, при сохранении примерно того же долевого участия её в общем объёме кислотообразования. Использование биопрепаратов позволяло сохранить качество брожения при перенесении сроков силосования многолетних бобовых трав с фазы бутонизации на фазу цветения при его ухудшении при традиционном способе приготовления силоса. Улучшению качества брожения способствовало силосование смесей однолетних трав в фазу молочной спелости зерна ячменя с *L. lactis* и в фазу восковой спелости зерна с Биосилом НН.

Наиболее заметное влияние на качество брожения оказывал вид силосуемого сырья (табл. 3).

Таблица 3 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки и силосуемых трав

Вариант силосования	рН	Органические кислоты, % от СВ			
		всего	в том числе		
			молочная		мас- ляная кис- лота
абс.	отн. %				
Клевер луговой					
Без добавок	4,70	18,7	11,0	58,9	0,125
С МиБАС-К	4,42	18,4	12,1	65,8	0,23
<i>CL. lactis</i>	4,30	17,7	13,6	76,8	0,05
<i>C L. species</i>	4,35	19,8	13,6	68,7	0,125
<i>C L. casei</i>	4,38	20,2	14,5	71,9	0,04
Люцерна посевная					
Без добавок	5,32	13,4	3,98	29,7	2,41
С МиБАС-К	5,10	14,2	7,45	52,5	1,62
<i>CL. lactis</i>	5,55	17,0	4,15	24,4	2,15
<i>C L. species</i>	5,40	13,3	3,60	27,1	3,12
<i>C L. casei</i>	5,40	15,2	5,32	35,0	3,35
Козлятник восточный					
Без добавок	5,10	11,0	6,75	61,4	1,79

Продолжение таблицы 3

С МиБАС-К	4,75	12,0	7,92	66,0	1,31
CL. lactis	4,70	13,7	10,55	77,0	0,50
C L. species	4,90	14,1	8,52	60,5	0,35
C L. casei	4,68	13,1	7,80	59,5	0,28

Наиболее качественные силосы получали из клевера лугового, силосы хорошего качества – из козлятника восточного и силосы низкого качества – из люцерны посевной. Особенно качество консервирования клевера и козлятника улучшалось от использования биопрепаратов *L. lactis* и *L. casei*. Такие силосы были лучше подкислены за счёт большего образования кислот брожения, среди которых молочная кислота занимала преобладающее положение при ограниченном количестве масляной кислоты. По консервирующему действию эти препараты не уступали химическому консерванту МиБАС-К (табл. 3). Это послужило основанием для создания на их основе комплексного биопрепарата Биосил НН.

Благоприятные для проведения силосования условия создавало использование люпино-ячменных смесей (рис. 4).

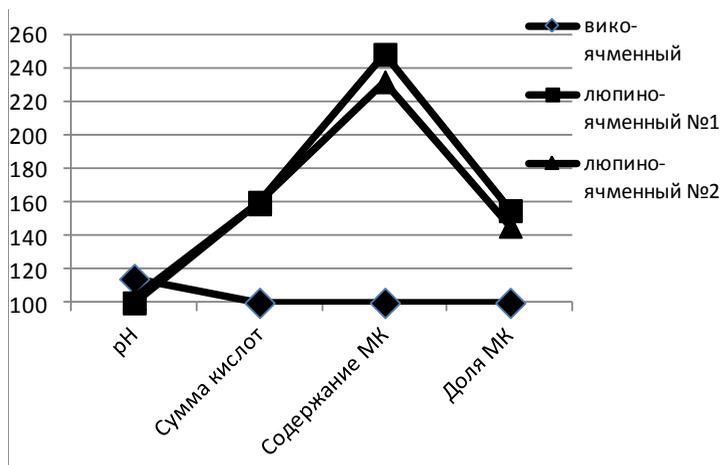


Рисунок 4 – Зависимость показателей качества брожения от вида консервируемых смесей

Силосы из этих смесей имели в своём составе больше органических кислот. Особенно важным было преобладание среди них молочной кислоты – главного фактора успешного силосования, благодаря чему такие силосы были более кислыми, что обеспечивает стабильность таких кормов при длительном хранении.

При прочих равных условиях (используемые добавки, сроки скашивания смесей) лучшие результаты получали при силосовании ячменно-люпиновой смеси №1. Силосы из люпино-ячменной смеси №2 имели наиболее высокое содержание аммиачного азота, из вико-ячменной смеси – масляной кислоты (табл. 4).

Наиболее эффективно подкисление вико-ячменной происходило при внесении в консервируемое сырьё Биосила НН, люпино-ячменной – амилолитического стрептококка *L. lactis*.

Таблица 4 – Влияние вида консервирующей добавки и силосуемого сырья на состав и количество продуктов брожения (% от абсолютно-сухого вещества)

Показатели	Варианты силосования		
	без добавок	с Биосилом НН	с <i>L. lactis</i>
Вико-ячменная смесь			
рН	4,87	4,57	4,64
Органические кислоты всего	9,89	11,30	10,38
в т.ч.: молочная, абс.	5,18	6,28	5,49
отн.	52,4	55,6	56,6
уксусная	1,65	1,91	2,23
масляная	3,06	3,11	2,66
Аммиак	0,15	0,19	0,12

Продолжение таблицы 4

Люпино-ячменная смесь №1			
рН	4,41	4,31	3,97
Органические кислоты всего	13,87	17,82	17,76
в т.ч.: молочная, абс.	11,28	14,58	14,59
отн.	81,3	81,7	82,2
уксусная	2,30	3,24	3,17
масляная	0,29	0	0
Аммиак	0,21	0,19	0,21
Люпино-ячменная смесь №2			
рН	4,16	4,24	4,21
Органические кислоты всего	16,52	16,80	15,33
в т.ч.: молочная, абс.	12,93	13,35	11,49
отн.	78,2	79,5	75,0
уксусная	3,19	2,69	3,40
масляная	0,40	0,76	0,43
Аммиак	0,21	0,19	0,18

Следовательно, из многолетних бобовых трав лучшее качество брожения обеспечивалось использованием в качестве силосуемого сырья клевера лугового, хорошее – козлятника восточного и плохое – люцерны посевной.

Результаты силосования улучшались от использования биопрепаратов *L. lactis* и *L. casei*, действие которых на состав продуктов брожения было сопоставимо с влиянием химического препарата МиБАС-К. Из одно-

летних бобово-злаковых трав для силосования лучше подходили люпино-ячменные смеси, особенно люпино-ячменная смесь 1 с *L. lactis*. Качество брожения при силосовании вико-ячменной смеси существенно улучшалось от использования Биосила НН.

Проведение 36-часового проявливания улучшало условия силосования трав: сырьё лучше подкислялось, несмотря на меньшее образование органических кислот, в особенности масляной, возрастала доля молочной кислоты в общем количестве кислот брожения (табл. 5).

Таблица 5 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки и способа подготовки сырья к силосованию

Вариант силосования	рН	Органические кислоты, % от СВ			
		всего	в том числе		масляная кислота
			молочная		
			абс.	отн. %	
свежескошенное					
Без добавок	5,08	15,4	6,92	44,4	1,90
С МиБАС-К	4,90	16,0	10,1	60,0	1,99
<i>C. L. lactis</i>	4,85	16,1	9,43	59,2	0,90
<i>C L. species</i>	4,97	17,0	8,67	49,0	2,35
<i>C L. casei</i>	4,97	18,0	9,28	55,5	2,39
проявленное					
Без добавок	5,00	13,4	7,58	58,2	1,19
С МиБАС-К	4,75	13,7	8,22	63,6	0,27
<i>C L. species</i>	4,75	14,4	8,48	58,8	0,04
<i>C L. casei</i>	4,67	14,4	9,15	63,0	0,05

Подкисление свежескошенного сырья при силосовании с химическим консервантом и биодобавками в сравнении с традиционной технологией, хотя и улучшало подкисление готовых силосов за счёт большего образования органических кислот, в том числе молочной, однако не доводило значения pH до оптимальных величин. Кроме *L. lactis* ни один из применяемых препаратов не препятствовал накоплению масляной кислоты в избыточном количестве. Примерно таким же действием обладали консервирующие добавки при силосовании проявленного сырья, однако в этом случае масляной кислоты в готовых силосах было значительно меньше, особенно при использовании биодобавок (табл. 5).

По комплексу показателей качества брожения оптимальным составом биопрепарата из штаммов молочнокислых бактерий *L. lactis* и *L. casei* определён препарат с соотношением компонентов 1:1, который получил название Биосил НН. Силосование клевера лугового с этим биопрепаратом способствовало ограничению порочных типов брожения, выразившихся в уменьшении накопления в готовом силосе уксусной и масляной кислот, и улучшало подкисление готового корма. При силосовании люцерны биопрепарат активизировал кислотообразование, в том числе синтез молочной кислоты, благодаря чему улучшалось подкисление корма (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние разных соотношений штаммов молочнокислых бактерий на кислотность и кислотный состав силосов

Вариант силосования	pH	Органические кислоты, % от СВ			
		всего	в том числе		
			молочная		масляная кислота
			абс.	отн. %	
Клевер луговой					
Без добавок	4,33±0,0 1	20,5±1,4	16,0±1,2	78,1	1,05±0,50
<i>L. lactis</i> (75%) + <i>L. casei</i> (25%)	4,03±0,0 2***	14,9±0,9 5*	12,0±0,2 1**	80,8	0
<i>L. lactis</i> (50%) + <i>L. casei</i> (50%)	4,08±0,0 2***	14,2±0,3 9**	12,6±0,3 2**	88,3	0

Продолжение таблицы 6

L. lactis (50%) + L. casei (50%)	4,02±0,0 1***	13,2±0,3 4***	12,0±0,2 3**	90,5	0,18±0,03
Люцерна посевная					
Без добавок	4,33±0,0 1	13,4±0,7 4	10,0±0,4 7	74,8	0,19±0,07
L. lactis (75%) + L. casei (25%)	4,30±0,0 5	14,8±1,1	10,9±0,6 0	73,4	0,41±0,29
L. lactis (50%) + L. casei (50%)	4,43±0,0 3	13,4±0,1 2	9,3±0,38	69,5	0,11±0,11
L. lactis (50%) + L. casei (50%)	4,40±0,0 5	16,2±1,5	12,1±1,2 5	74,6	0,26±0,05

Примечание: *- $P \leq 0,10$; ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$

В результате корреляционного анализа была установлена тесная корреляционная зависимость значения pH от содержания молочной кислоты в силосах, а также размера общего кислотообразования (соответственно $r = -0,63$ и $-0,90$; $P < 0,01$), что указывает на ведущую роль молочной кислоты в процессе консервирования силосуемых кормов, а также на ее доминирование в общем кислотообразовании при благоприятных условиях приготовления силоса. Также установлена прямая связь масляной кислоты с показателем pH ($r = +0,63$; $P < 0,01$). Такой характер взаимосвязи данных показателей указывает на раскисляющее действие продуктов распада в силосе. Естественна также обратная корреляционная зависимость содержания масляной кислоты от молочной ($r = -0,60$; $P < 0,01$) – важнейшим подкисляющим фактором.

Таким образом, использование биопрепаратов улучшало качество брожения, увеличивая общий объём образования органических кислот и улучшая их качественный состав за счёт большего накопления молочной кислоты и её преобладания в совокупном количестве кислот брожения. Благодаря этому ограничивалось масляно кислое брожение и улучшалось подкисление готовых кормов. Более поздняя уборка трав для силосования уменьшала образование в силосах органических кислот, в том числе молочной, при сохранении примерно равного долевого участия в общем объёме кислотообразования. При этом биопрепараты сохраняли качество брожения при приготовлении

силосов из многолетних бобовых трав. Улучшению качества брожения способствовало силосование смесей однолетних трав в фазу молочной спелости зерна ячменя с *L. lactis* и в фазу восковой спелости зерна с Биосилом НН. Лучшее качество брожения обеспечивало использование для силосования клевера лугового, хорошее – козлятника восточного и плохое – люцерны посевной. Результаты силосования улучшались от использования биопрепаратов *L. lactis* и *L. casei*, действие которых на состав продуктов брожения было сопоставимо с влиянием химического препарата МиБАС-К. Из однолетних бобово-злаковых трав для силосования лучше подходили люпино-ячменные смеси, особенно люпино-ячменная смесь 1 с *L. lactis*. Качество брожения при силосовании вико-ячменной смеси существенно улучшалось от использования Биосила НН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барнет А. Дж. Процессы брожения в силосе. / Пер. с англ. К.И. Рябова; Под общ.ред. А. А. Зубрилина. М.: Изд. Иностранной литературы, 1955. 255 с.
2. Мишустин Е. Н. Микробиология. М.: Колос, 1978. С. 324 – 332.
3. Методические рекомендации по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств химических препаратов, используемых при силосовании. Дубровицы, 1983. 17 с.
4. Методическими указаниями о проведении опытов по силосованию кормов. М., 1969. 13 с.

QUALITY CANNED FERMENTATION FEED THE USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS BASED LACTIC ACID BACTERIA

Keywords: conservation of perennial grasses, lactic acid bacteria, fermentation, silage, biological preparations.

The summary. The influence of biological products based on lactic acid bacteria on the fermentation quality of canned food. These studies will optimize the technological processes of ensiling forage legumes and cereals.

КУЧИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ – д.с.-х.н., профессор кафедры основы сельского хозяйства, химии и экологии ГБОУ ВПО НГИЭИ, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).
ЗАВИВАЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – к.в.н., заведующий ка-

федрой основы сельского хозяйства, химии и экологии ГБОУ ВПО НГИЭИ, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).

ШИШКИНА ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА – к.с.х.н., доцент кафедры механизация переработки продукции животноводства ФГБОУ ВПО НГСХА, Россия, Нижний Новгород, (osnovsh@yandex.ru).

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

ZAVIVAYEV SERGEY NIKOLAYEVICH – к.в.н., head of the department Bases of agriculture, chemistry and ecology GBOU VPO NGIEI, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

SHISHKINA IRINA ANATOLIEVNA – к.с.х.н., assistant professor of Mechanization processing of livestock products FGBOU VPO NGSKHA, Russia, Nizhny Novgorod, (osnovsh@yandex.ru).

МАНСУРОВ АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ – к.с.х.н., профессор кафедры Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВПО НГСХА, Россия, Нижний Новгород, (osnovsh@yandex.ru).

MANSUROV Alexander Petrovich – к.с.х.н., Professor of Technology of storage and processing of agricultural products FGBOU VPO NGSKHA, Russia, Nizhny Novgorod, (osnovsh@yandex.ru).

В. Ю. МАТВЕЕВ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ МОЛОЧНЫХ ЛИНИЙ

***Ключевые слова:** коллоидная система, белково-жировые отложения, механизм очистки загрязнений, моюще-дезинфицирующие средства, устройство очистки с активными рабочими органами.*

***Аннотация.** Молоко является сложной коллоидной системой. Жировые отложения представляют наибольшую сложность при очистке молокопровода после доения. Процесс загрязнения поверхности протекает поэтапно. Приведены различные модели и структуры грязевых отложений и механизмы их гидромеханической очистки. Предложено оригинальное устройство для механической очистки молокопроводов с вращающимся рабочим органом.*

В настоящее время идет процесс интеграции России во Всемирную торговую организацию. При этом национальные стандарты по ряду параметров для молока высшего и первого сорта значительно уступают европейским. Так, молоко высшего сорта должно содержать КМАФАнМ, КОЕ/см³ (г), не более: в России – 300 000, в Восточной Европе – 100 000, в Германии – 50 000, то есть имеется 6-ти кратное отставание от стандартов ЕС по уровню бактериальной загрязненности.

Важную роль при образовании загрязнений молокопроводящих путей доильных установок играют микроструктурные изменения, возникающие в результате воздействия различных физических и технологических факторов.

Молоко является сложной коллоидной системой, которая состоит из жировых шариков (диаметр до 2 мкм), молочных телец, белков, казеиновых телец (диаметр более 2 мкм), частиц коллоидной размерности и растворенных молекул и атомов, которые взаимодействуют между собой [1, 2]. Также возможно присутствие частичек и капелек грязи, которые попадают в молокопровод при доении.

Жировые отложения представляют наибольшую сложность при очистке молокопровода после доения. В 1 см³ молока содержится 2–4 млрд жировых шариков, окруженных водной фазой [1]. Жировые шарики имеют белково-липоидную оболочку, которая представляет собой поверхностный адсорбционный слой. Наружная сторона пленки жировых шариков, обращенная к водной фазе, состоит из белкового слоя, который, в свою очередь, образует гидратную оболочку. Такое строение оболочки жирового шарика препятствует процессам слияния молочного жира и осаждения его на внутренних поверхностях доильно-молочного оборудования, вызванные стремлением дисперсной среды занять наиболее выгодное энергетическое состояние.

Тем не менее, данные оболочки не обладают достаточной прочностью. Под действием теплового движения возможно взаимное проникновение гидратных слоев жировых шариков с образованием крупных конгломератов. В процессе машинного доения неизбежны различного рода механические воздействия, при этом происходит повышение энергии движения, в результате чего жировые шарики с гидрофибзированной поверхностью, смешиваясь в значительной степени со стабилизирующей их белково-гидратной оболочкой, без труда оседают на поверхности доильного оборудования.

Процесс загрязнения поверхности протекает поэтапно [1, 2]. Сначала при движении молока и воздуха по молокопроводу образуется воздушно-молочная эмульсия, возникают сильно развитые поверхности раздела фаз: плазма – жировые шарики и плазма – воздух. Это вызывает перераспределение концентрации белково-липидной оболочки в пограничных слоях контактирующих фаз. Далее, при столкновении частиц происходит разрушение защитного слоя вокруг жировых шариков, которые становятся более гидрофобными и притягиваются поверхностью воздушного пузырька. Затем, жидкая фракция жира на поверхности воздушного пузырька и сами жировые шарики, лишившись защитной гидрофильно-липоидной оболочки, способствуют усиленному зародению и росту определенной части кристаллов жира, как на этих поверхностях, так и на стенках молокопровода. На последнем этапе соли кальция, входящие в состав молока, создают армирующий скелет высокой прочности и прочно закрепляют загрязнения на поверхности оборудования, которые образуют твердые отложения в виде молочного камня.

Г.П. Дегтерев [2] разделяет все загрязнения, встречающиеся на молочном оборудовании, на три группы в зависимости от физико-химических процессов формирования загрязнений и их связей с очищаемой поверхностью (рис. 1):

- 1) адгезионные (в виде остатков молока и устойчивых частиц молочного жира);
- 2) поверхностно-адсорбционно связанные (в виде макрочастиц, жира и гелеобразных отложений);
- 3) прочно (глубинно) связанные (в виде «молочного камня»).

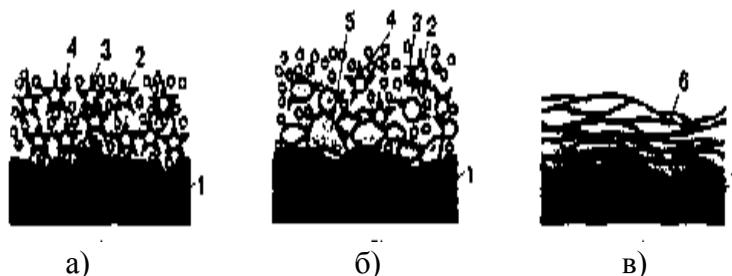


Рисунок 1 – Классификация загрязнений, образующихся на внутренней поверхности молокопровода:

а – адгезионно связанные; б – поверхностно адсорбционно связанные; в - прочно (глубинно) связанные; 1 – поверхность оборудования; 2 – жировые шарики; 3 – молочные тельца; 4 – липоидная оболочка; 5 – макрозерна масла; 6 – молочный камень

Исследователь С. В. Харьков [4] представлял общую структуру молочных загрязнений в виде определенной модели (рис. 2).

За счет сил адгезии к поверхности оборудования примыкают жировые шарики и масленичные зерна с поврежденной оболочкой. Смачивание поверхности молочной плазмой, содержащей частички казеина, молекулы лактозы и другие составные части молока.

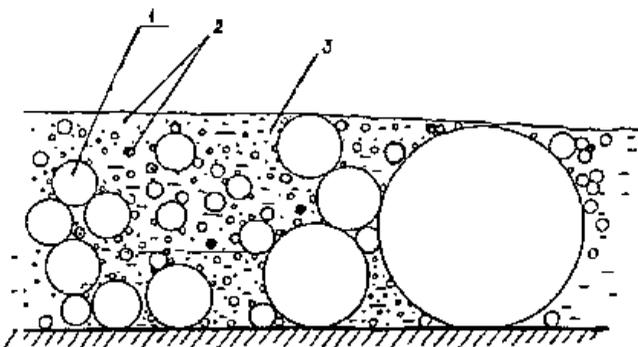


Рисунок 2 – Модель структуры пленки молочных загрязнений
1 – жировые шарики; 2 – частички казеина; 3 – молочная плазма

В процессе очистки можно выделить три стадии:

- 1) отделение частиц загрязнений от поверхности молокопровода;
- 2) перевод этих частиц в моющий раствор;
- 3) удержание взвешенных частиц в моющем растворе до его слива без повторного осаждения на поверхности.

Данное представление не учитывает необходимость разрушения довольно сильных связей между соседними жировыми шариками, тем более в загрязнениях в виде подсохших поверхностных пленок.

Механизм очистки загрязнений наиболее полно отразил в своих исследованиях Г. П. Дегтерев [1, 2]. Например, процесс удаления адгезивно связанных загрязнений ученый разделял еще на два этапа: уменьшение толщины слоя и удаление тонкого пристенного пограничного слоя.

Удаление загрязнений с поверхности молокопровода – это, в первую очередь, взаимное проникновение и смешивание дисперсионной среды молочной пленки и моющей жидкости, которое обусловлено их химической однородностью.

Удаление адгезионных загрязнений происходит в результате движения моющей жидкости, потому что в данном случае отсутствует действительное прилипание, а имеет место лишь тесное соприкосновение загрязнений с поверхностью или с загрязнениями другого вида. В этом случае силы аутогезии (силы связи внутри загрязнений) превышают силы адгезии (силы связи между загрязнениями и поверхностью).

Поверхностно-адсорбционно связанные по классификации Г.П. Дегтерева [2] представляют основную часть загрязнений. Эта вто-

рая группа загрязнений образуется в результате физико-механического воздействия на молоко при доении и транспортировании. Макромолекулярный слой их, который содержит молочный жир, активно адсорбируется поверхностью и не удаляется водой. Особенностью загрязнений второй группы является то, что силы в аутогезии в этом случае ниже адгезионных, и они увеличиваются по мере приближения к поверхности. Для удаления загрязнений данного вида необходимы горячие моющие растворы в сочетании с поверхностно-активными веществами. При удалении поверхностной активной пленки, которая состоит из молочного жира и белковых соединений, сначала происходит смачивание моющей жидкостью поверхности оборудования и молочного жира, при этом на них налипают молекулы поверхностно-активных веществ, уменьшая межфазное натяжение на границах фаз моющей жидкостью – загрязнение, моющей жидкостью – очищаемая поверхность. В результате этого силы кинематической энергии потока моющей жидкости становится достаточно для преодоления сил сцепления. Слой жира при этом под действием механического воздействия в некоторых местах сдвигается, образуя жировые сегменты, которые переходят в шарообразные капельки, удерживаемые на поверхности силами адгезии.

Прочно (глубинно) связанные загрязнения в виде молочного камня являются наиболее трудноудаляемыми. Для их удаления используют химически агрессивные среды, например, растворы кислот, или прибегают к способам механической очистки с применением высокоэффективных моющих и моюще-дезинфицирующих средств.

Загрязнения третьего вида состоят из жира, белка бактерий и других веществ. В их пленке можно выделить пристеночный и основной слой загрязнений. Толщина пристеночного слоя определяется размерами конгломератов, которые образуют жировые шарики между собой, достигающие размера в 400 мкм [4].

Для определения условий разрушения и удаления пристеночного слоя молочного жира необходимо рассматривать силы, обуславливающие его прочность. Прочность же пристеночного слоя характеризуется силами сцепления жировых частиц между собой и силами прилипания их к поверхности оборудования.

Согласно Б. А. Доронину [3] условие, при котором жировая частица отделится от поверхности молокопровода под действием энергии потока моющего раствора, выглядит следующим образом:

$$F\Delta a \geq G_{1-3}(1 + \cos\Theta)\Delta f,$$

где F – касательная сила трения, действующая на шарик со стороны потока жидкости, Н; Δa – путь сдвига жирового шарика, м; G_{1-3} – межфазная энергия на границе молочный жир – моющий раствор, Дж/м²; Θ – краевой угол смачивания (между вектором G_{1-3} по касательной к жировому шарика и поверхностью молочного оборудования), град.; Δf – приращение площади контакта жирового шарика с поверхностью молочного оборудования на пути сдвига Δa , м².

Значительно снизить энергию сцепления жировых шариков с очищаемой поверхностью можно за счет уменьшения межфазного натяжения на границе фаз моющий раствор – молочный жир G_{1-3} , а так же увеличения краевого угла смачивания Θ .

В настоящее время для снижения межфазной энергии G_{1-3} и улучшения качества промывки в молокопровод подают упругие пробки. Схема работы пробки показана на рисунке 3.

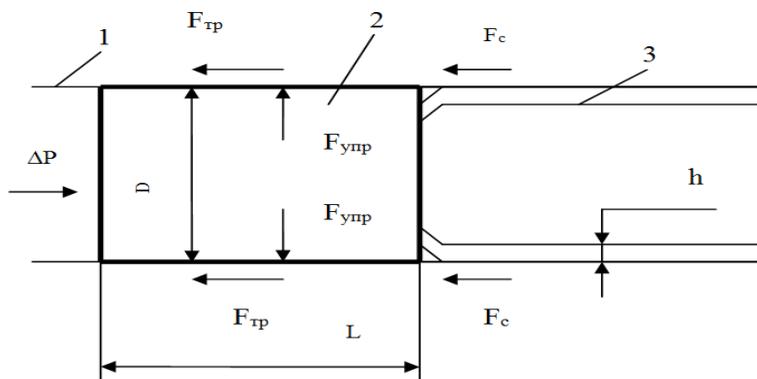


Рисунок 3 – Схема сил, действующих на упругую пробку в процессе удаления загрязнений:

1 – очищаемый молокопровод; 2 – упругая пробка;
3 – слой загрязнений

Пробка увлекается силой вакуума и счищает белково-жировые отложения со стенок молокопровода при линейном движении.

Недостатком упругих пробок является то, что они убирают белково-жировые отложения со стенок за 5–6 проходов, во время движения имеют преимущественно линейное движение и относительно быстро изнашиваются.

Мы предлагаем для очистки молокопровода использовать устройство очистки с активными рабочими органами (рис. 4), которое работает следующим образом: вакуум давит на приводной элемент (1),

увлекая его за собой, и приводит его во вращательное движение, он, в свою очередь, через соединительное звено (2) передает это вращательное движение чистящим элементам (3).

В этом случае расход моющего раствора нужен только для «смазывающего» эффекта, которое будет вращаться вместе с пыжом, совершая винтовое движение и эффективно очищая внутреннюю поверхность молокопровода.

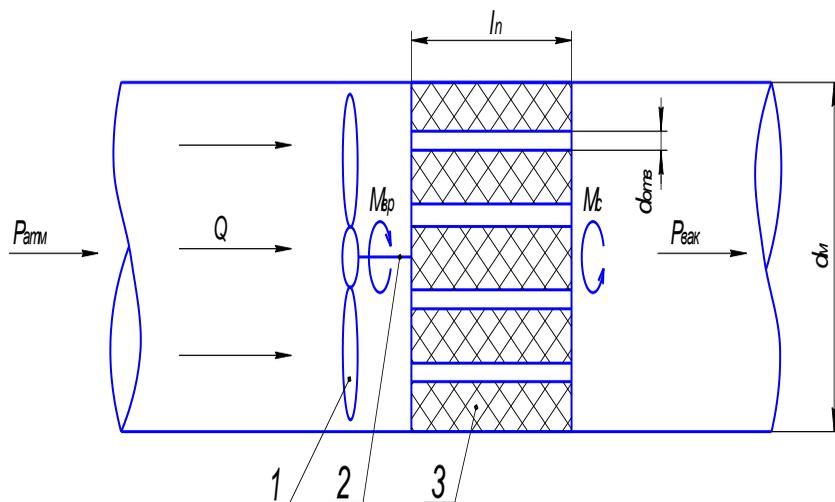


Рисунок 4 – Схема расчета устройства очистки молокопровода:

1 – приводной элемент; 2 – соединительное звено;

3 – устройство очистки

Воздушный поток «Q», воздействуя на приводной элемент (1), выполненный в виде лопастного вентилятора создает вращательный момент « $M_{вр}$ », который через соединительное звено (2), приводит во вращательное движение устройство очистки – пыж, в котором выполнены внутренние каналы для прохода воздушного потока. Очевидно, что справа от устройства в трубопроводе действует вакуумметрическое давление $P_{вак}$, а слева устройство конца трубопровода будет атмосферное давление $P_{атм}$. Скорость воздушного потока, поступающего на приводной элемент, будет пропорциональна разности давлений ($P_{атм} - P_{вак}$).

Условное вращение потока запишется следующим образом: $M_{вр} \geq M_{с}$

$M_{вр}$, M_c – соответственно вращательный момент, создаваемый приводным элементом и момент сопротивления потока.

Устройство с активным рабочим органом может быть выполнено с электроприводом (рис. 5).

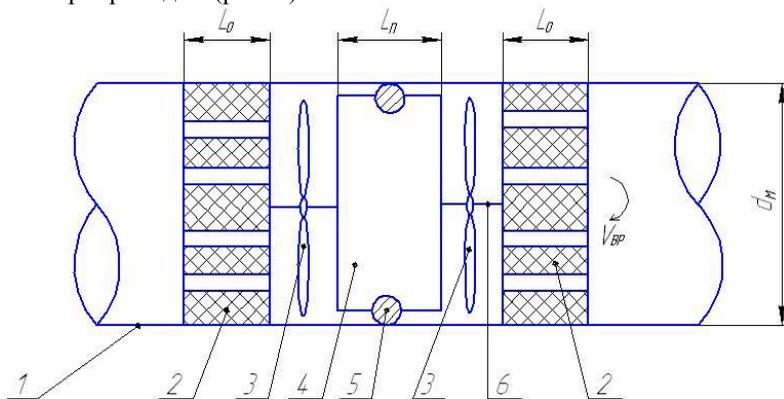


Рисунок 5 – Схема устройства очистки молокопровода:

1 – молокопровод; 2 – очиститель; 3 – вентиляторы; 4 – электропривод; 5 – движители-направляющие; 6 – соединительное звено

Исполнение с электроприводом исключает необходимость применения вакуума, поскольку движение осуществляется за счет воздушного потока, создаваемого лопастными вентиляторами (рис. 5). Устройство имеет симметричную конструкцию, в центре которой расположен электрический двигатель с направляющими опорами (5), которые движутся по стенкам трубопровода. Справа и слева от электропривода расположены пыжи-очистители (2) с внутренними каналами для отвода воздушного потока и промывочной жидкости, которая проходит по стенкам трубопровода, омывая внешний корпус электродвигателя и охлаждая его. Винты (3), приводимые от электродвигателя создают необходимую тягу для самопередвижения и привода очистителей.

Симметричность конструкции позволяет реверсировать режим работы, гасит удары при остановке в концевых устройствах, осуществляя движение по трубопроводу в обратном направлении. Питание электродвигателя осуществляется от аккумулятора, заряжаемого между циклами промывки. Для эффективной очистки трубопровода достаточно 2–3 циклов прохождения устройства.

Для эффективной работы устройства очистки с активным рабочим органом и развития данной технологии является создание двухконтурной технологической системы промывки:

1 – контур: включает – автомат промывки, стенд доильных аппаратов – молокоприемник – молочный насос – автомат промывки (рис. 6).

При этом жидкость циркулирует по малому контуру, эффективно промывая доильную аппаратуру, с большой скоростью, не остывая и с малым количеством моющего раствора.

2 – контур представляет собой закольцованную линию молокопроводов.

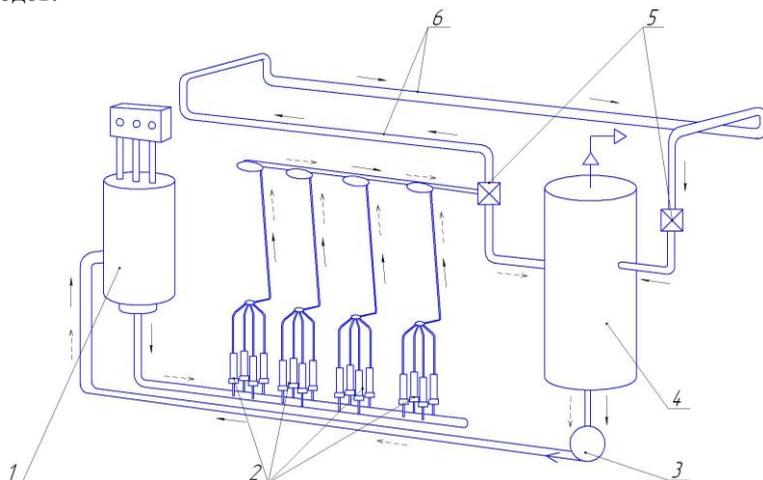


Рисунок 6 – Схема двухконтурной системы промывки доильных установок:

1 – автомат промывки; 2 – доильные аппараты; 3 – молочный насос; 4 – молокоприемник; 5 – концевые устройства; 6 – молокопровод

---▶ – малый круг промывки,

—▶ – большой круг промывки.

Предлагаемая двухконтурная схема промывки доильных установок с использованием мобильного устройства для очистки молокопроводов позволит сократить продолжительность промывки, количество используемых воды и моющих средств более чем на 50 %, а также расход энергии на 25–30%. Таким образом, возможно снижение общих затрат на получение молока, с одновременным повышением его качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтерев Г. П. Механизм образования и классификация молочных загрязнений / Г. П. Дегтерев // Молочная промышленность. 1999. № 6. С. 30–31.
2. Дегтерев Г. П. Образование загрязнений на молочном оборудовании и средства их удаления / Г. П. Дегтерев // Техника и оборудование для села. 1999. № 5(23). С. 31–33.
3. Доронин Б. А. Исследование режимов очистки доильно-молочного оборудования и совершенствование технических средств для её выполнения и контроля: Дис. канд. техн. наук. Ставрополь, 1982. 184 с.
4. Харьков С. В. Обоснование режима промывки доильных установок унифицированного ряда и разработка технических средств для его реализации: Дис. канд. техн. наук. Ростов н/Д, 1983. 143с.

IMPROVING TREATMENT OF DAIRY LINES

Keywords: *colloidal system, protein and fat, the mechanism of cleaning dirt, detergent-disinfectant, cleaning device with active working members.*

The summaru. *Milk is a complex colloidal system. Fat deposits are the greatest difficulty in cleaning the milk after milking. The process of surface contamination occurs in stages. Are various models and structures of mud deposits and the mechanisms of their hydromechanical cleaning. An original device for mechanical cleaning of the milk with a rotating working body.*

МАТВЕЕВ ВЛАДИМИР ЮРЬЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры технической сервис Нижегородский государственный инженерно – экономический институт, (matveev_ngiei@mail.ru).

MATVEEV VLADIMIR YURYEVICH – candidate, assistant professor of technical service enzhenerno Novgorod State Economic Institute, (matveev_ngiei@mail.ru).

К. Е. МИРОНОВ

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОРМОВ И ФИЗИКО – МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА

Ключевые слова: корм, измельчение, зерно, дробилка, концентрированные корма, помол, требования.

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема качества измельчения кормов. Проведён обзор кормов, приведены зоотехнические требования к качеству измельчения кормов для сельскохозяйственных животных, рассмотрены свойства зерна, выявлена необходимость равномерности измельчения компонентов комбикормов.

Перед скармливанием животным корм должен быть тщательно подготовлен и отвечать зоотехническим требованиям соответствующих технических условий и стандартов. Чем больше корм соответствует потребностям животных по содержанию питательных веществ и по своим физико-механическим свойствам, тем выше будет эффективность сельскохозяйственного производства. При организации полноценного кормления сельскохозяйственных животных особое значение имеет сбалансированность кормовых смесей и кормов по основным питательным веществам, микроэлементам, витаминам, белковым добавкам, и другим биологически активным веществам, которые при снижении затрат труда способствуют одновременному повышению продуктивности животных на 10–15 процентов.

Корма подразделяют на три категории:

- растительного происхождения;
- животного происхождения;
- промышленного производства.

Корма растительного происхождения делят на грубые, сочные и концентрированные. Основным и наиболее важным компонентом при производстве комбикормов являются именно корма растительного происхождения.

Концентрированные корма – основной источник углеводов, обладающих хорошей перевариваемостью и усвояемостью. Концентрированные корма по международной классификации подразделяют на две категории:

– высокоэнергетические корма, которые содержат не менее 18 % сырой клетчатки и не более 20 % сырого протеина в сухом веществе (зерно злаковых: ячмень, пшеница, рожь, кукуруза)

– протеиновые корма и добавки, имеющие не менее 20 % сырого протеина в сухом веществе (зерно бобовых: соя, горох, вика, кормовые бобы).

Однако зерно, несмотря на свои положительные и отрицательные особенности, следует считать не кормом, а ценным компонентом для его приготовления. При приготовлении простейших комбикормов и кормовых смесей исходят из следующих условий: при 70–80 % энергетических компонентов используют 15–20 % протеиновых добавок и до 5 % – минеральные добавки.

Концентрированные корма перед скармливанием подвергаются измельчению, благодаря чему разрушается оболочка зерна и повышается общая поверхность частиц корма. За счёт этого улучшается пищеварительный процесс животных.

В процессе переработки зерновых культур большое значение имеют размеры зерна, его форма и строение.

Зерно по своей структуре тело неоднородное. Оно включает оболочку, эндосперм и зародыш. Причём в зависимости от сорта, крупности и других факторов соотношение масс анатомических частей зерна заметно варьирует. Части зерна имеют различные механические свойства. Оболочки обладают значительной вязкостью, а эндосперм сравнительной хрупкостью. При дроблении зерна оболочки работают на разрыв, а эндосперм в основном на скалывание и сжатие. Разрушающие напряжения оболочек в зависимости от влажности и сорта зерна составляют 9,5...31,5 МПа, а разрывное напряжение эндосперма всего лишь 1,7...3,3 МПа. При дроблении зерна на удельный расход энергии влияют форма зерна, его влажность, наличие микротрещин, консистенция эндосперма, плёнчатость. Среди зерна одного сорта более высокой прочностью обладает стекловидный эндосперм. Прочность полустекловидного и мучнистого ниже. Также более прочны зёрна не ребристой, а округлой формы.

Кроме того, наблюдается высокая неоднородность геометрических размеров зерна. Неоднородность зерна по длине, ширине и толщине

сказывается на его механических свойствах. Повышенную прочность имеет мелкое зерно.

Критерием крупности измельчения является модуль помола М, определяющий три степени помола:

- тонкий (0,2–1,0 мм);
- средний (1–1,8 мм);
- крупный (1,8–2,6 мм).

Для животных различных видов и возрастных групп оптимальный размер измельчённых частиц различается. Для сельскохозяйственной птицы он составляет до 2–3 мм при сухом кормлении. Для крупного рогатого скота – не выше 3 мм. Для поросят-сосунов – 0,8 мм. Для поросят-отъёмышей: – 0,9–1,1 мм, для свиней беконного откорма – 1,2–1,6 мм.

Наибольшее распространение для измельчения зерна в сельском хозяйстве нашли молотковые зернодробилки, в которых происходит измельчение до требуемых размерных кондиций. От крупности частиц компонентов, входящих в состав комбикормов, напрямую зависит усвояемость их животными. Отрицательно сказывается на перевариваемости как недоизмельчение, так и переизмельчение зерна.

Таким образом, одним из главных требований к измельчителям компонентов комбикормов является равномерность помола.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшкин В. Р., Рошин П. М. Механизация животноводства / Под ред. С. В. Мельникова. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
2. Глебов Л., Гамзаев Г. Гранулометрический состав измельченного зерна // Комбикормовая промышленность. 1997. № 8. С. 15.
3. ГОСТ – 13299-71. Комбикорма-концентраты для поросят-сосунов. – М.: Изд-во стандартов, 1976. 6 с.
4. ГОСТ – 18221-72. Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Технические условия. Переиздание с изменениями. – М.: Изд-во стандартов, 1991. 13 с.
5. ГОСТ – 21055-96. Комбикорма полнорационные для беконного откорма свиней. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1997. 9 с.
6. ГОСТ – 28098-89. Дробилки кормов молотковые. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1989. 2 с.
7. ГОСТ – 9267-68. Комбикорма-концентраты. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1993. 6 с.

8. ГОСТ – 9268-90. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1991. 10 с.
9. Завражнов А. И., Николаев Д. И. Механизация приготовления и хранения кормов. М.: Агропромиздат, 1990. 336 с.
10. Зафрен С. Я. Технология приготовления кормов. Справочное пособие. М.: Колос, 1977. 240 с.
11. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. Л.: Колос, 1978. 560 с.
12. Сыроватка В. И. Производство комбикормов в колхозах и совхозах. М.: Россельхозиздат, 1976. 62 с.

PREPARATION OF FORAGES AND PHYSICS – MECHANICAL PROPERTIES OF GRAIN

Keywords: forage, crushing, grain, a crusher, the concentrated forages, a grinding, requirements.

The summary. In given article the problem of quality of crushing of forages is considered. The review of forages is lead, zootechnical requirements to quality of crushing of forages for agricultural animals are resulted, properties of grain are considered, the indispensability of uniformity of crushing of components of mixed fodders is revealed.

**МИРОНОВ КОНСТАНТИН ЕВГЕНЬЕВИЧ – аспирант
Нижегородского государственного инженерно-экономического
института, (mironow@mail.ru).**

**MIRONOV KONSTANTIN EVGENYEVICH – the post-
graduate student of the Nizhniy Novgorod state engineering-economic
institute, (mironow@mail.ru).**

Д. А. СЕМЕНОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОРПУСНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ

Ключевые слова: сопротивление изоляции, схема замещения корпусной изоляции трансформатора, обмотки высшего напряжения, обмотки низшего напряжения, трансформатор.

Аннотация. Рассмотрены способы определения параметров сопротивления корпусной изоляции.

В главной изоляции трансформаторов различают: сопротивление изоляции между обмотками высшего напряжения (ВН) и низшего напряжения (НН); сопротивление изоляции между обмоткой ВН и корпусом; сопротивление изоляции между обмоткой НН и корпусом (рис. 1) Рассмотрим, как можно определить эти параметры по результатам измерений на примере трансформатора ТР 8039–250 1985 года выпуска по схеме измерений, приведенной на рис. 1.

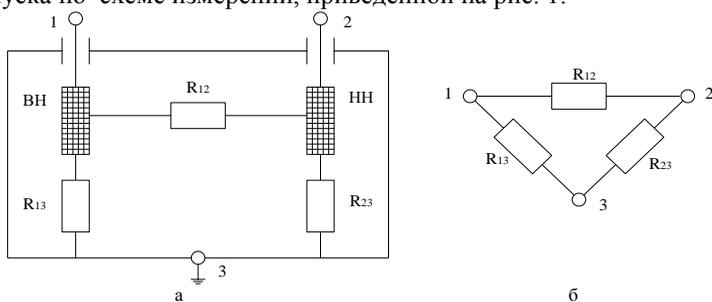


Рисунок 1 – Схема измерения сопротивления корпусной изоляции (а) и ее схема замещения (б): R_{12} – сопротивление изоляции между обмотками ВН и НН; R_{13} – сопротивление изоляции между обмотками ВН и корпусом; R_{23} – сопротивление изоляции между обмотками НН и корпусом.

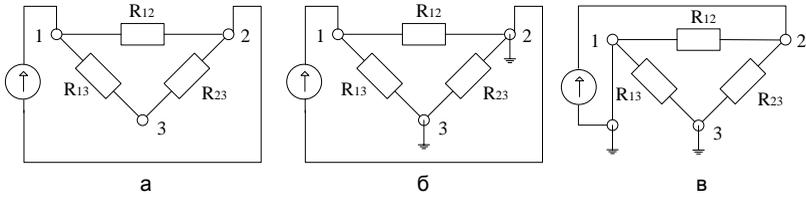


Рисунок 2 – Схема первого измерения (а), второго измерения (б) и третьего измерения (в).

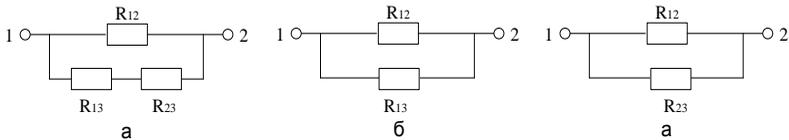


Рисунок 3 – Схемы замещения для расчета параметров сопротивления изоляции по каждому замеру

При первом, втором и третьем замере были получены параметры сопротивлений соответственно $R_2 = 1060 \text{ МОм}$ и $R_3 = 1080 \text{ МОм}$, которые исходя из схем рис. 3 можно определить по следующим формулам:

$$\text{1-ый замер} \quad R_1 = \frac{R_{12} \cdot (R_{13} + R_{23})}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}$$

$$\text{2-ой замер} \quad R_2 = \frac{R_{12} \cdot R_{13}}{R_{12} + R_{13}}$$

$$\text{3-ий замер} \quad R_3 = \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23}}$$

Для нахождения значений сопротивлений изоляции R_{12} , R_{13} и R_{23} , решим уравнения по схемам замещения, изображенным на рис. 3.

Запишем уравнения (1) – (3) в виде системы и решим полученную систему уравнений:

$$\begin{cases} R_1 = \frac{R_{12} \cdot (R_{13} + R_{23})}{R_{12} + R_{13} + R_{23}} \\ R_2 = \frac{R_{12} \cdot R_{13}}{R_{12} + R_{13}} \\ R_3 = \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23}} \end{cases}$$

Решение системы уравнений дает следующие выражения для сопротивлений изоляции:

$$R_{12} = -\frac{R_2 \cdot R_3 + \sqrt{(R_1 - R_2) \cdot R_2 \cdot (R_1 - R_3) \cdot R_3}}{R_1 - R_2 - R_3},$$

$$R_{13} = \frac{R_2 \cdot (-R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3 + \sqrt{(R_1 - R_2) \cdot R_2 \cdot (R_1 - R_3) \cdot R_3})}{(R_1 - R_2) \cdot (R_2 - R_3)},$$

$$R_{23} = \frac{R_3 \cdot (-R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + \sqrt{(R_1 - R_2) \cdot R_2 \cdot (R_1 - R_3) \cdot R_3})}{(R_1 - R_3) \cdot (R_3 - R_2)},$$

Подставим в уравнения значения

$R_1 = 1139 \text{ МОм}$, $R_2 = 1060 \text{ МОм}$ и $R_3 = 1080 \text{ МОм}$, полученные при измерении:

$$R_{12} = -\frac{1060 \cdot 1080 + \sqrt{(1139 - 1060) \cdot 1060 \cdot (1139 - 1080) \cdot 1080}}{1139 - 1060 - 1080} = 1217 \text{ МОм},$$

$$R_{13} = \frac{1060 \cdot (-1139 \cdot 1080 + 1060 \cdot 1080 + \sqrt{(1139 - 1060) \cdot 1060 \cdot (1139 - 1080) \cdot 1080})}{(1139 - 1060) \cdot (1060 - 1080)} = 8234 \text{ МОм},$$

$$R_{23} = \frac{1080 \cdot (-1139 \cdot 1060 + 1060 \cdot 1080 + \sqrt{(1139 - 1060) \cdot 1060 \cdot (1139 - 1080) \cdot 1080})}{(1139 - 1080) \cdot (1080 - 1060)} = 9617 \text{ МОм}$$

Также данные уравнения можно решить с помощью интегрированного пакета Mathcad. Данный пример решения приведен на рисунок 4.

$$\begin{array}{l}
 R_1 := 1139 \qquad R_2 := 1060 \qquad R_3 := 1080 \\
 R_{12} := R_1 \qquad R_{13} := R_2 \qquad R_{23} := R_3 \\
 \text{Given} \\
 R_{12} \cdot \frac{(R_{13} + R_{23})}{R_{12} + R_{13} + R_{23}} = R_1 \\
 \frac{R_{12} \cdot R_{13}}{R_{12} + R_{13}} = R_2 \\
 \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23}} = R_3 \\
 R_{12} > 0 \qquad R_{13} > 0 \qquad R_{23} > 0
 \end{array}$$

$$R := \text{Find}(R_{12}, R_{13}, R_{23}) \qquad R = \begin{pmatrix} 1.217 \times 10^3 \\ 8.234 \times 10^3 \\ 9.617 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

Проверка

$$\begin{array}{l}
 Rr1 := \frac{R_0 \cdot (R_1 + R_2)}{R_0 + R_1 + R_2} \qquad Rr1 = 1.139 \times 10^3 \\
 Rr2 := \frac{R_0 \cdot R_1}{R_0 + R_1} \qquad Rr2 = 1.06 \times 10^3 \\
 Rr3 := \frac{R_0 \cdot R_2}{R_0 + R_2} \qquad Rr3 = 1.08 \times 10^3
 \end{array}$$

Рисунок 4 – Пример решения уравнений в программе Mathcad для нахождения сопротивления корпусной изоляции по схеме рисунок 1.

В интегрированном пакете Mathcad функция Given, представленная на рис. 4 – это ключевое слово, начало блока решения. Функция Find – это функция, находящая точное решение искомым неизвестных, в данном примере R_{12} , R_{13} и R_{23} . Жирный знак равенства – это знак эквивалентности, который набирается нажатием клавиш [Ctrl]+[=].

В проверке, изображенной на рис. 4 параметры $Rr1$, $Rr2$, $Rr3$ равны значениям $R1$, $R2$, $R3$ соответственно, а R_0 , R_1 и R_2 равны соответственно R_{12} , R_{13} и R_{23} .

Проще решать если сделать следующие три замера по второму варианту по схемам, приведенным на рис. 5

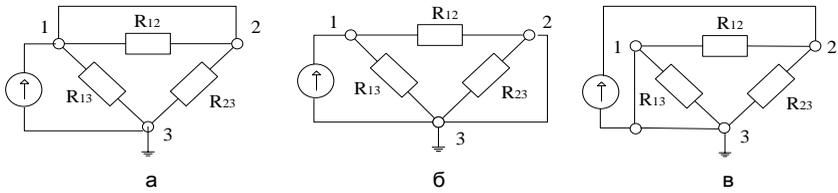


Рисунок 5 – Схемы измерений по второму варианту

По приведенным схемам измерения составим уравнения для определения параметров сопротивления корпусной изоляции через проводимость.

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_{23}}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_{12}}$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{23}}$$

Решим уравнения и получим следующие выражения сопротивлений изоляции:

$$R_{12} = \frac{2R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_2 - R_2 \cdot R_3} = \frac{2R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot (R_2 + R_3) - R_2 \cdot R_3}$$

$$R_{13} = \frac{2R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_3 \cdot (R_1 + R_2) - R_1 \cdot R_2}$$

$$R_{23} = \frac{2R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_2 \cdot (R_3 + R_1) - R_1 \cdot R_3}$$

На рис. 6 приведено решение уравнений с помощью интегрированного пакета Mathcad.

$$\begin{array}{l}
 R1 := 4436 \qquad R2 := 1060 \qquad R3 := 1080 \\
 R12 := R1 \qquad R13 := R2 \qquad R23 := R3 \\
 \text{Given} \\
 \frac{(R13 \cdot R23)}{R13 + R23} = R1 \\
 \frac{R12 \cdot R13}{R12 + R13} = R2 \\
 \frac{R12 \cdot R23}{R12 + R23} = R3 \\
 R12 > 0 \qquad R13 > 0 \qquad R23 > 0 \\
 R := \text{Find}(R12, R13, R23) \\
 R = \begin{pmatrix} 1.217 \times 10^3 \\ 8.234 \times 10^3 \\ 9.617 \times 10^3 \end{pmatrix} \\
 \text{Проверка} \\
 R12 := \frac{2R1 \cdot R2 \cdot R3}{R1 \cdot (R2 + R3) - R2 \cdot R3} \qquad R12 = 1.217 \times 10^3 \\
 R13 := \frac{2R1 \cdot R2 \cdot R3}{R3 \cdot (R1 + R2) - R1 \cdot R2} \qquad R13 = 8.234 \times 10^3 \\
 R23 := \frac{2R1 \cdot R2 \cdot R3}{R2 \cdot (R1 + R3) - R1 \cdot R3} \qquad R23 = 9.617 \times 10^3
 \end{array}$$

Рисунок 6 – Пример решения уравнений в программе Mathcad для нахождения сопротивления корпусной изоляции по схемам рис. 5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования / Под общей редакцией Б. А. Алексеева, Ф. Л. Когана, Л. Г. Мамиконянца. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2001, 256 с.
2. Серебряков А. С. Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. М.: Маршрут, 2005. 280 с.

**DEFINITION OF PARTIAL PARAMETERS
CASE ISOLATION OF TRANSFORMERS BY RESULTS
OF MEASUREMENTS**

***Keywords:** resistance of isolation, an equivalent circuit of case isolation of the transformer, windings of the highest tension, winding of the lowest tension, transformer.*

***The summary.** Ways of definition of parameters of resistance of case isolation are considered.*

СЕМЕНОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – старший преподаватель кафедры электрификация и автоматизация Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, (xxxmy@mail.ru).

SEMENOV DMITRI ALEKSANDROVICH – the senior teacher of the chair Electrification and automatization, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (xxxmy@mail.ru).

ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ КОРМОВОГО КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ МЕЛКОГО ФЕРМЕРСТВА ИКК-200

***Ключевые слова:** Кормовая база, средства мелкой механизации, мелкое фермерство, измельчитель кормового картофеля.*

***Аннотация.** В статье предложена конструкция измельчителя, позволяющая измельчать корнеклубнеплоды механическим способом. Приведено описание лабораторного комплекса для исследований. Обоснован выбор данной конструкции.*

Обоснование актуальности

В условиях современной рыночной экономики все сложнее становится содержать крупные фермы и предприятия по разведению скота. По данным Росстата [1], поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий на конец ноября 2010 года составило 20,5 млн. голов, сократившись на 3,3 % по сравнению с показателем 2009 года. При этом, поголовье коров сократилось на 2,1 % — до 8,8 млн. голов, поголовье свиней на 1,2 % — до 18 млн. голов, поголовье овец и коз на 3,1 % — до 22,4 млн. голов. Эта тенденция свидетельствует о том, что кризис в сельском хозяйстве продолжается, и сокращения производства продовольствия и роста его цены не избежать.

Тем не менее, пути избегания кризиса существуют, одним из них является создание программы «Оказания мер государственной поддержки начинающих фермеров и развития семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств на 2012–2014 годы»

Целью программы является – стимулирование развития крестьянских (фермерских) хозяйств Нижегородской области, увеличение числа семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств и их дальнейшее распространения на территории области. Желающих воспользоваться данной стартовой позицией немало, в связи, с чем все больше растет спрос на кормовую продукцию,

а также на малые средства механизации. В Нижегородской области распространенной кормовой базой является кормовый картофель. Деловые фракции транспортируют на сахарные, спиртовые и крахмально-паточные заводы, притом, что мелкие и бракованные фракции особым спросом не пользуются.

Умелое и рациональное использование кормов должно быть в центре внимания при производстве продукции животноводства. Одними из основных условий в успешном решении этой задачи являются совершенствование технологий и оптимизация подбора систем машин, оборудования для кормоцехов, позволяющих готовить влажные кормовые смеси с широким использованием грубых и сочных кормов. Это позволит сократить расход концентратов в рационах животных. Кормовый картофель весьма эффективен в животноводстве. На приусадебном участке и в фермерском хозяйстве такой картофель выращивается специально. В качестве кормового могут быть использованы и излишки картофеля, употребляемого в пищу человеком. В корм животных идут клубни, ботва, очистки, повреждённый картофель, а также картофельная барда (отход спиртового производства), картофельная мезга (отход переработки картофеля на крахмально-паточных заводах).

Известно, что животные превращают в пищевую продукцию только 20...25 % энергии потребляемого корма, на физиологическую деятельность самого животного затрачивается 25...35 % [2], а остальная часть выделяется в виде отходов, поэтому при решении задач рационального приготовления кормов необходимо добиваться снижения их непроизводительных потерь за счет повышения перевариваемости и усвояемости корма.

Клубни картофеля служат хорошим заменителем зерновых и других концентрированных кормов. По количеству получаемых с единицы земельной площади кормовых единиц картофель занимает одно из первых мест среди сельскохозяйственных культур. При урожае 200 ц/га он даёт 5000–6000 кг кормовых единиц, т.е. больше, чем кукуруза, кормовая свёкла, ячмень, овёс, рожь, несколько уступая лишь сахарной свёкле. Кроме того, с 1 га картофеля можно получить более 200 кг высококачественного белка.

Наибольшее применение картофель как корм находит в свиноводстве. В рационе свиней, усваивающих картофельный белок более чем на 90 %, удельный вес картофеля можно доводить до 50 % от общего количества кормов (во время откорма — до 70 %) при суточной норме 10–15 кг на голову, получая при этом быстрый рост свиней: 1 т картофеля, скормленная свиньям, обеспечивает 50–60 кг привеса. В кормо-

вых смесях для крупного рогатого скота и овец преобладает сырой картофель. Для крупного рогатого скота измельчёнными клубнями сдобривают малопитательные грубые корма, повышая тем самым их энергетическую ценность. В кормосмесях, состоящих из силоса, сена, концентратов, корнеплодов и картофеля, на последний приходится 10 – 20% их питательной ценности.

В настоящее время возникает проблема по приготовлению кормов на частных фермерских хозяйствах, в СССР на крупных скотоводческих фермах использовались установки типа АМК-2 производительностью 2,6 т/ч, АПК-10 – 12т/ч, КН-3 – 2,3 т/ч. Для частного хозяйства установка и содержание данных комплексов нерентабельны, в связи, с чем они потеряли всякую актуальность.

Нами предложен альтернативный агрегат для измельчения кормового картофеля ИКК-200 производительностью 200 кг/ч.

Данный агрегат представляет собой компактный измельчитель (размером с бытовую зернодробилку) состоящий из рабочей и бункерной секции (рисунок 1).

Бункерная секция съёмная, рабочая секция установлена на контуре с опорами.

Установка легко разбирается, что придает ей мобильность. Рабочее напряжение 220 в., двигатель мощностью 1 кВт. Все элементы заменяемы. В рабочей секции расположен электродвигатель, передающий крутящий момент через ременную передачу на вал с режущим элементом (рисунок 2). Режущий элемент – диск с четырьмя вертикальными и двумя горизонтальными ножами. Рабочий процесс заключается в следующем: в бункер засыпается картофель, по наклонным стенкам через подающую горловину поступает на вращающийся режущий аппарат, вертикальными ножами производятся надрезы, после чего отсекается часть надрезанного клубня горизонтальным ножом, кубики разрезанного клубня поступают в выгрузное окно и попадают в тару для готового корма. В результате резания должны получиться кубики, либо соломка шириной 2–2,5 см. с минимальной потерей сока. Малое соковыделение обеспечивается резанием тонкими закаленными лезвиями толщиной 0,8 мм.

Данный аппарат позволяет измельчать кормовой картофель для разового кормления за короткий промежуток времени. Его применение позволит значительно снизить затраты труда и времени на приготовление корма в частных фермерских хозяйствах.



Рисунок 1– Рабочая и бункерная секция



Рисунок 2 – Режущий диск с приводом и система привода, натяжного устройства, выгрузное окно

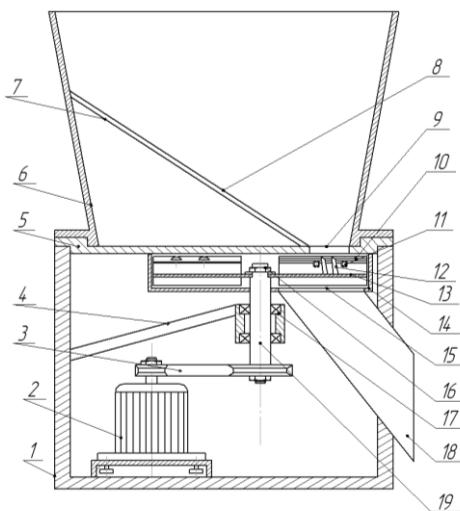


Схема 1. Измельчитель корнеклубнеплодов.

Общее устройство

1. Корпус измельчителя.
2. Электродвигатель.
3. Клиноременная передача – привод.
4. Кронштейн крепления опорных подшипников.
5. Крышка.
6. Бункер.
7. Наклонное дно бункера.
8. Наклонное дно бункера.
9. Подающая горловина.
10. Горизонтальный нож.
11. Горизонтальный нож.
12. Вертикальный нож.
13. Диск.
14. Ограничительная камера.
15. Выгрузное отверстие.
16. Прижимной болт.
17. Опорный подшипник.
18. Выгрузной бункер.
19. Приводной вал.

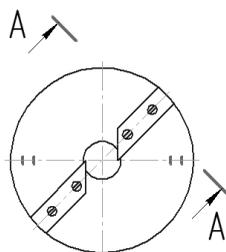


Схема 2. Режущий диск. Вид сверху

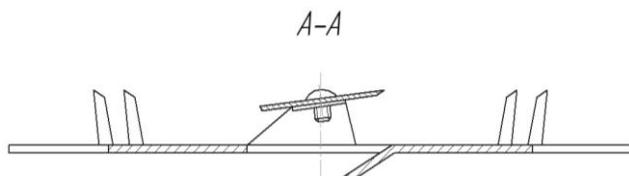


Схема 3. Режущий диск. Вид в разрезе

Как видно из схемы агрегат прост и относительно дешёв.

С точки зрения экономической эффективности, можно привести следующие доводы рентабельности и дешевизны изготовления данного агрегата:

- несущая конструкция – 800 р;
- листовой металл – 1400 р;
- электродвигатель – 500 р;
- сварочные работы – 1000 р;
- итого: 3800 р.

В дальнейшем, после проведения опытов, планируется совершенствовать рабочие органы, экспериментировать с материалами ножей и изменять режимы резания. Задача совершенствования рабочих органов измельчителей корнеклубнеплодов, обеспечивающей высокое качество измельчения при минимальных удельных затратах энергии и максимальной производительности является актуальной и имеет большое значение для экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.treeland.ru/article/home/pochva/solution_of_agricultural_problems
2. http://www.fermer1.ru/organizatsiya-pribylnogo-proizvodstva-svininy_10
3. Дегтярев Г. П. Механизация молочных ферм и комплексов. М.: Высш. Шк., 1984. 352 с.
4. Курдюмов В. И. Разработка и исследование машин для механизации животноводства и их рабочих органов. Ульяновск, 2002. 159 с.

GRATING OF THE FEEDING POTATOES FOR SMALL FARMS IKK–200

Keywords: feeding base, means of small mechanization, small farm, grater of the feeding potatoes.

The summary. In the article the construction of grater allowing grating tuberos roots by mechanized method is offered. The description of laboratory complex for researches is done. Choice of this construction is considered.

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

КОТИН АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ – преподаватель кафедры тракторы и автомобили, Нижегородский государственный инженерно – экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

KOTIN ALEKSANDR IVANOVICH – the teacher of the chair Tractors and cars, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

SMIRNOV ROMAN ALEKSANDROVICH – the teacher of the chair of mechanics and agricultural cars, the Nizhniy Novgorod state engineering – economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

Т. В. СУХАНОВА

САПР ОДЕЖДА – ПРОГРАММА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ

Ключевые слова: САПР ГРАЦИЯ, алгоритм, программа конструирования, моделирование, модуль, модификация.

Аннотация. Грация позволяет разрабатывать конструкции изделий по любой методике, которую может описать конструктор. На практике известные методики обычно не используются в «чистом виде», так как не полностью удовлетворяют конструкторов. В Грации имеются уникальные возможности для анализа и совершенствования методик конструирования.

В комплекс САПР одежды «ГРАЦИЯ» входит программа для моделирования одежды, которая обеспечивает максимально быструю сменяемость моделей и высокое качество изделий.

В подсистеме «Конструирование и Моделирование» САПР ГРАЦИЯ для построения модельной конструкции специалист может выполнить все необходимые приемы технического моделирования на основе базовых конструкций, построенных по наиболее распространенным методикам конструирования и моделирования поставляемых вместе с САПР.

При разработке конструкции может быть использована любая методика конструирования.

Система с равной точностью и тщательностью работает по любой методике и с любым видом одежды (пальто, плащ, блузка, брюки, бельевые или корсетные изделия, головные уборы и т.д.). Для достижения наилучшего результата в одном алгоритме иногда совмещают несколько методик.

Например, чертеж спинки плечевого изделия строят по ЕМКО СЭВ, а вытачку в плечевом шве спинки по более простому единому методу.

Исторический опыт конструирования показывает ограниченность любой системы кроя.

Под влиянием стилевых изменений в одежде, с развитием текстильной и швейной индустрии любая, некогда популярная методика конструирования со временем приходит в негодность. ГРАЦИИ не грозит опасность морального старения по причине устаревания методической базы.

Безусловно, написание текста алгоритма требует определенных временных затрат, но это окупается выигрышем во времени, качестве и удобстве на всех других этапах проектирования.

Визуальное представление текста алгоритма с одновременным отображением на экране графических действий обеспечивает удобство при проработке конструкции. Конструктор может перемещаться вдоль алгоритма от конца к началу и наоборот, может вносить изменения и дополнения в любую строку на любом этапе проектирования.

Наличие алгоритма, увязывающего все этапы проектирования в единое целое, дает неожиданный технологический эффект самокорректировки конструкции. Поправки, внесенные в алгоритм в какой-то строке, автоматически будут учтены во всех последующих строках. Так, изменения ширины горловины спинки будут автоматически воспроизведены по горловине полочки, в деталях подборта и обточек горловины.

Однажды разработанный алгоритм послужит основой для разработки на его базе серии моделей. Например, за счет изменения прибавок по линиям груди, талии и бедер получают изделия различных силуэтных форм.

Продуманно составленный алгоритм позволяет варьировать многими конструктивными параметрами. В разработанных алгоритмах проектирования платья и пальто женского в конструкции можно ментально изменять расположение боковых и рельефных швов, глубину проймы, высоту плечевых накладок, растрескивы вытачек, расширение изделия от бедер до низа, высоту и конфигурацию линии оката в зависимости от требуемой формы рукава. При этом автоматически обеспечивается взаимоувязка всех соединяемых деталей.

В ГРАЦИИ изменения конструкции можно проводить не только варьированием конструктивных параметров, но и путем графической коррекции криволинейных контуров деталей. Графические изменения линий конструктор проводит на экране с помощью мыши. Система автоматически записывает показатели коррекции в соответствующей строке алгоритма. Проведенная корректировка будет воспроизводиться во всех проставляемых размерных (ростовых) вариантах изделия. В системе предусмотрен блочно-модульный принцип структуры алго-

ритма. Выделение отдельных блоков построения рукавов, воротников, карманов позволяет создавать многовариантные ряды модельных конструкций на основе одного базового алгоритма построения стана.

Этап градации лекал наиболее трудоемкий и требует от конструктора напряженного внимания и сосредоточенности. И при этом всегда остаются опасения балансовых нарушений в градированных крайних размерных и ростовых вариантах изделий. Компьютерная технология ГРАЦИИ не требует градации лекал и гарантирует соблюдение балансовых характеристик, сопряженности линий контуров деталей в изделии всех размерных и ростовых вариантов.

Программа конструирования одежды обладает широкими техническими возможностями. Она обеспечивает автоматическое проектирование припусков на швы, подгибку, позволяет производить расчеты и измерения длин линий любой конфигурации, расстояний, углов, площадей. Если какому-либо параметру конструкции (например, длине рельефа или длине линии проймы) присвоить статус переменной, то система определяет этот параметр, автоматически выводит его значение на экран и использует его во всех последующих расчетах. На этом основано составление табеля технических измерений на модель. Система автоматически рассчитывает его на все используемые размерно-ростовые варианты.

Привлекательна в ГРАЦИИ ее открытость. Пользователи самостоятельно, без участия разработчиков и программистов могут направлять систему в нужное русло, увеличивать ее потенциальные возможности. При использовании системы идет наращивание видов проектируемых изделий, развиваются программы анализа конструкций, созданы условия для развертывания принципов унификации конструкций.

Наличие этого условного оператора открывает возможности для автоматического решения многовариантных задач. Например, система может изменить конфигурацию оката рукава в зависимости от нормы посадки материала на сантиметр длины проймы; автоматически проектировать количество вытачек по линии талии в зависимости от суммарного их раствора. Она открывает широкие возможности для развития теории и методических основ конструирования, побуждает к творческому поиску. Заманчивые перспективы появляются по использованию в конструировании абрисов фигур и изделия. Система по размерным признакам строит абрис фигуры, накладывает на него изображение изделия и переносит параметры изделия с изображения в конструкцию. С визуального образа изделия можно переносить длину изделия, ширину плеч, расположение и форму карманов, лацканов и т.д.

В настоящее время в Ивановской академии на базе ГРАЦИИ проводятся исследования по оптимизации конструкций и выявлению новых подходов в вопросах конструирования одежды. Представляет интерес развитие «условно интеллектуальных» аспектов САПР, которая в силу ее быстродействия и возможности одновременного учета большого числа факторов может стать не только исполнителем, но и участником творческого процесса конструирования, помогая проектировщику и направляя его к выбору рациональных конструктивных решений, предостерегая от ошибок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коблякова Е. Б., Ивлева Г. С. Конструирование одежды с элементами САПР. М.: 1988. 174 с.
2. Коблякова Е. Б., Мартынова А. И., Ивлева Г. С. Лабораторный практикум по конструированию одежды с элементами САПР. М: Легпромбыт издат, 1992. 320 с.
3. Конструктивное моделирование одежды: Учеб. Пособие для вузов/ Мартынова А. И., Андреева Е. Г. М.: МГУДТ, 2006. 216 с.
4. Современные формы и методы проектирования швейного производства: Учеб. Пособие вузов и сузов / Серова Т.М., Афанасьева А. И., Делль Р. А. М.:МГУДТ, 2004. 288с.

SAPR-CLOTHES IS THE PROGRAMM FOR CLOTHES MODELING

***Keywords:** SAPR GRACE, algorithm, the program of design, modeling, the module, modification.*

***The summary.** Grace allows developing designs of products on any procedure which the designer can describe. In practice known procedures usually are not used in « a pure type » as not completely satisfy designers. In Grace there are unique possibilities for the analysis and perfection of procedures of design.*

СУХАНОВА ТАМАРА ВАЛЕРЬЕВНА – старший преподаватель кафедры технической сервис, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (Suhanova68@mail.ru).

**SUKHANOVA TAMARA VALEREVNA – senior Teachers
Department Technical Support, Nizhny Novgorod State-State
Engineering and Economic Institute, Russia, Knyaginino,
(Suhanova68@mail.ru).**

С. С. КАЗАКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ ДИЗЕЛЕЙ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ

***Ключевые слова:** поршневые кольца, лазерное упрочнение, зона оплавления, зона лазерного воздействия, износостойкость, микротвердость.*

***Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы износостойкости чугунов поршневых колец, предложены варианты траекторий лазерного луча по рабочим поверхностям ПК. Установлено влияние микротвердости на износостойкость поверхностных слоев ПК упрочненных лазером и серийных цилиндрических втулок.*

При лазерной обработке чугунов поршневых колец (ПК) в результате теплового воздействия в поверхностных слоях происходят структурные изменения, которые влияют на их физико-механические характеристики. Исследованиями установлено, что формирование структуры с повышенной износостойкостью наблюдается в определённом интервале режимов лазерной обработки.

Поскольку лазерные дорожки на поверхности детали формируют определённый рисунок – «армирующую сетку», то очень важно правильно выбрать «рисунок» и относительную площадь лазерной обработки упрочненных поверхностей. Образцы поршневых колец обрабатывались по двум схемам (рис. 1), что объясняется малой высотой и шириной поршневых колец.

Износостойкость ПК с лазерной обработкой исследовалась в сравнении с хромированными кольцами судовых дизелей 6 ЧРН 36/45 на испытательном стенде при возвратно-поступательном движении. Нагрузка на контактирующие поверхности образцов составляла 1 кН, время приработки – 3 ч, суммарное время испытаний соответствовало - 25, 50, 100 ч. В зону трения подавалось масло М14В₂ - 6 капель в минуту при скорости скольжения образцов - 1,3 м/с. Температура рабо-

чей зоны трения образцов контролировалась термопарами и составляла - 90 °С.

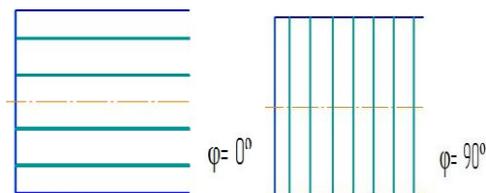


Рисунок 1 – Варианты траекторий лазерного луча по рабочим поверхностям поршневых колец

Исследованиями установлено, что при мощности лазерного излучения $P = (520 \dots 1280)$ Вт стойкость к абразивному изнашиванию чугунов ПК повышается с уменьшением скорости лазерной обработки. Это объясняется тем, что структуры, образующиеся при скорости лазерной обработки $V = (4,5 \dots 10)$ мм/с в ЗЛВ, более пластичны, поэтому при движении алмазного индентора происходит пластическое отщепление материала, а не хрупкое выкрашивание. Метастабильная структура в ЗО при данных режимах имеет высокую пластичность вследствие того, что происходит растворение углерода и его диффузия по всему объему расплава ЗО.

Структура этой зоны состоит из редких дендритов, выросших при кристаллизации расплавленного металла и окруженных дисперсным ледебуритом. Расстояние между ветвями дендритов после лазерной обработки уменьшается в 4 раза: от 11,5 мкм до 2,6 мкм (оплавленный), при этом диаметр осей дендритов уменьшается более чем 60 раз (до 0,38 мкм), – это свидетельствует о высокой скорости охлаждения чугуна в ЗО (порядка $5 \cdot 10^3$ град/с).

Известно, что чем выше скорость охлаждения, тем больше степень переохлаждения [1]. При повышении скорости охлаждения число зародышей кристаллизации резко возрастает, а, следовательно, увеличивается количество дендритов. Причем в наиболее благоприятных условиях роста находятся дендриты, главные оси которых располагаются вдоль теплового потока. Такие дендриты имеют максимальную длину, так как при их росте происходит частичное «выклинивание» соседних дендритов. Скорость охлаждения оказывает влияние на эвтектическую кристаллизацию, которая приводит к измельчению зерен, что способствует повышению прочностных характеристик чугуна.

Установлено, что с увеличением диаметра осей дендритов, абразивный износ повышается. Причем важное значение имеет не только микротвердость структуры, но и ориентация дендритов в объеме сплава. Наличие их ориентации обуславливает анизотропию свойств ЗЛВ.

Долговечность рассмотренных метастабильных фаз все же ограничена вследствие фазовых превращений, протекающих при абразивном изнашивании деталей [2]. Понижение ресурса эксплуатации деталей с зонами, упрочненными лазерной обработкой, происходит в том случае, если дальнейшие бездиффузионные превращения, протекающие за счет трибоактивации, приводят к уменьшению пластичности образующейся структуры [3].

Поскольку изнашивание упрочнённого слоя в поперечном направлении меньше, чем в продольном, то на рабочие поверхности ПК следует наносить кольцевые лазерные дорожки. Следует заметить, что рабочие поверхности ПК находятся в непрерывном контакте с поверхностью «зеркала» цилиндра. Чередование мягкой основы чугуна и упрочнённой зоны на рабочей поверхности поршневых колец позволяет получить высокие антифрикционные характеристики.

Результаты исследований приведены на рис. 2 и 3.

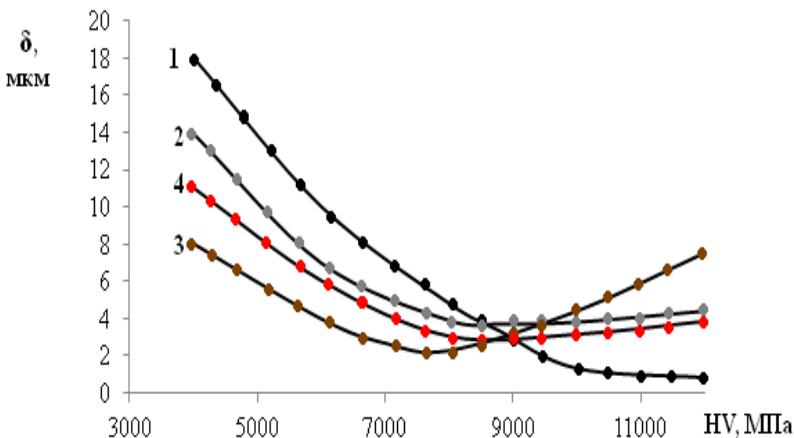


Рисунок 2 – Влияние микротвердости HV слоев ЗЛВ на износ чугуна поршневых колец после лазерной обработки при $P = 1000$ Вт и $V = 6$ мм/с 1 – $l = 0,02$ мм; 2 – $l = 0,07$ мм; 3 – $l = 0,12$ мм; 4 – поверхность ЗО

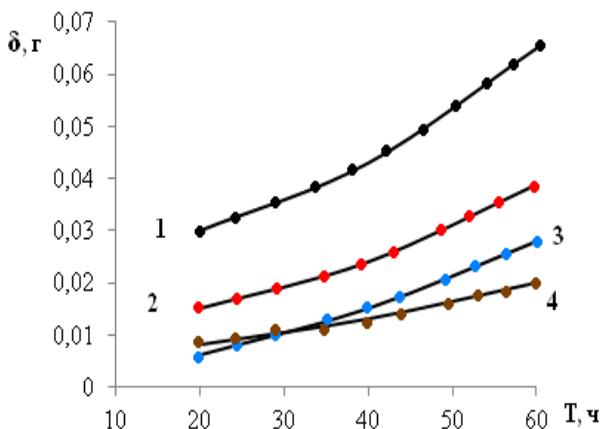


Рисунок 3 – Износ образцов пары трения втулка–кольцо на испытательном стенде при возвратно-поступательном движении:

- (1) – хромированное поршневое кольцо при работе с СЧ 25 (3);
 (2) – поршневое кольцо с лазерной обработкой при работе с СЧ 25 (4)

Установлено, что лазерная обработка ПК повышает не только износостойкость, но и снижает износ серийных ЦВ. Это дополнительно подтверждает, что на рабочей поверхности ПК чередование износостойких лазерных дорожек, имеющих структуру отбелённого чугуна повышенной твёрдости, и областей чугуна с графитными включениями благоприятно сказывается на работоспособности пары трения ЦВ - ПК. ПК судовых среднеоборотных дизелей следует упрочнять на следующих режимах:

CO_2 –лазер «Комета – 2»: $P = (950... 1000)$ Вт , $V = (4,5... 6)$ мм/с;
 твёрдотельный лазер ЛТН-103: $P = (250...300)$ Вт, $V = (6..13)$ мм/с

Выводы:

- существенное влияние на физико-механические свойства поверхностных слоев при лазерном упрочнении ПК оказывают: химический состав чугуна, способы получения заготовок, микроструктура;

- на работоспособность пары трения ПК-ЦВ значительное влияние оказывает «рисунок» лазерной обработки рабочей трущейся поверхности;

- на нижнюю рабочую поверхность ПК следует наносить кольцевые лазерные дорожки, поскольку изнашивание упрочненного слоя в поперечном направлении меньше, чем в продольном;

– лазерная обработка повышает износостойкость трибосопряжения в целом: ПК и серийных ЦВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорянц А. Г. Основы лазерного термоупрочнения сплавов / А. Г. Григорянц, А. Н. Сафонов // Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк. 1988. С. 159.

2. Дубняков В. Н. Влияние предшествующей обработки на пластичность и абразивную износостойкость метастабильных слоёв / В. Н. Дубняков // Трение и износ. 1985 Т. 6, № 5. С. 827–834.

3. Дубняков В. Н. Влияние метастабильного состояния поверхностных слоёв твёрдых тел на трение и износ / В. Н. Дубняков // Трение и износ. 1983 Т. 4, №5. С. 925–929.

RESEARCH OF WEAR RESISTANCE OF PISTON RINGS OF DIESEL ENGINES AFTER LASER THERMOHARDENING

Keywords: piston rings, laser hardening, a zone of melting, a zone of laser influence, wear resistance, microhardness.

The summary. In this work questions of wear resistance of cast iron piston rings are considered, versions of trajectories of a laser beam on working surfaces of the personal computer are offered. Influence of microhardness on wear resistance of superficial layers of the personal computer strengthened by the laser and serial cylinder plugs is established.

КАЗАКОВ СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ – старший преподаватель кафедры тракторы и автомобили Нижегородского государственного инженерно-экономического института, (kazakoff.85@mail.ru).

KAZAKOV SERGEY SERGEEVICH – the senior teacher of the chair Tractors and cars, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (kazakoff.85@mail.ru).

Ю. Н. КУЦЕНКО, О. Н. РЕЧИНА

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ФУНКЦИЙ ГАЗООБМЕНА
БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

***Ключевые слова:** методы исследования, газообмен, растения, диэлектрическая проницаемость, фотосинтез.*

***Аннотация.** В статье приводится обобщенная характеристика методов и устройств для проведения измерений функций газообмена биологических объектов. Показано, что наиболее перспективным методом является метод, основанный на измерении диэлектрической проницаемости газовой среды.*

Разработка и внедрение качественно новых технологий ведения растениеводства защищенного грунта требуют использования высокоточного, быстродействующего оборудования для измерения как параметров микроклимата в теплице, так и параметров процессов жизнедеятельности растений. Наиболее отзывчивой на внешние воздействия функцией растительного организма является фотосинтез. Поэтому данный параметр часто используется в качестве чувствительного показателя, при помощи которого исследуется реакция растения на изменения условий окружающей среды.

Для определения интенсивности фотосинтеза практически применяют один или несколько из следующих критериев: количество поглощенной углекислоты, количество выделенного кислорода, количество образовавшегося органического вещества или накопленной в нем энергии. Причем, в качестве интегрального показателя фотосинтеза все же чаще используют газообмен растения.

Методы исследования газообмена биологических объектов растительного и животного происхождения разрабатывались на протяжении двух столетий и основывались на различных принципах измерения, таких как манометрия, амперметрия, массспектрометрия, радиометрия, оптико-акустический и парамагнитный анализ газов и др.

Долгое время измерение интенсивности фотосинтеза растений проводили с помощью титриметрического анализа. Принцип измерения которого заключается в определении количества углекислого газа путем количественного поглощения его раствором щелочи и последующего измерения концентрации этого раствора по отношению к контрольному [1, с. 370; 2, с. 1796]. Для определения концентрации получившегося раствора используют следующие способы титрования: объемное раствором кислоты в присутствии индикатора, электрометрическое - по величине омического сопротивления щелочи и др. Приборы на основе объемного титрования, несмотря на широкое применение, отличаются громоздкостью, хрупкостью из-за наличия стеклянных частей, ограниченной точностью измерений [3, с. 158]. Электрометрические приборы, обладая высокой чувствительностью измерений (0,004 мг $\text{CO}_2/\text{л}$), не дают возможности получить очень важную для исследования процесса газообмена растения концентрацию CO_2 в воздухе в момент измерения [4 с. 755].

Методы, основанные на измерении pH раствора при его контакте с исследуемым воздухом, с последующим вычислением по полученным данным концентрации углекислоты в воздухе, являются одними из лучших. Методы измерения pH, несмотря на хорошие качества, обладают существенными недостатками, к числу которых следует отнести визуальное определение измеряемой величины и большие ошибки измерений [5, с. 106].

Измерение углекислоты по поглощению инфракрасного излучения, на основе которого разработаны оптико-акустические газоанализаторы, отличается высокой чувствительностью и точностью измерений газообмена (до 0,001% CO_2) [6, с. 1683]. Однако, инерционность измерений и необходимость очищения исследуемого воздуха от водяных паров, имеющих максимум поглощения в инфракрасной области спектра, являются существенными недостатками этого способа измерения [7, с. 305].

Особую группу определения газообмена растений составляют комплексные методы. С их помощью можно определить как количество выделенной углекислоты, так и объем поглощенного кислорода. Углекислота определяется путем поглощения ее щелочью, а кислород - путем измерения объема воды, заполняющей объем сосуда с кислородом по мере изменения его объема [8, с. 33]. К преимуществам описываемых методов относятся возможность измерения как углекислоты, так и кислорода, однако их чувствительность и точность невелика

и поэтому в большинстве случаев при использовании этих методов требуются длительные экспозиции [3, с. 163].

Глубокий анализ газообмена растений проводят измеряя количество выделенного или поглощенного кислорода. Для исследования посредством объемного газового анализа проб газа из приемника периодически отбирается с объектом. Обычно при этом проба газа приводится в соприкосновение с раствором пирогаллола, и весь кислород, имеющийся в пробе, поглощается им. По изменению объема газа судят о концентрации кислорода, но такие измерения не дают возможности достоверно судить о процессах газообмена [3, с.165; 9].

Точные результаты дает метод, основанный на применении масс-спектроскопических измерений содержания компонентов в газовой смеси. Данный метод нашел применение для исследований газообмена со стабильными и радиоактивными изотопами. Несмотря на простоту принципа измерения, практическое его осуществление сопровождается многими трудностями и требует сложной электронно-вакуумной аппаратуры [3, с. 199; 9; 10, с. 54].

Из всех методов исследования газообмена по кислороду наиболее широкое распространение нашел манометрический [3, с. 210]. Преимуществом манометрии является высокая чувствительность, регистрация показаний за короткий промежуток времени, возможность работы при высоком содержании кислорода и одновременное изучение газообмена двух газов (CO_2 и O_2). В силу указанных преимуществ манометрический способ занимает особое положение даже в сравнении с таким методом, как оптико-акустический [3, с. 211; 9].

В основе манометрического метода широкое распространение получил метод Варбурга. Обычно манометрический прибор представляет собой термостатную ванну, снабженную специальным механизмом для укрепления и приведения в качательное движение набора манометров с присоединенными к ним на шлифах сосудиками. Из разработанных в последнее время приборов манометрического типа заслуживает внимание респирометр с повышенной точностью и графической записью процесса газообмена [10, с. 58]. Поставленная цель достигается с помощью применения в микрореспирометрах стандартных микропипеток (0,1 мм) с ценой деления 0,001 мм³. Тонкий внутренний диаметр микропипетки позволяет улавливать малые перемещения водяного столба манометрической жидкости. Существенными недостатками рассмотренных устройств являются: необходимость калибровки измерительных сосудов, громоздкая и хрупкая манометрическая техника, невозможность автоматизации процесса измерений. В связи с вышеиз-

ложенным, необходимо разработать респирометры, исключая указанные недостатки.

Из анализа литературных данных [11, с. 43; 12, с. 550] следует, что измерение функций дыхания биологических объектов можно проводить по изменению диэлектрической проницаемости газа, окружающего биологический объект.

Поляризация $P(\omega)$ газа атмосферы, возникающая под влиянием поля СВЧ, определяется [12, с. 551]

$$P(\omega) = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{4\pi N}{3} \left[\alpha_0 + \frac{\mu^2}{3KT} \cdot \frac{1}{1 + I\omega\tau} \right], \quad (1)$$

ε – диэлектрическая проницаемость; M – молекулярный вес; ρ – плотность газа; N – число Авогадро; α_0 – средняя поляризуемость молекулярного газа; μ – постоянный дипольный момент; K – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура; τ – время релаксации.

Для внешних полей с частотой меньше 100 ГГц $\omega\tau \ll 1$ и выражение (1) записывается

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{4\pi N}{3} \left[\alpha_0 + \frac{\mu^2}{3KT} \right] \quad (2)$$

Для неполярных газов $\mu=0$, а выражение (2) имеет вид

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{4\pi N\alpha_0}{3} \quad (3)$$

Выражение (3) для идеального газа запишется

$$\varepsilon - 1 = K_1 \frac{P}{T} \quad (4)$$

Для полярных газов

$$\varepsilon - 1 = \frac{\rho}{M} 4\pi N \left[\alpha_0 + \frac{\mu^2}{3KT} \right] \quad (5)$$

и с учетом (4)

$$\varepsilon - 1 = K_2 \frac{P}{T} \left(A + \frac{B}{T} \right), \quad (6)$$

K_2 , A , B – постоянные коэффициенты.

Предполагая выполнимость закона о парциальных давлениях (закон Дальтона), диэлектрическая проницаемость смеси полярных и неполярных газов можно записать как сумму вида

$$\varepsilon - 1 = \sum_i K_{1i} \frac{P_i}{T} + \sum_q K_{2q} \frac{Pq}{T} \left(Aq + \frac{Bq}{T} \right). \quad (7)$$

С учетом наличия при газообмене углекислого газа (CO_2), сухого воздуха и водяного пара, выражение для « ε » запишется

$$\varepsilon - 1 = K_{11} \frac{P_d}{T} + K_{21} \frac{l}{T} \left(A + \frac{B}{T} \right) + K_{12} \frac{P_l}{T} \quad (8)$$

P_d – давление сухого воздуха; l – парциальное давление водяного пара; P_l – парциальное давление CO_2 .

Из анализа (8) следует, что с использованием метода измерений функции дыхания биологических объектов по величине диэлектрической проницаемости газа отпадает необходимость в определении количества O_2 и CO_2 , так как любые количественные изменения CO_2 и O_2 будут пропорциональны изменению диэлектрической проницаемости газа, окружающего объект.

Диэлькометрические методы измерения дыхания биологических объектов предъявляют высокие требования к чувствительности измерений: до 10^{-8} для $\Delta\varepsilon'$ и $10^{-6} - 10^{-7}$ для $\Delta\varepsilon''$. Из анализа измерений диэлектрической проницаемости газов следует, что резонаторные методы измерения диэлектрической проницаемости газов могут быть использованы для измерения функции дыхания биологических объектов. Теория всех методов проста и справедлива для всех типов резонаторов. Соотношения для диэлектрических параметров газа имеет вид [11, с. 45]

$$\Delta\varepsilon' = \frac{2\Delta f}{f_0}; \quad \Delta\varepsilon'' = \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right), \quad (9)$$

Δf – изменение частоты резонатора при дыхании биологического объекта; Q_0 и Q_1 – добротности резонатора без газообмена и при наличии газообмена.

Однако, данный вопрос требует не столько теоретических, сколько экспериментальных исследований. Поэтому, дальнейшие исследования направлены на разработку устройства измерения функций газообмена растений защищенного грунта на основе диэлектрической проницаемости газовой среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бриллиант В. А. Методы изучения фотосинтеза / В. А. Бриллиант // Тр. Бот. ин-та АН СССР, сер. VI. Эксперим. бот. Вып. 7. 1950. С. 358–385.
2. Санадые Г. А. Применение титрометрического газоанализатора для определения фотосинтеза и дыхания / Г. А. Санадые // Ботанический журнал. 1963. Т. 48. № 12. С. 1796–1799.
3. Вознесенский В. Л. Методы исследования фотосинтеза и дыхания растений / В. Л. Вознесенский, О. В. Заленский, О. А. Семихатова. М.: Наука, 1965. 306 с.
4. Вознесенский В. Л. Измерение интенсивности фотосинтеза кондуктометрическим методом / В. Л. Вознесенский // Биофизика, 1996. Т. V. № 6. С. 755–757.
5. Силева М. Н. Колориметрический метод определения фотосинтеза и дыхания растений / М. Н. Силева. Бюлл. Гл. бот. сада, Вып. 20. 1955. С. 101–106.
6. Зеленский О. В. О взаимоотношениях между фотосинтезом и дыханием / О. В. Зеленский. Бот. журн., 1957, т. 42, № 11, С. 1674–1690.
7. Зеленский О. В. Обзор методов изучения фотосинтеза наземных растений / О. В. Зеленский. – В кн.: Полевая геоботаника, т. 1, Изд. АН СССР, М. Л., 1959, С. 245–311.
8. Беликов П. С. Опыт применения инфракрасного газоанализатора (ГИП-5) для определения интенсивности фотосинтеза / П. С. Беликов, М. В. Моторина, Е. Б. Куракова. Изв. Тимирязевск. с-х акад., 1960, вып. 3 (34), С. 30–39.
9. А.с.482652 (СССР). Респирометр для изучения дыхания биологических объектов / Н. С. Пушкарь, В. А. Иткин, Э. Л. Обозный [и др.]. Оpubл. в БИ, 1975, № 35.
10. Коган Н. А. Сложные волноводные системы / Н. А. Коган, Б. М. Машковцев, К. Н. Нибизов. Л.: Судпромгиз, 1963. 356 с.
11. Брандт А. А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах / А. А. Брандт. М.: Физматгиз, 1964. 404 с.
13. Харвей А. Ф. Техника сверхвысоких частот / А. Ф. Харвей. М.: Сов. радио, 1965. 783 с.

**ANALYSIS METHODS AND DEVICES
MEASURING FUNCTIONS GAS EXCHANGE
BIOLOGICAL OBJECTS**

Keywords: research methods, gas exchange, plant, the dielectric constant, photosynthesis..

The summary. The article summarizes the characteristics of methods and devices for measurements of gas exchange functions of biological objects. It is shown that the most effective method is a measure method based on the measurement of dielectric constant of the gas medium.

КУЦЕНКО ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированного электропривода, Таврический государственный агротехнологический университет, Украина, Мелитополь, (kucenko2010@gmail.com).

РЕЧИНА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА – инженер-энергетик, ассистент кафедры автоматизированного электропривода, Таврический государственный агротехнологический университет, Украина, Мелитополь, (olyar83@list.ru).

KUTSENKO YURIY NYCOLAYEVICH – candidate of tecnic sciences, the senior lecturer of automated elektroprivod, Tavria State Agrotechnical University, Ukraine, Melitopol, (kucenko2010@gmail.com).

RECHINA OLGA NYCOLAYEVNA – Power-Engineer, the asistent of automated elektroprivod, Tavria State Agrotechnical University, Ukraine, Melitopol, (olyar83@list.ru).
