

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ISSN 2227-9407

*Нижегородский государственный
инженерно-экономический институт*

ВЕСТНИК НГИЭИ

Научный журнал
Издается с ноября 2010 года

№ 6 (25)

Июнь
2013 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. Мартынычев, 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:
Т. А. Быстрова.

Технический редактор:
Н. А. Шуварина.

Английский перевод:
Н. Н. Игнатьева.

Компьютерная верстка:
В. Л. Осокин,
Т. В. Погребова.

СОДЕРЖАНИЕ

АЛЕКСАНДРОВА А. А. Реконструкция электроснабжения животноводческого комплекса в ОАО «Плодопитомник»	3
ВИНОГРАДОВ А. В., ЛЕОНОВ Б. В., Преимущества применения биогазовых установок на бойнях скота и основания для внесения изменений в действующие санитарные правила для предприятий мясной промышленности.....	9
ВИНОГРАДОВА А. В., СКРОБОВ А. О. Об увеличении потерь электроэнергии в ЛЭП вследствие изменений в проектировании с учетом увеличения допустимых отклонений напряжения согласно ГОСТ 54149-2010.....	16
ВУКОЛОВ В. Ю. Вопросы оптимизации расходов потребителей на оплату электрической энергии	20
ДЕНИСЮК Е. А., ЗЫКОВА М. Е. Моделирование процессов обработки жидких кормовых сред.....	29
ДЕНИСЮК Е. А., МИТРОФАНОВ Р. А., НОСОВА И. А. Особенности электрогидравлической обработки торфа	36

Адрес редакции, издателя, типографии: 606340, Россия, Нижегородская область, город Княгинино, улица Октябрьская, дом 22а Сайт http://www.ngiei.ru E-mail: provalenova@ngiei.ru ngieiipc@gmail.ru Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, ин- формационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетель- ство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-52336 от 25.12.2012 г. Подписано в печать 28.06.2013 г. по графику 16:00 фактически 15:00 Формат 60х90, 1/16 Усл. печ. л. 6,93. Уч.-изд. л. 4,57. Тираж 1 000 экз. Заказ 41. Цена свободная. © Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2013	ДУЛЕПОВ Д. Е. Исследование переходных процессов в регулируемых установках емкостной компенсации реактивной мощности..... 47 ДУЛЕПОВ Д. Е., МАКАРОВА Ю. М. По- вышение эксплуатационной надежности электрических сетей малых поселений на примере села Малая Пица 54 КУЦЕНКО Л. Ю., ЛИСОВИЦКАЯ Е. П., ПАТИЕВА А. М., ПАТИЕВА С. В., Разра- ботка технологии функциональных мясных изделий для людей, предрасположенных или имеющих избыточную массу тела с использованием функционального мясного сырья и конжаковой камеди..... 61 КОРОБКОВ А. Н., МИХАЙЛОВА О. В. Разработка магнитно-индукционного сепаратора для обработки семян кормовых культур..... 70 НЕСТЕРЕНКО А. А., ПОНОМАРЕНКО А. В. Использование электромагнитной обработ- ки в технологии производства сырокопче- ных колбас..... 74 НЕСТЕРЕНКО А. А., РЕШЕТНЯК А. И. Действие низкочастотной обработки на мышечную ткань животных..... 84 СБИТНЕВ Е. А. Проблема очистки воздуха от пыли в сельскохозяйственных помеще- ниях с помощью электрофильтров 95 СЕМЕНОВ Д. А. Результаты измерений параметров корпусной изоляции авто- трансформатора класса 500 кВ..... 100
--	--

А. А. АЛЕКСАНДРОВА

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В ОАО «ПЛОДОПИТОМНИК»

Ключевые слова: реконструкция, ОАО «Плодопитомник», система электроснабжения, резервный источник электрической энергии, капитальные вложения, срок окупаемости.

Аннотация. Предложена реконструкция электроснабжения животноводческого комплекса ОАО «Плодопитомник» с заменой системы освещения и резервного источника электрической энергии.

Современное сельскохозяйственное производство – крупный потребитель топливно-энергетических ресурсов. В сельских районах электрическую энергию расходуют на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение производственных, общественных и жилых зданий, создание искусственного микроклимата в животноводческих помещениях, сооружениях защищенного грунта, хранилищах и др.

Для систем электроснабжения сельского хозяйства характерны большая разобщенность, разнообразие потребителей и неравномерность электрических нагрузок не только в течение года, но и в течение суток. Эффективное использование энергии в хозяйствах возможно при учете особенностей электропотребления [1. с. 18].

Важную роль в получении электроэнергии играет электрификация и автоматизация технологического процесса, которая обеспечивает бесперебойную и безаварийную работу. Электрификация, то есть производство, распределение и применение электроэнергии, – основа устойчивого функционирования и развития всех отраслей промышленности и сельского хозяйства страны и комфортного быта населения. На базе электроэнергетики стали развиваться промышленность сельское хозяйство и транспорт.

Развитие сельскохозяйственной промышленности базируется на современных технологиях, широко использующих электрическую энергию. В связи с этим возросли требования к качеству электрической энергии, к ее экономному и рациональному расходованию.

ОАО «Плодопитомник» расположено в западной части г. Лысково, в 2 км от центра.

По климатическим условиям территория хозяйства входит в теплый умеренно влажный агроклиматический район республики, характеризуется теплым летом и умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом.

Температура в июле месяце – $+ 25,3 + 25,4$ °С, температура самого холодного месяца года – января – $22 - 22,4$ °С. Рельеф местности – большая часть территории расположена на обширном нерасчлененном увале. Вершина его выровненная, платообразная, склоны пологие. Роза ветров располагается таким образом, что в осенне-зимний период преобладают ветра западного направления, а летом – в южном и южно-восточном направлении, благодаря чему вредные выбросы не попадают в центр поселка.

Наиболее распространенный тип почв дерново-подзолистый. Коэффициент увлажнения повсеместно чуть больше 1, что приводит местами к избытку увлажнения и заболачиваемости.

В процессе проведенной работы был составлен анализ хозяйственной деятельности, исходя из которого был сделан вывод, что 31 % от общей производственной деятельности составляет производство молока. Численность работников составляет 290 чел. В состав и в структуру основных фондов входят: машины и оборудование – 74 %, здания – 11 %, КРС – 7 % и транспортные средства – 7 %. Анализ электрификации производства показал что, годовой объем потребления электроэнергии составил 81,15 тыс. кВт·ч. Расходы на электроэнергию составили 452 тыс. руб.[2, с. 325]

Было установлено, что основными электроприемниками являются: доильное оборудование УВУ-60/45А на 200 голов, резервуар для хранения и охлаждения молока АДМ-8А-1, холодильные установки МХУ-8С и двигатели навозоуборочных транспортеров. А в системе освещения использовались провода и кабели с алюминиевыми жилами марки АПВ (провод с алюминиевыми жилами в поливинилхлоридной изоляции), светильники марки ЛСП-15 и НСП-01 с лампами ЛЛ-60 и ЛН-100.

Выявлена недостаточная освещенность в помещениях. Также согласно ПУЭ необходима замена провода и кабелей с алюминиевыми жилами на провода и кабели с медными жилами на освещение – провода марки ПУГНП, а на силовые электроприемники – РПШ. Предложено было заменить люминесцентные лампы мощностью 60 Вт – на светодиодные лампы Т8G13 мощностью 20 Вт, а лампы накаливания мощностью 100 Вт – на компактные люминесцентные лампы мощно-

стью 30 Вт. Было предложено заменить и автоматические выключатели.

Животноводческий комплекс является потребителем II категории. Он должен иметь резервный источник электрической энергии.

Резервные электростанции имеют важное преимущество перед сетевым резервированием, заключающееся в отсутствии воздушных электрических линий. Это действительно независимые вторые источники питания. Сетевое резервирование, особенно в условиях повышенных гололедно-ветровых нагрузок, полностью не устраняют перебои в подаче электроэнергии.

Автономные (местные) источники резервного питания следует устанавливать для электроприемников I категории, а также для электроприемников II категории, не допускающих перерыва в электроснабжении длительностью не более 0,5 ч. независимо от наличия резервного питания по электрическим сетям.

Резервные электростанции в соответствии с их назначением работают только при перерывах в электроснабжении от основных источников питания. Длительность перерывов в электроснабжении при неблагоприятных условиях не превышает обычно 150...200 ч в год. Фактически резервные электростанции могут работать еще меньшее время из-за несовпадения перерывов в электроснабжении и технологических процессов сельскохозяйственного производства, так как это влияет на режим и график работы станций. Поэтому с точки зрения продолжительности работы резервных электростанций можно определить недоиспользованное оборудование.

В животноводческом комплексе используется дизельная электростанция. Основным элемент ДЭС – дизель-генератор и генератор обычно соединены жесткой муфтой.

Помещение для стационарной станции огнестойкое, имеет приточную вентиляцию и отопительную систему. Все основное и вспомогательное оборудование размещено так, чтобы к нему обеспечить доступ, а также иметь место для ремонтной зоны.

В нашем случае используется дизельная электрическая станция АСДА-100. Дизель-генератор установлен на бетонный горизонтальный фундамент, который для предотвращения резонансных колебаний не связан со стенами здания и фундаментом других агрегатов [2, с. 23].

Также был введен расчет нормативного годового потребления электрической энергии.

Графики нагрузки составляются для того, чтобы наглядно иметь представление о пиках нагрузки, а также чтобы подсчитать потребление и стоимость годовой потребленной электроэнергии. При составле-

нии графиков нагрузок будет учитываться весь животноводческий комплекс, включая молочный блок. Графики нагрузки будут составляться для летнего и зимнего периодов.

Для летнего периода будем учитывать следующие условия: вентиляция в летний период осуществляется за счет естественного проветривания и поэтому расход энергии на вентилятор и калорифер, будет равняться нулю, т. к в летнее время коровы пасутся на пастбищах, то уборка навоза, будет производиться 1 раз в сутки.

Освещение в летнее время почти не используется, за исключением освещения во время вечернего доения и дежурного освещения. Суммарная мощность дежурного освещения $R_d = 1,6$ кВт. Также при составлении графиков нагрузки будем считать, что в дневное время помимо производственной нагрузки включается дополнительная нагрузка, затрачиваемая на бытовые нужды, которая примерно составляет порядка 5 кВт. В связи с тем, что молоко реализуется предприятием в дневное время, а доение происходит утром и вечером, то будем считать, что в ночное время будет помимо освещения включена холодильная машина с интервалом работы 25 минут в час [3, с. 64].

В зимнее время интервалы работы технологического оборудования аналогично летнему периоду, за исключением навозоуборочных транспортеров, работа которых составляет 4 раза в сутки. Также в зимнее время приточный воздух с улицы подается вентилятором на калорифер, где он прогревается, и затем подается в верхнюю зону помещений, т. к из проведенных ранее расчетов требуемая подача воздуха равнялась 12000 м³, а подача воздуха выбранных вентиляторов в сумме равняется 12000 м³, то будем считать что вентиляционная система в зимнее время будет постоянно работать [4, с. 12–18].

Рассмотрим технико-экономические показатели реконструкции системы электроснабжения предприятия и составим смету капитальных вложений.

Таблица 1 – Смета капитальных вложений

№ п/п	Наименование основных элементов	Единица измерения	Количество	Капитальные затраты, руб.	
				на ед. продукции	всего
1.	Светодиодные лампы Т8П13	шт.	84		
2.	Компактные люминесцентные лампы	шт.	29	860	72 240

Продолжение таблицы 1

3.	Провод ПУГНП 2х2.5	м.	338,5	87	2523
4.	Провод РПШ 5×4	м	82,1	20,57	6 962,95
5.	ОЩВ-6-0 36 УХЛ4 IP31	шт.	1	105,5	8 661,55
6.	Вводный аппарат серии ВА47-29 ЗР	шт.	1	1 150	1 150
7.	Силовой щит серии ПР8501	шт.	1	149,7	149,7
8.	Автомат серии ВА51-33	шт.	1	11 610	11 610
9.	ДЭС АСДА-100	шт.	1	37,76	37,76
Итого					328 334

Сумма капитальных вложений составила 328 334,96 руб., годовая экономия составила 86 861,1 руб. Срок окупаемости данного проекта составил 3,78 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водяников В. Т., Экономическая оценка проектных решений в энергетике АПК: Учебное пособие. Челябинск, 2008. 263 с.
2. Лещинская Т. Б., Наумов И. В., Электроснабжение сельского хозяйства: М.: Колос, 2008. 655 с.
3. Михайлова О. В., Осокин В. Л., Новикова Г. В., Кириллов Н. К., Светотехника: Учебное пособие. Княгинино: НГИЭИ, 2013. 380 с.
4. Отчёты о финансовой деятельности ОАО «Плодопитомник» Лысковского района за 3 года

RECONSTRUCTION OF POWER SUPPLY OF THE ANIMAL BREEDING ENTERPRISE «PLODOPITOMNIK»

Keywords: *reconstruction of «Plodopitomnik», power supply system, a backup source of electrical energy, capital investment, payback period.*

Annotation. *Reconstruction of the power supply system of breeding complex «Plodopitomnik» is proposed including the replacement of the lighting system and a backup source of electrical energy.*

АЛЕКСАНДРОВА АЛИНА АЛЕКСЕЕВНА – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (alieksandrova_1990@mail.ru).

ALEXANDROVA ALINA ALEXEEVNA – teacher of chair «Electrification and Automation», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (alieksandrova_1990@mail.ru).

А. В. ВИНОГРАДОВ, Б. В. ЛЕОНОВ

**ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ
УСТАНОВОК НА БОЙНЯХ СКОТА И ОСНОВАНИЯ
ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ДЕЙСТВУЮЩИЕ
САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Ключевые слова: бойня, биогазовая установка, санитарные нормы, свиноводство, мясная промышленность.

Аннотация. В статье рассматриваются преимущества применения биогазовых установок на бойнях скота и основания для внесения изменений в действующие санитарные правила для предприятий мясной промышленности.

Несмотря на то, что Россия вступила в ВТО, в нашей стране до сих пор действуют Санитарные правила для предприятий мясной промышленности СП 3238-85 [1, с. 1], утверждённые и принятые к исполнению 27 марта 1986 года. Правила были рассчитаны на крупные животноводческие комплексы. Сегодня на большей части территории нашей страны существуют небольшие животноводческие комплексы. Например, проведённый анализ свиноводства в ЦФО показал, что крупных агрохолдингов, имеющих в активе собственные зерновые компании, немного. Это «Белгородский бекон» (Белгород, свиноводство), «Орелсельпром» (Орел, свиноводство), «Мираторг» (Москва, агропромышленный холдинг).

В ЦФО наблюдается активное развитие свиноводческой отрасли, в том числе и предприятий, занимающихся отдельно убоём животных. Развитию таких предприятий способствует тот факт, что крупным свиноводческим комплексам по санитарно-ветеринарным нормативам не выгодно осуществлять забой на собственной территории. Поэтому, например, всё чаще можно встретить коммерческие предложения по продаже мобильных боен скота.

С возрождением и развитием крупного и среднего промышленного свиноводства в центральной части России, в том числе и в Орловской области, увеличиваются объёмы производства, увеличиваются и экологические нагрузки на окружающую среду и человека

из-за увеличения объемов образующихся отходов, а именно свиного навоза свежего.

Согласно п 3.12. Санитарных правил для предприятий мясной промышленности СП 3238-85. на любом животноводческом комплексе (свинокомплекс или бойня скота) должна быть специально оборудованная площадка для биотермического обеззараживания навоза и площадка для хранения навоза и каныги.

Важно иметь ясное представление о емкостях хранилища. Соответствующие эмпирические данные рассчитываются на основе условной головы. Зная, что для складирования твердого навоза условной головы в штабели высотой 2 м необходима емкость хранилища $0,4 \text{ м}^2$, а для жидкого навоза – яма $0,6 \text{ м}^3$ на один месяц хранения (смотря по обстоятельствам), тогда легко можно рассчитать необходимую потребность в закрытом хранилище. Если придерживаться СП 3238-85-то на отведенном участке роют котлован размером в зависимости от количества поступающего навоза. Примерные размеры: ширина 4–3 м. и глубина с боковых сторон 25 см. Длина может быть неограниченной. Нетрудно подсчитать площадь, необходимую под навоз и каныгу, которая будет иметь внушительные размеры.

Начиная с 2000 года, в нашей стране при реконструкции старого свинокомплекса или строительстве современного вопросы, связанные с устройством и эксплуатацией систем удаления, переработки и утилизации навоза, отодвигаются на последний этап строительства и финансирования проекта. На многих объектах, построенных как в советское время, так и в последние годы, часть проекта – утилизация навоза не введена в эксплуатацию в полном объеме. Одна из причин сложившейся ситуации кроется в том, что до сих пор в России действуют Нормы Технологического Проектирования (НТП 17-99) [2, с. 1]. В большинстве случаев аграрии их соблюдают, однако сами нормы уже давно устарели.

Задача по утилизации навоза на каждой отдельной ферме, бойне, свинокомплексе решается индивидуально с учетом представленных ниже вариантов:

Вариант 1 – применяется современное оборудование и техника, чтобы использовать навоз в качестве удобрения согласно агрономическим нормам. На рынке появились новые материалы (например, лагуны из пленки с полной гидроизоляцией вместо ненадежных бетонных сооружений), но из-за дороговизны переоборудования предприятия их практически не используют. В настоящее время практически не существует ферм, на которых для переработки отходов используются очистные сооружения. В большинстве случаев применяются

так называемые лагуны – котлованы, куда сбрасывается сырье. После заполнения лагуны ее содержимое выносится на поля без какой-либо переработки. В Европе уже около 10 лет действует закон, запрещающий выбрасывать на поля непереработанные органические отходы. Также на западе из-за опасности проникновения сырья в грунт запрещено заглубленное хранение отходов, которое в России применяется повсеместно. И если в России емкость хранения твердого навоза всегда можно увеличить, например, за счет высоты складирования в штабели, а жижеборный бассейн, если он уже полностью заполнен, расширить, то, например в Германии, этого делать нельзя. Кроме того, в Германии имеются очень подробные предписания в отношении получения удобрений, например, специально для жидкого навоза и полужидкого бесподстилочного в водоохранной зоне. В некоторых федеральных землях специальным распоряжением регулируются период и количество получения удобрений вне охранных зон. Получение жидких удобрений (жидкого навоза и полужидкого бесподстилочного) разрешается только в течение вегетационного периода. Такие предписания ограничивают объем емкостей для складирования навоза независимо от того, получает ли фермер удобрения на своих хозяйственных площадях или со стороны.

Вариант 2 – ускорение перевода свежего навоза в перепревший навоз с помощью препаратов на основе ЭМ-технологии (специальные бактерии), например Таймыр, Микрозим и т. п. Переработка осуществляется в течение двух недель после добавления препарата в аэробных условиях. Основной минус – это высокий расход препарата, и его работа только в тёплый период года.

В первом и втором варианте не обойтись без навозохранилищ и площадок для биотермического обеззараживания навоза. Площадки занимают большие площади, и это ещё приемлемо, если речь идёт о крупном свиномкомплексе, а если рассмотреть бойню животных и особенно мобильную? Таковые могут просуществовать на одном месте, например три месяца и съехать в другое. А что будет с навозом и каньгой, которые останутся от их деятельности и где они будут храниться и куда денутся потом? Об этом ни в одном Российском своде правил, связанных с выращиванием животных и производством мяса, не говорится.

Вариант 3 – бесконтрольный вывоз навоза на поля в обход всяких правил. При этом учтем, что внесение навоза на поля является достаточно трудоемким технологическим процессом. Чтобы внесение оптимизировать, поля для внесения навоза должны находиться в радиусе не более 15 км. При превышении данного расстояния себестои-

мость тракторных перевозок бочек будет возрастать в геометрической прогрессии. В результате, в лучшем случае навоз постоянно вывозят на одно-два поля без учета агрономических нормативов по внесению в поля с учетом вида сельскохозяйственных культур, в худшем – в ближайший лесной массив. Фактов грубейшего нарушения экологического законодательства в области обращения с отходами производства множество.

Предприятий, работающих по такой схеме, к сожалению, большинство. По словам экспертов, отдельной статистики по оснащенности ферм современными очистными сооружениями не ведется, но доля этих предприятий крайне мала.

Такой ситуации способствует и то, что на настоящий момент в России не существует рынка органических удобрений, а, стало быть, у небольших хозяйств, которые вдруг начнут их производить, могут возникнуть серьезные проблемы с реализацией такого товара.

Вариант 4 – сжигание навоза. Это может решить все проблемы с удалением навоза, но пострадает окружающая среда. Вырастут затраты по себестоимости продукции.

Ситуация с удалением навоза усугубляется и разногласиями между с.х. производителями и Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору. Так устаревшие, но действующие Санитарные правила для предприятий мясной промышленности СП 3238-85 предписываются контролирующими ветеринарными службами как обязательные к исполнению. На практике это приводит к таким примерам, когда, при проведении плановых и внеплановых проверок боен скота, служба ветеринарного надзора предписывает предприятию оборудовать биотермическую площадку и навозохранилище, согласно требований СП 3238-85, невзирая на все доводы предприятия о применении им новых технологий по переработке навоза. Существующие правила не предполагают использования новых технологий, несмотря на то, что все хозяйства, в той или иной степени, занимаются утилизацией навоза.

С вступлением в действие приказа Минсельхоза РФ от 23.07.2010 № 258 «Об утверждении правил определения зоосанитарного статуса свиноводческих хозяйств, а также организаций, осуществляющих убой свиней, переработку и хранение продукции свиноводства» ужесточились правила и по обращению с свиным навозом. Настоящие Правила определения зоосанитарного статуса (компартамента) свиноводческих хозяйств, а также организаций, осуществляющих убой свиней, переработку и хранение продукции свиноводства, изданы в целях гармонизации правовых актов Российской Федерации с между-

народными стандартами. Следовательно, нужны новые и эффективные технологии безотходной переработки навоза, а самое главное – изменения в действующих Санитарных правилах для предприятий мясной промышленности СП 3238-85. Для внесения изменений в правила необходимы веские аргументы, доводы и исследования.

Задача наших исследований – разработать и апробировать современные технологии максимального использования отходов производства свиного навоза с получением энергии и качественных удобрений. Сделать это можно, применив в технологическом процессе на бойнях скота биогазовые установки (БГУ). Преимущества применения БГУ в сложившейся ситуации при обращении с отходами животноводства следующие:

1. При применении БГУ уменьшается в разы площадь, необходимая для навозохранилищ и площадок биотермического обеззараживания навоза, вплоть до полной замены их на биогазовую установку. Это немаловажно для боен скота, не имеющих собственных площадей.

2. По условиям статуса компартмента предприятиями не будут нарушаться многие санитарно-ветеринарные требования и требования приказа Минсельхоза РФ от 23.07.2010 № 258, обеспечится благоприятный эпизоотический статус свиноводческих хозяйств различного типа, что очень актуально на фоне таких заболеваний, как африканская чума.

3. БГУ позволят перерабатывать навоз без вывоза его за пределы предприятия и получать на выходе готовые органические удобрения, при продаже которых можно иметь дополнительную финансовую выгоду.

4. Биогаз пригоден для получения из него энергии, например электрической, что также сократит затраты предприятия.

5. Полученные результаты исследований могут послужить обоснованием к внесению изменений в Санитарные правила для предприятий мясной промышленности СП 3238-85 по п. 3.12. Это позволит животноводческим предприятиям на законном основании внедрять современные технические новшества взамен устаревших технологий, связанных с удалением навоза и строительством площадок для биотермического обеззараживания и хранения навоза.

В Нормативах Технологического Проектирования (НТП 17-99) глава 8 отводится для правил строительства метантенков под анаэробную обработку навоза и помета, но это никак не согласовывается и не вписывается в требования СП 3238-85. Следовательно, возникает нестыковка между двумя нормативными документами.

Авторами в 2013 году начаты испытания по внедрению БГУ на конкретном предприятии (ООО «Агровелес») по забоям скота в Орловской области.

Предлагаемая нами схема движения навоза на бойне скота с применением БГУ приведена на рисунке 1 и имеет ряд преимуществ.

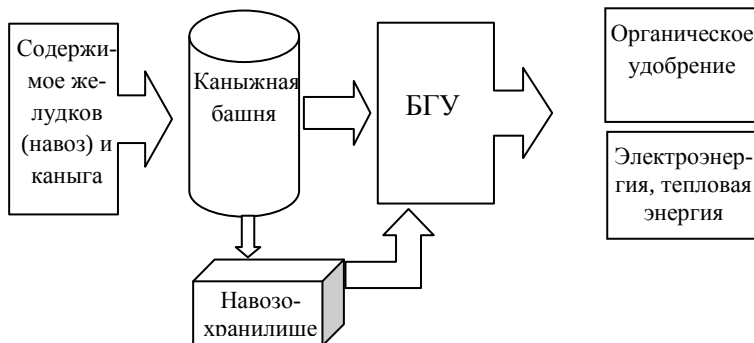


Рисунок 1 – Схема движения навоза на бойне скота

В данной схеме отсутствует площадка для биотермического обеззараживания навоза, её заменяет биогазовая установка. Задача навозохранилища в данной схеме – временное складирование навоза на период профилактики или ремонта биогазовой установки. Минимизированы площади для хранения и обработки навоза. Содержимое жёлудков и каныга являются готовым субстратом для метантенков биогазовых установок: измельчены, влажность 80 % и более. Следовательно, затраты времени, энергии и сил на приготовление субстрата минимальны. На выходе получают готовые продукты, приносящие дополнительный доход предприятию.

Эксперименты и обобщенные выводы по ним, надеемся, позволят разработать предложения для Министерства сельского хозяйства РФ по пересмотру СП 3238-85 и внесению в этот документ изменений, так необходимых предприятиям, осуществляющим забой скота.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 3238-85 «Санитарные правила для предприятий мясной промышленности».
2. НТП 17-99х «Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета».

**ADVANTAGES OF APPLICATION OF BIOGAS
INSTALLATIONS ON SLAUGHTERS OF CATTLE
AND THE BASIS FOR MODIFICATION OF THE OPERATING
HEALTH REGULATIONS FOR THE ENTERPRISES OF THE
MEAT INDUSTRY**

Keywords: *biogas installation, pig-breeding, sanitary standards, meat industry is.*

Summary: *Advantages of application of biogas installations are given in article on slaughters of cattle and the basis for modification of operating health regulations for the enterprises of the meat industry.*

ВИНОГРАДОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение», Орловский государственный аграрный университет, Россия, Орел, (winaleksandr@rambler.ru).

VINOGRADOV ALEXANDER VLADIMIROVICH – the candidate of technical science, the associate professor, the head of the department «Power supply», the Oryol state agrarian university, Russia, the Eagle, (winaleksandr@rambler.ru).

ЛЕОНОВ БОРИС ВЛАДИМИРОВИЧ – магистрант кафедры «Электроснабжение», Орловский государственный аграрный университет, Россия, Орел, (boris-leonov12@yandex.ru).

LEONOV BORIS VLADIMIROVICH – the undergraduate of Elektrosnabzheniye chair, the Oryol state agrarian university, Russia, the Eagle, (boris-leonov12@yandex.ru).

А. В. ВИНОГРАДОВА, А. О. СКРОБОВ

ОБ УВЕЛИЧЕНИИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЛЭП ВСЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ С УЧЕТОМ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ СОГЛАСНО ГОСТ 54149-2010

Ключевые слова: потери электроэнергии, проектирование, качество электроэнергии, ГОСТ, отклонение.

Аннотация. В статье приводится оценка изменения потерь электроэнергии в ЛЭП вследствие изменений в проектировании с учетом увеличения допустимых отклонений напряжения согласно ГОСТ 54149-2010.

В 2010 году вышел и в 2013 году вступил в действие ГОСТ Р 54149-2010 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» взамен ГОСТ 13109-97. Согласно этого документа изменились требования к качеству электрической энергии, методы их измерения. Изменения в требованиях к качеству электроэнергии (КЭ) влекут за собой изменения в проектировании новых и реконструкции старых линий электропередач (ЛЭП).

Вследствие увеличения допустимого отклонения напряжения согласно нового ГОСТ до $\pm 10\%$ проектные организации при проектировании ЛЭП получают возможность или увеличивать протяженность линий, или уменьшать сечение кабеля (провода), или увеличивать расчетную мощность, пропускаемую по проектируемой ЛЭП.

Это повлечет за собой ряд последствий, которые проиллюстрируем расчетами, представленными ниже.

Оценим изменение протяженности ЛЭП по условиям допустимой потери напряжения. Предположим, что кабельная линия 0,38 кВ имеет передаваемую мощность 50 кВт и сечение кабеля 70 мм². Считаем, что напряжение в начале линии 380 В. В этом случае напряжение на конце линии отклонится на величину потерь напряжения в ней.

Определим расчетный ток:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi}, \text{ А},$$

где I – ток, А; P – мощность, Вт, передаваемая по линии; U – напряжение на линии, В; $\cos\varphi$ – коэффициент мощности (принимается равным 0,9).

$$I = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.9} = 84.1 \text{ А.}$$

Расчетная длина линии, определенная в соответствии с допустимыми потерями напряжения (принимается их равными допустимым отклонениям напряжения $\pm 5\%$, ГОСТ 13109-97 и $\pm 10\%$, ГОСТ 54149-2010).

$$L = \frac{\Delta U \cdot C \cdot S}{P}, \text{ м,}$$

где L – длина линии, м; ΔU – потери напряжения, %; C – коэффициент пропорциональности; S – сечение кабеля, мм.кв.; P – мощность, передаваемая по линии, кВт.

$$L_{ГОСТ13109-97} = \frac{5 \cdot 44 \cdot 70}{50} = 308 \text{ м;}$$

$$L_{ГОСТ54149-2010} = \frac{10 \cdot 44 \cdot 70}{50} = 616 \text{ м.}$$

Результат расчетов показывает, что при использовании нового государственного стандарта расчетная длина линии увеличивается в два раза. Плюсом такого эффекта может стать сокращение количества трансформаторных подстанций на единицу площади проектируемого объекта. Наряду с этим, произойдет увеличение потерь электроэнергии в линиях 0.38 кВ.

Оценим разницу потерь электроэнергии при полученных длинах линии. Для этого предположим, что число часов использования максимальной нагрузки в год составляет 2000 часов. Определим потери электроэнергии в этом случае:

$$\Delta W = 3 \cdot I^2 \cdot r \cdot \tau, \text{ кВт} \cdot \text{ч,}$$

где ΔW – потери электроэнергии, кВт·ч; $\tau = 1000$ ч – время потерь в год (определялось согласно [1, с. 212] для 2000 ч максимальной нагрузки в год); $r = L \cdot r_0$, Ом – сопротивление линии ($r_0 = 0.412$ Ом/км для кабеля 70 мм.кв.; $r = 0.308 \cdot 0.412 = 0.156$ Ом – для первого случая, $r = 0.616 \cdot 0.412 = 0.312$ Ом – для второго случая).

Потери электроэнергии:

$$\Delta W = 3 \cdot 7072.84 \cdot 0.156 \cdot 1000 = 3310089.12 \text{ Вт} \cdot \text{ч/год} = 3310.1 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год.}$$

$$\Delta W = 3 \cdot 7072.84 \cdot 0.312 \cdot 1000 = 6620178.24 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 6620.2 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год.}$$

Как следует из расчетов, потери электроэнергии увеличиваются в два раза. Потребитель дополнительно будет затрачивать на оплату потерь электроэнергии более 13 тысяч рублей в год при тарифе 4 руб/кВт·ч (для данного примера).

Следующий пример связан с увеличением пропускаемой по линии мощности. Предложим, что ЛЭП выполнена длиной 300 м и сечением 35 мм.кв. Число часов использования максимальной мощности, как и в предыдущем примере, составляет 2000 ч (соответственно $\tau = 1000$ ч.). Определим максимальную пропускаемую по ЛЭП мощность исходя из допустимых потерь напряжения, соответственно при ΔU равном $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$:

$$P = \frac{\Delta U \cdot c \cdot S}{L},$$

где P – передаваемая мощность, кВт; ΔU – потери напряжения, %;
 c – коэффициент пропорциональности, S – сечение кабеля, мм. кв.;
 L – длина линии, м.

$$P_{ГОСТ13109-97} = \frac{5 \cdot 44 \cdot 35}{300} = 25.7 \text{ кВт};$$

$$P_{ГОСТ54149-2010} = \frac{10 \cdot 44 \cdot 35}{300} = 51.3 \text{ кВт}.$$

Из расчетов следует, что пропускная способность ЛЭП увеличивается в два раза при $\Delta U = \pm 10\%$. При этом ток в линии так же увеличивается в два раза и составляет:

$$I_{ГОСТ13109-97} = \frac{25700}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.9} = 43,45 \text{ А};$$

$$I_{ГОСТ54149-2010} = \frac{51300}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.9} = 86,7 \text{ А};$$

В обоих случаях ток не превышает допустимого по нагреву (Идоп. 43,45 = 135А для сечения 35 мм. [2, с. 412]).

Оценим разницу в потерях электроэнергии ($r = 0.249$ Ом, $\tau = 1000$ ч):

$$\begin{aligned} \Delta W_{ГОСТ 13109-97} &= 3 \cdot 1887,9 \cdot 0.249 \cdot 1000 = 1410261,3 \text{ Вт} \cdot \text{ч/год} = \\ &= 1410,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{ГОСТ 54149-2010} &= 3 \cdot 7516,9 \cdot 0.249 \cdot 1000 = 5615124,3 \text{ Вт} \cdot \text{ч/год} = \\ &= 5615,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}. \end{aligned}$$

Потери электроэнергии увеличились в 4 раза, в денежном выражении это более 16 тыс. рублей в год на оплату дополнительных потерь электроэнергии при тарифе 4 руб/кВт·ч (для данного примера). В масштабах страны дополнительные потери электроэнергии будут «стоять» миллиарды рублей.

Применение ГОСТ 54149-2010 позволяет увеличить проектные длины линий электропередач или их пропускную способность.

Потери электроэнергии в ЛЭП при проектировании их с учетом ГОСТ 54149-2010 могут увеличиться в два-четыре раза по сравне-

нию с линиями, спроектированными в соответствии с ГОСТ 13109 – 97.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила устройств электроустановок [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ – 6 и ПУЭ – 7. По состоянию на 2009 г. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2009. 854 с.
2. Электроснабжение сельского хозяйства / Т. Б. Лещинская, И. В. Наумов. М.: КолосС, 2008. 655 с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).

ABOUT INCREASE IN LOSSES OF THE ELECTRIC POWER IN THE HIGH VOLTAGE LINE OWING TO CHANGES IN DESIGN TAKING INTO ACCOUNT INCREASE IN TOLERANCES OF TENSION ACCORDING TO GOST 54149-2010

Keywords: *electric power losses, design, quality of the electric power, GOST, deflection.*

Annotation. *In article the assessment of change of losses of the electric power is given in the high voltage line owing to changes in design taking into account increase in tolerances of tension according to GOST 54149-2010.*

ВИНОГРАДОВА АЛИНА ВАСИЛЬЕВНА – старший преподаватель кафедры «Электроснабжение», Орловский государственный аграрный университет, Россия, Орел, (alinawin@rambler.ru).

VINOGRADOVA ALINA VASILYEVNA – the senior teacher of Elektrosnabzheniye chair, the Oryol state agrarian university, Russia, Oryol, (alinawin@rambler.ru).

СКРОБОВ АНДРЕЙ ОЛЕГОВИЧ – мастер производственного обучения кафедры «Электроснабжение», Орловский государственный аграрный университет, Россия, Орел, (Folko-92@mail.ru).

SKROBOV ANDREY OLEGOVICH – the training officer of Elektrosnabzheniye chair, the Oryol state agrarian university, Russia, Oryol, (Folko-92@mail.ru).

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДОВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОПЛАТУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Ключевые слова: нагрузка, оптимизация, потребители, тарифы, эксплуатация, электрическая энергия.

Аннотация. В работе представлены результаты анализа тарифных систем оплаты за электрическую энергию и выбора оптимальной для потребителя. Приведены меры, которые могут быть предприняты для снижения этой стоимости.

Электрическое освещение, двигатели и специальные технологические установки, трансформаторы и кабельные или воздушные линии, входящие в состав принадлежащего потребителю производства, образуют электроустановку потребителя, в отношении которой действуют строгие организационно-технические правила и нормы эксплуатации [1, с. 2]. Режим работы электроустановок принято описывать с помощью суточных, недельных, месячных и годовых графиков нагрузки. Владение этой информацией позволяет понять, почему потребителю предлагают несколько различных тарифных систем для оплаты электроэнергии, от каких характеристик режима работы зависит стоимость потребленной электроэнергии, как выбрать оптимальную для потребителя тарифную систему, какие меры могут быть предприняты для снижения этой стоимости.

Режим работы каждого потребителя также характеризуется суточным графиком электропотребления, который характеризуется следующими показателями:

- 1) максимальная $P_{\max}$ и минимальная $P_{\min}$ нагрузка;
- 2) среднесуточная нагрузка

$$P_{\text{ср}} = W_{\text{сут}} : 24 \quad (1)$$

где $W_{\text{сут}}$ – суточное потребление электроэнергии, кВт·ч;

- 3) продолжительность (число часов) использования максимальной нагрузки:

$$T_{\max} = W_{\text{год}} : P_{\max} \quad (2)$$

где $W_{\text{год}}$ – годовое потребление электроэнергии, кВт·ч.

Во многих случаях, вместо 365 суточных графиков не високосного года, используются суточные графики характерных зимнего и летнего рабочих дней, а также годовые графики месячных максимумов. При решении задачи оптимизации расходов на производство электрической энергии генерирующими компаниями суточный график условно может быть разделен на три характерные зоны: пиковую – зона выше среднесуточной нагрузки; полупиковую – зона между минимальной и среднесуточной нагрузкой; базисную – зона, расположенная ниже минимальной нагрузки.

Для обеспечения минимальной стоимости отпускаемой электроэнергии в базовой части графика должны работать генераторы и станции с минимальной удельной стоимостью выработки электроэнергии. Станции с худшими характеристиками должны привлекаться к работе при возникновении технических ограничений в зонах полупиковой и пиковой нагрузок. При этом выработка одного кВт·ч электроэнергии в этих зонах графика обходится существенно дороже.

В [2, с. 26] рекомендуются следующие договорные формы обеспечения потребителя электроэнергией: договор купли-продажи электроэнергии; договор поставки электроэнергии; договор энергоснабжения. Эти договора имеют две основные особенности.

1. Договоры купли-продажи и энергоснабжения различаются наличием у продавца обязанности подать электроэнергию потребителю на его энергопринимающие устройства через присоединенную сеть. По договору купли-продажи у продавца такой обязанности нет, а есть лишь обязательство продать электроэнергию, способ доставки которой определяет покупатель.

2. Договор энергоснабжения заключается между потребителем и сбытовой организацией и определяет порядок и объем поставки электроэнергии. Обязательства по транспорту электроэнергии принимает на себя энергоснабжающая организация (ЭСО), и их соблюдение прописывается в договоре о возмездном оказании услуг по передаче электрической энергии.

Таким образом, основной задачей потребителя является заключение договора энергоснабжения или купли-продажи с выбранной сбытовой организацией на основании анализа результатов ее деятельности за предыдущий период.

Правильный выбор эффективной сбытовой компании – залог успеха в снижении затрат на покупку электроэнергии. Для определе-

ния эффективной ЭСО целесообразно сравнение предлагаемого тарифа по договору купли-продажи электроэнергии, поскольку в стоимость услуг не включен тариф на передачу электроэнергии по сетям территориальной сетевой организации (ТСО) [3, с. 32]. В случае заключения договора купли-продажи потребитель получает реальную информацию об эффективности работы сбытовой компании, поставляющей электроэнергию.

Тарифы на электрическую энергию (мощность), поставляемую потребителям, устанавливаются регулирующим органом – региональной службой тарифов (РСТ) одновременно в 3 вариантах: 1) одноставочный тариф, включающий в себя полную стоимость 1 кВт·ч поставляемой электрической энергии (мощности); 2) двухставочный тариф, включающий ставку за 1 кВт·ч электрической энергии и ставку за 1 кВт мощности; 3) одноставочный (двухставочный) тариф, дифференцированный по зонам (часам) суток.

Потребители, в том числе покупающие часть электроэнергии по свободным (нерегулируемым) ценам, самостоятельно выбирают для проведения расчетов любой из указанных вариантов тарифа, уведомив об этом организацию, поставляющую ему электрическую энергию, не менее чем за месяц до вступления в силу тарифа [4, с. 33].

Тарифы на розничном рынке подлежат дифференциации по группам (категориям) потребителей электроэнергии, которая отражает различия в стоимости производства, передачи и сбыта электрической энергии. Основания для дифференциации: величина присоединенной (заявленной) мощности; режим использования электрической мощности; категория надежности электроснабжения; уровни напряжения присоединения электрической сети.

Регулируемые тарифы на электрическую энергию представляют сумму:

$$T = C_{\text{ЭЭ}} + T_{\text{услуги}} + T_{\text{сбыт}} + T_{\text{транспорт}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{ЭЭ}}$ – средневзвешенная стоимость единицы электрической энергии, производимой и (или) приобретаемой сбытовыми организациями на оптовом и розничном рынках по регулируемым тарифам; $T_{\text{услуги}}$ – тариф на услуги, оказание которых является неотъемлемой частью процесса снабжения электрической энергией потребителей и размер платы за которые в соответствии с законодательством РФ подлежит государственному регулированию (за исключением услуг по передаче электрической энергии); $T_{\text{сбыт}}$ – сбытовая надбавка; $T_{\text{транспорт}}$ –

стоимость услуг по передаче единицы электрической энергии , если электрическая энергия поставляется на основании договора энерго-снабжения. Пример дифференциации тарифов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример дифференциации тарифов

Группа потребителей	Единица измерений	Диапазон напряжения			
		ВН 110 кВ	СН 1 35 кВ	СН 2 20-1 кВ	НН 0,4 кВ
Одноставочный тариф (при годовом числе часов использования максимума нагрузки $T_{\text{м}}$)					
7000 часов и выше	руб./кВт·ч	1,78	2,00	2,32	2,70
6000–7000 часов	руб./кВт·ч	1,83	2,05	2,34	2,82
5000–6000 часов	руб./кВт·ч	1,94	2,20	2,43	2,94
4000–5000 часов	руб./кВт·ч	2,05	2,30	2,79	3,14
3000–4000 часов	руб./кВт·ч	2,33	2,48	3,10	3,46
2000–3000 часов	руб./кВт·ч	2,66	3,00	3,35	3,98
До 2000 часов	руб./ кВт·ч	2,91	3,28	3,58	4,22
Двухставочный тариф					
плата за мощность	руб./кВт/мес.	598,95	604,82	640,84	-
плата за энергию	руб./МВт·ч	940,00	940,00	1140,0	-
плата за энергию (генерат. на- пряж.)	руб./МВт·ч	870,00	-	-	-
Одноставочные тарифы, дифференцированные по зонам суток					
ночная зона	руб./кВт·ч	0,98	-	1,59	-
полупиковая зона	руб./кВт·ч	1,82	-	2,42	-
пиковая зона	руб./кВт·ч	3,17	-	3,90	-

Одноставочный тариф покупки электрической энергии (мощности), предоставляемой потребителям и покупателям – субъектам розничного рынка (кроме населения), рассчитывается исходя из ставок за

электрическую энергию и мощность и дифференцируется в зависимости от числа часов использования заявленной мощности. Дифференциация устанавливается для диапазонов годового числа часов использования заявленной мощности, приведенного в таблице 1. Чем больше число часов использования заявленной мощности, тем ниже тариф на электроэнергию для потребителя.

При выборе двухставочного тарифа предусмотрена отдельная оплата за заявленную мощность и объем потребляемой электроэнергии. Возможная дифференциация тарифов по зонам суток определяется наличием соответствующих требований к системе учета электрической энергии и желания самого потребителя.

Годовая плата за потребляемую электроэнергию потребителя, рассчитываемого по одноставочному тарифу, определяется исходя из суммарного электропотребления и соответствующей тарифной ставки по формуле:

$$C_0 = \sum_{i=1}^{12} W_{\text{потр } i} \cdot T_{\text{зо}} , \quad (4)$$

где $W_{\text{потр } i}$ – объем электропотребления за месяц i расчетного года;

$T_{\text{зо}}$ – тарифная ставка одноставочного тарифа соответствующей ступени напряжения.

При расчете по двухставочному тарифу плата за электропотребление определяется суммой двух составляющих – платы за заявленную мощность $N_{\text{заявл } i}$ и платы за фактическое потребление электроэнергии $W_{\text{потр } i}$:

$$C_{\text{д}} = \sum_{i=1}^{12} (N_{\text{заявл } i} \cdot T_{\text{мд}} + W_{\text{потр } i} \cdot T_{\text{эд}}) , \quad (5)$$

где $T_{\text{мд}}, T_{\text{эд}}$ – ставки двухставочного тарифа за мощность и энергию соответственно; $N_{\text{заявл } i}$ принимается равной 1,05 от максимальной мощности рабочего дня в часы максимума энергосистемы.

Годовая плата за потребляемую электроэнергию абонента, рассчитываемого по одноставочному тарифу, дифференцированному по зонам суток (зонному тарифу), определяется исходя из электропотребления и тарифной ставки, соответствующих каждой зоне суток (пик, полупик, ночь). Временные границы зон устанавливаются решением федеральной службы по тарифам (ФСТ) по энергетическим зонам объединенной энергосистемы (ОЭС) РФ и конкретизируются для

отдельных регионов. Суммарная плата за потребленную электроэнергию при данном тарифе определяется как:

$$C_3 = \sum_{i=1}^{12} (W_{пi} \cdot T_{эп} + W_{ппi} \cdot T_{эпп} + W_{ни} \cdot T_{эн}), \quad (6)$$

где $W_{п}, W_{пп}, W_{н}$ – суммарное месячное электропотребление, оплачиваемое по тарифу пиковой (п) (с 8.00 до 11.00, и с 20.00 до 22.00), полупиковой (пп) и ночной (н) (с 23.00 до 7.00) зон графика нагрузки; $T_{эп}, T_{эпп}, T_{эн}$ – тарифные ставки за потребленную электроэнергию по зонам графика нагрузки.

Рассмотрим возможные варианты оплаты потребителем электроэнергии по данным тарифам и определим, какой из них является предпочтительным с экономической точки зрения в зависимости от T_M . При этом необходимо ввести коэффициент соотношения ставок тарифов K_T , определяющий соотношение между величиной оплаты за электроэнергию по одноставочному и двухставочному тарифам:

$$K_T = \frac{T_{эо}}{T_{эд}}. \quad (7)$$

Величину заявленной мощности определяем как:

$$N_{заявл} = 1,05 \cdot P_{\max} = 1,05 \cdot \frac{W_{\text{потр}}}{T_M}. \quad (8)$$

Приравняв оплату по одноставочному и двухставочному тарифам и выразив из этого уравнения величину T_M с учетом (8), получим:

$$\begin{aligned} W_{\text{потр}i} \cdot T_{эо} &= 1,05 \cdot \frac{W_{\text{потр}}}{T_M} \cdot T_{мд} + W_{\text{потр}} \cdot \frac{T_{эо}}{K_T}; \\ T_{эо} &= 1,05 \cdot \frac{T_{мд}}{T_M} + \frac{T_{эо}}{K_T}; \\ T_{эо} \frac{K_T - 1}{K_T} &= 1,05 \cdot \frac{T_{мд}}{T_M}; \quad T_M = \frac{1,05 \cdot T_{мд} \cdot K_T}{T_{эо} \cdot (K_T - 1)}. \end{aligned} \quad (9)$$

Подставив в выражение (9) значения ставок тарифов (таблица 1), получим равновесное значение числа часов использования максимума

нагрузки: для напряжения присоединения СН2 – $T_m = 4894$ ч; для СН1 – $T_m = 7189$ ч; для напряжения ВН оплата по одноставочному тарифу всегда будет меньше, чем по двухставочному. Для напряжения присоединения НН двухставочный тариф в тарифном меню отсутствует.

Далее сравним оплату за электроэнергию по одноставочному тарифу, дифференцированному по зонам суток с оплатой по тарифу одноставочному. Для этого необходимо суточное потребление электроэнергии потребителем разбить в соответствии с тремя зонами суток. Введем коэффициенты n_1, n_2, n_3 – доли потребления электроэнергии, приходящиеся соответственно на пиковую, полупиковую и ночную зоны графика нагрузки. Используя типовые графики нагрузки для различных отраслей промышленности, определим среднюю ставку оплаты по одноставочному тарифу, дифференцированному по зонам суток:

$$T_{cp} = n_1 \cdot T_{эп} + n_2 \cdot T_{эпп} + n_3 \cdot T_{эн} . \quad (10)$$

Результаты расчета T_{cp} в зависимости от напряжения присоединения по 16 отраслям промышленности представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет средней ставки оплаты за электроэнергию по одноставочному тарифу, дифференцированному по зонам суток

Отрасль промышленности	Доля потребляемой электроэнергии в соответствии с зонами графика нагрузки, о.е.			T_{cp} в зависимости от напряжения присоединения, руб./кВт·ч	
	n_1	n_2	n_3	ВН	СН2
Автомобильная	0,262	0,497	0,241	1,97	2,61
Деревообрабатывающая	0,176	0,538	0,286	1,82	2,44
Легкая промышленность	0,177	0,557	0,266	1,84	2,46
Нефтепереработка	0,322	0,459	0,219	2,07	2,71
Прядильно-ткацкие фабрики	0,254	0,503	0,243	1,96	2,59

Продолжение таблицы 2

Печатные и отделочные фабрики	0,277	0,504	0,219	2,01	2,65
Пищевая промышленность	0,274	0,485	0,241	1,99	2,63
Ремонтные и механические заводы	0,176	0,522	0,302	1,80	2,43
Станкостроение	0,241	0,514	0,245	1,94	2,57
Торфоразработка	0,335	0,457	0,208	2,10	2,74
Тяжелое машиностроение	0,307	0,487	0,206	2,06	2,70
Угледобыча	0,307	0,476	0,217	2,05	2,69
Химия	0,332	0,456	0,212	2,09	2,74
Цветная металлургия	0,316	0,471	0,212	2,07	2,71
Целлюлозно-бумажная	0,303	0,478	0,22	2,05	2,69
Черная металлургия	0,314	0,47	0,216	2,06	2,71

Сравнение данных таблиц 1 и 2 показывает, что при $T_M > 5000$ ч в общем случае оплата за электроэнергию по одноставочному тарифу для потребителей ВН и СН2 будет ниже, чем по тарифу, дифференцированному по зонам суток.

Таким образом, для потребителей, имеющих напряжение присоединения НН, наиболее оптимальным является одноставочный тариф. Потребителям СН2 и ВН при $T_M < 5000$ ч целесообразно использовать одноставочный тариф, дифференцированный по зонам суток, в противном случае необходим переход на двухставочный и одноставочный тариф соответственно. Для потребителей СН1 оптимальным является одноставочный тариф, лишь при $T_M > 7200$ ч возможно рассмотрение вопроса о переходе на двухставочный тариф.

Выводы

1. Принятие решения о виде используемого тарифа существенно зависит от равномерности режима электропотребления, которая определяется числом часов использования максимума нагрузки. Для двухставочного тарифа основополагающей величиной является максимальная заявленная мощность.

2. Шкала тарифов выстраивается таким образом, что для потребителей с неравномерным режимом работы более выгодным является одноставочный тариф. Для двух-трех сменных предприятий, как правило, более эффективен двухставочный тариф.

3. Дифференцированные зонные тарифы с почасовым контролем мощности и зонными ставками оказываются эффективными в тех случаях, когда правильно установлены соотношения значений зонных ставок по характерным зонам суток и при высокой равномерности режима электропотребления, что соответствует трехсменному или непрерывному режимам работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике».

2. Вуколов В. Ю., Папков Б. В. О безопасности функционирования территориальных сетевых организаций. Економічна безпека держави і науково-технічні аспекти її забезпечення. КПІ. Київ. Черкаси: изд. Чабоненко, 2009. С. 37–43.

3. Папков Б. В., Вуколов В. Ю. Особенности расчета нормативов потерь для ТСО (статья) // НТЖ «Промышленная энергетика» Москва, 2010, № 1. С.33–38.

4. «Правила функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики», утверждены постановлением правительства РФ от 31 августа 2006 г. № 530.

OPTIMIZATION OF THE COST FOR ELECTRICITY EXPENSES FOR CUSTOMERS

Keywords: operation, electrical energy, tariffs, consumers, optimization, load

Annotation. The article consists the results of the analysis of tariff payment systems for electric power and the choice of an optimal one for the consumer. There are also some measures that can be taken to reduce this cost.

ВУКОЛОВ ВЛАДИМИР ЮРЬЕВИЧ – преподаватель, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, Россия, Нижний Новгород, (vvucolov@mail.ru)

VUKOLOV VLADIMIR YURIEVICH – teacher, Nizhniy Novgorod State Technical University. R. E. Alekseev, Russia, Nizhny Novgorod, (vvucolov@mail.ru)

Е. А. ДЕНИСЮК, М. Е. ЗЫКОВА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ЖИДКИХ КОРМОВЫХ СРЕД

Ключевые слова: кавитационный теплогенератор, кавитация, кормовые смеси, моделирование, цельное молоко.

Аннотация. Данная статья рассматривает моделирование эксперимента, связанного с альтернативным способом приготовления жидких кормовых смесей с использованием современного оборудования. Предлагается рассмотреть модель конструкции аппарата для производства жидкой кормовой смеси, определить полезные свойства смеси, разработать установку для приготовления жидких кормовых смесей.

При решении определенной задачи, изучая конкретные свойства объекта, модель оказывается единственным инструментом исследования.

На первом этапе исследования модели строится алгоритм, в котором отображаются основные этапы научного эксперимента и создается обобщенная теория.

Затем, путем введения дополнительных данных, можно получить модель в значительной мере соответствующей реальному процессу.

Моделирование эксперимента позволяет провести анализ полученных результатов и корректировку исследуемой модели. Если при исследовании модели обнаруживаются значительные различия с измеряемыми данными реальных объектов, то это свидетельствует о том, что на предыдущих этапах построения модели были допущены ошибки или неточности.

При исследовании модели часто требуется из многих допустимых решений выбрать лучшее, оптимальное. Нами предлагается смоделировать процесс обработки жидких кормовых смесей, используемых при выращивании телят.

Для улучшения качества работы кормоприготовительных машин разрабатываются конструкции с новыми технологическими характеристиками.

Основная цель в усовершенствовании процесса приготовления жидких кормовых смесей на существующем в настоящее время оборудовании сводится к улучшению конструкции перемешивающих устройств.

В связи с этим необходимо:

1. Предложить к рассмотрению модель конструкции аппарата для производства жидких кормовых смесей. Провести его компьютерное моделирование.

2. Разработать методику проведения исследования с использованием кавитационного (вихревого) теплогенератора.

3. Путем исследования определить полезные свойства полученной смеси.

4. Обосновать особенности конструкции полезной модели по производству жидких кормовых смесей.

5. Разработать, изготовить и испытать опытный образец установки для приготовления жидких кормовых смесей, дать технико-экономическую оценку его применения.

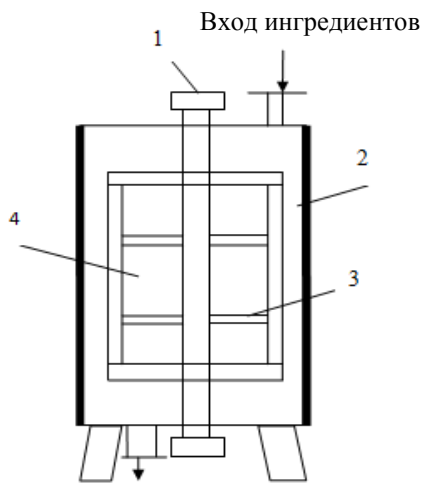


Рисунок 1 – Аппарат для предварительной обработки (смешивания) жидких кормовых смесей: 1 – вал мешалки; 2 – корпус; 3 – ребра; 4 – рамная мешалка; 5 – выгрузной патрубок

При исследовании данного процесса строится описательная информационная модель, которая выделяет основные параметры объекта.

Объектом исследования является процесс преобразования рабочего органа и получения за счет этого новых технических характеристик установки.

Для получения жидкой кормовой смеси в аппарат загружаются: вода, молочная сыворотка, концентрированные корма, витамины, микроэлементы.

В существующих аппаратах подготовленная с помощью мешалки смесь выводится через выгрузной патрубок (рис. 1).

На основе исследований физиологии пищеварения и кормления, для обеспечения необходимого роста и развития молодняка используют заменители цельного молока, которые представляют собой готовые высокопитательные кормовые смеси.

В состав заменителя входят жировые добавки, витамины, антибиотики, микроэлементы, сухой обрат. Заменители цельного молока (ЗЦМ) – группа продуктов, имеющих сложный, сбалансированный по питательным элементам состав и обеспечивающий нормальный рост и развитие молодняка сельскохозяйственных животных различных видов.

Заменители цельного молока делятся на несколько групп:

- жидкие, с содержанием сухих веществ 10,5 % – 2,5 %, это готовые к употреблению смеси;
- концентрированные, с содержанием сухих веществ 30 % – 60 %, это жидкий продукт, но перед употреблением его необходимо разбавить водой или сывороткой;
- сухие, с содержанием сухих веществ 95 % – 98 %, перед употреблением их необходимо разбавлять водой или сывороткой.

Разработанные заменители цельного молока имеют разный структурный состав. Они отличаются по количеству питательных веществ, ингредиентов, по норме кормления, ограничениям питательных веществ в смеси, различием химического состава.

Многообразие рецептур заменителей цельного молока с самыми разными ингредиентами даёт возможность кормить молодняк с самого раннего возраста. Заменители цельного молока включают в себя вторичные продукты от переработки цельного молока, это обезжиренное молоко, пахта и сыворотка.

Для их производства используют кормовые структуры высокого качества. Заменители цельного молока содержат большое количество сухого обезжиренного молока, а это натуральная молочная основа, которая уже содержит витамины, минералы, аминокислоты, необходимые для правильного роста и развития телят.

В состав ЗЦМ входят также животные и кулинарные жиры, растительные масла, синтетические аминокислоты, фосфатиды, витамины, макро- и микроэлементы, эмульгаторы, антиоксиданты, вкусовые добавки. Для получения заменителя нового качества, соответствующего современным требованиям, в состав смеси вводят кормовые дрожжи, соевый белок, гидролизованный пшеничный протеиновый концентрат, который полностью растворяется в воде [1, с. 64].

С помощью специальных расчетов получают необходимые сведения о содержании влаги, жира, протеина, энергетической питательности. Рассчитывается показатель кислотности, индекс растворимости продукта, общее допустимое количество микроорганизмов в 1 кг продукта.

Сухие заменители цельного молока разбавляют водой или восстанавливают. Вода должна отвечать ветеринарно-санитарным требованиям. Из одного килограмма сухого заменителя получают десять килограммов жидкой кормосмеси.

Продукт следует готовить непосредственно перед каждым кормлением. Оставшийся после кормления продукт не подлежит последующему использованию и хранению.

Очень важно правильно соблюдать пропорции при восстановлении молока из заменителя, ошибка может привести к проблемам в пищеварительном тракте животного.

Использование заменителей повышает экономические показатели производительности, рентабельности.

Использование сухой смеси имеет ряд преимуществ для фермерских хозяйств: снижаются производственные затраты, увеличиваются доходы от реализации продукции. Введение сухой смеси позволяет стимулировать рост и развитие животных, уменьшить риск различных заболеваний.

Содержание патогенных микроорганизмов и кишечной палочки не допускается, поэтому нами предлагается способ обеззараживания жидких кормовых смесей, в частности, пастеризация на основе использования вихревого теплогенератора.

Кавитационный теплогенератор – это простейшее устройство для выработки тепловой энергии.

Кавитация используется в быту и промышленности для нагрева воды, для промывки коммунальных сетей, для использования в составе автономных, независимых систем отопления, в частности, для обогрева теплиц и производственных помещений.

Кавитационные теплогенераторы используются для процесса очистки от образовавшейся накипи различных отложений и загрязнений на внутренних поверхностях и в труднодоступных местах [2, с. 176].

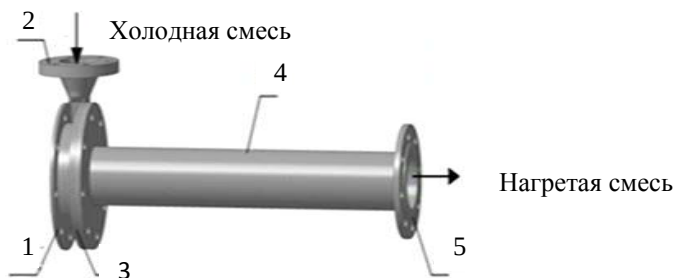


Рисунок 2 – Вихревой теплогенератор: 1 – крышка; 2 – входной патрубок; 3 – диафрагма; 4 – цилиндрическая вихревая трубка; 5 – выходной патрубок;

К данному процессу проявляют интерес компании, занимающиеся нефтяной и газовой добычей, геологоразведкой и добычей полезных ископаемых, строительные компании.

Нами предлагается подготовленную жидкую смесь заменителя цельного молока, в целях обеззараживания, прогонять через вихревой теплогенератор (рис. 2).

Использование вихревого теплогенератора в технологической цепочке приготовления жидких кормовых смесей позволит в значительной степени снизить энергозатраты и улучшить качественные показатели конечного продукта.

Возрастающая стоимость энергоресурсов ставит перед сельхозтоваропроизводителями задачу поиска более дешевых источников тепла. Вихревые теплогенераторы – источник тепла XXI века. Теплогенерация (head generation) – получение теплоты из других видов энергии.

Выделение тепловой энергии основывается на принципе преобразования одного вида энергии в другой. При вращении электродвигателя теплогенератора механическая энергия передается на основной рабочий орган теплогенератора – дисковый активатор. Жидкость внутри полости дискового активатора закручивается и приобретает кинетическую энергию. Далее, при резком торможении жидкости, возникает кавитация (cavitas – пустота). При этом кинетическая энергия преобразуется в тепловую и таким образом жидкость нагревается [3, с. 306].

Кавитация характеризуется тем, что при разрыве целостности потока жидкости в местах резкого снижения ее давления возникает огромное количество отдельных кавитационных пузырьков или каверн, заполненных паром самой жидкости, которые затем схлопываются. При схлопывании каверн наблюдается выброс тепловой энергии и энергии давления.

Это приводит к изменению физических и химических свойств жидкости и выделению тепловой энергии, которая, являясь экологически чистой и дешевой, может быть использована для технологических целей в сельскохозяйственном производстве, а именно для пастеризации жидкой кормовой смеси.

Инновационная технология по приготовлению жидких кормовых смесей позволяет получать более качественный конечный продукт.

Принцип работы установки основан на использовании нового вида перемешивающего устройства, образования мощных вихревых водяных потоков и получения конечного продукта с принципиально новыми качественными характеристиками.

Результат исследования позволяет увеличить эффективность работы оборудования по производству жидких кормовых смесей путём получения обеззараженного, высококачественного заменителя цельного молока.

Оригинальные технические решения, заложенные в конструкцию установки по приготовлению жидких кормовых смесей, позволяют обрабатывать различные жидкие системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Носова И. А. О возможности снижения энергозатрат при обработке пищевых сред в условиях малых предприятий / Иванов Е. Г., Денисюк Е. А., Носова И. А. / Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию победы в Великой Отечественной войне. Княгинино: НГИЭИ. 2010. С.64–67.

2. Носова И. А. Систематика вихревых теплогенераторов / Иванов Е. Г., Денисюк Е. А., Носова И. А., Салоид И. В. / Совершенствование технико-эксплуатационных процессов энергетических средств в сельском хозяйстве и на транспорте: Сборник научных трудов. Н. Новгород: Нижегородская ГСХА. 2007. С.176–187.

3. Носова И. А. Применение вихревого теплогенератора при первичной обработке молока / Денисюк Е. А., Носова И. А., Салоид И. В. / Разработка и внедрение технологий и технических средств для АПК Северо-Восточного региона Российской Федерации: Материалы международной научно-практической конференции. Киров: НИИСХ Северо-Востока. 2007. С.306–309.

MODELING OF THE PROCESS OF LIQUID FEED HANDLING

Keywords: modeling, feed mixtures, whole milk, cavitation, cavitation heat source.

Annotation. This paper considers the modeling experiment associated with the alternative way of making liquid mixes with the use of modern equipment. It is proposed to consider the model of the apparatus construction for the production of liquid feed, to determine the useful properties of the mixture, to manufacture a plant for making liquid feed mixtures.

ДЕНИСИУК ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА – кандидат технических наук, профессор, заведующая кафедрой МППЖ, ФГБОУ ВПО Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, Нижний Новгород, (denelalex@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 Nizhnyi Novgorod state agricultural academy, engineering faculty (denelalex@rambler.ru)

ЗЫКОВА МАРИЯ ЕВГЕНЬЕВНА – старший преподаватель, «Институт пищевых технологий» – филиал ГБОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт», Россия, Нижний Новгород, (zikova.marija@yandex.ru)

ZYKOVA MARIA EVGENJEVNA – senior lecturer, «Institute of Food Technology» – a branch of SEI HPE «Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics», Russia, Nizhnyi Novgorod, (zikova.marija @ yandex.ru)

Е. А. ДЕНИСЮК, Р. А. МИТРОФАНОВ, И. А. НОСОВА

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОРФА

Ключевые слова: биотопливо, дефицит гумуса, органические удобрения, торф, no-till, электрогидравлическая технология.

Аннотация. В статье изложено краткое описание уникальной технологии производства эффективного биоудобрения. Использование технологии на порядки удешевляет производство биоудобрения, для применения в сельском хозяйстве при технологии no-till. Предлагаемая технология может быть использована также при производстве биотоплива и там, где необходимо эффективное измельчение (до микро- и наноразмеров частиц), диспергация и прочее.

Анализ современного состояния и возможных сценариев развития сельскохозяйственного производства подтверждает необходимость проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению сельскохозяйственных угодий, обеспечивающих повышение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, а также улучшение общей экологической обстановки.

То, что происходит сейчас с землей, в частности в России, нельзя назвать ничем иным, как только деградацией. По странной корреляции с убылью населения нашей страны, которая в среднем составляет по 1 млн человек в год, сельскохозяйственные угодья, выбывшие из оборота за последние 15 лет, составили более 15 млн га, т. е. также по 1 млн га в год. Более 56 млн га пашни характеризуются низким содержанием гумуса. Среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое за последние годы в среднем по России составил 0,52 т на га. Вносимые дозы минеральных и органических удобрений не компенсируют потерю (при сборе урожая) питательных веществ почв.

По данным Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации, в последние годы практически во всех субъектах Российской Федерации продолжается тенденция по ухудшению состояния земель. В большинстве из них почвенный покров, особенно сельскохозяйственных угодий, под-

вержен деградации и загрязнению, катастрофически теряет устойчивость к разрушению, способность к восстановлению свойств, воспроизводству плодородия. По минимальным оценкам, в стране за последние пятнадцать лет потеряно 30 млн га продуктивных земель, а ущерб от их прямой потери составляет оценочно 1,5 трлн долл.

Подсчитать экономический ущерб от потери продуктивных земель, используя современные методики, вероятно, возможно и даже с большой степенью достоверности, однако невозможно оценить экологический вред, тем более что его последствия в значительной степени скажутся в будущем. Сложилась ситуация, при которой дальнейшая деградация почв и выбытие продуктивных земель из оборота представляют реальную угрозу национальной безопасности. Решение проблемы в настоящее время требует разработки и принятия государственной экологически обоснованной земельной политики, включающей комплекс правовых, организационных, экономических мер.

В связи с вышеназванными проблемами в основные направления агропродовольственной политики Правительства Российской Федерации на ближайшие годы были внесены существенные корректировки, определяющие необходимость реализации специальной целевой Программы по сохранению и восстановлению плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России⁶ (далее – Программа [1, с. 1]).

Повышение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения является естественным условием интенсификации земледелия, способствует росту урожайности, увеличивает ценность земли и имеет важное природоохранное значение.

Таким образом, в настоящее время назрела насущная необходимость:

- освоения современных систем земледелия и землеустройства (в том числе технологии «no-till» с учетом перспективы развития земель сельскохозяйственного назначения;

⁶ Постановление Правительства РФ от 20.02.2006 № 99 (ред. от 27.12.2012) «О федеральной целевой программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 – 2010 годы и на период до 2013 года».

- проведения комплекса агрохимических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования удобрений и мелиорантов в сельском хозяйстве;
- выполнения гидромелиоративных, культуртехнических, противоэрозионных мероприятий и работ по реабилитации нарушенных земель;
- осуществления агролесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий.

Учитывая насущную необходимость освоения современных систем земледелия, проведения комплекса агрохимических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования удобрений в сельском хозяйстве, выполнения гидромелиоративных, культуртехнических, противоэрозионных и других мероприятий по реабилитации нарушенных земель, вышеназванная Программа, в частности, предусматривает коренное улучшение земель сельскохозяйственного назначения путем внесения в почву органических удобрений, микроудобрений, торфа и сапропеля.

В свою очередь, учитывая объемы запасов торфа и его доступность, нет достойной альтернативы торфу для крупномасштабного улучшения агротехнических свойств почв.

Отметим, что биологизация и экологизация земледелия является одной из актуальных задач сельскохозяйственного производства, которая может быть решена при использовании биологически активных органических и органоминеральных удобрений на основе торфа, которые также называются гуминовыми препаратами.

Органические вещества торфа состоят из гуминовых и фульво - кислот, битумов, целлюлозы, лигнина, а минеральная часть торфа в основном состоит из кремния, кальция, железа, алюминия и микроэлементов. Органическое вещество торфа и входящие в него гуминовые кислоты в значительной степени определяют плодородие почв, являясь источниками физиологически активных веществ, повышающих процессы жизнедеятельности живых организмов. Однако эти свойства проявляются только после соответствующих процессов разложения органического торфа и перехода ряда его соединений в доступное для усвоения растениями состояние. В природе этот процесс идет крайне медленно, поэтому применение торфа в чистом виде эффективно лишь при очень высоких дозах его внесения в почву, что экономически невыгодно (расходы на добычу, перевозку и внесение очень велики).

Таким образом, задача состоит в том, чтобы «активировать» природный торф, переведя полезную органику и минеральные вещества в

легкодоступную для растений форму. Основу данного процесса «активации», как правило, составляет процесс разрушения целлюлозной и лигнинной оболочки органической клетки, содержащей в себе необходимые полезные вещества. Однако технологически этого добиться не так уж и просто. На данный момент основными технологиями активации являются биохимическая (микробиологическая), термическая ультразвуковая (кавитационная) и электрогидравлическая.

По простоте исполнения, дешевизне и эффективности особо отличается электрогидравлическая технология обработки торфа (в настоящее время незаслуженно забытая и практически не используемая).

Начиная с 1933 года, учеными исследовались явления, возникающие в зоне высоковольтного искрового разряда в жидкой среде. В начальной стадии эти исследования подтвердили существующие данные о том, что такой разряд легко возникает только в диэлектрических жидкостях, а в жидкостях с ионной проводимостью происходит лишь в случаях очень малой длины искрового промежутка и всегда сопровождается обильным газо- и парообразованием.

Механическое воздействие жидкости на объекты, помещенные вблизи канала разряда, получаемого по традиционной схеме с прямым подключением конденсатора на разрядный промежуток в жидкости, практически ничтожно для жидкостей с ионной проводимостью и сравнительно ощутимо лишь в среде жидких диэлектриков. Оно определяется весьма незначительными давлениями внутри парогазового пузыря, возникающего вокруг зоны разряда. Создающиеся в жидкости гидравлические импульсы имеют пологий фронт и значительную длительность протекания, при этом обладают небольшой мощностью.

В связи с этим необходимо было найти условия, в которых действие гидравлических импульсов могло бы быть резко усилено. Для этого требовалось уменьшить толщину парогазовой оболочки и сократить продолжительность разряда, в течение которого она создается. Одновременно необходимо было повысить мощность единичного импульса.

Решить эту задачу оказалось возможным путем разработки принципиальной электрической схемы, которая обеспечила подачу тока на рабочий промежуток в виде короткого импульса при помощи мгновенного «ударного» подключения накопителя энергии [2, с. 31].

С этой целью был введен в электрическую схему формирующий воздушный искровой промежуток, что позволило в жидкостях с ионной проводимостью изменить характер искрового разряда, резко усилить его механическое действие [3, с. 42].

Дополнительный формирующий воздушный промежуток позволяет накапливать заданное количество энергии с импульсной подачей

ее на основной промежутке, значительно сократить длительность импульса и предотвратить возникновение колебательных процессов, создавать крутой фронт импульса, исключая возможность перехода к дуговому разряду, получать при заданном основном межэлектродном промежутке любые из допустимых для используемого источника питания значения тока и напряжения, регулированием длины формирующего промежутка изменять форму импульса и характер разряда на основном рабочем промежутке в жидкости. Именно формирующий промежуток явился обострителем импульса тока, позволившим перейти к напряжениям много большим, чем напряжение пробоя рабочего промежутка в жидкости [4, с. 249–270].

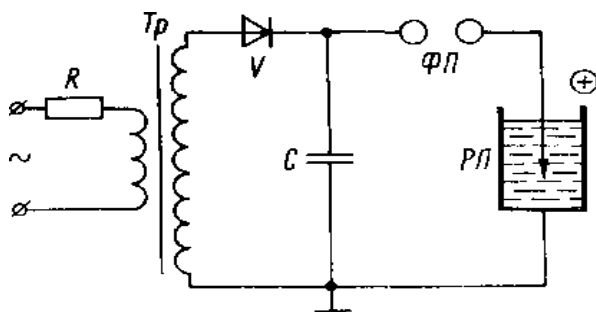


Рисунок 1 – Электрическая схема для воспроизведения ЭГЭ с одним формирующим промежутком: R – зарядное сопротивление; Tr – трансформатор; V – выпрямитель; ФП – формирующий искровой промежуток; РП – рабочий и искровой промежуток в жидкости; C – рабочая емкость – конденсатор

Таким образом, для создания электрогидравлических ударов была предложена схема (рис. 1), включающая источник питания с конденсатором в качестве накопителя электрической энергии. Напряжение на конденсаторе повышается до значения, при котором происходит самопроизвольный пробой воздушного формирующего промежутка, и вся энергия, запасенная в конденсаторе, мгновенно поступает на рабочий промежуток в жидкости, где и выделяется в виде короткого электрического импульса большой мощности. Далее процесс при заданных емкости и напряжении повторяется с частотой, зависящей от мощности питающего трансформатора.

В дальнейшем были предложены и другие схемы, однако формирующий промежуток (в различных его модификациях, например, в

виде игнитрона) применяют во всех современных электрогидравлических силовых установках.

Опытным путем была установлена возможность широкого варьирования параметрами принципиальной электрической схемы, воспроизводящей электрогидравлический эффект. Это дало основание ввести понятие «режим работы» силовой установки, подразумевая под этим значения основных параметров схемы – емкости и напряжения.

Таким образом, были определены три основных режима работы установок:

жесткий – $U > 50 \text{ кВ}$; $C < 0,1 \text{ мкФ}$;

средний – $20 \text{ кВ} < U < 50 \text{ кВ}$; $0,1 \text{ мкФ} < C < 1,0 \text{ мкФ}$;

мягкий – $U < 20 \text{ кВ}$; $C > 1,0 \text{ мкФ}$.

Электрогидравлическая обработка обладает многофакторным физико-химическим воздействием на сложные органические структуры и является перспективным методом его активации. Данные методы описаны и запатентованы еще в СССР [5, 6, 7].

Для применения вышеуказанных методов используют электрогидравлические дробилки, входящие как основной агрегат в технологическую линию. Последовательность технологических операций при работе электрогидравлической установки следующая: фрезерный торф, находящийся в загрузочном бункере, подается ленточным транспортером на вибросито, где он просеивается, а затем очищается электромагнитным сепаратором от металлических включений. Интенсивность подачи торфа определяется производительностью вибросита и электрогидравлической дробилки. Просеянный торф подается ленточным транспортером в бак смесителя, куда поступает вода в количестве, регулируемом вентильной заслонкой с приводом и определяемом влажностью исходного торфа и заданной консистенцией конечного продукта. Затем торфоводяная смесь поступает в камеру электрогидравлической дробилки, где подвергается воздействию электрогидравлических ударов. Обработанный субстрат-пульпа перекачивается насосом в резервуар.

Все основные технологические операции обработки торфа управляются и контролируются автоматически. В установке предусмотрены пульт дистанционного управления отдельными операциями, а также сигнализация и контроль за режимами работы. Эта технология легла в основу промышленной установки для электрогидравлической обработки торфа с целью получения из него качественного органического удобрения, массы для дражирования семян различных сельскохозяйственных культур и высокодисперсной торфомассы, которая использует-

ся для нанесения на поверхность торфа для предохранения его от выдувания [8].

Электрогидравлически обработанный торф может быть использован в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения, например, для замены части минеральных удобрений, используемых при применении беспашотной технологии по-till, т. к. полученное удобрение может применяться в жидкой форме и не требует вспашки почвы в отличие от природного торфа. Также электрогидравлически обработанный торф может быть использован в микробиологической, бродильной и комбикормовой промышленности.

В отдельных случаях, например, при использовании электрогидравлически обработанного торфа в качестве сырья для бродильной промышленности, после электрогидравлической обработки торф засевают соответствующей микрофлорой, используя при этом эффект «бактериального взрыва» [9].

Исследования, проведенные на пяти видах торфа, показали, что в процессе электрогидравлической обработки торфа происходит его интенсивное диспергирование: содержание в нем частиц размером менее 250 мкм доходит до 80–90 %. Таким образом, описываемый метод обработки и полученный продукт могут быть отнесены практически к разряду нанотехнологий (принято считать, что наночастицами являются частицы размером менее 100 мкм).

Проведенные эксперименты позволили установить, что массовое содержание питательных веществ и микроэлементов в электрогидравлически обработанном торфе резко изменяется в сравнении с исходным в сторону повышения. Так, массовое содержание аммиачного азота возрастает в зависимости от вида торфа в 1,4–4,5 раза, а водорастворимого органического вещества в 1,5–5 раз. Физико-химическими анализами определено, что при электрогидравлической обработке происходит гидролитическое дезаминирование свободных кислот. Экспериментально установлено, что свободное хранение электрогидравлически обработанного торфа при положительных температурах приводит на 10–15-й день хранения к резкому (в 5–10 раз) увеличению массового содержания в нем растворимых соединений азота МН за счет бактериального взрыва.

Это свидетельствует о том, что процессы, инициированные электрогидравлическим эффектом, продолжают еще определенное время и после его прекращения, после чего состояние стабилизируется. Это подтверждается тем, что последующее длительное (3–5 мес.) хранение электрогидравлически обработанного торфа как при отрицательных,

так и при положительных температурах не ухудшает приобретенных им свойств.

Таблица 1 – Результаты исследования по увеличению содержания азота в торфяном удобрении после электрогидравлической обработки

№ место- рождения	NH ₄ (азот) на кг. сухого торфа						
	до обра- ботки	после электрогидравлической обработки					
		через 3 – 4 дня		через 14 дней		через 30 дней	
	мг/кг	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%
№ 1	23,4	73,6	314,5	760,0	327,9	759,0	3243,6
№ 2	17,3	295,2	1706,4	1115,0	6445,1	1020,0	5898,2
№ 3	40,6	83,8	206,4	211,0	519,7	213,0	524,6

Выполнено в НИИ агропочвоведения Белорусской ССР в 1965 г.

Таким образом, использование электрогидравлически обработанного торфа позволяет значительно снизить потребность в минеральных удобрениях и навозе, улучшить за счет дезодорирующего эффекта санитарно-гигиенические свойства почв и восстанавливаемость гумусного слоя почв, удешевить производство сельхозпродукции.

Электрогидравлически обработанная пульпа (смесь воды с торфом) обладает бактерицидными свойствами, что очень важно при выращивании овощей в закрытых грунтах. Также эффективно может применяться в тепличном хозяйстве и электрогидравлическая стерилизация почвы с одновременным ее удобрением. Большие перспективы имеет также предложенный способ электрогидравлического обогащения торфа, включающий дробление, последовательное отстаивание, сушку и самобрикетирование торфа. Для этого поступающий из месторождения торф подвергается дроблению в обычных или двух-трехступенчатых электрогидравлических дробилках песчаного типа, работающих в непрерывном режиме и выдающих пульпу с частицами не крупнее 1 мм при соотношении торфа и воды не менее чем 1:3. Полученная жидкая пульпа поступает в отстойники-транспортеры, из нижней части которых непрерывно удаляется осевший на дно песок. Затем обогащенная торфом пульпа поступает в другие отстойники, по

дну которых проходит сетчатая транспортерная лента, разделенная на ячейки. По мере заполнения торфом ячеек лента выносит их из ванны, где теряющие воду брикеты под действием сил поверхностного натяжения воды стягиваются и отрываются от стенок формы. Далее транспортер сбрасывает частично сформированные брикеты на транспортер сушки, где брикеты окончательно подсыхают и стягиваются в очень плотные брикеты. Оставшаяся обогащенная электрогидравлической обработкой водоторфопесчаная смесь может эффективно использоваться в качестве удобрения. Эта технология может быть применена при использовании торфа в качестве топлива (биотопливо) в виде торфяных топливных брикетов.

Энергетические затраты на электрогидравлическое дробление и обогащение торфа, по расчетам, не превышают 50–60 кВт на 1 т. Несомненно, эффективна и перевозка обогащенного и брикетированного торфа, заметно сокращается и количество золы при сжигании такого уплотненного торфа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 20.02.2006 № 99 (ред. от 27.12.2012) «О федеральной целевой программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 – 2010 годы и на период до 2013 года».

2. Юткин Л. А. глава «Перспективы применения электрогидравлической обработки» в книге «Новое в электрофизической и электрохимической обработке материалов» М, Л, Машиностроение, 1966 год. 112 с.

3. Юткин Л. А. «Электрогидравлический эффект», Москва, Машгиз, 1955 год, 52 с.

4. Авторское свидетельство № 105011 (СССР), «Способ получения высоких и сверхвысоких давлений» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 416898 от 15.04.50. Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1957 год, № 1.

5. Авторское свидетельство № 354683 (СССР), «Способ получения удобренной почвы» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление №№ 946809/30-15 от 07.06.63, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, № 20.

6. Авторское свидетельство № 210190 (СССР), «Способ улучшения удобрительных свойств торфа» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 949723/30-15 от 18.01.65, Опубликовано в Бюллетене

изобретений, 1983 год, № 2.

7. Авторское свидетельство № 275028 (СССР), «Способ подготовки торфа для микробиологической, бродильной и комбикормовой промышленности» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 1259290/28-13 от 16.07.68, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, № 18.

8. Авторское свидетельство № 950217 (СССР), «Установка для производства органического удобрения» / Л. А. Юткин, О. Н. Мельникова, Г. К. Лейкина и др. – Заявление № 2918927/30-15 от 30.04.80, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1982 год, № 30.

9. Авторское свидетельство № 211918 (СССР), «Способ повышения содержания в среде, используемой для выращивания растений, азота в усвояемой растениями форме» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 1015897/30-15 от 02.07.65, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, № 1.

FEATURES OF ELECTROHYDRAULIC PROCESSING OF PEAT

Keywords: *deficiency of a humus, peat, organic fertilizers, no-till, electrohydraulic technology, biofuel.*

Annotation. *The article describe the unique production technology of effective biofertilizer. This technology can much reduce the price of biofertilizer production, particularly for application in agriculture at the no-till technology. The offered technology can be used also for biofuel production and for effective crushing (to micro and nano sizes of particles), and for other things.*

ДЕНИСИУК 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)

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)

МИТРОФАНОВ РОМАН АЛЕКСЕЕВИЧ – соискатель ученой степени (ramitr@rambler.ru)

MITROFANOV ROMAN ALEKSEEVICH – competitors of scientific degrees (ramitr@rambler.ru)

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

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

Д. Е. ДУЛЕПОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕГУЛИРУЕМЫХ УСТАНОВКАХ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Ключевые слова: демпфирующий резистор, конденсаторная установка, коэффициент перенапряжений, переходный процесс, реактивная мощность.

Аннотация. Приведена схема установки поперечной емкостной компенсации. Рассмотрены причины возникновения переходных процессов в тяговой сети переменного тока. Дано описание и алгоритм работы программы для анализа переходных процессов при включении установки поперечной емкостной компенсации в три этапа.

Конденсаторные установки поперечной емкостной компенсации (КУ) в системе тягового электроснабжения железных дорог позволяют повысить пропускную способность за счет повышения напряжения в тяговой сети до нормируемых значений, а также позволяют нормализовать баланс по реактивной мощности и снизить потери энергии от перетоков реактивной мощности [1, с. 12].

При включении установки в цепи будет проходить переходный процесс, во время которого напряжение на конденсаторе и ток через конденсатор могут значительно превосходить свои значения в установившемся режиме более чем на 70–100 %. Такие колебания напряжения на емкостном элементе недопустимы, т. к. это ведет к ускоренному их износу и снижению надежности работы установки в целом [2, с. 67].

Коммутационные перенапряжения при включении КУ можно снизить, если при подключении КУ к сети последовательно с конденсатором и реактором включать демпфирующий (балластный) резистор, как показано на рисунке 1. Лучшие результаты можно получить, если шунтировать демпфирующий резистор по частям с помощью двух выключателей.

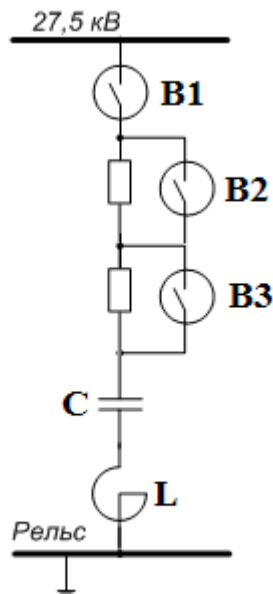


Рисунок 1 – Схема включения КУ в три этапа

Для определения мгновенных и максимальных значений тока и напряжения на конденсаторе установки поперечной компенсации реактивной мощности при подключении ее к питающей сети в три этапа разработана программа KUPER – 1, которая является расширением интегрированного математического пакета MathCad [3, с. 30].

Описание и алгоритм работы программы представлены ниже.
Программа KUPER – 1

$$\underline{R} := \begin{pmatrix} 70 \\ 30 \\ 2.4 \end{pmatrix}$$

$$r := R_2$$

$$U := 27500$$

Вектор активных сопротивлений в цепи КУ на первом, втором и третьем этапах включения

Активное сопротивление в цепи КУ на третьем этапе включения

Действующее значение напряжения питающей

$$\text{psi} := \frac{90 \cdot \pi}{180}$$

$$u(t) := \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(314t + \text{psi})$$

$$C := 12.02 \cdot 10^{-6}$$

$$X_c := \frac{1}{314C}$$

$$L := 0.09$$

$$X_L := 314L$$

Вспомогательная функция, задающая время переключения ступеней активных сопротивлений

$$T_2 := 0,056$$

$$T_3 := 0,146$$

$$R(t) := \text{if}(t < T_2, R_0, \text{if}(t < T_3, R_1, R_2))$$

$$I_m := \frac{U \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{(r)^2 + (X_L - X_c)^2}}$$

$$U_{Cm} := X_c \cdot I_m$$

$$x := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$D(t, x) := \begin{pmatrix} \frac{u(t) - R(t) \cdot x_0 - x_1}{L} \\ \frac{1}{C} x_0 \end{pmatrix}$$

$$Z := \text{rkfixed}(x, 0, 0.2, 2000, D)$$

$$n := 0..2000$$

$$i_n := Z_{n, 1}$$

сети

Перевод начальной фазы питающего напряжения в радианную меру

Мгновенное значение напряжения питающей сети

Емкость батареи конденсаторов КУ, мкФ

Емкостное сопротивление батареи конденсаторов, Ом

Индуктивность реактора, Гн

Индуктивное сопротивление реактора, Ом

Время переключения ступеней, с

Амплитудное значение установившегося тока, А

Амплитудное значение установившегося напряжения на конденсаторе, В
Вектор начальных условий: x_0 – ток, x_1 – напряжение на конденсаторе

Вектор производных

Решение методом Рунге – Кутты

количество точек на всем диапазоне решения

полная матрица токов на всем диапазоне решения

$$\underline{u}_{nn} := Z_{n,2}$$

$$k := 0 \dots 10000 \cdot T2$$

$$l := 10000 \cdot T2 + 1 \dots 10000 \cdot T3$$

$$u1_k := Z_{k,2} \quad u2_l := Z_{l,2}$$

$$u3_m := Z_{m,2} \quad i1_k := Z_{k,1} \quad i2_l := Z_{l,1}$$

$$i3_m := Z_{m,1}$$

полная матрица напряжений на всем диапазоне
количество точек на первом этапе включения
количество точек на втором этапе включения

Матрицы напряжений и токов на первом, втором и третьем этапах включения

Вспомогательные функции выделения максимальных значений токов и напряжений на первом, втором и третьем этапах включения

$$\begin{aligned} UCM1k &:= \max(u1) & UCM2k &:= \min(u1) \\ UCM1 &:= \text{if}(|UCM1k| > |UCM2k|, UCM1k, |UCM2k|) \\ UCM1l &:= \max(u2) & UCM2l &:= \min(u2) \\ UCM2 &:= \text{if}(|UCM1l| > |UCM2l|, UCM1l, |UCM2l|) \\ UCM1m &:= \max(u3) & UCM2m &:= \min(u3) \\ UCM3 &:= \text{if}(|UCM1m| > |UCM2m|, UCM1m, |UCM2m|) \\ iCM1k &:= \max(i1) & iCM2k &:= \min(i1) \\ iCM1 &:= \text{if}(|iCM1k| > |iCM2k|, iCM1k, |iCM2k|) \\ iCM1l &:= \max(i2) & iCM2l &:= \min(i2) \\ iCM2 &:= \text{if}(|iCM1l| > |iCM2l|, iCM1l, |iCM2l|) \\ iCM1m &:= \max(i3) & iCM2m &:= \min(i3) \\ iCM3 &:= \text{if}(|iCM1m| > |iCM2m|, iCM1m, |iCM2m|) \end{aligned}$$

Расчет коэффициентов перегрузки по току и по напряжению на первом, втором и третьем этапах включения

$$\begin{aligned} ki1 &:= \frac{iCM1}{Im} & ki2 &:= \frac{iCM2}{Im} & ki3 &:= \frac{iCM3}{Im} \\ ku1 &:= \frac{UCM1}{UCm} & ku2 &:= \frac{UCM2}{UCm} & ku3 &:= \frac{UCM3}{UCm} \\ ki1 &= 1.576 & ki2 &= 1.213 & ki3 &= 1.124 \\ ku1 &= 0.959 & ku2 &= 1.058 & ku3 &= 1.089 \\ iCM1 &= 258.9 & iCM2 &= 199.265 & iCM3 &= 184.1 \end{aligned}$$

$$UCM1 = 4.174 \times 10^4 \quad UCM2 = 4.607 \times 10^4 \quad UCM3 = 4.741 \times 10^4$$

$$\underline{u}_{nn} := \sqrt{2} \cdot 27500 \sin\left(\frac{n}{2000} 20 \cdot \pi + \psi\right) \quad \text{Функция для построения кривой питающего напряжения}$$

Чтобы подключить разработанную программу, необходимо сначала запустить оболочку MathCad и затем предлагаемую программу.

Далее вводятся значения активных сопротивлений в цепи КУ в каждом этапе включения. Значения вводятся в виде матрицы R . Далее вводятся параметры КУ: действующее значение питающего напряжения и его начальная фаза, а также емкость батареи конденсаторов и индуктивность реактора.

Время T_2 переключения второй и T_3 третьей ступеней задается с помощью функции условного перехода if . Далее задается вектор x начальных условий и вектор $D(t,x)$ первых производных искомых величин – тока (компьютерная переменная x_0) и напряжения (компьютерная переменная x_1).

Для решения системы дифференциальных уравнений, записанных в форме Коши численным методом Рунге-Кутты четвертого порядка используется функция $rkfixed$, интегрирующая дифференциальные уравнения с постоянным шагом. В скобках функции перечисляются через запятую: вектор начальных условий, начальная и конечная точка интервала интегрирования, число точек, не считая нулевой точки, и первые производные искомых функций.

Решение получается в виде матрицы Z , содержащей $2+1=3$ столбца. Первый столбец матрицы соответствует времени, второй – току i , третий – напряжению u_C .

Далее полученная матрица разбивается на шесть матриц – три матрицы тока и три матрицы напряжения по числу ступеней включения КУ. После этого с помощью вспомогательных функций $iCM1$, $iCM2$ и $iCM3$, а также $UCM1$, $UCM2$ и $UCM3$ находят максимальные значения токов и напряжений в каждом этапе включения КУ для каждой из шести матриц. Затем вычисляют коэффициенты перегрузки по току и по напряжению [4, с. 41].

Таким образом, программа позволяет: определить мгновенные и максимальные значения тока и напряжения на конденсаторе установки поперечной компенсации реактивной мощности при подключении ее к питающей сети в три этапа, а также определить коэффициенты перегрузки по току и по напряжению для каждого этапа включения.

С помощью предлагаемой программы можно оптимизировать следующие параметры КУ: значение демпфирующего резистора для первого и второго этапов включения КУ и моменты их шунтирования. Это позволит сделать коэффициенты перегрузки по току и по напряжению минимальными и тем самым увеличить эксплуатационную надежность КУ. Это становится актуальным в связи с тем, что в настоя-

щее время для эффективной работы КУ при резко неравномерных нагрузках их приходится переводить из нерегулируемого режима работы в режим дискретного регулирования, то есть часто включать и отключать. Такой режим работы отрицательно сказывается на надежности КУ. Поэтому требуется оптимизация значений демпфирующих резисторов и моментов их шунтирования [5, с. 22].

В результате проведенных исследований с помощью KUPER-1 было точно определено значение демпфирующих резисторов и значения перенапряжений при включении КУ в три этапа, а именно при значении демпфирующего резистора $R_g = 73 \text{ Ом}$ коэффициенты перенапряжения при первой и второй коммутациях будут равны 1,05. Оставшаяся часть сопротивления демпфирующего резистора будет равна $0,32 \cdot 73 = 23 \text{ Ом}$. В относительных единицах для трехэтапного включения сопротивление демпфирующего резистора следует брать равным 0,85 от волнового сопротивления КУ, а после второго этапа оставлять 0,25–0,3 от волнового сопротивления. Перенапряжения в этом случае не превосходят 5 % от номинального значения напряжения на конденсаторах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берковский А. М., Лысков Ю. И. Мощные конденсаторные батареи. М.: Энергия, 1967. 168 с.
2. Бородулин Б. М., Герман Л. А., Николаев Г. А. Конденсаторные установки электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1983. 183 с.
3. Герман Л. А. Поперечная емкостная компенсация в тяговой сети железных дорог. Промышленная энергетика. № 10. 2009. С. 30–35.
4. Герман Л. А., Серебряков А. С., Квашук В. А., Бренков С. Н. Синхронизированные выключатели для регулирования поперечной емкостной компенсации. Локомотив № 1. 2011. С. 41–43.
5. Правила устройства системы тягового электроснабжения железных дорог Российской Федерации, ЦЭ-462, М.: МПС РФ 1997, 79 с.

STUDY OF TRANSITION PROCESSES IN CONTROLLED PLANTS OF CAPACITIVE COMPENSATION OF REACTIVE POWER

Keywords: reactive power, capacitor installation, transition, damping resistor, ratio surge.

Annotation. Article Shows the setup of transverse capacitive compensation. It consists the reasons for the occurrence of transients in the AC traction. There is the description of the algorithm and the program for the analysis of transients when the installation of lateral capacitive compensation in three stages.

ДУЛЕПОВ ДМИТРИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ – аспирант кафедры «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино (dulepov.86@mail.ru).

DULEPOV DMITRIY EVGENIEVICH – postgraduate of the department «Electrification and Automation», Russia, Knayginino, (dulepov.86@mail.ru).

Д. Е. ДУЛЕПОВ, Ю. М. МАКАРОВА¹

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ МАЛЫХ ПОСЕЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СЕЛА МАЛАЯ ПИЦА

Ключевые слова: линии электропередач, нагрузка, надежность, реконструкция, СИП, электроснабжение.

Аннотация. В работе представлена и обозначена проблема электроснабжения сельских электрических сетей. Приведен способ её решения и сравнение результатов до и после реконструирования.

Хочется отметить, что эта проблема актуальна своей масштабностью. Она затрагивает не только одно село или деревню, а все сельские населённые пункты России.

Что и говорить, проблема сельских электрических сетей давно назрела, но решить ее никак не удастся. Несмотря на то, что жителей в селах становится меньше, у оставшихся все равно появляется больше бытовых приборов, и нагрузка на сети возрастает. Кроме того, линии электропередач стареют физически, их необходимо поддерживать в порядке и регулярно проводить ремонт.

Новые линии прокладывают к новым микрорайонам населенных пунктов. Но при этом новые линии подключаются к старым сетям и это, без соответствующей реконструкции старых сетей, приводит к их обесточиванию. Потребление растет, нагрузка падает. Новый трансформатор нагрузку выравнивает, а старый, деревенский, уже не одолевает [1, с. 18].

Все это приводит к выводу из строя бытовые электроприборы и производственное электрооборудование, что в свою очередь, ведет к материальному ущербу.

Поэтому мы предлагаем рассмотреть назревшую проблему, на примере села нашей Нижегородской области.

Итак, реконструкция электрических сетей села Малая Пица.

Реконструкция действующих сетей подразумевает изменение параметров электросетей, при сохранении частично или полностью

строительной части объектов, для повышения пропускной способности сетей, надежности электроснабжения и качества передаваемой электроэнергии. К реконструкции относятся работы по замене проводов воздушных линий (АС на СИП-провод), перевод сетей на другое номинальное напряжение, замена трансформаторов, устаревших деревянных опор на ж/б, разъединителей и другой аппаратуры в связи с изменением мощности и напряжения, установка средств автоматизации в сетях [2, с. 35].

Основными задачами реконструкции электрических сетей являются обеспечение надежного, безопасного и эффективного электроснабжения сельских потребителей при снижении электроемкости производства продукции и создание комфортных социально-бытовых условий жизни.

Около 30 % ВЛ села отработали свой нормативный ресурс, находятся в эксплуатации более предусмотренных нормативами сроков. Примерно 12 % ВЛ требуют замены. Мы предлагаем существующие сталеалюминиевые провода заменить на СИП.

СИП – это самонесущий изолированный провод 2-х или 4-х жильной скрученной в жгут структуры, изготовленный из алюминиевого сплава и покрытый изоляцией из светостабилизированного сшитого или термопластичного полиэтилена [3].

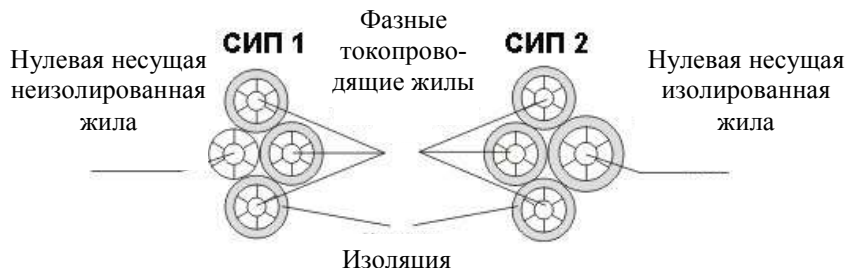


Рисунок 1 – Самонесущий изолированный провод

Среди основных преимуществ СИП можно выделить их высокую пожаробезопасность, что связано с полным исключением возможности короткого замыкания в случае схлестывания фазных проводников, простоту ведения монтажных работ, снижение электропотерь на линии, что обусловлено уменьшением более чем на треть реактивного сопротивления. Также значительно уменьшаются затраты при монтаже ВЛИ ввиду таких преимуществ, как:

- возможность монтажа провода по фасадам зданий;

- требуется более узкая просека в лесной и парковой зоне;
- использование более коротких опор (достаточно четырех метров);
- возможность подвески на уже действующие ВЛ высокого и низкого напряжения, а также на линии связи;
- возможность монтажа без использования дорогостоящих траверс и изоляторов.

Резко снижаются эксплуатационные затраты, так как обеспечивается высокая надежность и бесперебойность энергообеспечения потребителей, благодаря отсутствию коротких замыканий и значительному снижению вероятности обрыва проводов из-за падения деревьев, снегонапления или гололедообразования. Также важной особенностью СИП линий является возможность подключения новых точек под напряжением. Такая процедура не требует отключения остальных абонентов от энергоснабжения и, как следствие, сокращаются сроки монтажа и ремонта. Помимо этого значительно затрудняются попытки несанкционированных подключений и уменьшаются случаи воровства и вандализма.

Также изоляционное покрытие обеспечивает снижение случаев поражений током при монтажных или ремонтных работах и в процессе повседневной эксплуатации линий.

Приведем сравнительную характеристику проводов АС и СИП по потерям напряжения для сети 0,4 кВ.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика линии 0,4 кВ до реконструкции

№ ТП и присоединенная к ней линия	Марка провода до реконструкции	Длина линии, км	Потери ΔU , %
ВЛ № 1 ТП № 1	АС-25	1,64	8
ВЛ № 2 ТП № 1	АС-50	0,8345	6
ВЛ № 1 ТП № 2	АС-50	0,446	5,6
ВЛ № 2 ТП № 2	АС-70	0,836	7,5
ВЛ № 1 ТП № 3	АС-25	0,991	4,8
ВЛ № 2 ТП № 3	АС-25	0,98	6,56
ВЛ № 1 ТП № 4	АС-50	0,213	6,4
ВЛ № 2 ТП № 4	АС-70	0,137	6,53
ВЛ № 3 ТП № 4	АС-70	0,108	3
ВЛ № 1 ТП № 5	АС-70	0,372	3,8
ВЛ № 2 ТП № 5	АС-70	0,132	6,5
ВЛ № 3 ТП № 5	АС-70	0,131	6,85

Таблица 2 – Сравнительная характеристика линии 0,4 кВ
после реконструкции

№ ТП и присоединенная к ней линия	Марка провода после реконструкции	Длина линии, км	Потери ΔU , %
ВЛ № 1 ТП № 1	СИП-1 3х25+1х35	1,64	7,61
ВЛ № 2 ТП № 1	СИП-1 3х70+1х70	0,8345	4,58
ВЛ № 1 ТП № 2	СИП-1 3х70+1х70	0,446	3,25
ВЛ № 2 ТП № 2	СИП-1 3х95+1х70	0,836	6,94
ВЛ № 1 ТП № 3	СИП-1 3х35+1х50	0,991	3,79
ВЛ № 2 ТП № 3	СИП-1 3х25+1х35	0,98	4,56
ВЛ № 1 ТП № 4	СИП-1 3х95+1х70	0,213	4,22
ВЛ № 2 ТП № 4	СИП-1 3х120+1х95	0,137	5,87
ВЛ № 3 ТП № 4	СИП-1 3х120+1х95	0,108	0,69
ВЛ № 1 ТП № 5	СИП-1 3х70+1х70	0,372	3,56
ВЛ № 2 ТП № 5	СИП-1 3х120+1х95	0,132	5,78
ВЛ № 3 ТП № 5	СИП-1 3х120+1х95	0,131	5,56

Общие капитальные затраты для рассматриваемого села составят 1953,47 тыс.руб.

Рассмотрим вариант реализации проекта, когда экономия изменяется по годам.

Таблица 3 – Изменение выгод и издержек по годам

Время, t , год	Выгода, P_t , млн руб./год	Издержки, C , млн руб./год	Экономия, млн руб./год
1	2	3	4
2	57,485	55,195	2,29
3	58,568	55,195	3,373
4	59,693	55,195	4,498
5	71,896	55,195	16,701
6	71,896	55,195	16,701
7	71,896	55,195	16,701
8	71,896	55,195	16,701
9	71,896	55,195	16,701
10	71,896	55,195	16,701

Примечание. В таблице приведены издержки C без учёта отчислений на амортизацию C_a .

Определим чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \frac{16701(1 - (1 + 0,079)^{-10})}{0,079} - 1953,47 = 110,618 \text{ млн руб.}$$

Определим индекс доходности:

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{K_0} = \frac{110,618}{1,95347} = 56,63 \cdot$$

На основании данных из таблицы 2 построим дисконтированный и не дисконтированный графики окупаемости, то есть графики чистого дохода и чистого дисконтированного дохода.

Таблица 4 – Чистый дисконтированный
и не дисконтированный доходы

Вре- мя t , год	Инве- сти- ция, K_0 млн руб.	Годовая издерж- ка экс- плуата- ции C , млн руб/год	Вы- года P_t ,	Эко- но- мия $B_t = P_t$ млн руб/г од	Без учёта дис- континирования		С дисконтированием		
					Окон- чат. саль- до, млн руб/ год	Сальдо, нарас- тающим итогом, млн руб/год	Эконо- мия, млн руб/го д	Саль- до, млн руб/ год	Сальдо, нарас- тающим итогом, млн руб/год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,953	55,195	72	16,7	69,9	69,94	15,478	13,53	13,525
2	–	55,195	72	16,7	16,7	86,64	14,345	14,35	27,87
3	–	55,195	72	16,7	16,7	103,4	13,295	13,29	40,955
4	–	55,195	72	16,7	16,7	120,1	12,321	12,32	53,316
5	–	55,195	72	16,7	16,7	136,7	11,419	11,42	64,735
6	–	55,195	72	16,7	16,7	153,4	10,583	10,58	75,318
7	–	55,195	72	16,7	16,7	170,1	9,808	9,81	85,126
8	–	55,195	72	16,7	16,7	186,9	9,09	9,09	94,216
9	–	55,195	72	16,7	16,7	203,7	8,425	8,43	102,641
10	–	55,195	72	16,7	16,7	220,3	7,808	7,81	110,449

На рисунке 2 покажем графики срока окупаемости

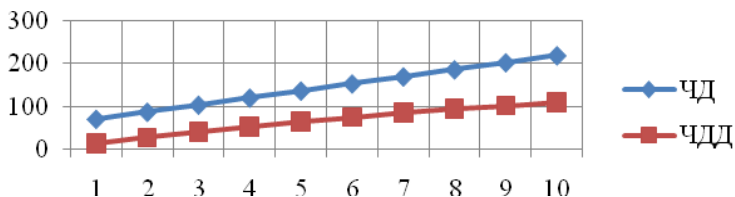


Рисунок 2 – Графики срока окупаемости

Из диаграммы видно, что срок окупаемости при дисконтировании и без дисконтирования $T_{ок} = 0,5$ года .

В селе также есть недействующие опоры, которые необходимо демонтировать, т. к. их дальнейшая эксплуатация не предусматривается. А существующие деревянные опоры необходимо заменить на ж/б, т. к. их настоящее состояние оставляет «желать лучшего».

Это же относится и КТП. В настоящее время работающие трансформаторы села находятся в эксплуатации больше, чем это предусмотрено нормами. Их основная конструкция устарела. Необходимо провести замеры главных обмоток трансформаторов и выявить оставшийся срок службы. По результатам замеров можно будет сказать, насколько необходимо заменить трансформатор на более эффективный. Так же требуется заменить опоры, на которых они расположены, так как ж/б арматура устарела и начинает разрушаться и осыпаться.

Предлагаем заменить опоры двух действующих трансформаторов на более новые. На одном трансформаторе необходимо укрепить конструкцию здания, в котором она расположена, т. к. в стенах есть трещины, а также заменить перекрытие крыши.

Реализация мероприятий показывает возможность применения самонесущих изолированных проводов в распределительных сетях сельской местности. Расчеты подтверждают, что при применении этих проводов значительно улучшается режим сети по напряжению, снижается число отключений. Конструктивные особенности ВЛИ уменьшают время монтажа линии, расширяют сектор работ, выполняемых без отключения напряжения, снижают опасность поражения электрическим током.

Технико-экономические расчеты показывают, что при увеличении капиталовложений значительное уменьшение затрат на обслуживание линии приводит к тому, что применение СИП значительно выгодней применения проводов устаревшей конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова Е. Я., Алёшина С. К. Расчёт нагрузок сельских электрических сетей. – Оренбургский государственный университет, 2002. С. 276.
2. Лещинская Т. Б., Наумов И. В. Электроснабжение сельского хозяйства. – КолосС, 2008. С.374.
3. Интернет-ресурс <http://scab.ru/sip/sip-1-sip-2-sip-4.html>, Технические данные для СИП провода.

OPERATION RELIABILITY OF ELECTRIC NETWORKS OF SMALL SETTLEMENTS ON THE EXAMPLE OF MALAYA PITSA

Keywords: load, power lines, power supply, reconstruction, reliability.

Annotation. Paper considers the problem of electricity supply in rural power grids. There is a way to solve it, and comparison of the results before and after the reconstruction.

ДУЛЕПОВ ДМИТРИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ – аспирант кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (dulepov.86@mail.ru).

DULEPOV DMITRIY EVGENIEVICH – postgraduate of chair «Electrification and Automation», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute Russia, Knayginino, (dulepov.86@mail.ru).

МАКАРОВА ЮЛИЯ МИХАЙЛОВНА – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (makjul92@mail.ru).

MAKAROVA JULIA MIHAILOVNA – teacher of chair «Electrification and Automation», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (makjul92@mail.ru).

Л. Ю. КУЦЕНКО, Е. П. ЛИСОВИЦКАЯ,
А. М. ПАТИЕВА, С. В. ПАТИЕВА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ЛЮДЕЙ, ПРЕДРАСПОЛОЖЕННЫХ
ИЛИ ИМЕЮЩИХ ИЗБЫТОЧНУЮ МАССУ ТЕЛА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МЯСНОГО
СЫРЬЯ И КОНЖАКОВОЙ КАМЕДИ**

Ключевые слова: *глюкоманнан, избыточная масса тела, конжаковая камедь, мясные и мясорастительные изделия, пищевые волокна, полисахариды.*

Аннотация. *Совершенствование и разработка технологии, расширение ассортимента мясной и мясорастительной продукции с использованием конжаковой камеди для людей, страдающих ожирением.*

Известно, что избыточная масса тела и ожирение являются важными, корригируемыми факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета и других серьезных хронических заболеваний. Специалистами здравоохранения рассчитано, что уже к 2015 году до 2,3 миллиардов взрослых людей будет иметь избыточный вес, более 700 миллионов будут страдать ожирением.

Избыточный вес отчасти связан с технологическими достижениями, позволившими получать пищевые масла из таких культур, как кукуруза, соя и хлопок.

Высокая калорийность диеты, низкая физическая нагрузка, нарушение энергетического баланса организма оказывают выраженное влияние на состояние липидного и углеводного обмена, уровень артериального давления. Повышение калорийности питания сопровождается увеличением эндогенного синтеза холестерина, повышением в плазме крови липопротеина низкой плотности и липопротеина очень

низкой плотности. Количество эндогенно синтезированного холестерина увеличивается на 20 мг на каждый килограмм.

Наиболее распространенным подходом к снижению массы тела является назначение низкокалорийной, сбалансированной по основным пищевым веществам диеты с благоприятными органолептическими показателями и биологической ценностью.

У лиц с избыточной массой тела 25–30 кг/м² степень редукции калорийности может быть сведена до 1700– 000 ккал/сут. за счет сокращения потребления легкоусвояемых углеводов (сахара и сладостей) с назначением разгрузочных дней 1 раз в неделю. У лиц с ожирением (избыточная масса тела более 30 кг/м²) целесообразна редукция калорийности рациона до 1500–1700 ккал/сут. с назначением 1–3 раза в неделю разгрузочных дней, энергетическая ценность которых колеблется от 800 до 1200 ккал [1, с. 402].

У людей, имеющих нормальную массу тела, калорийность рациона должна соответствовать физиологическим потребностям с учетом возраста, пола, уровня энергозатрат и составлять в среднем 2000–2400 ккал/сут.

Оптимальное содержание белка в рационе должно составлять 80–90 г/сут, что соответствует 12–14 % от общей калорийности рациона, при этом количество животного и растительного белка должно быть приблизительно равным. Увеличение потребления белка с пищей неблагоприятно влияет на жизнедеятельность организма человека [1, с. 396].

Различные источники белка в пище по-разному влияют на уровень холестерина в крови. Источниками животного белка в диете являются нежирные сорта мяса, рыбы, птицы, молочные продукты (с пониженной жирностью), яичный белок. Источниками растительного белка – крупы, зерновые, бобовые, соевые белковые продукты.

Предпочтительнее использовать продукты переработки соевых бобов с большим содержанием изофлавонов (текстураты соевого белка) или добавлять изофлавоны в антиатерогенный рацион в составе биологически активных добавок (по 100–200 мг в день в течение 1 месяца).

Количественный и качественный состав жира в рационе, а также содержание жироподобных веществ (стеринов, фосфолипидов) оказывают существенное влияние на этиопатогенетические механизмы организма. Модификация жировой части рациона оказывает заметно больший лечебный эффект по сравнению с другими пищевыми веществами. Увеличение потребления жира, особенно при дефиците в рационе растительных масел – источников ПНЖК, способствует разви-

тию гиперхолестеринемии и тесно связано с увеличением заболеваемости ожирением и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний.

Существует корреляционная связь между потреблением насыщенных и трансизомеров жирных кислот, а также пищевого холестерина со смертностью. Увеличение потребления холестерина в количестве 100 мг на 1000 ккал/сут способствует его повышению в крови на 12 %. Жировая часть рациона должна составлять до 30 % от общей калорийности рациона (70–80 г/сут.), при этом 8–10 % от общей калорийности рациона должны составлять НЖК, 10–15 % – МНЖК, 7–9 % – ПНЖК. Оптимальное соотношение НЖК/МНЖК/ПНЖК (1:1:1) существенно повышает терапевтическую эффективность диеты. В качестве источников ПНЖК можно использовать растительные масла (подсолнечное, кукурузное, хлопковое), содержащие в основном жирные кислоты класса ω -6 [1, с. 392].

Значение в диетотерапии фосфолипидов и фитостеринов связано с их липотропным влиянием, стабилизацией раствора холестерина в желчи и уменьшением всасывания его же в кишечнике. Оптимальный уровень поступления фосфолипидов (основным источником которых в диете являются растительные масла) – 5 г/сут. Однако при рафинации растительных масел большая часть фосфолипидов теряется, поэтому их можно вводить в рацион в виде биологически активных добавок к пище (например, таких как «Витол»). Фитостерины и фитостеролы содержатся в соевом, кокосовом, рапсовом маслах, масле семян хвойных деревьев и др.

Для рационализации диетотерапии оптимальным считается поступление углеводов в количестве 50–55 % от общей калорийности диеты. Из источников углеводов предпочтение следует отдавать растительным продуктам – зерновым, овощам, фруктам и ягодам, которые содержат также в достаточном количестве пищевые волокна [1, с. 395–397]. Одним из разновидностей углеводов являются полисахариды – высокомолекулярные соединения, образованные из большого числа моносахаридов. К ним относятся крахмал, гликоген, клетчатка, инулин, глюкоманнан, гемилцеллюлоза, пектиновые вещества и др. Полисахариды играют существенную роль в обмене веществ у растений и животных, они важны для питания человека. Благодаря высокой эмульгирующей и обволакивающей способности камеди оказывают благоприятное воздействие на желудочно-кишечный тракт [2, с. 82, 84–85].

Глюкоманнан – представитель нейтральных камедей, полисахаридов, способных к набуханию, в частности конжаковая камедь. Наиболее часто встречаются на плодовых деревьях – вишне, абрикосе

и др. Нейтральные камеди используются в пищевой промышленности в качестве загустителей, а в диетотерапии – как источник неусвояемых пищевых волокон, увеличивающих объем пищи, усиливающих чувство сытости.

Свойства конжаковой камеди:

- одна частица конжаковой камеди состоит из очень длинных нитеподобных макромолекул, спутанных между собой. При контакте с водой, молекулы воды проникают в эту цепочку, вызывая набухание частиц, увеличивая объем от 50 до 200 раз и превращая порошок в вязкую жидкость;

- обладает самым высоким молекулярным весом и вязкостью из всех диетических волокон, известных науке, а также обладает очень высокой плотностью;

- фактически не содержит примесей, он безвкусный и белый;

- благодаря своей структуре не подвергается воздействию пищеварительных ферментов в тонкой кишке и не добавляет никаких дополнительных калорий;

- механизм действия относится к способности диетического волокна увеличивать вязкость желудочно-кишечного содержимого, поддерживая активность работы желудочно-кишечного тракта и при этом постепенно опустошая и чистя желудок;

- быстро утоляет аппетит, это происходит благодаря его набуханию в желудке при абсорбции воды;

- ограничивая поглощение жидкостей и других высококалорийных веществ в тонкой кишке, функционирует как эффективная диетическая добавка. Действует естественно и легко, без принудительного ограничения рациона питания;

- в случаях сахарного диабета, он показал превосходные результаты;

- способность поглощать холестерин, желчные кислоты, тяжелые металлы предотвращает их всасывание кишечной стенкой и облегчает их вывод из тела. В результате этого уровень холестерина и триглицеридов в крови может быть уменьшен;

- очищает кишечник, растворяя вредные вещества;

- улучшает переваривание пищевых продуктов, ускоряя проход переваренных материалов через кишку.

Конжаковая камедь E425 обладает технологическими функциями загустителя, гелеобразователя, стабилизатора, средством для таблетирования, диспергируется в холодной и горячей воде с образованием высоковязких растворов с pH 4,0...7,0. Растворимость возрастает при нагревании и перемешивании. Лёгкое подщелачивание рас-

творя приводит к образованию термостойкого геля, устойчивого к плавлению даже при продолжительном нагревании. Состав конжаковой камеди представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав конжаковой камеди

Продукт – конжаковая камедь	
Вязкость	27000 и 36000 CPS
Углеводороды, %	84,0
Крахмал, %	1,2
Белок, %	7,0
Потери при сушке (105 °С, 5 ч), %	12,3
Зола, %	5,0
Тяжелые металлы, мг/кг	8,0
Дрожжи и плесени, в г	430,0
Колиподобные	Отсутствует
Кишечная палочка	Отсутствует
Сальмонелла	Отсутствует

Конжаковая мука содержит алкалоиды, поэтому требуется специальное хранение. Невсасываемое вещество, увеличивает содержимое кишечника, уменьшает всасывание других компонентов пищи.

Конжаковая камедь E425 в РФ разрешена в пищевых продуктах согласно ТИ в количестве до 10 г/кг продукта (п. 3.6.23 СанПиН 2.3.2.1293-03) (табл. 2).

Таблица 2 – Гигиенические нормативы качества и безопасности E425 (СанПиН 2.3.2.1078-01)

Токсические элементы, мг/кг, не более		Радионуклиды, Бк/кг, не более		Микробиологические показатели	
Свинец	2,0	Цезий-137	160	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	5*10 ³
				БГКП (колиформы), не допускаются	1,0 г
Мышьяк	3,0	Стронций-90	90	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы, не допускаются	25 г
				Плесени и дрожжи в сумме, КОЕ/г	500

Для усиления свойств в продукт добавляется смесь «ксантановая камедь + гуаровая камедь» в соотношении 1:4, 1:2. Остальные дозировки определяются опытным путём.

В современной литературе достаточно большой объем информации о совместном использовании гидроколлоидов, в частности конжаковой камеди, однако исследования в данном направлении проводились в разных средах гидратации, условий подготовки и т. д. Известные сведения о синергизме конжаковой камеди с другими высокомолекулярными соединениями получены, как правило, в водных растворах, в пищевой промышленности среды содержат, соль, сахар и другие. Кроме того, многие данные и синергизм конжаковой камеди носят общий характер, а очевидно, что процесс будет иметь место при строго определенном соотношении гидроколлоидов. К тому же в настоящее время появились новые виды препаратов. А сведений о совместимости конжаковой камеди с ними отсутствуют.

Увеличение выпуска специального и функционального сырья и продуктов питания, учитывающих метаболические особенности и физиологические потребности организма – актуальная задача Государственной политики в области здорового питания жителей России до 2020 года [3, с. 176–178].

Рецептуры мясных продуктов были разработаны методом ингредиентного моделирования, обеспечивающего адекватность состава продукта медико-биологическим требованиям для людей, страдающих ожирением.

Для производства функциональных мясных продуктов предполагается использование животноводческого сырья, выращенного в экологически безопасном хозяйстве по специальным технологиям и прижизненно обогащенных селеном и йодом.

Получение мясного сырья высокого качества невозможно без обеспечения полноценного кормления сельскохозяйственных животных с соблюдением условий их содержания, позволяющих обходиться без кормовых антибиотиков и стимуляторов роста. Одним из способов получения мясного сырья высокого качества, обеспечивающего человека необходимыми микроэлементами, является прижизненная оптимизация химического состава мяса путем коррекции рационов животных [3, с. 176–178]. В разработанных рецептурных композициях предусмотрено ограниченное содержание жира и соли. Технологические параметры и выбор сырья для производства специализированных мясных продуктов соответствуют требованиям СанПиН.

Изготовление функциональных мясных продуктов для людей с избыточной массой тела, предназначенных для полноценного пита-

ния вне дома возможно только в условиях промышленного предприятия при строгом контроле используемого сырья, санитарного состояния производства, соблюдения технологических параметров и щадящих режимов термической обработки продукции.

За основу создания готового к употреблению продукта были выбраны популярные у большей части населения мясные изделия (купаты, кнели, колбаски). При разработке этих мясных изделий учтены следующие принципы формирования рациона:

- для функционального питания людей с избыточной массой тела рекомендуются измельченные мясные изделия с пониженным содержанием жира и соли, с добавлением круп и овощей. Такие изделия отличаются более сбалансированной пищевой ценностью, лучшей усвояемостью и являются дополнительным источником пищевых волокон, минеральных веществ, витаминов;

- не допускается использовать фосфаты, глутамат натрия, острые пряности, синтетические ароматизаторы (искусственные и идентичные натуральным);

- при тепловой обработке должна использоваться только варка, приготовление на пару и конвекционный нагрев [1, с. 400, 3, с. 176–178].

В таблице 3 представлен ингредиентный состав рецептурных композиций мясных и мясорастительных изделий.

Таблица 3 – Ингредиентный состав рецептурных композиций мясных и мясорастительных изделий

Номер рецептурной композиции	Ингредиентный состав
Рецептура № 1	Свинина, филе птицы, молоко сухое обезжиренное, рис, лук, масло расторопши, конжачковая камедь, крахмал, соль, специи
Рецептура № 2	Свинина, молоко сухое обезжиренное, лук, овсяные хлопья, масло оливковое, конжачковая камедь, ксантан, соль, специи
Рецептура № 3	Свинина, печень, сливки сухие, лук, зелень, гречневая крупа, масло «Carotino», конжачковая камедь, крахмал, соль, специи
Рецептура № 4	Филе птицы, свинина, кабачок, лук, морковь, манная крупа, конжачковая камедь, крахмал, соль, специи, панировочные сухари

Внедрение и промышленный выпуск мясных мясорастительных изделий для питания людей, страдающих ожирением, может внести вклад в решение проблемы обеспечения населения функциональными, здоровыми, безопасными и конкурентоспособными продуктами питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патиева А. М. Обоснование использования мясного сырья свиней датской селекции для повышения пищевой и биологической ценности мясных изделий / А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко, А. А. Нестеренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар: КубГАУ, 2012. Т. 1. № 35. С. 392–405.

2. Пилат Т. Л. Биологические активные добавки к пище (теория, производство, применение). Москва.: Аввалон, 2002. 710 с..

3. Тимошенко Н. В. Разработка технологий рубленых мясорастительных полуфабрикатов для людей, предрасположенных или страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями / Тимошенко Н. В., Патиева А. М., Патиева С. В. // Труды Кубанского государственного аграрного университета: научный журнал. Краснодар, 2008. № 6. С. 176–178.

4. Устинова А. В. Качество и безопасность свинины, прижизненно обогащенной нутрицевтиками / А. В. Устинова, Е. А. Москаленко, С. В. Патиева // Тенденции и перспективы развития современного научного знания [Текст]: материалы V Международной научно-практической конференции, г. Москва, 24–25 декабря 2012 г. В 2т.: т. 1 / Науч. – инф. издат. центр «Институт стратегических исследований». Москва: Изд-во «Спецкнига», 2012. С. 276–283.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF FUNCTIONAL MEAT PRODUCTS FOR THE PEOPLE PREDISPOSED OR HAVING EXCESS MASS OF THE BODY WITH USE OF FUNCTIONAL MEAT RAW MATERIALS AND KONZHAKOVA OF GUM

Keywords: *polysaccharides, konzhakovy gum, meat and meat and cereal products, excess mass of a body, food fibers*

Annotation. *Improvement and development of technology, expansion of the range of meat and meat and cereal production with use of konzhakovy gum for the people having obesity.*

КУЦЕНКО ЛАРИСА ЮРЬЕВНА – студентка факультета перерабатывающих технологий Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

KUTSENKO LARISSA YURYEVNA – the student of faculty of processing technologies, the Kuban state agrarian university, Russia, Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru).

ЛИСОВИЦКАЯ ЕКАТЕРИНА ПЕТРОВНА – аспирант кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

LISOVITSKAYA EKATERINA PETROVNA – the graduate student of chair of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia, Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru).

ПАТИЕВА АЛЕКСАНДРА МИХАЙЛОВНА – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

PATIEV ALEXANDER MIKHAYLOVNA – the doctor of agricultural sciences, the professor of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia, Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru).

ПАТИЕВА СВЕТЛАНА ВЛАДИМИРОВНА – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

PATIEV SVETLANA VLADIMIROVNA – candidate of Technical Sciences, the associate professor of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia, Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru).

А. Н. КОРОБКОВ, О. В. МИХАЙЛОВА

РАЗРАБОТКА МАГНИТНО-ИНДУКЦИОННОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Ключевые слова: *индукционный нагрев, магнитно-индукционная сепарация, магнитный поток, посевные качества, семенной ворох, трифолин, ферромагнитная смесь, частота, электромагнитное излучение.*

Аннотация. *Используя основы проектирования, расчетом и конструированием технологического оборудования предприятий АПК для интенсификации процесса заготовки семян кормовых культур, уменьшения площади, занимаемой оборудованием, снижения расходов на покупку сушилки, и, как следствие, сокращение энерго-, трудозатрат, разработан новый магнитно-индукционный сепаратор для обработки семян кормовых культур.*

Разработка магнитно-индукционного сепаратора для обработки семян кормовых культур ведется по следующей структурной схеме: проведение аналитической и экспериментальной части работы; разработка и изготовление опытного образца магнитно-индукционного сепаратора; проведение термообработки семян кормовых культур; оценка посевных качеств продукции и соблюдение норм безопасности; математическая обработка экспериментальных данных; разработка методики согласования параметров сепаратора с учетом критерия оптимизации технологического процесса обработки (энергозатраты и качество продукции).

Пользуясь основами проектирования, расчетом и конструированием технологического оборудования предприятий АПК, нами разработан нижеописанный магнитно-индукционный сепаратор.

Для интенсификации процесса заготовки семян кормовых культур, уменьшения площади, занимаемой оборудованием, снижения расходов на покупку сушилки, и, как следствие, сокращение энерго-, трудозатрат нами разработан сепаратор непрерывного действия с ис-

пользованием энергии электромагнитных излучений килогерцовой частоты, в частности индукционного нагрева (рис. 1.1).

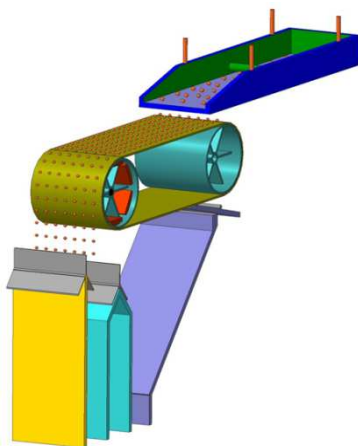


Рисунок 1.1 – Пространственное изображение основных технических узлов разработанного магнитно-индукционного сепаратора

Вся сложная цепочка технологических операций очистки семян по своему целевому назначению и применяемым техническим средствам подразделяется на следующие основные этапы: предварительная очистка свежесобранного семенного вороха, первичная очистка, вторичная очистка и сортирование.

Процесс магнитно-индукционной сепарации (вторичная очистка) включает в себя увлажнение вороха соленой водой, смешивание с трифолином и подачу полученной смеси на поверхность вращающегося магнитно-индукционного барабана машины, который притягивает и удерживает определенную часть пути только семена с магнитным порошком. Порошок хорошо пристает к шероховатой поверхности семян сорняков. С поверхности барабана первыми соскальзывают и выводятся из машины полноценные семена основной культуры [1, с. 24].

Основные узлы магнитно-индукционного сепаратора – загрузочный бункер, увлажнитель с бачком, смесительное устройство, аппарат для дозирования порошка, наклонный шнек, лотковый транспортер, магнитно-индукционный барабан, приёмник семян, привод. Дан-

ная конструкция позволяет полностью исключить электровентилятор и циклон.

В первом барабане, чередуясь посегментно, расположены постоянные магниты и индукционные поверхности. Такая конструкция барабана позволяет сохранять посевные качества семян кормовых культур (люцерна, клевер) [2, с. 8].

Действие магнитного потока усиливается за счет наводимых токов индукции, которые нагревают трифолин, а заодно просушивают семена. В связи с тем, что индукционные поверхности способны обеспечить высочайшую точность нагрева, с точностью до градуса, и любое изменение температуры происходит мгновенно, мы можем влиять на всхожесть и энергию прорастания семян.

Посевные качества обработанных семян клевера и люцерны проверялись в Россельхозцентре Нижегородской области. Средний процент прорастания 82,8 % [3, с. 20].

Нет никакой передачи тепловой энергии снизу вверх, а значит, нет и тепловых потерь. С точки зрения эффективности использования потребляемой электроэнергии индукционная поверхность выгодно отличается от всех других: нагрев происходит быстрее, а КПД нагрева выше.

Главным условием применения индукционной поверхности является применение именно ферромагнитной смеси, как проводящей, неразрывной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слухоцкий А. Е., Немков В. С., Павлов Н. А., Бамунэр А. В. Установки индукционного нагрева. Л.: Энергоиздат, 1981. с. 289.
2. Михайлова О. В., Коробков А. Н., Шестакова О. А. Электромагнитный сепаратор примесей кормовых культур. – Княгинино: Вестник НГИЭИ 8(15), 2012. С. 83–88.
3. Михайлова О. В., Коробков А. Н. Изучение технологических операций подготовки зерна к помолу. – Княгинино: Вестник НГИЭИ 4(5), 2012. С. 20–26.

ELABORATION OF MAGNETIC INDUCTION SEPARATOR FOR GRAIN OF FOOD CULTURES PROCESSING

Keywords: induction heating; seed lots; magnetic inductive separation; crop quality; ferromagnetic mixture; electromagnetic radiation, frequency, magnetic flux.

Annotation. Using the basics of design, calculation and design of technical equipment for the intensification of agricultural enterprises, intensification of the process of grain preparation, reducing of the area occupied by the equipment, reducing of the cost for buying a dryer, and as a consequence the reduction of energy, labor, we have developed a magnetic separator for the treatment of seeds of forage crops.

МИХАЙЛОВА ОЛЬГА ВАЛЕНТИНОВНА – профессор кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино. (makjul92@mail.ru)

MIHAILOVA OLGA VALENTINOVNA – teacher of chair «Electrification and Automation», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino.

КОРОБКОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (dulepov.86@mail.ru).

KOROBKOV ALEXEI NIKOLAEVICH – teacher of chair «Electrification and Automation», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino.

А. А. НЕСТЕРЕНКО, А. В. ПОНОМАРЕНКО

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС

Ключевые слова: кислотность, производство, созревание, сушка, стартовые культуры, сырокопченые колбасы, технические условия, фарш, электромагнитная обработка.

Аннотация. На сегодняшний день есть множество приемов по ускорению созревания и сушки сырокопченых колбас. Мы предлагаем новый способ интенсификации технологического процесса, основанного на применении электромагнитной обработки стартовых культур и мясного сырья. В работе представлены результаты промышленной выработки сырокопченых колбас и обоснована возможность использования электромагнитной обработки для ускорения технологического процесса.

Технология изготовления сырокопченых колбас известна человечеству с давних пор и использовалась, главным образом, для длительного сохранения в домашних условиях мяса, полученного в период сезонного убоя скота. Первые ремесленные производства этой мясной продукции появились в Европе в конце XVIII века. Потребители всегда высоко ценили и ценят сырокопченые колбасы, не задумываясь над сложностью микробиологических и биохимических процессов, результат которых обеспечивает пищевую безопасность и органолептические характеристики продукта [6, с. 395].

Ученые и специалисты прекрасно понимают проблемы этой технологии. «Ни один микробиолог не мог бы изобрести сырокопченую колбасу, поскольку процесс ее производства является, в сущности, чудовищным: мясное сырье и жир набивается в оболочку и хранится до момента потребления». Эти слова принадлежат немецкому ученому, профессору Лотару Ляйтнеру, который разработал теоретические и практические основы обеспечения микробиологической безопасности и стабильности многих пищевых продуктов [6, с. 401].

Успехи научных исследований в области биотехнологии повлекли за собой разработку новых технологий, позволяющих интенсифицировать производство мясных изделий, улучшить их органолептические свойства и значительно повысить гарантию выработки высококачественных продуктов, обеспечить более рациональную переработку вторичного сырья мясной промышленности и т. д. [7, с. 72]. В последние годы во многих странах в мясной отрасли стали активно использовать стартовые культуры, содержащие лактобациллы, микрококки, дрожжи, при производстве различных видов колбас, соленых продуктов, в том числе с привлечением низкосортного мясного сырья. На основании методов биотехнологической модификации разработаны ресурсосберегающие технологии производства сырокопченых колбас [1, с. 152].

Несмотря на большое количество положительных эффектов при применении стартовых культур, их использование в технологии сырокопченых колбас весьма затруднено, поскольку требует использование климатических камер, что может существенно влиять на стоимость готового продукта.

На сегодняшний день среди производителей сырокопченых колбас широко распространено химическое подкисление с помощью глюконо-дельта-лактона.

Глюконо-дельта-лактон (ГДЛ) представляет собой ангидрид глюконовой кислоты. При контакте с водой он снова образует глюконовую кислоту, понижая pH фарша независимо от его температуры [4, с. 37]. Тем не менее применение ГДЛ может негативно влиять на вкус, создавая металлический привкус, кислинку и горечь, придавать рыхлую текстуру, а также влиять на цвет колбасных изделий, делая его бледным в зависимости от количества добавленного ГДЛ. Более того, высокое содержание ГДЛ может способствовать росту пероксидобразующих лактобацилл, что приводит к прогорклости и нестабильному цвету [1, с. 169].

В связи с вышеуказанным возникает необходимость в усовершенствовании технологии сырокопченых колбас. Одним из способов является введение новых технологических операций, позволяющих исключить применение химических подкислителей и максимально эффективно использовать применяемые стартовые культуры [3, с. 77].

Целью данной работы является совершенствование технологии сырокопченых колбас с использованием электромагнитного воздействия на сырье и стартовые культуры.

Объекты и методы исследования. На базе колбасного цеха ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий» для проведения эксперимента были произведены три (№ 1 – с ГДЛ; № 2 – стартовые культуры Альми 2; № 3 – стартовые культуры Альми 2 после электромагнитной обработки) параллельные выработки сырокопченых колбас в соответствии с разработанным на мясокомбинате ТИ 006-00422020-2002 по производству колбас сырокопченых полусухих к ТУ 9213-006-00422020-2002 «Колбасы сырокопченые полусухие».

Предварительная подготовка мясного сырья для партий № 1 и № 2 соответствовала ТИ 006-00422020-2002. Подготовка мясного сырья для партии № 3 заключалась в следующем: говядину жилованную высшего сорта и свинину жилованную, нежирную в кусках массой до 300 граммов укладывали в тачки, при этом толщина слоя составляла 30 см. Уложенное в тачки сырье обрабатывали электромагнитным воздействием в течение 30 минут частотой 100 Гц. Дальнейшая подготовка мясного сырья соответствовала ТИ 006-00422020-2002.

Приготовление фарша осуществляется в куттерах. Подготовленное мясо и шпик в соответствии с рецептурой загружают в куттер в следующем порядке: говядину, нежирную свинину, пищевую добавку, содержащую ГДЛ для образца № 1, бактериальный препарат для образца № 2 и бактериальный препарат активированный электромагнитным излучением, для образца № 3, специи, соль, нитрит натрия (в растворе), шпик.

Общая продолжительность куттерования до 3,5 мин. Окончание процесса куттерования определяют по рисунку фарша, в котором сравнительно однородные по величине кусочки шпика, размером, рекомендуемым для данной колбасы, должны быть равномерно распределены. Температура фарша в конце куттерования составляла минус 3 °С.

После составления фарш выбивают в искусственную белковую оболочку диаметром 50 мм. После чего батоны колбас отправляют на термическую обработку, которая проводилась двумя способами.

Первый способ термической обработки применялся к опытной партии № 1:

1. Осадка проводилась в течение 24 часов при температуре 8 °С;
2. Копчение проводилось дымом от древесных опилок твердых лиственных пород в течение 2 суток при температуре 22 ± 2 °С и относительной влажности 92 ± 3 % и скорости движения воздуха 0,2 – 0,5 м/с в коптильных камерах.

3. Сушка. Колбасу после копчения сушили 7 суток при температуре 13 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 82 ± 3 % и скорости движения воздуха 0,05–0,1 м/с.

Дальнейшую сушку проводили при температуре воздуха 11 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 77 ± 3 % до достижения стандартной влаги.

Второй способ предназначен для образцов № 2 и № 3:

1. Осадка и копчение совмещены. Процесс проводят в термоагрегате в течение 3 – 4 суток по следующим режимам: первые сутки колбасу выдерживают при температуре 22 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 92 ± 3 % и скорости движения воздуха 0,2–0,5 м/с. На вторые сутки подают слабый дым в течение 4–6 часов, относительную влажность воздуха снижают до 88 ± 3 %. На третьи сутки подачу дыма усиливают и дальнейший процесс проводят при температуре 20 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 83 ± 3 % и скорости движения воздуха 0,05–0,1 м/с. Общая продолжительность обработки дымом составляет 8–12 часов.

2. Сушка. После копчения колбасу сушат при температуре 18 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 82 ± 3 % в течение суток. Дальнейшую сушку проводят при температуре воздуха 13 ± 1 °С до достижения нормативной влаги.

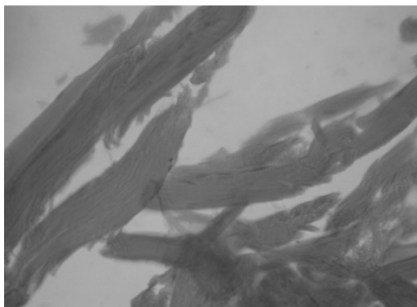


Рисунок 1 – Гистологический срез обработанной поперечно-полосатой мышечной ткани

При гистологическом исследовании «обработанной» поперечно-полосатой мышечной ткани у всех видов имелись структурные изменения в мышечных волокнах, которые характеризовались лизисом миофибрилл. При этом сами мышечные волокна были фрагментированы (рис. 1) [8, с. 35]. Соединительная ткань между мышечными воло-

нами и между мышечными пучками также была в состоянии распада и представляла гомогенную белковую массу, которая практически не окрашивалась. При измерении pH проводимые в соответствии с ГОСТ 26188-84 показания по свинине изменились с 5,6 до 5,4, при измерении pH говядины изменились с 6,2 до 6,0 [4, с. 37].

При проведении микробиологических исследований «обработанного» мясного сырья проводимых в соответствии с ГОСТ 10.444.15-94 показатели микрообсемененности снизились, результат представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Количество колониеобразующих единиц в зависимости от параметров электромагнитной обработки

№ образца	Время обработки, мин.	Частота (f), Гц	КМАФАнМ, КОЕ/г (-3)	БГКП, в 0,001 г.
к	-	-	$5,9 \times 10^4$	Не обнар.
1	30	10	$1,6 \times 10^5$	Не обнар.
2	30	100	$1,1 \times 10^2$	Не обнар.
3	30	200	$4,0 \times 10^4$	Не обнар.

При проведении выработки контролировались 3 основных показателя pH, массовая доля влаги и количество КМАФАнМ. Первые показатели для всех образцов были сняты после составления фарша. Результат представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели pH, массовая доля влаги и количество КМАФАнМ определяемые в фарше

Образец	pH	Массовая доля влаги	КМАФАнМ
Контроль	5,7	53,7	$2,8 \times 10^6$
№ 1	5,6	53,75	$2,8 \times 10^6$
№ 2	5,6	53,7	$3,7 \times 10^6$
№ 3	5,5	51,05	$2,1 \times 10^6$

При рассмотрении полученных результатов мы можем увидеть, на сколько pH исходного фарша изменяется. Данные изменения происходят за счет изменения активности микрофлоры, подвергнутой активации, при помощи электромагнитного излучения.

Известно, что жидкокристаллическую структуру имеют многие вещества биологического происхождения. Примером может слу-

жить белок миозин, входящий в состав многих мембран. Существуют предположения, что отдельные структурные элементы цитоплазмы, например митохондрии, имеют жидкокристаллическое строение, поэтому для них характерна анизотропия магнитных свойств. Мы не исключаем возможности того, что жидкие кристаллы, являясь магнитно-анизотропными структурами клетки, ориентируются под влиянием магнитного поля. Локализуясь в мембранных структурах клетки, они ответственны за изменение проницаемости мембраны, которая в свою очередь, регулирует биохимические процессы [5, с. 42].

Магнитное поле оказывает влияние на некоторые физикохимические свойства воды, находящейся в клетках: поверхностное натяжение, вязкость, электропроводность, диэлектрическую проницаемость, поглощение света. Изменение свойств воды, в свою очередь, ведет к изменению единой системы воды с молекулами белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, липидов. Установлено, что магнитное поле, изменяя энергию слабых взаимодействий, оказывает влияние на надмолекулярную организацию живых структур. Это приводит к количественным изменениям в химически специфичных реакциях, отдельные из которых протекают с участием ферментов. Магнитные поля имеют разновидности. Некоторые из них активизируют биологические объекты. Основой их является вращающееся электромагнитное поле [2, с. 70].

Понижение массовой доли влаги связано с вышеописанным явлением разрушения мышечной ткани.

Благодаря первоначальной электромагнитной обработке на этапе подготовки сырья, мы снизили общую обсемененность мясного сырья, а за счет введения активированных стартовых культур мы получили фарш с наибольшим содержанием желательной микрофлоры по отношению к не желательной. Этого нельзя добиться при обычном внесении стартовых культур. Это можно увидеть при сравнении показателей КМАФаНМ контроля и образца № 2. В связи с этим микрофлора образца № 2 будет являться менее контролируемой и при неправильном проведении созревания риск образования микробиологического брака в данном случае возрастает.

Следующий этап измерений проводился после осадки, до постановки на копчения, после копчения перед постановкой на сушку, на 3, 5, 11, 15 дни сушки. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты микробиологических
и физико-химических показателей

Образец	pH	Массовая доля влаги	КМАФАНМ
ДО КОПЧЕНИЯ (ПОСЛЕ ОАДКИ)			
№ 1	5,4	53,25	$2,7 \times 10^6$
№ 2	5,5	53,50	$4,3 \times 10^6$
№ 3	5,3	51,00	$2,4 \times 10^6$
ПОСЛЕ КОПЧЕНИЯ (ПЕРЕД СУШКОЙ)			
№ 1	4,9	50,28	$5,0 \times 10^5$
№ 2	5,3	52,91	$1,6 \times 10^6$
№ 3	5,1	48,99	$9,0 \times 10^5$
3-й ДЕНЬ СУШКИ			
№ 1	4,8	47,38	$2,9 \times 10^5$
№ 2	5,1	50,10	$8,7 \times 10^5$
№ 3	5,1	45,41	$1,0 \times 10^5$
5-й ДЕНЬ СУШКИ			
№ 1	4,7	44,83	$5,7 \times 10^4$
№ 2	4,9	44,98	$6,9 \times 10^5$
№ 3	5,0	42,30	$2,0 \times 10^4$
11-й ДЕНЬ СУШКИ			
№ 1	4,8	42,59	$6,3 \times 10^3$
№ 2	4,8	43,10	$9,7 \times 10^4$
№ 3	4,9	39,13	$4,0 \times 10^2$
15-й ДЕНЬ СУШКИ			
№ 1	4,8	40,23	$1,5 \times 10^3$
№ 2	4,7	41,83	$2,7 \times 10^4$
№ 3	4,9	37,81	$3,0 \times 10^2$

Как видно из представленной таблицы, содержание влаги у образца № 3 достигло заданного показателя в не более 40 % на 11 день сушки или на 15 день производства. Образцы № 1 и № 2 не достигли этого показателя на 15 день сушки. Можно сделать вывод, что образец №3 будет наиболее оптимальный.

Процесс сушки складывается из следующих фаз:

- парообразование на поверхности и в глубине продукта;
- перенос водяных паров во внешнюю среду через пограничный слой (внешний влагоперенос);
- перенос влаги от центра к поверхности (внутренний влагоперенос).

Движущей силой внешнего влагопереноса является разность парциальных давлений водяного пара на поверхности продукта и в окружающей среде.

В результате внешнего влагопереноса создается градиент влажности внутри колбасного батона, являющийся движущей силой внутреннего переноса влаги.

Следствием внутреннего переноса влаги является перенос водорастворимых веществ и концентрация последних в зоне испарения влаги. Вследствие этого возникает градиент их концентраций, направленный от центра к периферии продукта.

Ход сушки зависит от скорости фазового превращения влаги, скорости переноса влаги внутри продукта и скорости внешнего влагопереноса через пограничный слой. Последний оказывает сопротивление тепло- и массообменным процессам, так как отличается повышенным влагосодержанием и пониженной температурой. Толщина этого пограничного слоя (образуется непосредственно у поверхности продукта) зависит от скорости движения воздуха в камере.

Однако при сушке мясoproductов для снижения толщины пограничного слоя не используют искусственную конвекцию воздуха в камере сушки, так как повышение скорости движения воздуха приводит к неравномерному высыханию внешнего и внутреннего слоев.

Скорость сушки внешнего слоя при прочих равных условиях всегда выше, чем у внутренних слоев. При этом влагосодержание центрального слоя может превышать показатель внешнего слоя в 1,5 раза и более.

Внешний слой уплотняется, усаживается, оказывая сопротивление переносу влаги внутри продукта и тормозя процесс сушки.

Внутренний влагоперенос, а значит, и скорость сушки зависят от свойств продукта: содержания и прочности связи влаги с материалом, тканевого состава продукта, вида оболочки, диаметра батона и др. В образце № 3 существенное влияние на скорость сушки оказало электромагнитное воздействие на мясное сырье, что привело к частичному разрушению мышечной ткани, понижению pH и потере влаги.

Производство сырокопченых колбас с использованием активированных электромагнитным импульсом бактериальных стартовых культур является оптимальным для ускорения технологического процесса. При использовании данной технологии снижаются требования к сырью по его биохимическим свойствам и микробиологическим показателям. Возможность корректировать исходный pH мяса. Мясо можно применять парное, выдержанное, созревшее или замороженное. Положительным моментом использования активированных бактериальных

культур является их активность, что позволяет получить одинаковые продукты из мяса с разными исходными биохимическими параметрами при определенных условиях производства.

Величина pH в интервале, близком к изоэлектрической точке белков мяса (5,1–5,5), создает лучшие условия для снижения водосвязующей способности и соответственно для сушки, является оптимальной для образования нитрозопигментов, ответственных за окраску сырых колбас.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова Л. В., Толпыгина И. Н., Калачев А. А. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов / под общ. ред. проф. Л. В. Антиповой. СПб.: ГИОРД, 2011. 286 с.
2. Игнатов В. В. Панасенко А. П., Радин Ю. П., Шендеров Б. А. Влияние электромагнитных полей сверхвысокочастотного диапазона на бактериальную клетку: Учебное пособие для вузов. Саратов.: Издательство СГУ, 1978. 80 с.
3. Нестеренко А. А. Влияние электромагнитного поля на развитие стартовых культур в технологии производства сырокопченых колбас // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, Мичуринск, 2013. № 2. С. 75–80.
4. Нестеренко А. А. Технология ферментированных колбас с использованием электромагнитного воздействия на мясное сырье и стартовые культуры // Научный журнал «Новые технологии», Майкоп: МГТУ, 2013. №1. С36–39.
5. Нестеренко А. А. Электромагнитная обработка мясного сырья в технологии производства сырокопченой колбасы // Научный журнал «Наука Кубани», Краснодар: Министерства образования и науки Краснодарского края, 2013. № 1. С. 41–44.
6. Патиева А. М. Обоснование использования мясного сырья свиней датской селекции для повышения пищевой и биологической ценности мясных изделий / А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко, А. А. Нестеренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар: КубГАУ, 2012. Т. 1. № 35. С. 392–405.
7. Патиева А. М. Жирнокислотный состав шпика свиней датской породы / Патиева А. М., Патиева С. В., Величко В. А. // Вестник НГИЭИ. 2012. № 8. С. 69–82.
8. Хвеля С. И. Перспективные направления в биологической и морфологической оценке сырья и мясной продукции // Все о мясе, Юбилейный номер, 2005, № 4. С. 35–36.

USE OF ELECTROMAGNETIC TREATMENT IN PRODUCTION TECHNOLOGY OF COLD SMOKED SAUSAGE

Keywords: cold smoked sausage, technical standards, maturation, drying, production, acidity, forcemeat, starter cultures, electromagnetic treatment.

Annotation. Today there are a number of technological approaches for accelerating the maturation and drying of cold smoked sausage. We propose a new way of intensifying technological process based on electromagnetic treatment of starter cultures and meat products. This paper presents the results of commercial production of cold smoked sausage and reasons for the potential use of electromagnetic treatment for accelerating technological process.

НЕСТЕРЕНКО АНТОН АЛЕКСЕЕВИЧ – аспирант кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

NESTERENKO ANTON ALEKSEEVICH – the graduate student of chair of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia, Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru).

ПОНОМАРЕНКО АЛЕКСАНДРА ВЯЧЕСЛАВОВНА – студентка факультета перерабатывающих технологий, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

PONOMARENKO ALEXANDER VYACHESLAVOVNA – the student of faculty of processing technologies, the Kuban state agrarian university, Russia, Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru).

А. А. НЕСТЕРЕНКО, А. И. РЕШЕТНЯК

ДЕЙСТВИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКИ НА МЫШЕЧНУЮ ТКАНЬ ЖИВОТНЫХ

Ключевые слова: волокна, гистология, мышечная ткань, структура ткани, электромагнитное воздействие, ядра.

Аннотация. В работе представлены результаты исследований воздействия низкочастотного электромагнитного воздействия на мышечную ткань свинины и говядины. Приведены снимки, обоснование и сравнение полученного результата.

Долгое время считали, что низкочастотные электромагнитные поля (ЭМП), вплоть до медленно изменяющихся магнитного и электрического полей Земли, не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на живые организмы. Такое убеждение основывалось на том, что биологические эффекты, связанные с преобразованием энергии этих весьма слабых полей в тканях живых организмов, ничтожно малы. Однако в последнее десятилетие выяснилось, что воздействие ЭМП может существенно сказываться на биологических объектах. За последние несколько лет нами изучено воздействие ЭМП на микрофлору и мышечную ткань животных [2, с. 75].

Целью данной работы является гистологическое изучение влияния низкочастотной обработки на мышечную ткань свинины и говядины.

Методы и материалы. При исследовании использовалась говядина высшего сорта и свинина полужирная. Для гистологического исследования мясо фиксировали в 10 % нейтральном водном растворе формалина в течение 24 часов. Промывали в проточной холодной воде 12 часов и заключали в желатин в соответствии с общепринятой методикой. Материал резали на микротом-криостате «МИКРОМ-НМ 525» (Germany) при -20 °С, получая срезы толщиной 10–15 мкм. Срезы колбасы получали при температуре в камере криостата -28 °С [1, с 102].

Срезы окрашивали гематоксилином Эрлиха и докрашивали 1 % свежеприготовленным водно-спиртовым эозином; заключали под

покрывные стекла в глицерин-желатин, предварительно растапливая его на водяной бане.

Изучение микроструктуры образцов на гистологических препаратах и их фотографирование на цифровую фототехнику проводили на световом микроскопе «AXIOIMAGER.A1» (Carl Zeiss, Германия) с подключенной системой анализа изображения «AXIOVISION» с использованием соответствующей морфологической компьютерной программы при увеличениях объективов от $\times 2$ до $\times 63$ [6, с. 35].

Подготовка мясного сырья для обработки ЭМП заключалась в следующем: говядину жилованную высшего сорта и свинину жилованную полужирную в кусках массой до 300 граммов укладывали в тачки, при этом толщина слоя составляла 30 см. Уложенное в тачки сырье обрабатывали электромагнитным воздействием в течение 30 минут частотой 100 и 30 Гц. После обработки сравнивали полученный результат при помощи микроструктурного анализа [7, с. 250].

Результаты исследования. При исследовании длиннейшей мышцы спины свинины были получены следующие данные.

Мышечные волокна длиннейшей мышцы спины свинины находятся в стадии, предшествующей развитию посмертного окоченения (рис. 1). Основная часть мышечных волокон вытянута и имеет линейную форму. Меньшее количество волокон имеет извитую, слабоволнистую форму. Поперечная исчерченность в мышечных волокнах может быть хорошо выражена либо ослаблена в результате проявления зонального посмертного сокращения мышц. Ядра хорошо окрашиваются с четко выявляемым хроматином, овальной формы, расположены по всему объему саркоплазмы мышечного волокна. Соединительнотканые прослойки волнистые с отчетливо дифференцируемыми клеточными элементами эндомизия.

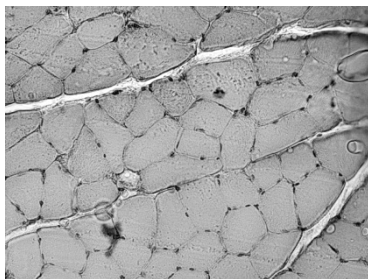


Рисунок 1 – Поперечный срез длиннейшей мышцы свинины. Об.20х.

На продольных срезах в мышечных волокнах выявляется отчетливая поперечная исчерченность, хотя в некоторых участках она сменяется продольной (рис. 2).



Рисунок 2 – Продольный срез длинной мышцы свинины. Об. 63х.

Ядра клеток овальные с четко выделяющимся хроматином располагаются непосредственно под сарколеммой. Автолитические изменения в мышечной ткани практически не выражены, поперечно-щелевидные нарушения целостности мышечных волокон, характерные для развитого автолиза, отсутствуют.

Результаты исследования мышц говядины высшего сорта показали следующие результаты.

Мышечные волокна находятся в различном функционально-морфологическом состоянии (рис. 4).

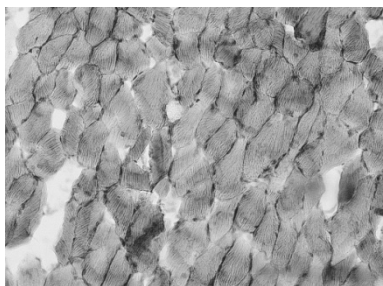


Рисунок 4 – Поперечный срез мяса говядины. Об.20х.

Основная их часть характеризуется широко амплитудной волнистостью, остальные имеют спрямленную форму. В большинстве мышечных волокон поперечная исчерченность умеренно выраженная.

Местами выявляются волокна с сильной извилистостью. Ядра хорошо прокрашиваются и характеризуются отчетливым хроматином. Располагаются они в значительно большем количестве массы вблизи сарколеммы. Соединительно-тканые прослойки волнистые, плотно прилегают к пучкам мышечных волокон, более развитые по сравнению с грудными мышцами.

Мышечные волокна находятся в стадии предшествующей развитию посмертного окоченения. Основная часть мышечных волокон вытянута и имеет линейную форму. Меньшее количество волокон имеет извитую, слабо волнистую форму. Поперечная исчерченность в мышечных волокнах может быть хорошо выражена либо ослаблена в результате проявления зонального посмертного сокращения мышц. На поперечном срезе форма мышечных волокон полигональная (рис. 5, 6).

Ядра клеток соединительной и мышечной тканей хорошо окрашиваются с четко выявляемым хроматином, овальной формы, расположены по всему объему саркоплазмы мышечного волокна. Соединительно-тканые прослойки волнистые с отчетливо дифференцируемыми клеточными элементами эндомизия и умеренно развитым аморфным веществом.

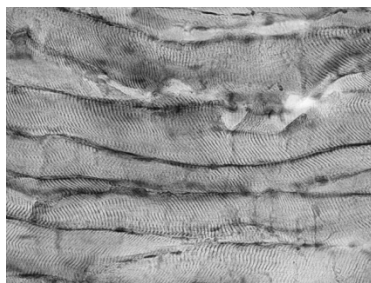


Рисунок 5 – Продольный срез говядины. Об. 40х.

Коллагеновых и эластиновых волокон в данной мышце в составе эндомизия умеренное количество. Более мощные слои коллагеновых волокон встречаются только в эпимизии. В составе перимизия встречаются клетки внутримышечного жира и кровеносные сосуды (капилляры, артерии и вены) различного диаметра (рис. 6).

При обработке мышечной ткани свинины полужирной и говядины высшего сорта низкочастотным излучением с частотой 35 Гц и продолжительностью 30 минут были получены следующие результаты.

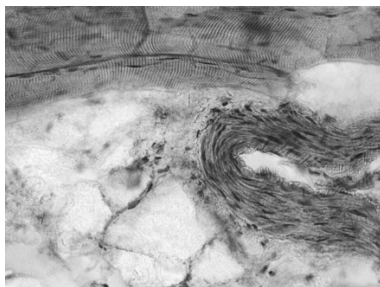


Рисунок 6 – Жировая ткань и кровеносный сосуд в перимизии. Об.40х.

Мышечная масса образца свинины полужирной содержит многочисленные, несколько большие в области межпучковых пространств и перимизия, светлые пространства, ассоциированные с соединительно-тканными структурами мышечного каркаса. Между мышечными волокнами располагается умеренно развитый соединительно-тканый каркас мышц (рис. 7). Отмечается существенно более развитые процессы деструктивных изменений, сопровождающиеся повреждениями сарколеммы и фрагментацией мышечных волокон. В то же время небольшая часть мышечных волокон характеризуется незначительными поперечно-щелевидными нарушениями целостности и разрывами. Наряду с первичными пучками с рыхлым расположением волокон встречаются уплотненные пучки мышечных волокон. Степень деформации самих мышечных волокон ограниченная.

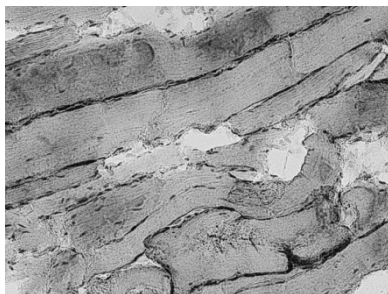


Рисунок 7 – Продольный срез мышечных волокон свинины полужирной. Поперечные трещины и фрагментация. Об.20Х.

В результате упакованы мышечные волокна в первичном пучке плотно, между ними всегда наблюдаются тонкие светлые промежутки с аморфным межклеточным веществом.

Мышечные волокна достаточно часто разобщаются за счет появления вокруг них светлого не окрашиваемого гематоксилином и эозином пространства или же тесно сближены между собой. Между мышечными волокнами, преимущественно в областях перимизия, встречаются небольшие группы жировых клеток, имеющие различные размеры [5, с. 395].

Мышечные волокна характеризуются умеренной извитостью со слабыми проявлениями процессов созревания и автолиза, выражающихся в немногочисленных поперечно-щелевидных нарушениях целостности и разрывах. При этом ядра хорошо окрашиваются и локализованы в типичных для мышечной ткани мышц свиней зонах (рис. 8).

При анализе на уровне световой микроскопии мышечной ткани говядины высшего сорта установлено следующее. На продольных срезах в мышечных волокнах выявляется отчетливая поперечная исчерченность, хотя в некоторых участках она может сменяться на продольную.

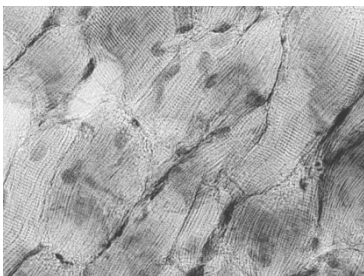


Рисунок 8 – Продольный срез. Мясо свинины. Об. 63х.

На фоне преобладающей линейной формы мышечных волокон можно обнаружить умеренно волнистые волокна или же их фрагменты. Сарколемма не сохраняет свою непрерывность на большом протяжении мышечных волокон, разрывы и поперечные трещины обнаруживаются достаточно часто. На поперечных срезах форма мышечных волокон полигональная с ограниченной округленностью или же округлая (рис. 9).

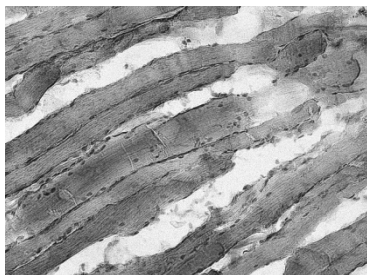


Рисунок 9 – Продольный срез мяса говядины высшего сорта. Об.20х.

Компоновка отдельных волокон в первичном пучке довольно рыхлая, с заметным светлым пространством в области эндомизия. Хорошо различима граница между отдельными мышечными волокнами. Ядра клеток соединительной ткани и мышечных волокон овальные, с четко выделяющимся хроматином располагаются непосредственно под сарколеммой. Деструктивные изменения в мышечной ткани в результате автолиза и электромагнитного воздействия выражены достаточно значительно (рис. 10) [3, с. 37].

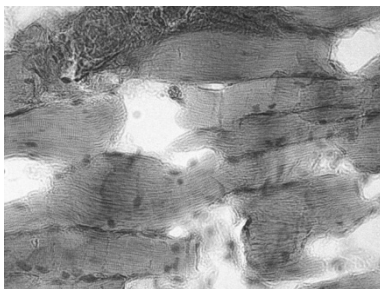


Рисунок 10 – Продольный срез фрагментированных мышечных волокон. Об. 40х.

При обработке мясного сырья свинины полужирной и говядины высшего сорта низкочастотным излучением с частотой 100 Гц и продолжительностью 30 минут были получены следующие результаты.

Мышечная масса свинины полужирной содержит многочисленные, несколько большие в области межпучковых пространств и перимизия, светлые пространства и ассоциированные с соединитель-

но-тканными структурами мышечного каркаса. Между мышечными волокнами располагается умеренно развитый соединительнотканый каркас мышц. Отмечается преимущественное отсутствие развитых процессов созревания без повреждения сарколеммы. В то же время небольшая часть мышечных волокон характеризуется незначительными поперечно-щелевидными нарушениями целостности и разрывами. Наряду с первичными пучками с рыхлым расположением волокон, встречаются уплотненные пучки мышечных волокон. Степень деформации самих мышечных волокон не ограничена. В результате упаковки мышечные волокна в первичном пучке не очень плотно, между ними всегда наблюдаются тонкие светлые промежутки с аморфным межклеточным веществом (рис. 11).

Мышечные волокна достаточно часто разобщаются за счет появления вокруг них узкого светлого не окрашиваемого гематоксилином и эозином пространства или же тесно сближены между собой.

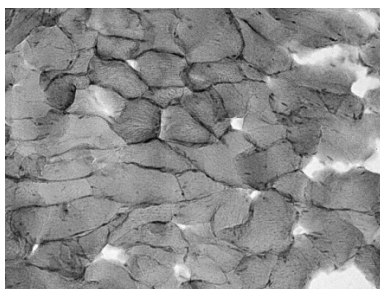


Рисунок 11 – Поперечный срез мяса свинины. Об.10х.

Между мышечными волокнами, преимущественно в областях перимизия, встречаются небольшие группы жировых клеток, имеющие различные размеры (рис. 12). Наблюдаются существенные изменения микроструктуры липоцитов в образце после электромагнитного воздействия.

Мышечные волокна характеризуются умеренной извитостью с проявлениями процессов созревания и автолиза, выражающихся в многочисленных поперечно-щелевидных нарушениях целостности и разрывах. При этом ядра хорошо окрашиваются и локализованы в типичных для мышечной ткани млекопитающих местах.

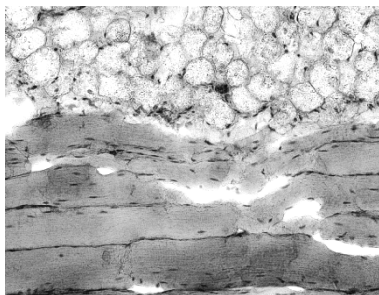


Рисунок 12 – Продольный срез. Мяса свинины. Об. 40х.

При анализе на уровне световой микроскопии мышечного сырья говядины высшего сорта установлено следующее. На продольных срезах в мышечных волокнах выявляется неотчетливая поперечная исчерченность, и в некоторых участках она сменяется продольной. На фоне преобладающей линейной формы мышечных волокон можно обнаружить и умеренно волнистые волокна. Сарколемма сохраняет свою непрерывность, разрывов и трещин мышечных волокон практически не обнаруживается. На поперечных срезах форма мышечных волокон полигональная с ограниченной округленностью или же округлая (рис. 13).



Рисунок 13 – Продольный срез мяса говядины высшего сорта. Об.20х.

Компоновка отдельных волокон в первичном пучке довольно рыхлая, с заметным светлым пространством в области эндомизия. Хорошо различима граница между отдельными мышечными волокнами. Коллагеновые и эластические волокна в соединительно-тканном каркасе мышцы в ходе технологического воздействия практически не претерпевают каких-либо микроструктурных изменений. Ядра клеток

соединительной ткани и мышечных волокон овальные с четко выделяющимся хроматином располагаются непосредственно под сарколеммой. Автолитические изменения в мышечной ткани выражены незначительно (рис. 14). Стенки кровеносных сосудов в мясе практически не подвергаются электромагнитным модификациям [4, с. 43].

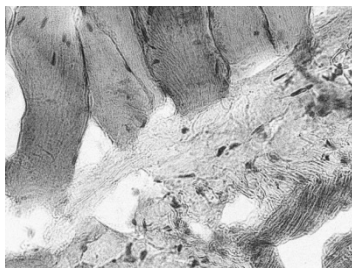


Рисунок 14 – Продольный срез. Мясо говядины. Об. 40х.

При обработке ЭМП с частотой 100 Гц приводит к более значительным изменениям мышечной структуры. По нашему предположению, данные изменения происходят за счет достижения резонанса внутренней частоты клетки и внешнего воздействия на нее. Нарушения целостности клеточной структуры могут привести к изменению рН ткани и изменению белкового состава ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова Л. В., Толпыгина И. Н., Калачев А. А. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов / под общ. ред. проф. Л. В. Антиповой. СПб.: ГИОРД, 2011. 310 с.
2. Нестеренко А. А. Влияние электромагнитного поля на развитие стартовых культур в технологии производства сырокопченых колбас // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, Мичуринск, 2013. – № 2. С. 75–80.
3. Нестеренко А. А. Технология ферментированных колбас с использованием электромагнитного воздействия на мясное сырье и стартовые культуры // Научный журнал «Новые технологии», Майкоп: МГТУ, 2013 – № 1. С. 36–39.
4. Нестеренко А. А. Электромагнитная обработка мясного сырья в технологии производства сырокопченой колбасы // Научный журнал «Наука Кубани», Краснодар: Министерство образования и науки Краснодарского края, 2013, № 1. С. 41–44.

5. Патиева А. М. Обоснование использования мясного сырья свиней датской селекции для повышения пищевой и биологической ценности мясных изделий / А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко, А. А. Нестеренко / Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар: КубГАУ, 2012. Т. 1. № 35. С. 392–405.

6. Хвыля С. И. Перспективные направления в биологической и морфологической оценке сырья и мясной продукции // Все о мясе, Юбилейный номер, 2005, № 4. С. 35–36.

7. Timoshenko N. V. Significance of electromagnetic treatment in production technology of cold smoked sausage / N. V. Timoshenko, A. A. Nesterenko, A. I. Reshetnyak. European Online Journal of Natural and Social Sciences 2013. vo2, No. 2. С 248–252.

ACTION OF LOW-FREQUENCY PROCESSING ON MUSCULAR FABRIC OF ANIMALS

Keywords: *histology, muscular fabric, electromagnetic influence, structure of fabric, fiber, kernel.*

Annotation. *In work results of researches of impact of low-frequency electromagnetic impact on muscular fabric of pork and beef are presented. Pictures, justification and comparison of the received result are given.*

НЕСТЕРЕНКО АНТОН АЛЕКСЕЕВИЧ – аспирант кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

NESTERENKO ANTON ALEKSEEVICH – the graduate student of chair of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru)

РЕШЕТНЯК АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru)

RESHETNYAK ALEXANDER IVANOVICH – Candidate of Technical Sciences, the associate professor of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru)

ПРОБЛЕМА ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ

Ключевые слова: *испытательный стенд, очистка воздуха, электрофильтр, эффективность, оборудование.*

Аннотация. *В работе рассмотрены вопросы очистки воздуха в сельскохозяйственных помещениях. Представлены показатели эффективности работы электрофильтров, а также предложена модель стенда для испытания.*

Проблема очистки воздуха особенно остро стала проявляться с развитием индустриализации общества. Обобщенная информация об имеющихся загрязнениях и их влиянии на качество продукции, технологические процессы и на здоровье человека говорит о серьезности вопроса. В существующих в настоящее время нормативах присутствует постоянное противоречие между требованиями к качеству воздуха сельскохозяйственных помещений и экономией энергии [1, с. 136].

В современных экономических условиях основной принцип конкуренции – лучшее соотношение цена-качество – требует, чтобы установка газоочистки соответствовала этому критерию. Иногда дешевое оборудование приводит к резкому снижению качества установки газоочистки, поэтому перенос центра экономических показателей с оборудования на установку потребовал индивидуального подхода к каждой установке. Поэтому подбор оборудования производится индивидуально, применяя различные составляющие и узлы этого оборудования. В каждом случае фактически получается оригинальный фильтр, а серийные фильтры теряют смысл так же, как и типоразмерный ряд. Таким образом, экономически обоснован и технически вынужден переход от типоразмерного ряда к эксклюзивной конструкции. В связи с этим резко возрастает роль совершенствования методов и методик измерения параметров пылегазовых потоков [2, с. 6].

Наиболее подходящими для очистки довольно больших объемов газов остаются электрофильтры. Они обладают малым гидравлическим сопротивлением, требуют небольших энергетических затрат,

могут, в принципе, обеспечить необходимую высокую степень очистки газов от пыли. Необходимость создания электрофильтров нового поколения определяется новыми задачами:

- ужесточением требований к содержанию пыли в газах после очистки;
- резким увеличением объемов газов, нуждающихся в очистке;
- расширением номенклатуры пылей, от которых необходимо очищать воздух.

Допустимая весовая концентрация частиц в газе после очистки уменьшена с 100–150 мг/м³ до 50 мг/м³, и в ближайшем будущем неизбежен переход на общеевропейские нормы – 20 мг/м³. Расширение номенклатуры пылей связано с вовлечением в производство новых веществ.

Эти задачи не могут быть решены простым увеличением размеров электрофильтров. Требуется разработка научных основ конструирования электрофильтров нового поколения, в результате которых будут определены пути и обоснованы принципы конструирования новых аппаратов.

Учитывая уже достигнутый, относительно высокий уровень конструкции современных электрофильтров, не удастся обойтись совершенствованием какого-то определенного узла. Единственно возможный путь заключается в комплексном решении. Должны быть рассмотрены вопросы совершенствования конструкции и режимов работы, в частности – обеспечения оптимального регулирования напряжения.

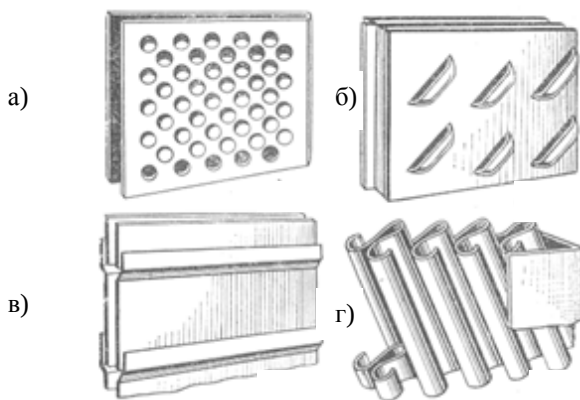


Рисунок 1 – Пластинчатые осадительные электроды сложного профиля: а) перфорированные, б) карманные, в) тюльпанные, г) желобчатые

Эффективность работы электрофильтров в значительной степени зависит от качества электродной системы, основными показателями которой являются:

- 1) межэлектродное расстояние;
- 2) высота электродной системы;

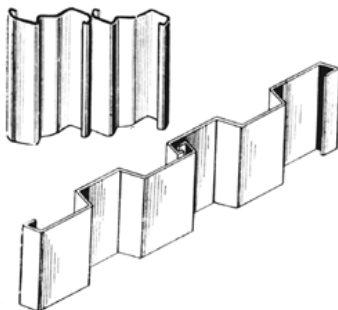
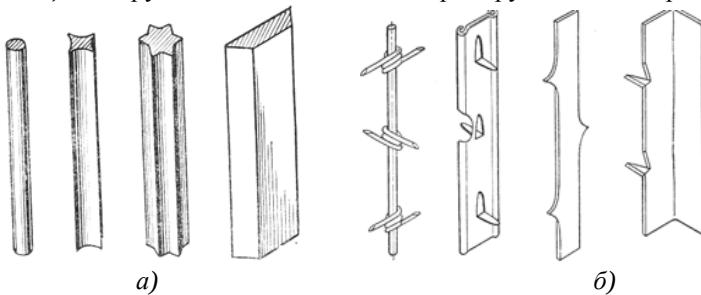


Рисунок 2 – Элементы открытого профиля

3) конструкции осадительного и коронирующего электродов.



A →

A →

в)

Рисунок 3 – Коронирующие электроды: а) с нефиксированными разрядными точками, б) с фиксированными точками разряда, в) с дополнительными точками коронирования

Это должно привести к существенной экономии материальных ресурсов и снижению стоимости аппаратов.

История разработок электрофильтров показывает важность совершенствования научных разработок, без которых невозможно дальнейшее решение проблемы очистки воздуха от пыли [3, с. 141].

В связи с этим возникает необходимость создания испытательного стенда для исследования параметров электрофильтров.

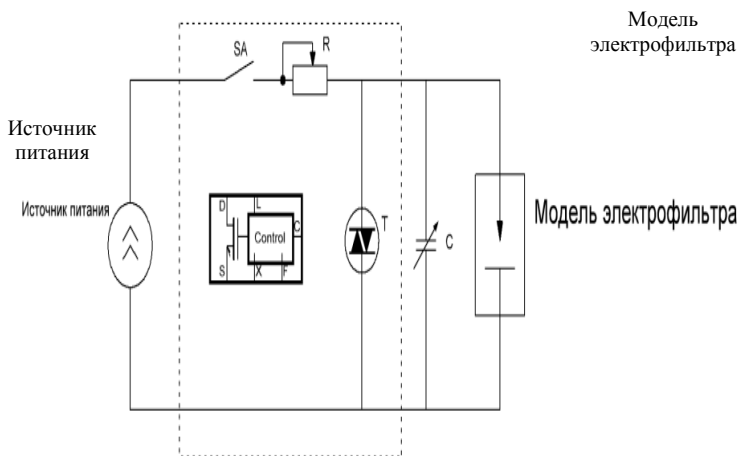


Рисунок 4 – Модель стенда для технологических исследований электродных систем электрофильтров

Стенд состоит из источника высокого напряжения, пульта управления и измерений, модели электрофильтра. Предназначен для исследования электрических характеристик и процессов улавливания взвешенных частиц при разработке различных типов коронирующих и осадительных электродов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алиев М. А., Гоник А. Е. Электрооборудование и режимы питания электрофильтров. М.: Энергия, 1971. с. 264.
2. Кирпичников И. В. Разработка и исследование электростатического фильтра для очистки воздуха от пыли в с.-х. малообъёмных помещениях. Автореферат дисс. канд. техн. наук. Челябинск, 2000. с. 17.
3. Чекалов Л. В. Экотехника. Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли, аэрозолей и туманов. Ярославль «Русь», 2004 г., с. 424.

PROBLEM OF PURIFICATION OF AIR FROM A DUST IN AGRICULTURAL ROOMS BY MEANS OF ELECTRIC PRECIPITATORS

Keywords: *purification of air, electric precipitator, efficiency, test bench, equipment.*

Annotation. *In work questions problems of purification of air in agricultural rooms are considered. Indicators of overall performance of electric precipitators are presented, and also the stand model for test is offered.*

СБИТНЕВ ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – преподаватель,
Нижегородский государственный инженерно-экономический
институт, Россия, г. Княгинино, (evgenij.sbitnev@yandex.ru).

SBITNEV EUGENE ALEKSANDROVICH – teacher, Nizhny Nov-
gorod State University of Engineering and Economics, Russia,
Knyaginino, (evgenij.sbitnev@yandex.ru).

Д. А. СЕМЕНОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ КОРПУСНОЙ ИЗОЛЯЦИИ АВТОТРАНСФОРМАТОРА КЛАССА 500 КВ

Ключевые слова: *возвратное напряжение, напряжение саморазряда, устройство, трансформатор, подстанция.*

Аннотация. *Рассмотрены испытания автотрансформатора в нескольких режимах с помощью запатентованного устройства по определению параметров напряжения саморазряда и возвратного напряжения корпусной изоляции и приведены полученные результаты.*

С помощью предложенного устройства для диагностики состояния корпусной изоляции распределительных трансформаторов по напряжению саморазряда и возвратному напряжению [1] ранее нами были измерены трансформаторы класса 10 кВ и получены результаты, которые говорят о состоянии корпусной изоляции [2, стр. 214].

Помимо распределительных трансформаторов в июле 2012 года был измерен автотрансформатор класса 500 кВ АОДЦТН-167000/500/220, который работал на подстанции Б. Козино с 1970 по 2005 гг. По результатам испытаний в 2005 году состояние изоляции ухудшилось, и его вывели из работы. А в 2006, 2009 гг. был произведен капитальный ремонт, сейчас данный трансформатор находится в резерве после восстановления и периодически проверяется. Испытание автотрансформатора проводилось разными способами подключения устройства, ниже приведены кривые напряжения саморазряда, полученные по результатам измерений.

На рис.1 приведены кривые напряжения саморазряда автотрансформатора АОДЦТН-167000/500/220 в следующих режимах испытания:

1 – при подаче испытательного напряжения на выводы НН относительно корпуса, соединенные вместе выводы ВН и СН соединены с корпусом;

2 – при подаче испытательного напряжения на соединенные вместе выводы ВН и СН относительно корпуса, обмотка НН соединена с корпусом;

3 – при подаче испытательного напряжения на соединенные вместе выводы ВН и СН относительно корпуса, обмотка НН не соединена с корпусом.

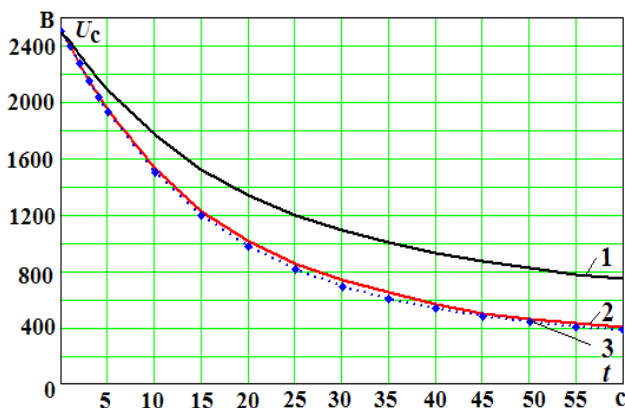


Рисунок 1 – Кривые напряжения саморазряда автотрансформатора в трех режимах испытания

При подаче испытательного напряжения на соединенные вместе выводы ВН и СН автотрансформатора относительно корпуса кривые напряжения саморазряда при незаземленной (кривая 2) и при заземленной (кривая 3) обмотке НН практически совпадают, это видно на рис. 3. При подаче испытательного напряжения на обмотку НН относительно корпуса кривая 1 напряжения саморазряда при заземленных обмотках ВН и СН проходит значительно выше. Это объясняется тем, что при соединении обмоток ВН и СН с корпусом емкость обмотки НН относительно корпуса существенно возрастает, так как потенциал корпуса оказывается в этом случае не с одной стороны, а с двух сторон обмотки НН. При соединении же обмотки НН с корпусом емкость обмоток ВН и СН практически не изменяется, так как потенциал корпуса со стороны магнитопровода приближается к обмоткам ВН и СН очень незначительно.

Такие же тенденции наблюдаются и при измерении возвратного напряжения в трех указанных режимах. В первом режиме возвратное

напряжение значительно выше (рис. 2), а во втором и третьем – близки друг к другу, рис. 4.

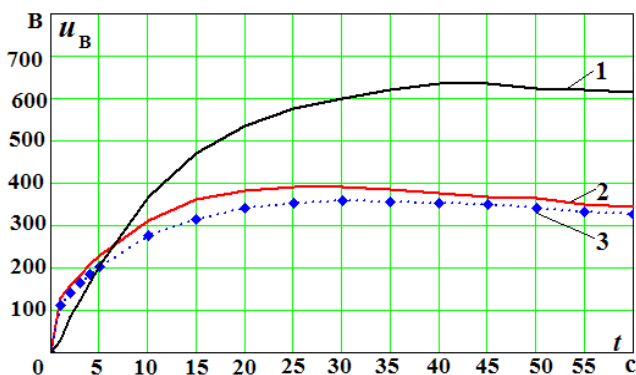


Рисунок 2 – Кривые возвратного напряжения автотрансформатора в трех режимах испытания

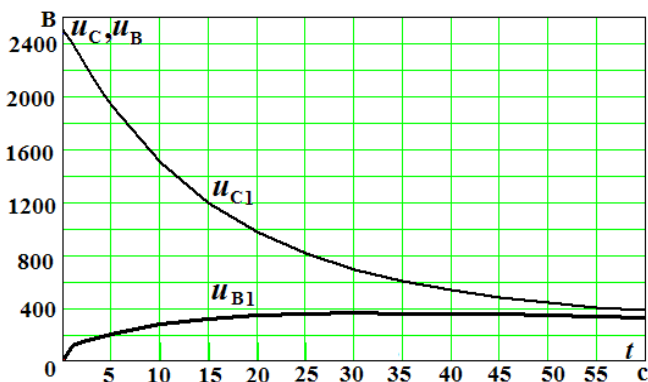


Рисунок 3 – Кривые напряжения саморазряда и возвратного напряжения автотрансформатора в 1 режиме на одном графике

Для наглядности изобразим кривые напряжения саморазряда и возвратное напряжение на одном графике (рис. 3,4), где U_{C1} , U_{B1} – кривые напряжения саморазряда и возвратного соответственно, полученные при подаче испытательного напряжения на выводы НН отно-

сительно корпуса, соединенные вместе выводы ВН и СН с корпусом; U_{C2} , U_{B2} – кривые напряжения саморазряда и возвратного соответственно, полученные при подаче испытательного напряжения на соединенные вместе выводы ВН и СН относительно корпуса, обмотка НН соединена с корпусом; U_{C3} , U_{B3} – кривые напряжения саморазряда и возвратного соответственно, полученные при подаче испытательного напряжения на соединенные вместе выводы ВН и СН относительно корпуса, обмотка НН не соединена с корпусом.

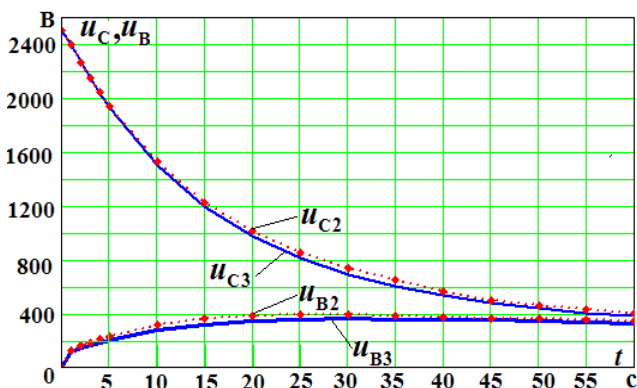


Рисунок 4 – Кривые напряжения саморазряда и возвратного напряжения автотрансформатора во 2 и 3 режиме на одном графике

Для проверки линейности полученных кривых при разном зарядном напряжении рассматриваемый автотрансформатор испытывался на 1000 В и 2500 В (рис. 5–7). Предыдущие исследования показали, что наиболее информативными являются кривые, полученные при заряде изоляции на 2500 В. Линейность проверялась также в трех режимах испытания:

1 – при подаче испытательного напряжения на соединенные вместе выводы ВН и СН относительно корпуса, обмотка НН соединена с корпусом (рис. 5);

2 – при подаче испытательного напряжения на соединенные вместе выводы ВН и СН относительно корпуса, обмотка НН не соединена с корпусом (рис. 6);

3 – при подаче испытательного напряжения на выводы НН относительно корпуса, расположенные вместе выводы ВН и СН соединены с корпусом (рис. 7).

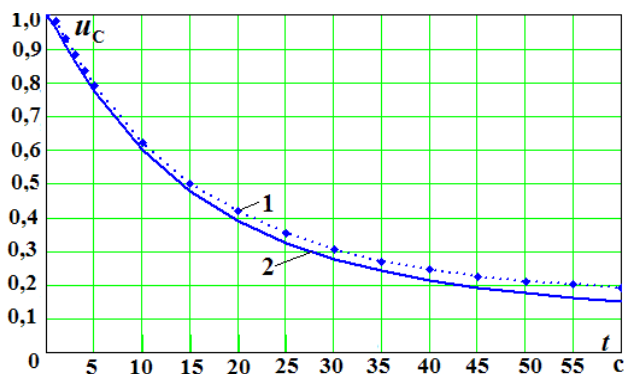


Рисунок 5 – Линейность кривых напряжения саморазряда в относительных единицах, полученных при испытании в первом режиме: 1 – кривая, полученная при заряде изоляции на 1000 В; 2 – кривая, полученная при заряде изоляции на 2500 В



Рисунок 6 – Линейность кривых напряжения саморазряда в относительных единицах, полученных при испытании во втором режиме: 1 – кривая, полученная при заряде изоляции на 1000 В; 2 – кривая, полученная при заряде изоляции на 2500 В



Рисунок 7 – Линейность кривых напряжения саморазряда в относительных единицах, полученных при испытании в третьем режиме: 1 – кривая, полученная при заряде изоляции на 1000 В; 2 – кривая, полученная при заряде изоляции на 2500 В

Из рисунков 5–7 видно, что кривые напряжения саморазряда, полученные при испытании разным напряжением, практически накладываются друг на друга, тем самым кривые являются линейными и испытание можно проводить как при 1000 В, так и при 2500 В, но для наглядности и удобства лучше испытывать при напряжении 2,5 кВ, так как значения кривых получаются выше и точнее.

Такие же тенденции наблюдаются и при измерении возвратного напряжения в трех указанных режимах (рис. 8).

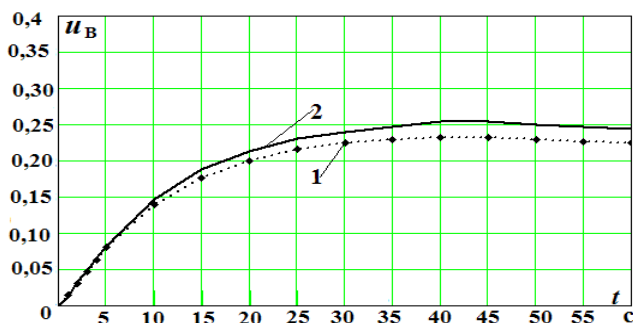


Рисунок 8 – Линейность кривых в относительных единицах по возвратному напряжению, полученных при испытании в третьем режиме: 1 – кривая, полученная при заряде изоляции на 1000 В; 2 – кривая, полученная при заряде изоляции на 2500 В

ЛИТЕРАТУРА

1. Серебряков А. С. Новое устройство для контроля качества электрической изоляции. Серебряков А. С., Семенов Д. А. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Алексеева Р. Е. / НГТУ им. Алексеева Р. Е. – Нижний Новгород, 2013. № 1 (98). 329 с.
2. Патент РФ № 119125. Устройство для контроля качества электрической изоляции. Серебряков А. С., Семенов Д. А., Степанов Б. С., Игнаткин Д. Н. Оpubл. 10.08.2012, Бюл. № 22.

RESULTS OF MEASURING THE PARAMETERS OF GROUND INSULATION OF THE AUTOTRANSFORMER 500 KV CLASS

Keywords: *self-discharge voltage, back-pressure, device, transformer, substation.*

Annotation: *The article considers the results of testing of auto-transformer in several modes through a patented device measuring parameters of self-discharge voltage and back voltage of ground insulation.*

СЕМЕНОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – аспирант кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (xxxmy@mail.ru).

SEменов DMITRY ALEKSANDROVICH – postgraduate of the department «Electrification and Automation», Russia, Knayginino, (xxxmy@mail.ru).

Министерство образования Нижегородской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

Уважаемые коллеги!

**Научный журнал «Вестник НГИЭИ»
приглашает к сотрудничеству!**

**Научный журнал «Вестник НГИЭИ» публикует статьи по на-
учным направлениям, экономические и технические науки.**

Условия и порядок приема рукописей

1. Редакция принимает к публикации материалы на русском языке по темам, соответствующим основным научным направлениям журнала. Научные статьи принимаются в течение года и при условии положительных результатов независимой экспертизы включаются в очередной номер журнала.

2. В журнале публикуются статьи, отличающиеся высокой степенью научной новизны, теоретической и практической значимости. В статье должны быть изложены основные научные результаты исследования. Материалы статьи должны быть оригинальными, ранее нигде не публиковавшимися. Авторами статей могут быть ученые-исследователи, докторанты, аспиранты, соискатели.

3. Авторы предоставляют рукописи в редакцию журнала на электронные адреса ngieiipc@gmail.com и provalenova@ngiei.ru один файл формата Microsoft Word. Файлы, инфицированные вирусами, не обрабатываются и не принимаются к опубликованию.

4. Поступившие в редакцию материалы регистрируются и в течение 3-х дней автору (авторам) по электронной почте высылается подтверждение о получении статьи.

5. Статьи, не соответствующие условиям публикации и требованиям к оформлению, не рассматриваются.

6. Если рецензия содержит рекомендации по исправлению и доработке статьи, то она направляется автору с предложением учесть

рекомендации при подготовке нового варианта статьи. Датой поступления статьи в данном случае считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

7. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

Адрес редакции, издателя, типографии

606340, Россия, Нижегородская область, город Княгинино, улица Октябрьская, дом 22а.

Требования к публикуемым статьям и их оформлению

Форматирование основного текста

1. Текст должен быть набран в Microsoft Word и сохранен в файле, только с расширением (.rtf);
2. Название файла должно состоять из фамилии первого автора и двух первых слов названия статьи (Петров В. А. Эффективность.rtf);
3. Формат страницы – А5 (книжный).
4. Поля – все по 20 мм.
5. Абзацный отступ – 0,75 см.
6. Шрифт – Times New Roman, обычный; размер кегля (символов) – 10 пт.
7. Межстрочный интервал – одинарный.
8. Номер страницы располагается внизу от центра.

Объем статьи

От 0,5 до 1,0 авторского (учетно-издательского) листа – 20–40 тыс. знаков (с пробелами).

Требования и структура публикуемой статьи

Публикуемая в журнале статья должна состоять из следующих последовательно расположенных элементов:

1. Индекс универсальной десятичной классификации (УДК) – слева, обычным шрифтом; индекс УДК должен соответствовать заявленной теме; если тема комплексная, то используется несколько индексов УДК разделенных (:).
2. Инициалы автора (авторов) и фамилия (фамилии) – по центру, прописными буквами, курсивом (на русском языке).
3. Заголовок (название) статьи – по центру, полужирным шрифтом прописными буквами (на русском языке), отступив одну строку от Ф.И.О. автора (авторов); название статьи не должно иметь знаков переноса слов.

4. Ключевые слова (5–10) курсивом (на русском языке) за исключением самого словосочетания «**Ключевые слова:**», которое пишется полужирным шрифтом и курсивом.

5. Аннотация (до 500 знаков) курсивом (на русском языке) за исключением самого слова «**Аннотация.**», которое пишется полужирным шрифтом и курсивом.

6. Текст статьи.

7. Литература – отделяется одной строкой от основного текста статьи и пишется прописными буквами «ЛИТЕРАТУРА».

8. Заголовок (название) статьи (на английском языке) – прописными буквами, жирным шрифтом, по центру; через одну пустую строку от литературы.

9. Ключевые слова (5–10) курсивом (на английском языке) за исключением самого словосочетания «**Keywords:**», которое пишется полужирным шрифтом и курсивом, через одну пустую строку от названия статьи (на английском языке).

10. Аннотация (до 500 знаков) курсивом (на английском языке) за исключением самого слова «**Annotation.**», которое пишется полужирным шрифтом и курсивом; через одну пустую строку от ключевых слов (на английском языке).

11. Сведения об авторе (на русском языке) – фамилия, имя, отчество пишется полностью прописными буквами и жирным шрифтом, через тире (–) строчными буквами указывается, научная степень, научное звание, должность, место работы, страна, город, электронный адрес, телефон.

12. Сведения об авторе (на английском языке) – фамилия, имя, отчество пишется полностью прописными буквами и жирным шрифтом, через тире (–) строчными буквами указывается, научная степень, научное звание, должность, место работы, страна, город, электронный адрес, телефон.

Литература

Литература оформляется в алфавитном порядке по Госту 2008 в виде затекстовых сносок (на каждый источник должна быть ссылка).

Рисунки, схемы, диаграммы, фотографии

Иллюстрации должны быть четкими и только черно-белыми. Шрифт в иллюстрациях должен быть сопоставим с 10 размером. Иллюстрациям присваивается порядковый номер подписывается словом «Рисунок – ». Название рисунка пишется по центру, обычным шрифтом и строчными буквами, кроме прописной в первом слове.

Таблицы

Название таблицы пишется по центру после самого слова «Таблица – » с указанием ее порядкового номера. Название таблицы пишется обычным шрифтом и строчными буквами, кроме прописной в первом слове.

Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается.

Формулы

Набор формул осуществляется только в текстовом редакторе Microsoft Equation.

Нумерация формул – сквозная, арабскими цифрами, справа в конце строки, в круглых скобках.

Размер символов в формуле должен соответствовать 10 размеру основного текста.

УДК 631.1.017

С. А. СУСЛОВ

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

Ключевые слова: оптимизация, посевная площадь, группировка, экономико-математическая модель.

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

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

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

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

На размеры организаций и их производственных подразделений оказывают влияние многие факторы – природные, экономические, технические, организационные и другие. Каждый из них действует не разрозненно, а в сочетании друг с другом и нередко в противополож-

ном направлении: одни влияют в направлении укрупнения размеров землепользования, другие, напротив, – в сторону уменьшения этих размеров. Это усложняет определение роли факторов в нахождении оптимальных размеров [2, с. 28].

Таблица 1 – Климатическая характеристика агрономических районов Нижегородской области

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

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

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

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

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

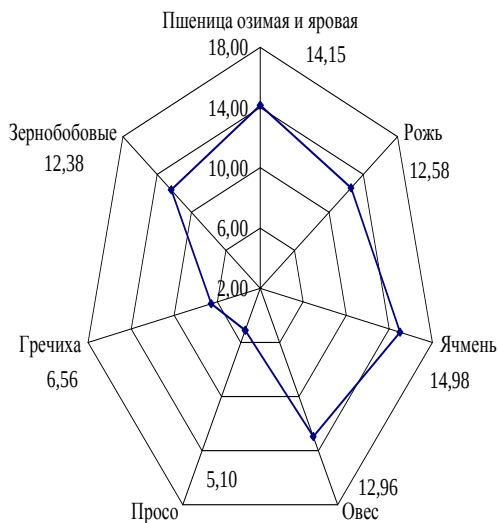


Рисунок 1 – Средняя урожайность зерновых культур
за 1995–2000 год, ц с га

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин И. А. Концентрация производства и оптимальные размеры сельскохозяйственных предприятий. М.: Издательство «Знание», 1966. 76 с.
2. Социально-экономические проблемы устойчивого развития сельских территорий: монография / Под ред. проф. А. Е. Шамина. Княгинино: НГИЭИ, 2011. 256 с.
3. Сулов С. А., Шамин А. Е. Повышение экономической эффективности производства и переработки зерна: монография. Княгинино: НГИЭИ, 2010. 192 с.

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

Keywords: *optimization, an area under crops, grouping, economic-mathematical model*

Annotation. *The grouping agricultural organizations on an area under crops of grain crops is spent. Are revealed most economic the effective organizations on agroclimatic areas, in for-visimosti from the size of areas under crops. On the basis of linear optimization the effect from the best combination of the organizations, on the sizes of land tenure is defined.*

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

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