Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

*Нижегородский государственный
инженерно-экономический институт*

ISSN 2227-9407

ВЕСТНИК НГИЭИ

Научный журнал
Издается с ноября 2010 года

№ 2 (33)
Февраль
2014 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. Мартьянычев, к.с.-х.н.,
А. С. Серебряков, д.т.н., проф.,
Н. В. Оболенский, д.т.н., проф.,
Н. Н. Кучин, д.с.-х.н., проф.,
В. Л. Осокин, к.т.н., доц.,
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

Перевод
на английский язык:
Н. Н. Игнатьева

Компьютерная верстка:
В. Л. Осокин
Ю. М. Макарова

СОДЕРЖАНИЕ

АВАНЕСОВ В. Л. Результаты лабораторных испытаний серийных доильных аппаратов попарного действия …..... 3

АЛЕКСАНДРОВА А. А., ОСОКИН В. Л. Применение энергосберегающих технологий в сельскохозяйственном производстве Нижегородской области..... 9

АЛЕКСАНДРОВА А. А., МАКАРОВА Ю. М., ОСОКИН В. Л., СБИТНЕВ Е. А., СЕМЕНОВ Д. А. Разработка лабораторного оборудования по дисциплине «Электротехнология»……..... 18

БАШИЛОВ А. М. Интеллектуальное видеонаблюдение в аграрном производстве ... 29

БУДИЛОВ А. В., МОХНАТКИН В. Г., РЫЛОВ А. А., СОЛОНЩИКОВ П. Н. Обзор мобильных измельчителей-раздатчиков грубых кормов, используемых на фермах …..... 38

ВИНОГРАДОВ А. В., ЛЕОНОВ Б. В. Методика оценки потенциала использования биогазовых установок для переработки отходов сельскохозяйственных предприятий. ……. 46

ДАНИЛОВ Д. Ю., ОБОЛЕНСКИЙ Н. В. От полезной модели к промышленному образцу... 61

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, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-52336 от 25.12.2012 г.

Подписано в печать 13.03.2014 г.

по графику 16:00 фактически 15:00

Формат 60x90, 1/16

Усл. печ. л. 9,70. Уч.-изд. л. 6,04. Тираж 1 000 экз. Заказ 18.

Цена свободная.

© Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2014

ДЕНИСЮК Е. А., КУЗНЕЦОВА И. А., МИТРОФАНОВ Р. А., Технологии получения гуминовых веществ 66

ДУЛЕПОВ Д. Е. Моделирование переходных процессов в тяговой сети переменного тока с конденсаторными установками на ЭВМ…… 81

ДУЛЕПОВ Д. Е., МАСТЮГИНА Е. В. Исследование переходных процессов в установках компенсации реактивной мощности на предприятиях АПК и перерабатывающей промышленности…… 87

КОРОБКОВ А. Н., МИХАЙЛОВА О. В. Обоснование и разработка технических средств с источниками электромагнитных излучений для технологического процесса послеуборочной обработки семян кормовых культур..... 94

КОРОБКОВ А. Н., КОРОБКОВ Н. Ф., ШИЛОВА Т. В. Защита от поражения электрическим током в электроустановках сельскохозяйственного назначения..... 105

МАКАРОВА Ю. М., ОСОКИН В. Л. Снижение потребления энергоресурсов с/х предприятиями с помощью введения диспетчерского управления..... 112

МАХНЕВ М. Н., РЫЛОВ А. А., ШУЛЯТЬЕВ В. Н. Современное состояние машинного доения на молочных фермах…..... 117

МОХНАТКИН В. Г., СОЛОНЩИКОВ П. Н., ФИЛИНКОВ А. С. Экспериментальная оценка качества получаемых смесей в установке для приготовления жидких кормовых смесей …..... 122

МОХНАТКИН В. Г., СОЛОНЩИКОВ П. Н., ФИЛИНКОВ А. С. Исследование движения частицы в рабочем колесе установки для приготовления жидких кормовых смесей…..... 132

ОБОЛЕНСКИЙ Н. В. Становление новой научной школы НГИЭИ……..... 141

СЕМЕНОВ Д. А. Моделирование процесса саморазряда и измерения возвратного напряжения главной изоляции распределительных трансформаторов в приложении SimPowerSystems (SPS)…..... 147

УДК 631.3:636

В. Л. АВАНЕСОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СЕРИЙНЫХ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПОПАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Ключевые слова: *доильный аппарат, жиклер, мастит, молоковыведение, осциллограммы машинного доения, пропускная способность, тугодойность.*

Аннотация. *Проведены испытания доильных аппаратов попарного действия для выявления лучшего и для дальнейшего его использования, а также сравнения с экспериментальным доильным аппаратом при проведении производственных испытаний.*

Для лабораторных исследований на кафедрах «Механизации и электрификации животноводства» (МЭЖ) Тверской государственной сельскохозяйственной академии (ТГСХА) и «Механизации и технологии животноводства» (МТЖ) Московского государственного агроинженерного университета (МГАУ) имени В. П. Горячкина была разработана и смонтирована специальная лабораторная установка. На данной установке были испытаны доильные аппараты попарного действия следующих марок: «Нурлат» (Россия), «Кубань» (Россия), «Дуовак-300С» (Швеция), «Интерпульс» (Италия) [1, с. 268].

Опыты проводились на трех вакуумных режимах (33,3 кПа, 40 кПа, 50 кПа), с применением различных жиклеров (диаметр 1,2 мм; 2,1 мм и 4 мм), имитацией различной тугодойности искусственных сосков вымени (масса груза 50, 100 и 150 г.), в трехразовой повторности.

Продолжительность испытаний доильного аппарата на каждом режиме составляла пять минут, молоковыведение определяли за каждую минуту. Количество выведенной жидкости, полученной на каждом режиме работы доильного аппарата попарного действия, регистрировали с помощью доильного ведра и промышленных весов.

С помощью данного стенда были получены следующие характеристики: пропускная способность доильных аппаратов при различных вакуумных режимах и при различной тугодойности искусственного вымени, а также осциллограммы машинного доения [2, с. 60].

© Аванесов В. Л., 2014

Лабораторные испытания проводились с целью выявления лучшего доильного аппарата из испытуемых марок и для дальнейшего его использования и сравнения с экспериментальным доильным аппаратом при проведении производственных испытаний.

По результатам проведенных испытаний построены расчетные зависимости интенсивности молоковыведения доильных аппаратов от диаметра жиклеров вакуумных режимов тугодойности сосков [3, с. 3] искусственного вымени (рисунки 1, 2). Анализ графиков интенсивности молоковыведения серийными доильными аппаратами попарного действия показывает, что при увеличении величины вакуума и диаметра жиклера происходит увеличение интенсивности молокоотдачи, а увеличение массы грузов (имитация тугодойности соков искусственного вымени) приводит к ее уменьшению.

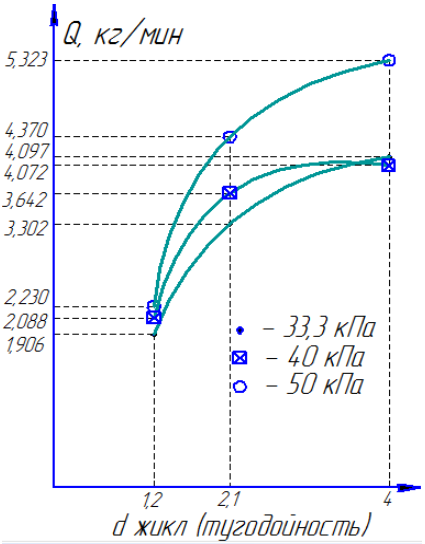


Рисунок 1 – Расчетные зависимости молоковыведения от тугодойности коров доильного аппарата «Кубань»

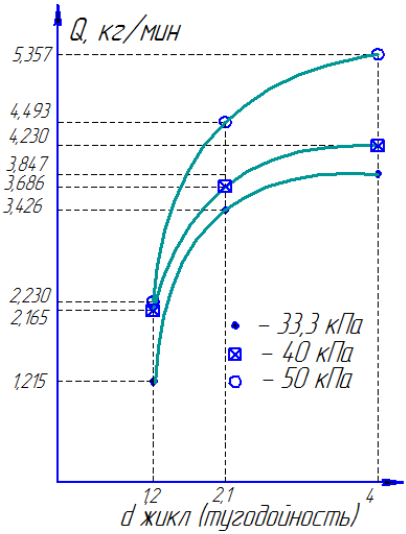


Рисунок 2 – Расчетные зависимости молоковыведения от тугодойности коров доильного аппарата «Нурлат»

Были получены и расшифрованы осциллограммы доильных аппаратов (рисунки 3, 4 и 5).

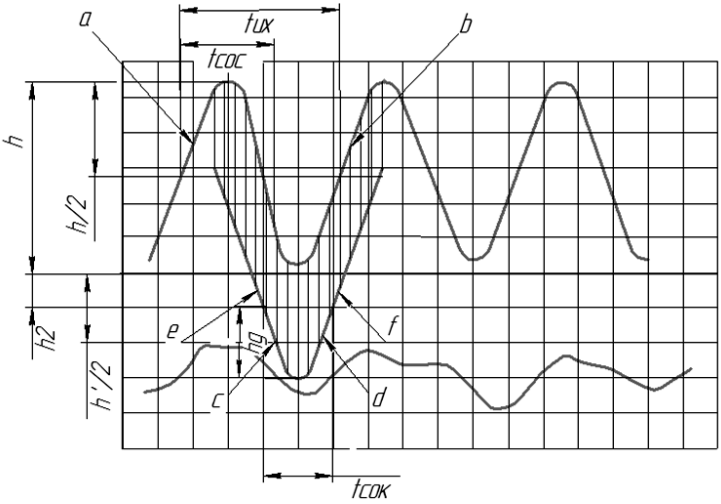


Рисунок 3 – Осциллограммы машинного доения доильным аппаратом «Интерпульс» при вакуумном доении В = 50 кПа, диаметре жиклера 4 мм

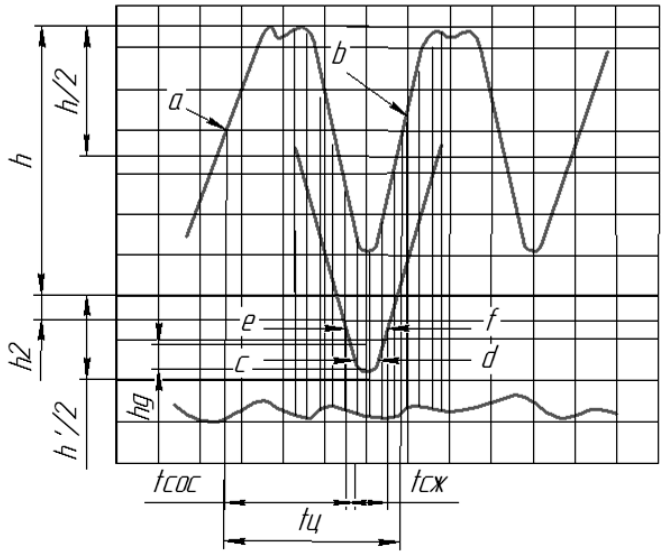


Рисунок 4 – Осциллограммы машинного доения доильным аппаратом «Дуовак-300С» при вакуумном доении В = 50 кПа, диаметре жиклера 4 мм

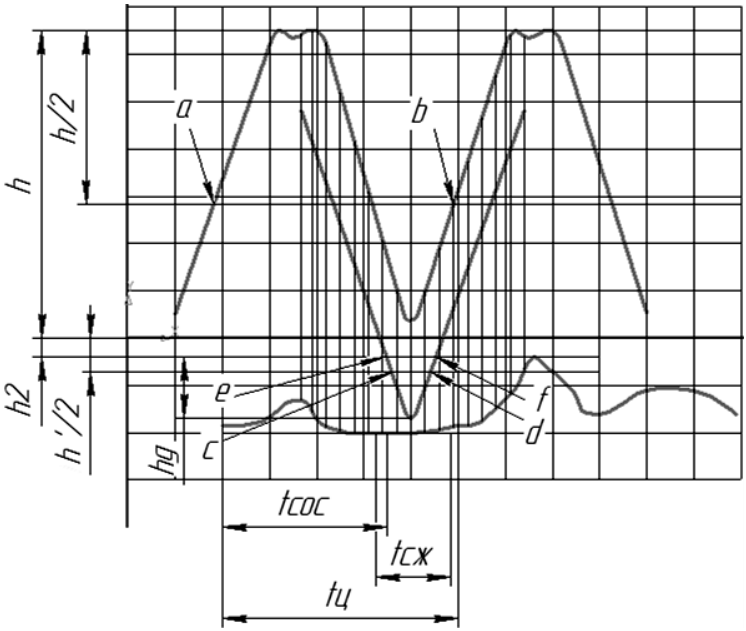


Рисунок 5 – Осциллограммы машинного доения доильным аппаратом «Нурлат» при вакуумном доении В = 50 кПа, диаметре жиклера 4 мм

Из данных осциллограмм видно, что наименьшая высота отрезка, соответствующая максимальному давлению сосковой резины на ткани соска (h_q), у аппарата «Нурлат».

Результаты лабораторных исследований серийных доильных аппаратов попарного действия при вакууме 50 кПа, массе груза 150 г, диаметре жиклера 4,0 мм приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований серийных доильных аппаратов попарного действия

Вид характеристики	«Нурлат»	«Кубань»	«Дуовак-300 С»	«Интерпульс»
Максимальное удельное давление (P_{max}) сосковой резины на ткани соска, (кПа)	8,19	11,80	9,98	22,6

Продолжение таблицы 1

Минутная вакуумная нагрузка (Fm) на ткани вымени, (Н·с)	360,05	520,4	384,4	744,5
Вакуумная нагрузка ($F_{пд}$) за период полного доения, (Н·с)	1800,2	2602	1922	3722,5
Максимальное растягивающее усилие (F_{Pmax}), действующее на сосок, (Н)	2,6	13,07	5,65	7,9

Анализируя данные, можно сделать вывод, что при машинном доении коров виды характеристик аппарата «Нурлат» будут более безопасны для тканей вымени и соска животного, которые приведут к наименьшей вероятности заболевания техническим маститом по сравнению с другими доильными аппаратами попарного действия.

А также, можно сказать, что доильный аппарат «Нурлат» рекомендован нами для проведения производственных сравнительных испытаний на ферме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аванесов В. Л., Петров И. Е., Щукин С. И. Технические средства для проведения лабораторных испытаний доильного аппарата с независимым вакуумом. Организация инновационной деятельности в региональном агропромышленном комплексе // Сб. науч. тр. по матер. науч. практ. конф. 8–11 ноября 2011 г. Тверь: ТГСХА, 2011. С. 267–272.

2. Аванесов В. Л., Щукин С. И. Методика проведения лабораторных испытаний стимулирующего доильного аппарата. Агроинженерия. Экономика и организация производства в АПК 1 (52) // Вестник МГАУ им. В. П. Горячкина: Москва 2012 г. №1. С. 60–61.

3. Патент Российской Федерации 2241329 RU МПК A01J7/00. Искусственный сосок вымени. Заявлено: 30.12.2002 / опубликовано: 10.12.2004. Бюл. № 34 Н. П. Проничев, С. И. Щукин. С. 1–3.

RESULTS OF LABORATORY TESTS
OF SERIES MILKING MACHINES OF DOUBLE ACTION

Keywords*: carrying capacity, hard milking of oscillogram of machine milking, lactation, mastitis, jet , milking machine*

Annotation. *The tests of milking machines in pair action were led to identify the best and for its further use as well as to compare with the experimental milking machine during production testing.*

АВАНЕСОВ ВАДИМ ЛЬВОВИЧ – аспирант кафедры «Механизация и электрификация животноводства», Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, Тверь, (vadim416@rambler.ru).

AVANESOV VADIM LYVOVICH – aspirant of the chair «Mechanization and Electrification of livestock», Tver State agricultural Academy, Russia , Tver , (vadim416@rambler.ru).

УДК 621.365.69

А. А. АЛЕКСАНДРОВА,
В. Л. ОСОКИН

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: *потребления энергетических ресурсов, сокращение, энергетическое обследование, энергопотребление, энергосберегающие мероприятия, энергоснабжение.*

Аннотация. *В работе представлено энергетическое обследование сельскохозяйственных предприятий и энергосберегающие мероприятия, которые позволяют сэкономить энергетические ресурсы и воду исследуемого учреждения.*

На основании постановления Правительства Нижегородской области от 31 августа 2010 года № 560 об утверждении областной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Нижегородской области на 2010–2014 годы и на перспективу до 2020 года», в сельском хозяйстве предусмотрена реализация мер по проведению энергетических обследований 1 раз в 5 лет на всех объектах, у которых годовые затраты на энергоснабжение превышают 10 миллионов рублей [2, с. 97].

Рассмотрим предприятие ООО «Транспневматика-Сельхоз» Первомайского района.

В таблице 1 приведены затраты на энергоносители и воду за 2012 г.

Таблица 1 – Затраты на энергоносители и воду за 2012 г. [1, с. 32].

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Анализируемый период			
			ЭЭ	ТЭ	Вода	ГСМ
1	ООО «Транспневматика-Сельхоз»	тыс. руб.	3203,5	32,61	28,471	7436,31

© Александрова А. А., Осокин В. Л., 2014

Сельхозпредприятия для обеспечения своей деятельности потребляют электроэнергию, тепловую энергию (при наличии стороннего источника тепла), топливо для котельной (природный газ, мазут, уголь, дрова), ГСМ, воду.

Структура затрат по предприятию ООО «Транспневматика-Сельхоз» показана на рисунке 1.

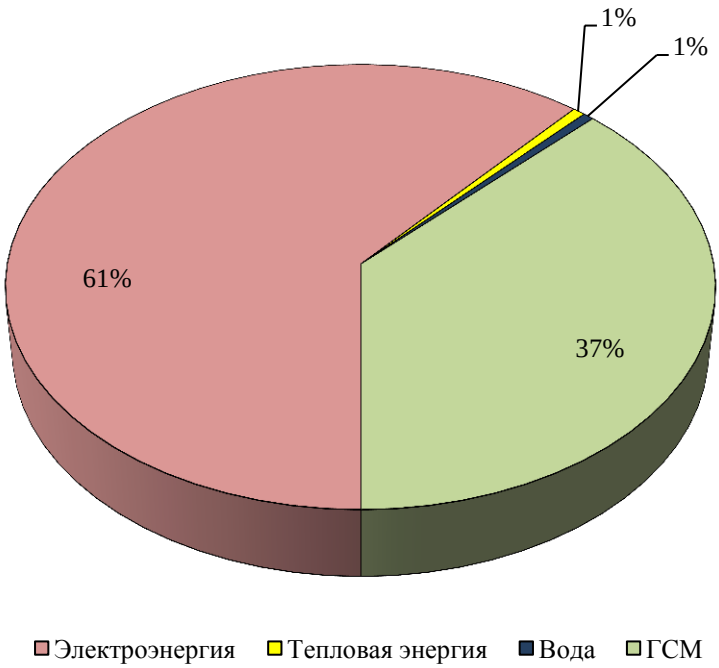


Рисунок 1 – Затраты на энергоносители
и воду за 2012 г.

На основании диаграммы, представленной на рисунке 1, можно сделать вывод, что наиболее затратным энергоносителем является электроэнергия и ГСМ. Наименее затратными являются тепловая энергия и вода.

Это обусловлено тем, что в сельскохозяйственном производстве основным видом деятельности является растениеводство, где большая часть расходов приходится на использование МТП, как следствие приобретение ГСМ. Электрическая энергия максималь-

но используется в животноводстве при производстве молока, где основным потребителем являются электродвигатели.

Водоснабжение сельхозпредприятий осуществляется в основном от скважин, находящихся на балансе предприятий.

Далее была рассмотрена динамика потребления энергоносителей за 2008–2012 гг, представленная в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика потребления электрической энергии

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Анализируемый период				
			2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
1	Электроэнергия						
1.1	Потребление	тыс. кВт·ч	340,0	330	769,0	927,4	697,7
2	ГСМ						
2.1	Потребление	тыс. л	210,45	219,22	321,43	363,28	765,07
3	Тепловая энергия						
3.1	Потребление	Гкал	24	24	24	24	24

По динамике потребления электрической энергии, представленной на рисунке 2, видно, что происходит снижение потребления в 2011 году, а в 2012 – рост.

Это обусловлено тем, что в 2011 году наблюдалось снижение средней температуры воздуха в отопительный период относительно 2008–2010 гг. (до 10 % электроэнергии используется для электрообогрева).

На протяжении 2009–2012 гг. наблюдается равномерное использование тепловой энергии, что косвенно говорит об отсутствии приборов учета тепловой энергии.

Исходя из диаграммы, изображенной на рисунке 1.2, видно, что происходит значительный рост потребления бензина и дизельного топлива. Это связано с увеличением обрабатываемых площадей и, как следствие, количества транспортных средств и интенсивности их использования.

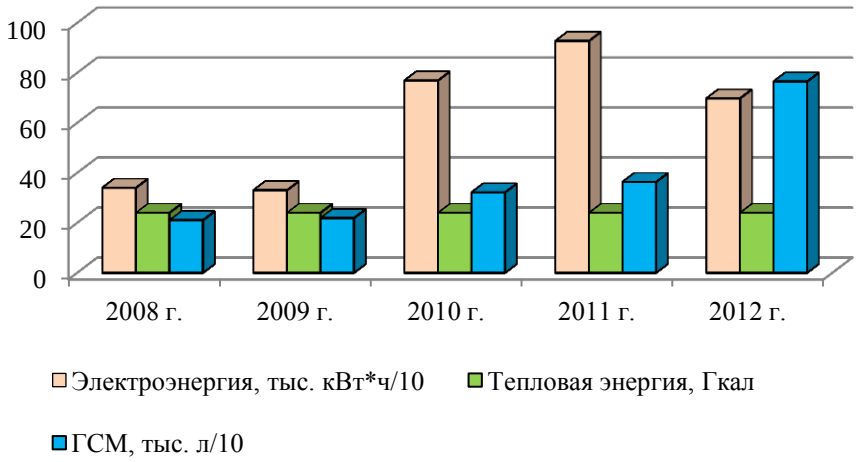


Рисунок 2 – Динамика потребления электрической энергии и воды

В соответствии со статьей 24 ФЗ № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» одним из основных требований к энергоэффективности учреждений и предприятий является необходимость проведения энергетического обследования, разработки паспорта и программы энергосбережения и в итоге снижение объема потребления ими воды, дизельного или иного топлива, мазута, природного газа, тепловой и электрической энергии, угля не менее чем на 3 % в год, каждого из указанных ресурсов. Исходя из этого требования, основной задачей энергетического обследования является выявление резервов снижения энергопотребления и определение возможного потенциала этого снижения [3, с. 70].

Потенциал энергосбережения также можно определить из программы энергосбережения, основой которой является набор энергосберегающих мероприятий.

В таблице 3 представлены сводные данные по энергосберегающим мероприятиям.

Для примера ниже приведено описание некоторых мероприятий.

За счёт реализации комплекса мер планируется сокращение потребления энергетических ресурсов не менее 15 % без снижения объема производства, тем самым снижается общая энергоемкость сельхозпроизводства на 25 %.

Таблица 3 – Сводная таблица по рассчитанным энергосберегающим мероприятиям.

Направленность мероприятия	Единица измерения	Наименование мероприятия	ООО «Транспневматика-Сельхоз»		ООО «Агроплемкомбинат Мир»		«Сергачский ветеринарно-санитарный утилизационный завод по производству мясокостной муки»	
			Экономия	Затраты	Экономия	Затраты	Экономия	Затраты
			натур. велич/ тыс. руб.	тыс.руб	натур. велич/ тыс. руб.	тыс. руб	натур. велич/ тыс. руб.	тыс. руб
Мероприятия по снижению энергопотребления в системах ГВС и потребления холодной воды	тыс. куб.м	1. Применение современной энергоэффективной санитарно-технической арматуры	0,184/2,85	6,09	0,1699	3,329		
		2.Другое	0,15/2,87	1,5	0,521	10,207		

Продолжение таблицы 3

		3.Установка автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (ИТП)			129,648	120,313		
		4. Другое	3,9/5,3	2,3	78,7	73,1	51,255	625,311
Мероприятия по снижению энергопотребления в электросетях	тыс. кВт·ч	1. Модернизация систем внутреннего освещения, применение энергосберегающего светотехнического оборудования и источников света нового поколения	49,707/ 228,65	63,64	25,2	114,7		
		2. Замена устаревшего электрооборудования на более современное энергоэффективное			54,424	247,63		
		3. Другое	44,85/204,7	162,3	67,872	308,82	23,24	81,34

Продолжение таблицы 3

Мероприятия по снижению энергопотребления в системах топливоснабжения	тонн	1. Замена устаревших котлов на новые, с более высоким КПД					51,255	625,311
Мероприятия по снижению потребления топлива МТП	тыс. л	1. Перевод автотранспорта на газообразное топливо	0/457,22	128,4	49,536	668,7	1,181	17,715
		2. GPS-мониторинг транспорта	71,2/986,12	280,8	80,162	1947,937		
		3. Другое			5,32	76,187	1,410	39,48

В таблице 4 приведены показатели экономической деятельности ООО «Агроплемкомбинат Мир».

Таблица 4 – Экономические показатели применения проектов в условиях ООО «Транспневматика-Сельхоз»

№ п/п	Наименование	Значение
1	Чистый доход за 5 лет, тыс. руб.	6793,470
2	Индекс рентабельности за 5 лет	11,467
3	Срок окупаемости, лет	1

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по НИОКР. Сокращение расходов на энергоресурсы в сельскохозяйственном производстве Нижегородской области. № 3/И130124082908. Княгинино, ГБОУ ВПО НГИЭИ, 2014 г. 160 с.

2. Осокин В. Л. Анализ энергопотребления и выявление потенциала сбережения энергетических ресурсов образовательными учреждениями Нижегородской области. Осокин В. Л., Сбитнев Е. А. // Материалы международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых 14 мая 2013 года, 2013 г., С. 97–102.

3. Осокин В. Л. Мониторинг энергоэффективности образовательных учреждений Нижегородской области. Осокин В. Л., Сбитнев Е. А. // Наука. Техника. Технологии. , № 1–2, г. Краснодар, 2013 г. С. 70–75

DEVELOPMENT OF ENERGY SAVING MEASURES IN AGRICULTURAL PRODUCTION IN NOVGOROD REGION

Keywords: *energy saving, power consumption, energetic survey energy saving measures, reducing of consumption of energy resources.*

Annotation. *The article presents energy survey of agricultural and energy saving measures in order to save energy and water.*

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

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

ОСОКИН ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, г. Княгинино, (osokinvl@mail.ru).

OSOKIN VLADIMIR LEONIDOVICH – candidate of technical sciences, docent, chief of the chair Electrification and automation, Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osokinvl@mail.ru).

УДК 631.3.018.2:628.8-62

А. А. АЛЕКСАНДРОВА, Ю. М. МАКАРОВА, В. Л. ОСОКИН,
Е. А. СБИТНЕВ, Д. А. СЕМЕНОВ

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ»

Ключевые слова: *лабораторный стенд, режим, стенд, электрическая энергия, электронагреватель,*

Аннотация: ***р****азработано лабораторное оборудование, представлена мнемосхема, описана работа стенда на примере функционирования ЭПВ на базе ТЭН в трех режимах.*

Имеющиеся комбинированные лабораторные стенды испытаний различных по конструкции подогревателей воды [1, с. 54–60] и в трёх режимах работы имеют недостатки. Поэтому нами был сконструирован, изготовлен и смонтирован лабораторный стенд (рис. 1), позволяющий производить исследования энергопотребления при нагреве воды тремя различными по конструкции подогревателями в трёх режимах работы, а также обучать студентов, изучающих дисциплину «Электротехнология».

Рисунок 1 – Лабораторный стенд испытаний подогревателей воды (общий вид)

Целью разработки нового стенда являлось: увеличение компактности размещения испытательного и испытуемого оборудования, а также повышение эффективности выявления наиболее рациональных, с точки зрения энергопотребления, конструкций подогревателей воды, используемых в технологических процессах сельскохозяйственных производств, путем обеспечения исследований их энергопотребления в одинаковых условиях [2, с. 23].

Поставленная цель была достигнута благодаря тому что, технологическая схема стенда (рис. 2), включающая в себя три типа подогревателей воды, в которых происходит преобразование электри-

© Александрова А. А., Макарова Ю. М., Осокин В. Л., Сбитнев Е. А., Семенов Д. А., 2014

ческой энергии в тепловую, отопительный прибор (ОП), бойлер (Б) со змеевиком, насос (Н), термодатчики Т1…Т9, щит управления (ЩУ) с приборами замера расхода электроэнергии, рабочего напряжения, температуры нагрева воды, тока и потребляемой мощности ЭПВ и насонасосом, расходомер воды (РВ) и электромагнитные клапаны ЭК1…ЭК9. На данное оборудование направлена заявка в ФИПС на изобретение, регистрационный номер № 2014106449 от 20.02.2014 г.

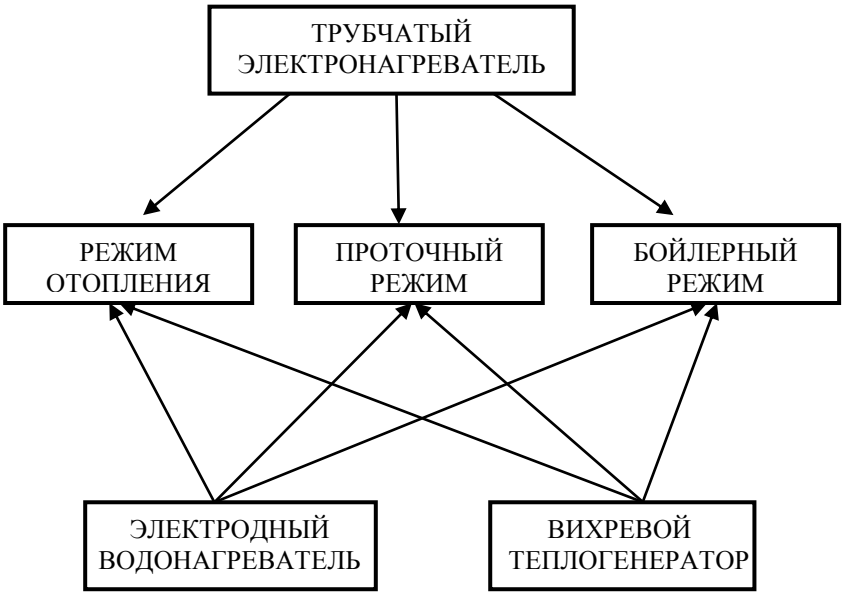


Рисунок 2 – Технологическая схема стенда

К электрическим подогревателям присоединена гребенка с электромагнитными клапанами, которые обеспечивают требуемый режим работы стенда [3, с. 1–3]. На рисунке 3 представлена мнемосхема работы лабораторного оборудования.

На рисунке 4 представлена принципиальная электрическая схема подключения электрических подогревателей воды.

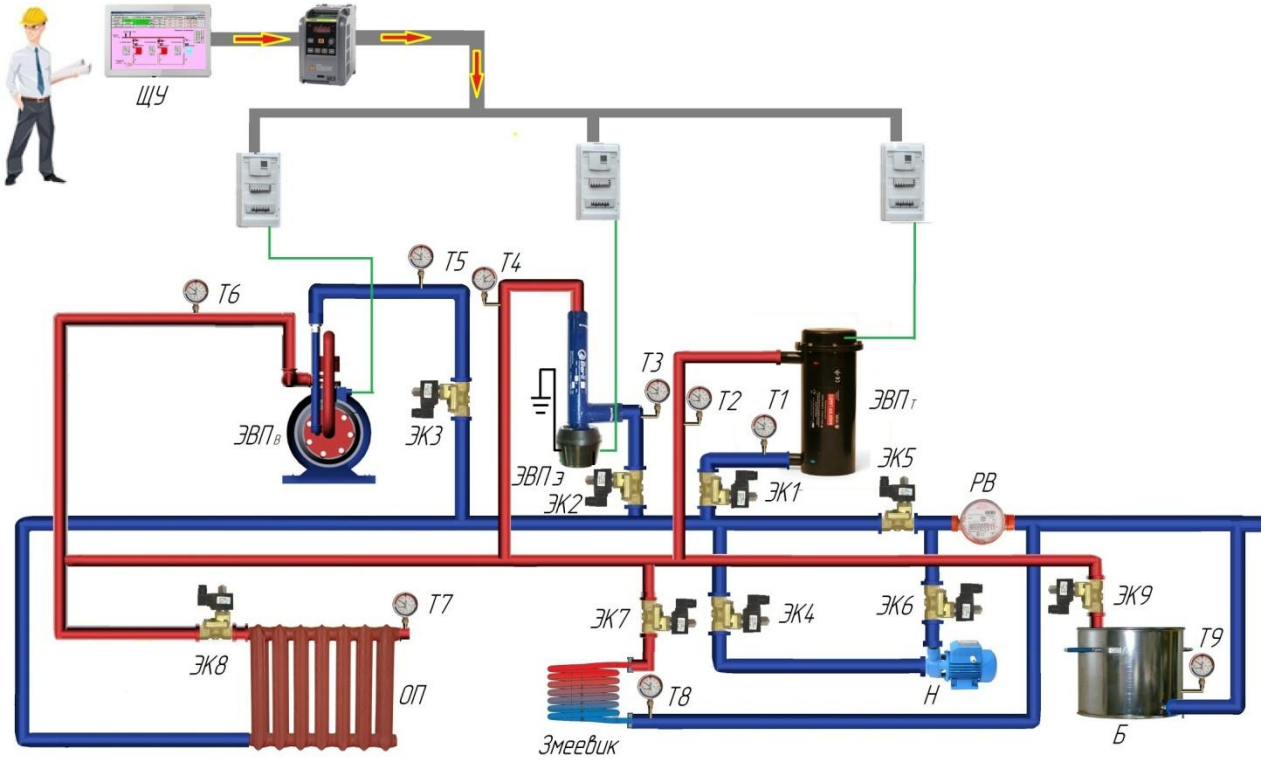


Рисунок 3 – Мнемосхема стенда

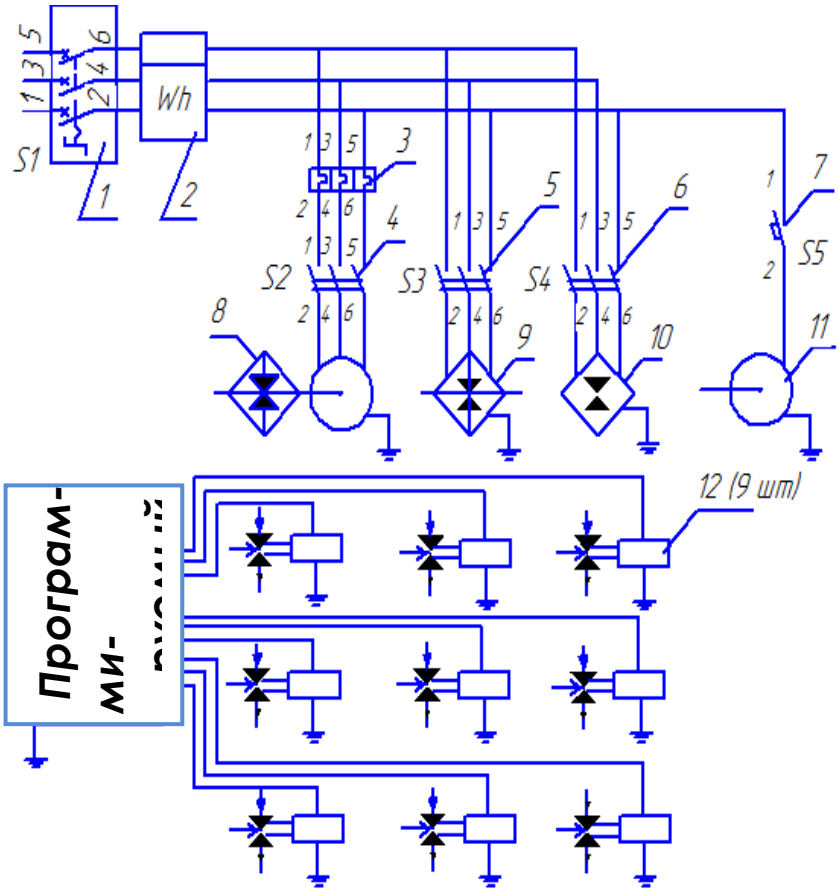


Рисунок 4 – Принципиальная электрическая схема стенда: 1 – выключатель-разъединитель; 2 – электросчетчик; 3 – защита электродвигателя; 4…6 – электромагнитный пускатель; 7 – выключатель; 8 – ВТГ; 9 –подогреватель на базе ТЭН;10 – электродный водонагреватель; 11 – циркуляционный насос; 12 – электромагнитный клапан (9 шт.)

На рисунке 5 представлена конструкционно-технологическая схема подключения электрических подогревателей воды.

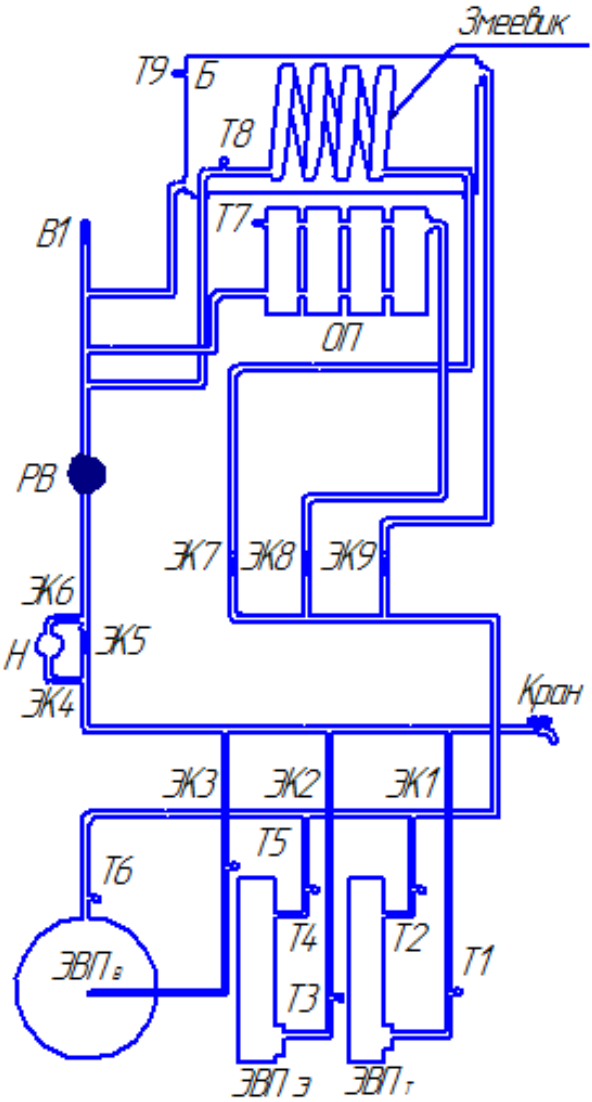


Рисунок 5 – Конструкционно-технологическая схема стенда испытаний электрических конструкций подогревателей воды

Суть работы стенда заключается в поочерёдном включении в работу ЭПВ в трёх режимах работы: отопления (рис. 6), проточного (рис. 7) и бойлерного (рис. 8) нагрева воды.

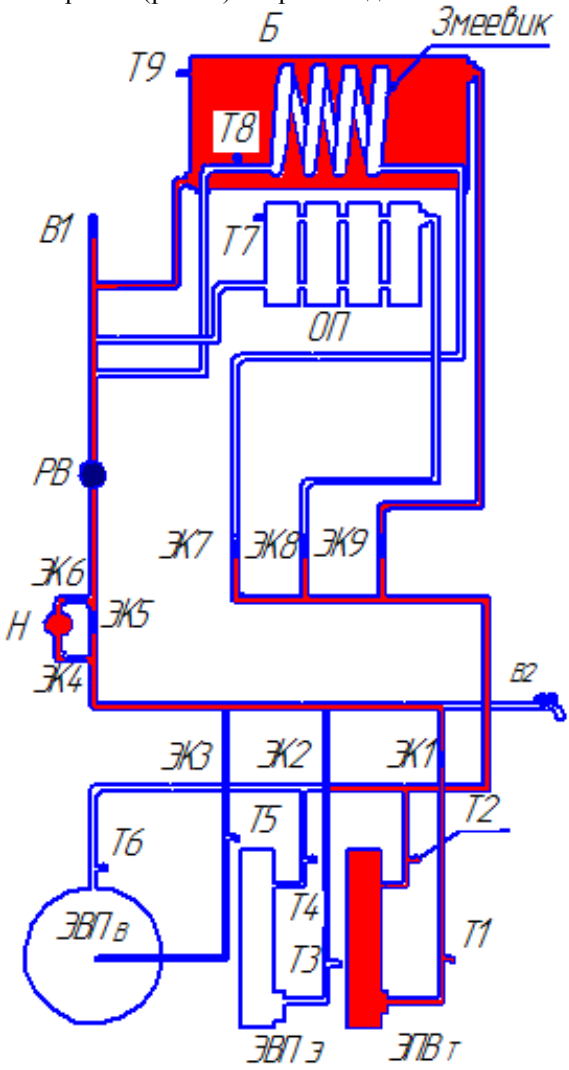


Рисунок 6 – Схема работы стенда в проточном режиме при работе ЭПВ на базе ТЭН

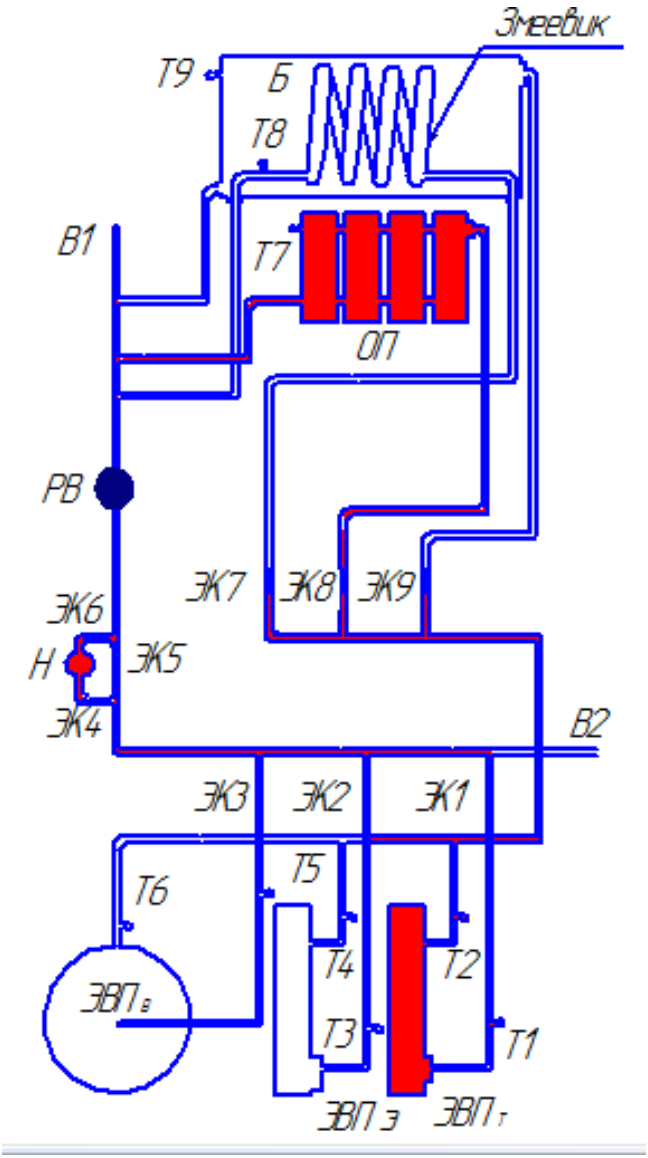


Рисунок 7 – Схема работы стенда в режиме отопления при работе ЭПВ на базе ТЭН

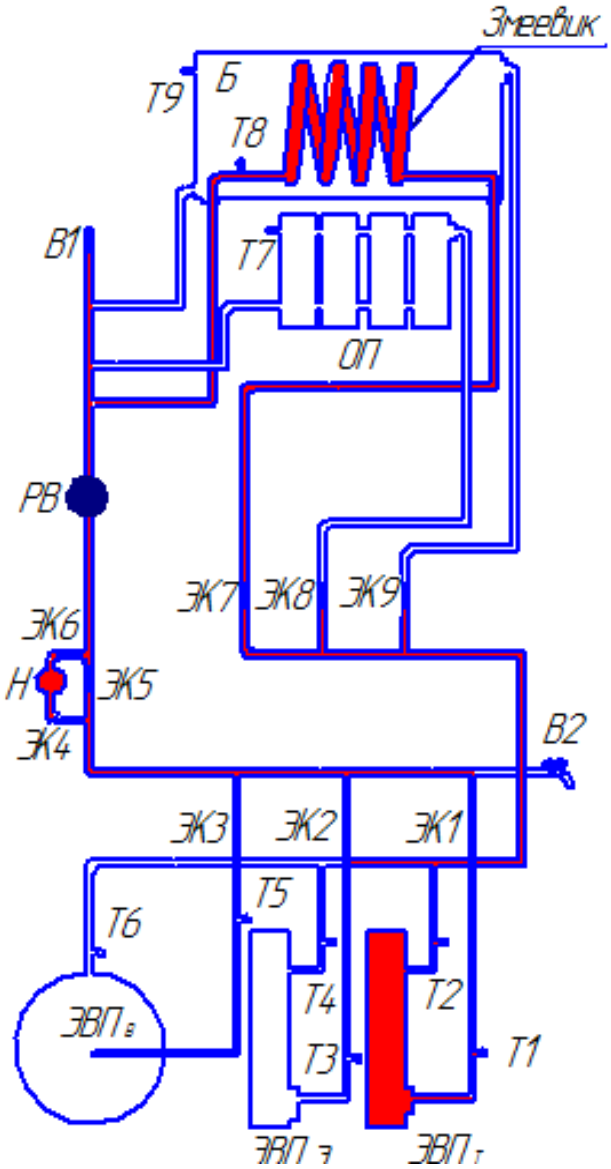


Рисунок 8 – Схема работы стенда в бойлерном режиме при работе ЭПВ на базе ТЭН

Рассмотрим работу стенда на примере функционирования ЭПВ на базе ТЭН в трех режимах.

1. Режим отопления при работе ЭПВ на базе ТЭН (рис. 6). Система стенда заполняется 100 литрами воды, для чего сначала открывается вентиль В2. Вода под напором в водопроводной сети или посредством насоса Н заполняет трубопроводы, три ЭПВ и ОП. После этого ЭПВ подключают под напряжение. ТЭН, расположенные в ЭПВ, подогревают воду, которая под действием насоса начинает циркулировать по контуру ЭПВ – ОП – ЭПВ. Движение теплоносителя по заданному контуру обеспечивают открытые электромагнитные клапаны ЭК1, ЭК4, ЭК6 и ЭК8 – все остальные закрыты.

2. Проточный режим при работе ЭПВ на базе ТЭН (рис. 7). Система стенда заполняется водой аналогично п. 1. ЭПВ подключают под напряжение. ТЭН, расположенные в ЭПВ, подогревают воду, которая под действием насоса начинает циркулировать по контуру ЭПВ – БОЙЛЕР – Н – ЭПВ. Движение теплоносителя по заданному контуру обеспечивают открытые электромагнитные клапаны ЭК1, ЭК4, ЭК6 и ЭК9 – все остальные закрыты.

3. Бойлерный режим нагрева воды посредством ЭПВ на базе ТЭН (рис. 8). Система стенда заполняется водой аналогично п. 1. ЭПВ подключают под напряжение. ТЭН, расположенные в ЭПВ, подогревают воду, которая под действием насоса начинает циркулировать по контуру ЭПВ – ЗМЕЕВИК – Н – ЭПВ. Движение теплоносителя по заданному контуру обеспечивают открытые электромагнитные клапаны ЭК1, ЭК4, ЭК6 и ЭК7 – все остальные закрыты. Вентиль В1 служит для слива воды из стенда.

При исследованиях ЭПВ осуществляются замеры: потребляемой мощности – с помощью ваттметра или с помощью амперметра и вольтметра; времени нагрева воды – с помощью термометра Т6 и секундомера; расхода электроэнергии – с помощью элетросчетчика; уровня шума – с помощью шумомера, количества воды, нагреваемой в контуре, контролируется с помощью расходомера (РВ2). При необходимости система стенда осушается через вентиль В1.

Спуск воздуха из трубопроводов стенда и компенсация теплового расширения воды в режимах отопления и бойлерном осуществляется посредством конструкции БОЙЛЕРА – открытая система.

При нагреве воды до требуемой температуры ЭПВ автоматически отключается посредством термодатчика Т6 и реле температуры РТ (установлено в ЩУ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Осокин В. Л. Результаты экспериментально-теоретических исследований по разработке стенда испытаний подогревателей воды: монография. Княгинино: НГИЭИ. 2011 г. 142 с.

2. Осокин В. Л. Стенд для испытания электрических подогревателей воды // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. № 4. С. 23

3. Патент Российской Федерации № 107360. Стенд для испытаний электрических подогревателей воды. Заявлено 29.03.2011; Опубл. 10.08.2011 // Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин. С. 1–3.

ELABORATION OF LABORATORY EQUIPMENT FOR THE DISCIPLINE «ELECTRIC TECHNOLOGY»

Keywords: *laboratory bench, electric power, mode, electric heater, stand.*

Annotation. *The article considers the elaboration of laboratory equipment, represents mimic, describes the work on stand on an example of functioning EPV based TEN in three modes.*

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

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

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

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

ОСОКИН ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (osokinvl@mail.ru).

OSOKIN VLADIMIR LEONIDOVICH – candidate of technical sciences, docent, chief of the chair Electrification and automation, Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osokinvl@mail.ru).

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

SBITNEV EUGENY ALEKSANDROVICH – lecturer, Nizhny Novgorod State Engineering and Economics Institute, Russia, Knyaginino, (evgenij.sbitnev@yandex.ru).

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

SEMENOV DMITRY ALEXANDROVICH – senior lecturer of chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (xxxmy@mail.ru)

УДК 631.171 + [621.37/39; 631.145]

А. М. БАШИЛОВ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

***Ключевые слова**: видеонаблюдение, поведение животных, подвижные объекты, позиционирование, роботизированное производство.*

***Аннотация.** В статье изложен оригинальный материал по совершенствованию управления объектами аграрного производства на основе интеллектуальной системы видеонаблюдения подвижных объектов, в том числе животных, в закрытых помещениях, на открытых площадках и территориях.*

Основные инновационные тенденции развития точного сельскохозяйственного производства

В настоящее время инновационный процесс развития сельского хозяйства характеризуется тенденцией роста роботизации агротехнологических процессов. Применение роботов позволяет успешно решать задачи повышения точности земледелия и животноводства, снижения затрат ручного труда, мобилизации энерго- информационных ресурсов.

Чтобы агротехнологический процесс стал роботизированным, он должен обладать функцией самоорганизации, способной: обнаружить (найти), позиционировать (определять местонахождение), идентифицировать (распознать), наблюдать и управлять агрообъектом (объектами) в системе пространственно-временных координат реального производства.

Сейчас для обнаружения, позиционирования и идентификации чаще всего используются: спутниковые навигационные системы GPS (в основном для мониторинга транспортных средств и сельскохозяйственных агрегатов [1, с. 18]), телевизионное и цифровое видеонаблюдение [2, с. 280–281], а в последние годы еще и системы позиционирования в режиме реального времени – RTLS. Однако каждая из этих систем имеет свои ограничения.

© Башилов А. М., 2014

Таблица 1 – Сравнительные характеристики применяемых технологий идентификации и позиционирования подвижных объектов.

Технология позиционирования	Точность	Дистанция
Система спутниковой навигации ГЛОНАСС, GPS	10–15 метров	В пределах доступности
Сотовая связь	100–500 метров	В пределах доступности
Использование технологий WiFi	3–5 метров	50 метров
Инфракрасное	10 см	3–10 метров
Ультразвуковое	10 см	3–10 метров
Пассивные RFID системы радиочастотных идентификаторов	10 см	Менее 1 метра
Активные RFID Системы радиочастотных идентификаторов	1–3 метра	20–100 метров
Радиочастотное позиционирование по технологии «ближнего поля» NFER	0,5 метра	20–30 метров
Ультра широкополосная технология UWB (Ultra Wideband)	10 см	10 метров
Сетевая беспроводная система локального позиционирования RTLS	1 метр	> 30 метров
Компьютерное зрение	до 1 см	> 1000 метров

Спутниковые навигационные системы (GPS, ГЛОНАСС) обеспечивают позиционирование и идентификацию на огромных территориях, но не работают внутри помещений и требуют, чтобы контролируемый объект был снабжен устройством с уникальным кодом (меткой).

Системы видеонаблюдения обнаруживают и сопровождают множество целей, сигнализируют о возможных нарушениях режимов и параметров стационарных или подвижных объектов агротехнологического процесса, но не в состоянии надежно идентифицировать (распознать) объект наблюдения [3, с. 7–11]. Особенно в случаях, когда интересующий объект нужно выделить из множества подобных (найти «иного» среди множества «своих»).

Сетевая беспроводная система локального позиционирования RTLS (Radio-frequency identification) используются для различных целей в разнообразных приложениях, позволяя контролировать местонахождение и движение объектов и надежно их идентифицировать как вне, так и внутри помещений. Но контролируемые объекты, как и в

случае GPS, должны быть снабжены метками, а объекты, не снабженные метками, система «не видит». В таблице 1 приведены сравнительные характеристики современных технологий идентификации и позиционирования подвижных объектов.

Получается, что ни одна из перечисленных систем не может решить в полной мере поставленную задачу. Решением может стать совместное использование перечисленных систем. Такая интеграция открывает возможности, не доступные системам по отдельности [4, с. 46–48].

Но в любом случае совместное использование принципиально различных систем обнаружения, локализации, идентификации и мониторинга позволяет сделать очередной шаг на пути снижения влияния человеческого фактора при получении и вводе данных в АСУ ТП и П – там, где раньше это было не достижимо. Автоматическая идентификация, позиционирование и наблюдение подвижных объектов без участия человека становится все более актуальной задачей.

Задачи устойчивого видеослежения подвижных объектов в закрытых помещениях и на открытых пространствах

Совместное использование систем глобальной навигации ГЛОНАСС/GPS, локального позиционирования RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV может дать новые синергетические эффекты и возможности решения задач повышения точности роботизированных агротехнологических процессов и сопровождающих эту тенденцию экономических приращений прибылей.

Совместное использование RTLS и ГЛОНАСС/GPS позволяет распространить контроль перемещения транспортных средств и сельскохозяйственных машин на зоны, где отсутствует прямая видимость спутников – крытые дворы, здания, сооружения. При этом возникают дополнительные возможности контролировать локальные перемещения животных и персонала в производственных и внепроизводственных помещениях закрытого и открытого типа.

Совместное использование RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV позволяет совместить возможности идентификации и позиционирования объекта по метке с его визуальным наблюдением. Например, в случае, если датчик движения видеокамеры обнаруживает движение объекта, а сигнал радиометки в секторе обзора видеокамеры при этом отсутствует, это может означать движение постороннего (не интересуемого) объекта. Можно одновременно вывести на экран оператора для анализа видеоизображения объекта, находящегося перед видеокамерой, и идентифицировать его по сигналу метки. Такой подход формирует уникальные возможности по автоматической идентификации объекта при автоматизированном видеонаблюдении

поведения животных, что позволяет существенно уменьшить нагрузку на персонал, снизить вероятность ошибки или ложной тревоги при выполнении агротехнологических операций. Кроме того, при интеграции системы RTLS и данных видеонаблюдения позволит выявить случаи движения объекта с использованием метки, которую злонамеренно либо по халатности переадресовали другому объекту.

Совместное использование RTLS, ГЛОНАСС/GPS и ITV наблюдения даёт ещё большее число вариантов получения синергетического эффекта: при оценке индивидуального состояния животного (идентификация и определение местоположения животного в стаде, индивидуальный контроль и учёт параметров животного, ведение календаря и истории животного), в процессе доения (контроль работы оператора и поведения животного), при кормлении (продолжительность поедания, пережёвывание корма, прирост живой массы), в процессе осеменения (идентификация половой охоты, наблюдение за отёлом животного), при оценке подвижности животного (контроль моциона, двигательная активность животного, поведенческие признаки), при проведении зооветеринарных мероприятий (бонитировка, идентификация заболеваний, формирование календаря ветеринарных мероприятий).

Совместное использование систем глобальной навигации ГЛОНАСС/GPS, локального позиционирования RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV обусловлено разнообразием подвижных объектов (животные, человек, мобильная и конвейерная техника), распределённостью их в пространстве (в пределах одной фермы, одного хозяйства, района, области), масштабом оперативно-технологических процессов (число особей, единиц техники, персонала). В соответствии с этим их приоритетность будет меняться, однако высокая информативность, наглядность, оперативность, многофункциональность и универсальность видеоаналитической составляющей с нарастающей функцией круглосуточного, длительного, более пристального, интеллектуального наблюдения за поведением животных и окружающей агропроизводственной инфраструктурой в перспективе будет иметь центральное значение.

Дополнительные информационно-аналитические возможности применения систем интеллектуального видеонаблюдения:

1. Видеонаблюдение поведения многочисленных и разнообразных объектов в закрытых помещениях, на поточных технологических

линиях, при охране периметра и территории агропредприятия или животноводческой фермы.

2. Определение общего состояния стада животных (число животных, скученность и обособленность животных, активность и беспокойство животных, борьба за лидерство).

3. Осмотр стада во время пастьбы, доения, кормления, поения и отдыха (выявление слабых и сильных животных, здоровых и больных).

4. Осмотр стада при стойловом или групповом содержании (определение общего состояния животных в группах).

5. Наблюдение условий содержания животных и работы технологического оборудования.

6. Определение общего состояния животного (положение тела в пространстве, полнотелость, телосложение, состояние шерстного покрова и кожи, присутствие или отсутствие выделений из носа, глаз, влагалища).

7. Наблюдение акцентируемого животного и определение структуры поведения (продолжительность лежания, стояния, кормления, поения, движения в стойле, передвижения на пастбище).

8. Обнаружение больного животного путём селективного осмотра и наблюдения поведенческих реакций.

9. Обнаружение детальных признаков прохождения половой охоты и осеменения животных.

10. Наблюдение предродовых признаков и родов животного в специальном помещении.

11. Установление характера заболевания путём тщательного обследования частей животного (при достаточном освещении, в установленной последовательности: голова, шея, грудная клетка, живот, вымя, матка, таз, конечности).

12. Термометрическое наблюдение.

13. Акустическое наблюдение путём выслушивания.

Система интеллектуального видеонаблюдения поведения и детектирования движения животных

Система интеллектуального видеонаблюдения основана на интеграции трёх компонентов: видеоподсистемы, подсистемы определения местоположения и спутниковой системы глобальной навигации. Система интеллектуального видеонаблюдения на основе локационных данных, поступающих от подсистемы определения местоположения, осуществляет автоматическое определение активной видеокамеры (в зоне видимости которой находится объект) и выбирает маршрут видеозаписи. Видеоподсистема получает ви-

деопоток от активной камеры и передаёт по выбранному маршруту в видеоархив или посылает оператору. При использовании в системе поворотных камер осуществляется непрерывное видеосопровождение объекта наблюдения на протяжении участка его движения. Благодаря использованию данных от системы позиционирования и анализу видеоизображения, система интеллектуального видеонаблюдения осуществляет слежение за определенным объектом без привлечения оператора. Данную систему можно использовать, например, на животноводческих фермах. На рисунке 1 приведена структурно-функциональная схема интеллектуальной системы позиционного видеонаблюдения поведения животных.

На животноводческой ферме, где развёрнута система, размещаются базовые станции определения местоположения и видеокамеры. К объекту (животное, человек, мобильный агрегат, транспортное средство) за которым ведётся наблюдение, крепится мобильное устройство – тег (метка). Базовые станции измеряют расстояние до тега и передают полученные данные серверу подсистемы определения местоположения, который переводит их в координаты. Затем эти координаты поступают на сервер видеоподсистемы, который, в свою очередь, производит захват видеопотока от соответствующей камеры и выполняет его дальнейшую обработку.

Использование предлагаемой системы позволит:

- автоматически переключать видеоизображения с разных камер на основе анализа координат наблюдаемого объекта;
- регистрировать видеоизображения в момент движения интересуемого объекта перед камерой;
- получить качественное видеоизображение;
- увидеть интересуемый объект в разных ракурсах, соответствующих основным зонам агротехнологических процессов;
- производить видеонаблюдение за каждым животным автоматически, без оператора;
- формировать архив видеоданных о поведении каждого интересуемого объекта;
- дальнейшее уточнение поведенческих реакций и диагностирования интересуемого объекта проводить с помощью анализа изображения на сервере видеоподсистемы.

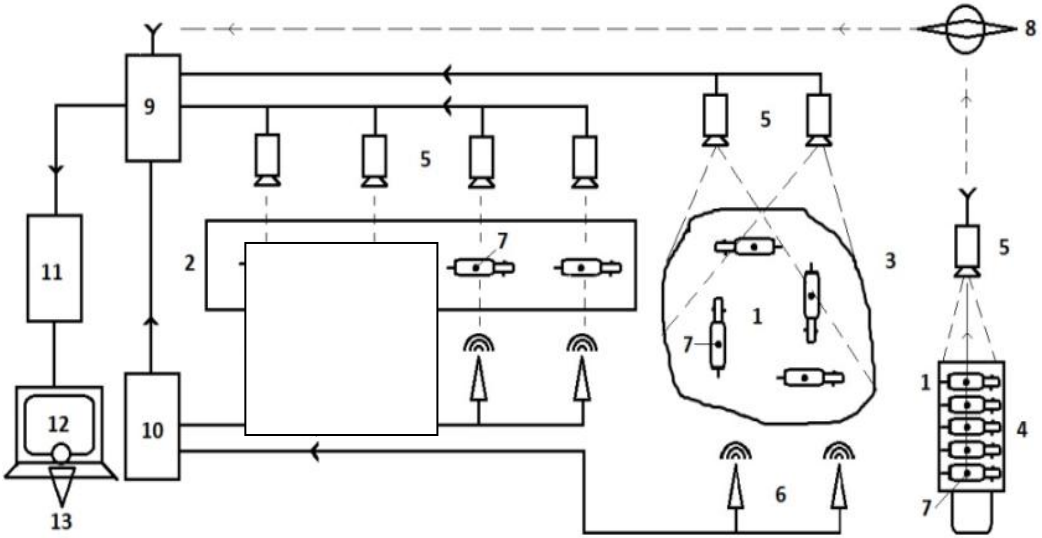


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема интеллектуальной системы позиционного видеонаблюдения поведения животных: 1 – наблюдаемые животные; 2 – животноводческая ферма; 3 – выгульная площадка или пастбище; 4 – транспортное средство; 5 – видеокамеры; 6 – точки доступа, базовые станции радиочастотной идентификации; 7 – теги, метки радиочастотной идентификации; 8 – спутниковая система глобального позиционирования; 9 – сервер подсистемы определения местоположения; 10 – сервер подсистемы видеозаписи; 11 – видеоархив; 12 – монитор; 12 – оператор.

Выводы:

1. Видеонаблюдение – наиболее перспективный способ регистрации поведенческих характеристик подвижных объектов аграрного производства.

2. Совместное использование глобального наведения, локального позиционирования и интеллектуального видеонаблюдения в аграрном производстве значительно расширит информационно-управляющие функции автоматизированных агротехнологических процессов.

3. Система видеонаблюдения повышает эффект присутствия специалиста в зонах производства, обеспечивает более пристальное внимание к состоянию интересуемого объекта и позволяет осуществлять постоянный контроль за его поведением, а следовательно, осуществлять более эффективное управление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башилов А. М., Левшин А. Г., Головко В. А. Автоматическое пилотирование и диспетчеризация мобильных агрегатов. Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина». 2011. № 2. С. 18–22.

2. Башилов А. М., Стребков Д. С., Королев В. А., Трубников В. З. Принципы построения и варианты реализации систем электроснабжения, навигации и управления движением перспективных агроагрегатов. Ползуновский вестник. 2011. № 2–2. С. 280–284.

3. Башилов А. М., Королев В. А. Видеонаблюдение и навигация в системах точного земледелия // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина». М.: МГАУ. № 3 (34), 2009, С. 7–11

4. Башилов А. М. Проект управления аграрным производством на основе систем видеомониторинга. Техника и оборудование для села. 2010. № 10. С. 46–48.

INTELLIGENT VIDEO CONTROL
IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Keywords: *video surveillance, positioning, mobile objects, animals behavior, robotic production.*

Annotation. *The article describes the original material about management improvement of objects of agricultural production based on smart mobile video surveillance system of objects, including animals, indoors, outdoors and territories.*

БАШИЛОВ АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Электротехнологии в СХП» ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина, 127550, Москва, Тимирязевская, 58, (bashilov@inbox.ru).

BASHILOV ALEKSEY MIHAYLOVICH – doctor of technical sciences, professor, head of the chair «Electric technologies in agricultural production», Moscow state university of agricultural engineering after V. P. Goryachkin, 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 58, (bashilov@inbox.ru).

УДК 361.363

А. В. БУДИЛОВ, В. Г. МОХНАТКИН, А. А. РЫЛОВ,
П. Н. СОЛОНЩИКОВ

ОБЗОР МОБИЛЬНЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ-РАЗДАТЧИКОВ ГРУБЫХ КОРМОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ФЕРМАХ

Ключевые слова: *агрегат кормоприготовительный, бункер, измельчающий орган, мобильный измельчитель-раздатчик кормов.*

Аннотация. *В данной статье рассмотрены современные мобильные измельчители-раздатчики грубых кормов, используемых на фермах.*

Измельчение грубых кормов – главное условие для наиболее полного усвоения корма животными, обусловленное зоотехническими требованиями и придающее ему необходимые технологические свойства, определяющие легкость его загрузки, выгрузки, транспортирования, дозирования, смешивания и равномерной раздачи.

Зоотехнические требования в основном относятся к степени их загрязненности, измельчения и к наличию вредных примесей. Независимо от вида кормов и их назначения они должны содержать максимальное количество питательных веществ, доступных для переваривания и усвоения животными; не содержать или содержать минимально допустимое количество вредных и ядовитых веществ, оказывающих отрицательное влияние на состояние здоровья животных; иметь привлекательный внешний вид; быть без признаков порчи; соответствовать цвету и запаху, характерным для данного корма; отличаться высокими вкусовыми качествами и хорошей поедаемостью. Соблюдение этих требований обеспечивает выполнение оптимальных условий протекания биологических и химических процессов в пищеварительном тракте животных, способствует лучшей усвояемости кормов.

Измельчение грубых кормов в животноводстве осуществляется механизировано с помощью измельчителей кормов. Так как их рабочий процесс зачастую включает сразу несколько технологических

© Будилов А. В., Мохнаткин В. Г., Рылов А. А.,
Солонщиков П. Н., 2014

операций, то такие машины получили соответствующие название: измельчитель-раздатчик, измельчитель-смеситель и т. д.

Показательными примерами могут являться следующие машины:

Измельчитель рулонов ИРК-01 (рис. 1). Уникальное оборудование позволяет загрузить, разрезать и раздать плотно спрессованный рулон из любого вида травы [8, с. 54].

Рисунок 1 – Резчик рулонов – кормораздатчик ИРК-01

Отличительные особенности: возможность загрузки рулонов массой до 850 кг; обладает полностью автономной гидросистемой; управление резчиком осуществляется дистанционно из кабины трактора [9, с. 65].

Агрегат кормоприготовительный многофункциональный АКМ-9 (рис. 2) – это универсальный прицепной измельчитель-смеситель. Приготавливает полнорационную кормосмесь из длинноволокнистого сена, соломы, силоса, комбикорма, пищевых добавок, минералов для КРС. Обеспечивает дозированную раздачу корма в кормушки животным или на кормой стол [7, с. 47].

Рисунок 2 – Миксер-кормораздатчик АКМ-9

Использование АКМ позволяет готовить корма по заданному рациону и повысить их поедаемость, полностью механизировать процесс кормления и снизить затраты на приготовление и раздачу кормов.

В качестве примера измельчителя-смесителя с горизонтальными рабочими органами можно указать на кормосмеситель «MiksMaks» (рис. 3), использующего вал с лопастями, на которых приварены ножи, что обеспечивает лучшее перемешивание кормовой смеси [7, с. 50].

Рисунок 3 – Кормосмеситель «MiksMaks»

Измельчающие ножи установлены таким образом, что достигается оптимальный по физиологическим показателям для жвачных животных размер резки (3–5 см). «MiksMaks» позволяет смешивать и раздавать любые компоненты: грубые, сочные, концентрированные, жидкие (патока) корма, а также зеленую массу.

Измельчитель Н-186 (рис. 4) предназначен для измельчения круглых рулонов соломы, сена и сенажа с максимальным размером рулона 1,2 х 1,5 м.

Рисунок 4 – Измельчитель рулонов Н-186

Рулон с уровня грунта загружается при помощи приводимой гидравлическим сервомотором задней загрузочной стенки. Ротор и режущий барабан измельчителя приводятся от вала отбора мощности трактора валом передачи мощности (540 мин$^{-1}$) через угловой редуктор и цепную передачу. Гидравлический привод загрузочной стенки, нижнего транспортера и выходного короба питаются от гидравлической системы трактора. Операции управления гидравлической системой выполняются из кабины трактора посредством рычагов трехсекционного гидравлического распределителя.

Мобильный измельчитель-раздатчик рулонированных грубых (стебельных) кормов (рис. 5) предназначен для погрузки, транспортировки, измельчения сена и соломы, заготовленных как в рулонированном виде, так и в тюках, и раздачи в кормушки животным или внесения в виде подстилки. При необходимости измельчитель может перерабатывать корма, заготовленные в рассыпном виде. Измельчитель-раздатчик способен перерабатывать и рулонированные

сенажные корма с их последующей дозированной раздачей животным [7, с. 84; 8, с. 53; 9, с.53].

Рисунок 5 – Мобильный измельчитель-раздатчик рулонированных грубых (стебельных) кормов

Предназначена для измельчения и раздачи по кормушкам сена или соломы, заготовленных в рулонах, на фермах крупного рогатого скота, а также для внесения подстилки, разбрасывания измельченных частиц в стойлах, в теплицах и т. п.

Основные принципы технологии. Горизонтальный вращающийся бункер обеспечивает стабильную подачу измельчаемого материала (сена) к молотковому ротору. Последний, также вращаясь с большой скоростью, отрывает частицы сена от монолита (рулона), измельчает их до требуемого размера и направляет в кормушки животным либо в стойло в качестве подстилки.

Сотрудниками НГИЭИ разработан смеситель, в котором использован способ ферментации кормов, позволяющий повысить качество малоценных сырьевых продуктов [5, с. 13]. Машина может работать в режиме смесителя и раздатчика. Смеситель-раздатчик входит в линию приготовления кормов, состоящую из дробилки зерна [1, с. 186; 10, с. 9; 11, с. 55], системы очистки измельчаемого материала [2, с. 37; 3, с. 79; 4, с. 26], измельчителя корнеплодов [6, с. 15; 12, с. 40] и измельчителя грубых кормов.

В настоящее время каждый производитель создает более практичный, универсальный, легкий в производстве, в эксплуатации, обслуживании и с наименьшими затратами на производство мобильный измельчитель-раздатчик грубых кормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Н. Ф., Зыкин А. А., Булатов С. Ю. Исследование влияния вихревых камер на скорость воздушного потока в дробильной камере молотковой дробилки // Вестник НГИЭИ. 2012. № 4. С. 185–196.

2. Булатов С. Ю. Результаты исследований движения воздушного потока в эжекторе малогабаритного комбикормового агрегата // Вестник НГИЭИ. 2011. № 5. С. 37–46.

3. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н. Результаты исследований рабочего процесса пневмосепаратора фуражного зерна. Система технологий и машин для животноводства на период до 2020 г. – технологические, организационно-экономические требования и методология разработки: Сборник трудов ГНУ ВНИИМЖ. Подольск. 2012. С. 78–88

4. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н. Система очистки дробилки с пневматической загрузкой материала. // Проблемы интенсификации животноводства с учетом пространственной инфраструктуры и охраны окружающей среды. Материалы Международной научно-практической конференции. Варшава–Фаленты: Институт технологических и естественных наук. 2012. С. 25–32

5. Булатов. С. Ю., Свистунов А. И. Анализ технологий получения кормов с высоким содержанием белков из малоценных сырьевых ресурсов и отходов производства // Вестник НГИЭИ. 2013. № 10. С. 3–14.

6. Булатов С. Ю., Смирнов Р. А. Анализ факторов, влияющих на рабочий процесс измельчителя корнеплодов // Вестник НГИЭИ. 2013. № 10. С. 15–23.

7. Мохнаткин В. Г., Кошурников Д. Н., Алешкин А. В. и др. Теоретические и экспериментальные исследования бункерных измельчителей стебельных кормов с молотковым ротором: монография. Киров: Вятская ГСХА. 2011. 130 с.

8. Мохнаткин В. Г., Кошурников Д. Н., Рылов А. А. Повышение эффективности функционирования бункерного измельчителя-раздатчика стебельных кормов путем оптимизации молоткового ротора: монография. Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА. 2012. 116 с.

9. Мохнаткин В. Г., Матушкин О. П., Рылов А. А., Косолапов Е. В. Разработка и исследование мобильного измельчителя-раздатчика стебельных: монография. Киров: Вятская ГСХА. 2009. 124 с.

10. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Нечаев В. Н. Зернодробилка с ротором-вентилятором // Сельский механизатор. Москва: ОАО «Кострома». 2012. № 9. С. 9.

11. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Нечаев В. Н. Исследование рабочего процесса молотковой дробилки зерна с ротором-вентилятором. Аграрная наука Евро-Северо-Востока № 1. Киров: Северо-Восточный научно-методический центр Россельхозакадемии, 2013. С. 54–59.

12. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Смирнов Р. А. Измельчитель корнеклубнеплодов // Сельский механизатор. Москва: ОАО «Кострома». 2013. № 8. С. 40–41.

REVIEW OF MOBILE SHREDDING DISTRIBUTORS OF FORAGE USED ON FARMS

Keywords: *mobile shredding distributor of forage, chopping body, bunker, food preparing unit.*

Annotation. *This article examines the current mobile shredders of forage used on farms.*

БУДИЛОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ – аспирант кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, город Киров, (alex26111990@mail.ru)

BUDILOV ALEXANDER VLADIMIROVICH – aspirant of the chair of technological and energy equipment, Vyatka State Agricultural Academy, Russia , Kirov , (alex26111990@mail.ru).

МОХНАТКИН ВИКТОР ГЕРМАНОВИЧ – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, город Киров, (mohnatkin@vgsha.info).

MOKHNATKIN VICTOR HERMANOVITCH – doctor of technical sciences , professor, head of the chair of technological and energy equipment , Vyatka State Agricultural Academy, Russia , Kirov , (mohnatkin@vgsha.info).

РЫЛОВ АЛЕКСАНДР АРКАДЬЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, город Киров (k-consultant@yandex.ru).

RILOV ALEXANDER ARKAD'EVICH – candidate of technical sciences, docent of the chair of technology and energy equipment, Vyatka State Agricultural Academy, Russia, the city of Kirov, (k-consultant@yandex.ru).

СОЛОНЩИКОВ ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ – ассистент кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, город Киров, (solon-pavel@yandex.ru).

SOLONSCHIKOV PAVEL NIKOLAEVICH – assistant of the chair of technological and energy equipment, Vyatka State Agricultural Academy, Russia , Kirov , (solon-pavel@yandex.ru).

УДК 631.371

А. В. ВИНОГРАДОВ, Б. В. ЛЕОНОВ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

***Ключевые слова**: биогаз, биогазовые установки, методика, отходы сельхозпроизводства, переработка отходов, потенциал, энергия.*

***Аннотация.** Описано применение БГУ, разработана матрица эффективности использования БГУ, разработан опросный лист для предприятий, необходимый для расчета эффективности.*

Одним из актуальных направлений переработки органических отходов сельского хозяйства является использование биогазовых установок (БГУ). Это позволяет получать сразу несколько положительных, в том числе экономических [2, с. 9–15], эффектов:

- сокращение сроков хранения отходов и, соответственно, необходимых для этой цели площадей;
- получение биоудобрений, которые сразу можно вносить на поля;
- уменьшение загрязнения окружающей среды, снижение неприятных запахов;
- улучшение плодородия почв и предотвращение их закисления, возникающего при внесении большого количества недостаточно перегнившего навоза, жома сахарной свеклы и других сельскохозяйственных отходов;
- получение тепловой и электрической энергии от БГУ.

В то же время, несмотря на ряд очевидных плюсов от применения БГУ, процесс их распространения в сельхозпредприятиях России движется очень медленно. Это связано с несовершенством законодательной и нормативной базы, дороговизной БГУ, отсутствием необходимого количества специалистов и многими другими причинами. Одной из таких причин является отсутствие полноценных методик оценки потенциала использования БГУ, позволяющих производить достоверную оценку для каждого конкретного предприятия. В своем исследовании авторы ставили своей целью разработку такой методики.

© Виноградов А. В., Леонов Б. В., 2014

Работа выполнена в рамках гранта на проведение научно-исследовательской работы «Внедрение и практическая реализация инновационных технологий преобразования отходов свиноводства, молочного и мясного животноводства и сахарного производства в энергию», выданного научно-техническим советом Орловской области [3, с. 36].

Для оценки потенциала использования БГУ выбраны соответствующие критерии. Критерии выбирались исходя из анализа литературных источников и принципов функционирования биогазовых установок. Наиболее подробно описание факторов, влияющих на реализацию биогазовых проектов, приведено в [1, с. 56; 4, с. 1–2]. В данных источ-никах достаточно подробно рассмотрены вопросы оптимизации БГУ, этапы реализации биогазовых проектов. Но для сельхозпроизводителей важно знать, насколько эффективным будет использование БГУ именно в их предприятии, какая экономия, какой доход будет получен от ее функционирования и насколько он будет равномерным как в течение одного года, так и в течение ряда лет. Анализ предлагаемых различными производителями БГУ опросных листов показывает, что достаточно полной информации по ним получить нельзя, особенно в части предполагаемого использования биогаза и равномерности его получения и использования. Следовательно, результаты расчетов от внедрения БГУ не являются достаточно убедительными.

Поэтому в работе авторами данной статьи разработана матрица (таблица) эффективности использования БГУ для переработки отходов, которая позволяет осуществлять экспресс-оценку в условиях конкретного предприятия. Разработан опросный лист для предприятий, необходимый для расчета данной таблицы эффективности. Таблица эффективности (таблица 1) – таблица, в которой содержатся все необходимые показатели и их численные значения для оценки потенциала использования БГУ в конкретном предприятии.

При составлении таблицы используется следующий алгоритм: определяются основные критерии; определяются конкретные показатели и рассчитываются их значения для предприятия; определяется общая оценка по проекту, в соответствии с приведенной ниже методикой; рассчитываются основные экономические показатели проекта; исходя из общей оценки и рассчитанных экономических показателей принимается решение о потенциале использования на данном предприятии БГУ.

Показатели для оценки потенциала использования БГУ, приведенные в таблице 1, имеют различную значимость, поэтому определять их необходимо дифференцированно по уровню влияния на выводы о потенциале.

Таблица 1 – Таблица эффективности использования отходов
молочного и мясного животноводства, сахарного производства для преобразования их в энергию

Укрупненный критерий	Показатель	Численное значение	Оценка по показателю	Оценка по критерию
Наличие сырья	1.1. Объем образования отходов, подлежащих переработке, т/сут.		Не присв.	
	1.2. Равномерность образования отходов по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	1.3. Вид отходов и эффективность образования из них биогаза, м.куб/т. и метана, м. куб. /т отхода			
	1.4. Влажность отходов, %			
	1.5. Расстояние от источника отходов до БГУ, м			
	1.6. Возможность обогащения сырья (добавка другой органики с большим выходом метана), (т/сут. доб)/(т/сут. отх.)			
	1.7. Вид обогащающей добавки и эффективность образования из нее биогаза, м.куб/т. и метана, м. куб. /т добавки			
	1.8. Влажность добавки %			
	1.9. Затраты на транспорт отходов, руб./т			
	1.10. Затраты на транспорт добавки, руб./т			
	1.11. Затраты на подготовку субстрата, руб./т субстрата			
	1.12. Исходная температура субстрата, ^{o}C			
	1.13. Вид субстрата и эффективность образования из него биогаза, м.куб/т и метана, м. куб. /т			

Продолжение таблицы 1

	1.14. Возможный объем получения биогаза, м.куб./сут (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	1.15. Равномерность получения газа по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	1.16. Возможный объем получаемых жидких биоудобрений, т/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	1.17. Равномерность получения биоудобрений по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	1.18. Возможный объем получения электроэнергии, кВт·ч/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	1.19. Равномерность получения электроэнергии по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	1.20. Возможный объем получения тепла, кВт·ч/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	1.21. Равномерность получения тепла по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	1.22. Объемы экологических выплат, руб./год (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	

Продолжение таблицы 1

	1.23. Равномерность экологических выплат, по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	1.24. Затраты на закупку компонентов субстрата и закваски, руб./год		Не присв.	
	1.25. Равномерность затрат на закупку компонентов субстрата и закваски по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
Наличие потребности в продуктах переработки или их сторонних потребителей	2.1. Собственное потребление газа предприятием, м.куб./сут (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.2. Совпадение потребления газа по месяцам по отношению к получению биогаза, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.3. Потребление газа на собственные нужды БГУ, м.куб./сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.4. Совпадение потребления газа на собственные нужды БГУ по месяцам по отношению к получению биогаза, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.5. Собственное потребление тепла предприятием, кВт·ч/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	

Продолжение таблицы 1

	2.6. Совпадение потребления тепла по месяцам по отношению к получению тепла от БГУ по месяцам, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.7. Потребление тепла на собственные нужды БГУ, кВт·ч/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.8. Совпадение потребления тепла на собственные нужды БГУ по месяцам по отношению к получению тепла от БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.9. Собственное потребление электроэнергии предприятием, кВт·ч/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.10. Совпадение потребления электроэнергии по месяцам по отношению к получению электроэнергии от БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.11. Потребление электроэнергии на собственные нужды БГУ, кВт·ч/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.12. Совпадение потребления электроэнергии на собственные нужды БГУ по месяцам по отношению к получению электроэнергии от БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.13. Собственное потребление биоудобрений, т/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	

Продолжение таблицы 1

	2.14. Совпадение потребления биоудобрений по месяцам по отношению к получению биоудобрений от БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.15. Возможные договорные объемы сбыта газа, м.куб./сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.16. Совпадение потребления газа сторонними потребителями по месяцам по отношению к получению биогаза от БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.17. Возможные договорные объемы сбыта тепла, кВт·ч/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.18. Совпадение потребления тепла сторонними потребителями по месяцам по отношению к получению тепла от БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.19. Возможные договорные объемы сбыта электроэнергии, кВт·ч/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.20. Совпадение потребления электроэнергии сторонними потребителями по месяцам по отношению к получению электроэнергии от БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
	2.21. Возможные договорные объемы сбыта биоудобрений, т/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.22. Совпадение потребления биоудобрений сторонними потребителями по месяцам по отношению к получению биоудобрений от БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			

Продолжение таблицы 1

	2.23. Потребление воды без БГУ, м.куб/ч (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.24. Потребление воды с БГУ, м.куб/ч (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	2.25. Совпадение потребления воды с БГУ по месяцам по отношению к потреблению воды без БГУ, отн. ед. (в виде таблицы по 12-ти месяцам)			
Наличие площади	3.1. Собственная площадь предприятия, га		Не присв.	
	3.2. Площадь, занятая отходами, га		Не присв.	
	3.3. Площадь, возможная для выделения под БГУ и сопутствующие нужды, га		Не присв.	
	3.4.Площадь, необходимая для БГУ и сопутствующих нужд, га		Не присв.	
	3.5. Достаточность выделяемой площади, отн. ед.			
	3.6. Площадь, освобождаемая от отходов, га		Не присв.	
Наличие кадров	4.1. Количество сотрудников предприятия, чел.		Не присв.	
	4.2. Количество необходимого персонала для обслуживания БГУ с учетом квалификации		Не присв.	
	4.3. Наличие персонала с необходимой квалификацией, который возможно выделить для эксплуатации БГУ по совместительству, %			
	4.4. Наличие персонала с необходимой квалификацией, который возможно выделить для эксплуатации БГУ на постоянной основе, %			

Продолжение таблицы 1

	4.5. Возможность привлечения недостающего персонала: да; скорее да, скорее нет; нет			
	4.6. Наличие квалифицированного персонала для подготовки документации для строительства БГУ: да; скорее да, скорее нет; нет			
	4.7. Наличие квалифицированного персонала для согласования строительства БГУ: да; скорее да, скорее нет; нет			
	4.8. Возможность найма квалифицированного персонала для подготовки документации для строительства БГУ: да; скорее да, скорее нет; нет			
	4.9. Возможность найма квалифицированного персонала для согласования строительства БГУ: да; скорее да, скорее нет; нет			
Наличие времени	5.1. Необходимое время на строительство, мес.		Не присв.	
	5.2. Наличие времени на строительство, мес.		Не присв.	
Наличие финансов	6.1. Укрупненная стоимость БГУ с сопутствующим оборудованием руб.		Не присв.	
	6.2. Укрупненные капитальные вложения в БГУ, руб.		Не присв.	
	6.3. Наличие собственных средств, которые можно вложить в БГУ, % к капитальным вложениям			
	6.4. Возможные привлеченные средства по софинансированию, % к капитальным вложениям (гранты, гос., областные дотации и т. п.)			
	6.5. Возможные кредитные средства, % к капитальным вложениям			

Продолжение таблицы 1

	6.6. Заработная плата персоналу БГУ с учетом всех отчислений, руб./год		Не присв.	
	6.7. Затраты на техобслуживание и текущий ремонт, руб./год		Не присв.	
	6.8. Аммортизационные отчисления, руб./год		Не присв.	
	6.9. Прочие затраты, руб./год		Не присв.	
	6.10. Расчетные эксплуатационные издержки на БГУ, руб/год		Не присв.	
	6.11. Приведенные затраты на БГУ, руб.		Не присв.	
	6.12. Экономия за счет замещенного газа, руб./год		Не присв.	
	6.13. Экономия за счет замещенной электроэнергии, руб/год		Не присв.	
	6.14. Экономия за счет замещенного тепла, руб./год (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	6.15. Экономия за счет замещенного объема органических и неорганических удобрений, руб./год (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	6.16. Экономия за счет уменьшения экологических выплат, руб./год (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	6.17. Доход за счет проданного газа, руб./год (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	6.18. Доход за счет проданной электроэнергии, руб./год (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	

Продолжение таблицы 1

	6.19. Экономия за счет проданного тепла, руб./год (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	6.20. Доход за счет проданного объема биоудобрений, руб/год (на месяц с наибольшим образованием отходов)		Не присв.	
	6.21. Экономия за счет использования собственных материалов при строительстве БГУ, руб.		Не присв.	
	6.22. Экономия за счет использования собственной техники при строительстве БГУ, руб.		Не присв.	
	6.23. Затраты на строительство (реконструкцию) дублирующих источников энергообеспечения		Не присв.	
	6.24. Прочий доход от использования БГУ, руб./год		Не присв.	
	6.25. Суммарный экономический эффект, руб./год		Не присв.	
	6.26. Простой срок окупаемости, лет		Не присв.	
	6.27. Дисконтированный срок окупаемости, лет.		Не присв.	

Ввиду ограниченности объема данной статьи приведем пример определения оценок для нескольких показателей. Полная методика изложена в [3, с. 65], по итогам исследований готовятся рекомендации производству и монография, где методика также будет изложена полностью.

Для определения объема образования отходов, подлежащих переработке, т/сут. получают исходные данные в форме таблицы 2.

Таблица 2 – Объем образования отходов, подлежащих переработке, т/сут. (на месяц с наибольшим образованием отходов)

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Объем образования отходов, т/сут.												

Определение равномерности образования отходов по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед. выполняют следующим образом: заполняют таблицу 3, в которой относительные значения объема образования отходов рассчитывают как отношение полученных в данном месяце отходов к максимальному месячному объему отходов. Затем, в соответствии с уровнями оценок, приведенными в таблице 4, в зависимости от среднего $\Delta ср$ и максимального $\Delta м$ отклонения объемов получения отходов определяют оценку показателю. Оценка выставляется в таблицу 1.

Таблица 3 – Равномерность образования отходов по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Относительный объем образования отходов												

Таблица 4 – Уровень оценок показателя «Равномерность образования отходов по месяцам по отношению к месяцу с наибольшим образованием отходов, отн. ед.»

Равномерность	$\Delta ср \pm 0,7$ $\Delta м \pm 1$	$\Delta ср \pm 0,5$ $\Delta м \pm 1$	$\Delta ср \pm 0,5$ $\Delta м \pm 1$	$\Delta ср \pm 0,4$ $\Delta м \pm 0,8$	$\Delta ср \pm 0,4$ $\Delta м \pm 0,7$	$\Delta ср \pm 0,3$ $\Delta м \pm 0,7$	$\Delta ср \pm 0,3$ $\Delta м \pm 0,6$	$\Delta ср \pm 0,2$ $\Delta м \pm 0,5$	$\Delta ср \pm 0,2$ $\Delta м \pm 0,4$	$\Delta ср \pm 0,1,$ $\Delta м \pm 0,3$	$\Delta ср \pm 0,1,$ $\Delta м \pm 0,2$
Оценка	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Аналогично рассчитываются другие показатели, которым присваивается оценка. По тем показателям, которые не требуют присвоения оценок, определяются и записываются численные значения. Затем по каждому критерию определяется средняя оценка как среднее арифметическое оценок показателей, входящих в данный укрупненный показатель. Производится, с использованием известных методов, оценка технико-экономических показателей проекта. Укрупненную стоимость БГУ лучше принимать из конкретных коммер-ческих предложений производителей БГУ, сделанных данному предприятию. Исходя из анализа полученной оценки и технико-эконо-мических показателей определяется рациональность использования БГУ на данном предприятии. В связи с высокой стоимостью БГУ на данный момент очень редкие предприятия способны полностью за свой счет внедрить БГУ, поэтому необходимы меры по поддержке наиболее перспективных предприятий, то есть по государственному софинансированию или привлечению инвесторов в биогазовые проекты данных предприятий. В этом случае необходимо выбрать предприятия с наибольшим потенциалом использования БГУ.

В масштабах региона, федерального округа или страны методика определения наиболее перспективных предприятий заключается в последовательном выполнении следующих действий:

1. Разрабатываются рекомендации для производства, содержащие методику оценки потенциала применения БГУ, и распространяются исследуемым предприятиям. Так же предоставляется опросный лист для сбора исходных данных.

2. Пользуясь рекомендациями, заинтересованные предприятия выполняют расчет потенциала использования БГУ на своей базе самостоятельно или пользуясь консультациями разработчиков рекомендаций и соответствующих служб региона (ФО, страны), инвесторами. На данном этапе выявляются заинтересованные предприятия. Наличие заинтересованности – один из ключевых критериев отбора перспективных предприятий.

3. Инвесторами (службами региона, ФО, страны) выполняется анализ результатов расчета потенциала предприятий и сравнение разных предприятий между собой. Сравниваются итоговые оценки потенциала использования БГУ представленных предприятий. Приоритет должен отдаваться проектам с наивысшей итоговой оценкой, желательно с оценкой более 7. Так же, наряду с оценкой, должен быть учтен срок окупаемости проекта. Приоритет по этому показателю отдается проектам с меньшим сроком окупаемости, желательно, чтобы он составлял менее 7 лет.

4. В случае, если оценка одного предприятия выше, чем у другого, но срок окупаемости заметно больше (на год и более), приоритет отдается предприятию с меньшим сроком окупаемости после экспертизы объективности расчета срока окупаемости.

5. В случае, если разница в сроках окупаемости составляет менее года, то предпочтение отдается предприятию с лучшей итоговой оценкой.

6. Разрабатываются меры поддержки (выделение гранта, софинансирование, подготовка документации и т. п.) предприятий, выбранных как наиболее перспективные с позиции внедрения БГУ.

7. Осуществляется поддержка предприятий, выбранных как наиболее перспективные с позиции внедрения БГУ.

Разработанная методика оценки потенциала использования БГУ в конкретных предприятиях позволяет учесть максимальное число влияющих на потенциал внедрения БГУ факторов.

Необходимость тщательного расчета потенциала согласно показателям, изложенным в приведенной методике, обоснована следующим:

1) расчет по объему образования отходов, без учета равномерности их образования, а также равномерности и объемов использования продуктов переработки, приводит к неверно определенным срокам окупаемости, технико-экономическим показателям и не позволяет судить об эффективности применения БГУ в данном конкретном хозяйстве. Разработанная и представленная методика устраняет эту ошибку;

2) представленная методика позволяет так же на разных уровнях выбрать наиболее перспективные предприятия для осуществления биогазовых проектов и исходя из этого разработать мероприятия, определить необходимые объемы и способы финансовой поддержки реализации данных проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амерханов Р. А., Богдан А. В., Вербицкая С. В., Гарькавый К. А. Проектирование систем энергообеспечения: учебник для студентов вузов по направлению «Агроинженерия» / Под ред. Р. А. Амерханова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 2010. 548 с.

2. 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. Вестник НГИЭИ. 2013. № 6. С. 9–15

3. Отчет по научно-исследовательской работе «Внедрение и практическая реализация инновационных технологий преобразования отходов свиноводства, молочного и мясного животноводства и сахарного производства в энергию», выданный научно-техническим советом Орловской области. Исполнители: д.б.н., проф. Павловская Н. Е., к.т.н., доц. Виноградов А. В., к.т.н., с.н.с. Уваров А. В., магистрант Леонов Б. В., аспирант Шалимов В. Л., аспирант Лушников А. В. РУКОПИСЬ. Орел ГАУ, 2013 г, 160 с.

4. Руководство по биогазу: от получения до использования. Издано Агентством по возобновляемым ресурсам (FNR). Издатель: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). 5-е полностью переработанное издание, Гюльцов, 2010 г., 236 с.

METHODS OF ASSESSMENT OF POTENTIAL OF BIOGAS PLANTS USING FOR REPROCESSING OF WASTE IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

Keywords: *biogas plants, waste of agricultural production, wastereprocessing, energy, biogas, methodology, potential.*

Annotation: *The article describes the use of the biogas plants as well as presents the developed matrix of efficiency of biogas plants use, there is also a questionnaire for companies required to calculate the efficiency*

ВИНОГРАДОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение» Орловского государственного аграрного университета, (winaleksandr@rambler.ru).

VINOGRADOV ALEXANDER VLADIMIROVICH – candidate of technical science, docent, head of the chair «Power supply», Oryol state agrarian university, Russia, Oryel, (winaleksandr@rambler.ru).

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

LEONOV BORIS VLADIMIROVICH – master of the chair «Power supply», Oryol state agrarian university, Russia, Oryol, (boris-leonov12@yandex.ru).

УДК 631.36

Д. Ю. ДАНИЛОВ, Н. В. ОБОЛЕНСКИЙ

ОТ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПРОМЫШЛЕННОМУ ОБРАЗЦУ

Ключевые слова: *сушка зерна, полезная модель, промышленный образец, устройство,*

Аннотация. *Рассматриваются важные показатели, включающие существенные признаки промышленного образца «Устройство для исследования процесса сушки зерна», обуславливающие особенности его внешнего вида.*

Устройство для исследования процесса сушки зерна (в дальнейшем тексте «устройство») должно обеспечивать такие режимы работы, при которых достигается наибольшая производительность, минимальные энерго- и трудозатраты. При этом необходимым условием является соблюдение технологических и экологических требований, требований по безопасности работы и др.

Для обеспечения заданного режима работы, эксплуатационных и технологических требований сушки зерна, «устройство» снабжено: узлом загрузки, генератором теплоты, теплоотдающими элементами (ТЭН), узлами отвода образовавшейся влаги и подвода сухого воздуха, узлами выгрузки, управления и контроля режимами тепловой обработки.

Для нормального протекания процесса тепловой обработки (прогрева, сушки, прокаливания и т. д.) необходимо выполнение ряда условий: равномерный подвод теплоты ко всей площади слоя зерна, подвергающегося тепловой обработке; постоянный отвод образующейся на поверхности зерна влаги (т. е. постоянный подвод сухого и отвод влажного воздуха) [2, с. 54].

Биологические особенности зерна определяют его максимальную температуру нагрева и максимальный влагосъём [1, с. 67]. Выполнение этих требований (условий) напрямую связано с параметрами установки: в первую очередь с параметрами теплоотдающих элементов, которые определенным образом характеризуют источник теплоты и определяют его режимы работы: температуру, потребляемую мощность и другие; характером распределения температуры по объему зернового слоя, толщиной зернового слоя, расходом агента сушки и т. д. Помимо этого на

© Данилов Д. Ю., Оболенский Н. В., 2014

процесс сушки влияют также состояние окружающей среды: температура и влажность.

Процесс сушки определяется большой совокупностью разнообразных факторов, каждый из которых прямо или косвенно влияет на эффективность работы зерносушилки в целом. Для облегчения и сокращения затрат на проведение исследований процесса тепловой обработки (сушки) зерна целесообразна замена реальной зерносушилки ее моделью, отражающей отдельные явления изучаемого процесса сушки. Процесс моделирования включает сравнение нашего ожидания с показаниями модели.

На рис. 1 показана схема [3, с. 1–3], а на рис. 2 – промышленный образец устройства для сушки зерна.

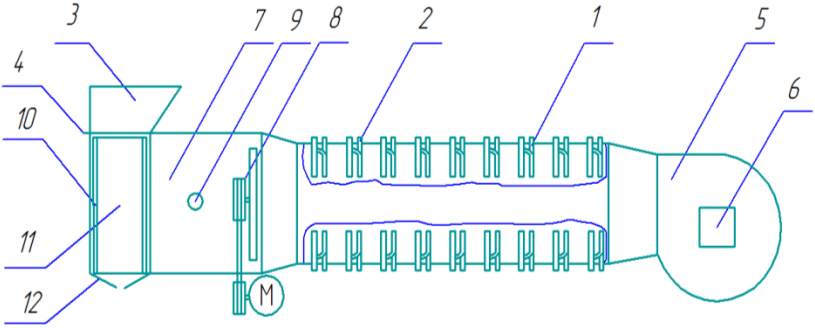


Рисунок 1 – Схема устройства для сушки зерна

Рисунок 2 – Промышленный образец устройства для исследования процесса сушки зерна

Промышленный образец устройства для сушки зерна характеризуется:

- выполнением в виде горизонтально ориентированной конструкции, включающей теплогенератор, воздуховод с загрузочным бункером, кассету, кожух вентилятора, щит управления и опорные элементы;

- последовательным расположением воздуховода с загрузочным бункером, теплогенератора с кожухом вентилятора, сопряженных между собой;

- выполнением воздуховода в виде параллелепипеда, сужающегося в сторону теплогенератора;

- выполнением загрузочного бункера в виде усеченной сужающейся вниз пирамиды, расположенного с верхней стороны воздуховода;

- наличием на боковых сторонах воздуховода термодатчиков и стрелочных индикаторов;

- расположением кассеты внутри воздуховода с торцевой стороны под загрузочным бункером;

- выполнением теплогенератора в виде уплощенного параллелепипеда, который соединён с кожухом вентилятора переходным элементом в виде усеченной пирамиды;

- выполнением кожуха вентилятора на основе уплощенного цилиндра;

- расположением опорных элементов под концами конструкции, при этом щит управления расположен на опорном элементе со стороны кожуха вентилятора [4, с. 2].

Устройство содержит: теплогенератор 1, в котором установлены ТЭН 2, преобразующие электрическую энергию в тепловую; загрузочный бункер 3 с заслонкой 4; вентилятор 5 с заслонкой 6, воздуховод 7 с расположенными в нём турбулизатором 8, термодатчиками 9, вырезом 10 для установки кассеты 11 и раскрывающиеся створки 12 для разгрузки кассеты 11 и выгрузки просушенного зерна. Устройство оснащено щитом управления с электросчетчиком, вольтметром, амперметром и ваттметром. Кассета 11, представляющая собой металлический короб, у которого передняя и задняя стенки выполнены в виде сетки, вверху расположено загрузочное, а внизу – разгрузочное отверстия. Толщина зернового слоя в кассете – 150 мм. В кассете предусмотрена также возможность установки одной или двух перегородок, в результате чего варьируется толщина слоя зерна: 50, 100 и 150 мм. Заслонка, установленная в кожухе вентилятора, позволяет изменять расход

воздуха. Температура нагретого воздуха контролируется с помощью термодатчиков, установленных перед кассетой с зерном.

Устройство позволяет исследовать электропотребление при тепловой обработке зерна в двух режимах: в неподвижном и подвижном слоях зерна. В первом случае установка работает следующим образом. Отмеряют количество зерна, равное объёму кассеты, взвешивают и засыпают в загрузочный бункер 3, открывают заслонку 4 и заполняют кассету 11. Включают под напряжение ТЭН 2 и вентилятор 5. Нагнетаемый вентилятором воздух турбулизуется и прокачивается через слой зерна, находящегося в кассете. Регулировка расхода воздуха осуществляется заслонкой 6. Контактируя с нагретым воздухом, зерно нагревается и теряет излишки влаги. Спустя определенное время (экспозиция сушки) открывают створки 12, подсушенное зерно самотёком высыпается из кассеты и взвешивается. В процессе сушки замеряется её время и мощность, потреблённая теплогенератором и вентилятором. Для создания подвижного режима сушки слоя приоткрывают створки 12 и зерно начинает истекать из кассеты в процессе сушки. Осуществляются те же замеры: потребляемой мощности с помощью ваттметра, а также с помощью амперметра и вольтметра; времени нагрева воздуха до заданной температуры с помощью термодатчиков и секундомера; экспозиции сушки в неподвижном режиме с помощью секундомера; времени истечения зерна через кассету в подвижном режиме также с помощью секундомера; расход электроэнергии на нагрев воздуха до заданной температуры и его прокачку с помощью электросчетчика.

Основные назначения «устройства»:

1) исследование процесса сушки зерна с целью повышения его эффективности;

2) выявление степени влияния конструкционно-режимных параметров (температуры сушильного агента, времени сушки, скорости воздушного потока, толщины слоя зерна) на удельные энергозатраты при сушке зерна и его качество;

3) сушка небольших объёмов зерна в фермерских хозяйствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев А. П. Зерносушение. Учебное пособие. Самара. 2004. 144 с.

2. Малин Н. И. Энергосберегающая сушка зерна. М.: КолосС. 2004. 240 с.

3. Патент на полезную модель № 115164 РФ. Устройство для исследования процесса сушки зерна [Текст] / Н. В. Оболенский, Д. Ю. Данилов РФ. 4 с: ил.1. Опубл. 27. 04. 2012. Бюлл. № 12. С. 1–3

4. Патент на промышленный образец № 86021 РФ. Устройство для исследования процесса сушки зерна [Текст] / Н. В. Оболенский, Д. Ю. Данилов (РФ)/. 4 с: ил.1. Опубл. 16.08. 2012. Бюлл. № 8. 2 с.

FROM UTILITY MODEL TO INDUSTRIAL SAMPLE

Keywords: *device, grain drying, utility model, industrial sample.*

Annotation. *Article considers essential features including the essential features of industrial sample «Device for studying the process of grain drying» serving peculiarities of its appearance.*

ДАНИЛОВ ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры основ сельского хозяйства, химии и экологии, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (danilovdy@mail.ru).

DANILOV DMITRY URIEVICH – candidate of technical sciences, docent of the chair of «bases of agriculture, chemistry and ecology, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute, Russian, Knyaginino, (danilovdy@mail.ru).

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

OBOLENSKY NIKOLAY VASILYEVICH – vice dean of science, Doctor of Technical Sciences, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute, Russian, Knyaginino, (obolenskinv@mail.ru).

УДК 631.147

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

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Ключевые слова: *гуминовые удобрения, микробиоло-гические технологии, минерализация, органическое вещество, поток, торф, электрогидравлическая технология, no-till.*

Аннотация. *В статье изложено краткое описание различных технологий производства гуминовых удобрений на основе торфа. Анализ различных технологий позволяет определить самый эффективный способ производства биоудобрения для применения в сельском хозяйстве при технологии no-till (электрогидравлическая технология). Предлагаемая технология может быть использована, где необходимо эффективное измельчение (до микро- и нано-размеров частиц), диспергация и прочее.*

Учитывая объемы запасов торфа и его доступность, нет достойной альтернативы торфу для крупномасштабного улучшения агротехнических свойств почв.

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. Дело в том, что органические вещества торфа состоят из гуминовых и фульвовых 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.

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

© Денисюк Е. А., Митрофанов Р. А., Кузнецова И. А., 2014

легкодоступною 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.

Биохимические и микробиологические технологии активации торфа

Биохимические технологии в настоящее время являются самыми распространенными. В основном биохимические технологии основаны на щелочной экстракции гуминовых веществ из почвы с последующей очисткой. Например, способ приготовления жидких кормов и установка для его осуществления: патент РФ 2316227, A23K1/00, A23N17/00 от 21.04.2006, в котором приготовление гуминовых кислот и гуматов из торфа или бурого угля осуществляют путем кавитационного диспергирования торфа или бурого угля в водном растворе щелочей до полного выхода гуминовых кислот с последующим получением гуматов.

Учёные Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа для решения задач снижения дозы применения торфа как органического удобрения, сохранения плодородия почвы, повышения валового сбора картофеля и пшеницы разработали состав микробного инокулята и способ микробиологической активации органического вещества торфа.

Доказано, что использование нативной ассоциации микроорганизмов, адаптированной на торфе, обеспечивает мягкое протекание микробиологических процессов минерализации и трансформации органического вещества торфа, обогащает его элементами питания и биологически активными веществами. Высокая биологическая активность торфа достигается при внесении 5–20 % микробного инокулята.

Минерализация азотсодержащего органического вещества торфа сопровождается повышением содержания аммонийного азота в 1,4–2,3 раза. Процессы идут настолько активно, что активация азота торфа составляет 8 % от валового его содержания.

Высокая активность использованной нативной микрофлоры обеспечивает интенсивную трансформацию органического вещества торфа, в результате которой наблюдается разрушение лигнина до 8,1 % – 27,7 % и легкогидролизуемого органического вещества (на 18 %). Кроме того, нативная микрофлора участвует в синтетических процессах, за счет которых повышается содержание негидролизуемого остатка до 31,7 %,

аминокислот в 1,2–5 раз, водорастворимого органического вещества в 4–8 раз.

Показано, что дозы 5 и 10 т/га органического удобрения ускоряют минерализацию азотсодержащего органического вещества в почве и мобилизацию азота в нитратной форме до 84 % от доли легкогидролизуемого азота. Дозы 25 и 50 т/га уравновешивают процессы минерализации и иммобилизации азота.

Выявлено, что доза 5 т/га нового торфяного удобрения существенно усиливает минерализацию органического вещества почвы: потери углерода органического вещества удобрения составляют 0,98 %, потери гумуса почвы – 1,1 %. Дозы 10, 25 и 50 т/га обогащают почву органическим веществом внесенного удобрения соответственно на 0,08, 0,19, 0,38 % и увеличивают содержание гумуса в почве соответственно на 0,39, 0,22 % и более, то есть способствуют синтезу гуминоподобных веществ.

Установлено повышение биологической активности почвы по изменению численности микрофлоры. Численность аммонификаторов превышает контроль в 6–7,8 раза; в составе аммонификаторов преобладают бактериальные формы, участвующие в разложении подвижных форм органического вещества; численность денитрификаторов увеличивается в 5,8–33 раза; целлюлозоразрушающие микроорганизмы при внесении органического удобрения в дозе 5т/га на 100 % представлены грибами, основная функция которых разложение целлюлозы; при дозе 10 т/га 65 % составляют миксобактерии, результатом жизнедеятельности которых является синтез гуминовых веществ; доза удобрения 25 т/га вызывает развитие не только миксобактерий, но и актиномицетов, содержание которых достигает 37 %, что предполагает наличие процессов глубокой трансформации органического вещества торфа.

Выявлены физиологические группы микроорганизмов, участвующие в процессах разложения трудногидролизуемого органического вещества торфа – бактерии, грибы, актиномицеты, которые наиболее активны в соотношении: бактерии: актиномицеты: грибы = 40: 50 : 10.

Высокая эффективность применения нового органического удобрения подтверждается следующими показателями: увеличением высоты растений яровой пшеницы на 28 %, ее сырой и сухой зеленой массы на 83–84 % относительно контроля; максимальной прибавкой урожая картофеля (до 39 %) при дозе 25 т/га; существенными изменениями в структуре урожая картофеля: увеличением общей продуктивности до 39 %, продуктивности товарного картофеля до 40 %, доли крупных клубней в структуре урожая до 23 % относительно контроля; улучшением качества клубней картофеля: снижением

содержания нитратов до 31 %; увеличением содержания крахмала до 3,3 %, сухого вещества до 0,7 % и до 19 % витамина «С». Применение нового органического удобрения на основе микробиологической активации низинного торфа сокращает применяемые в качестве органического удобрения дозы торфа до 10–20 т/га, обогащает почву биологически активными веществами, активизирует почвенную микрофлору, сохраняет уровень гумуса в почве, увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур, повышает экономическую эффективность применения торфа в качестве органического удобрения.

В монографии «Органическое вещество торфа. Микробиологическая активация торфа как основа создания нового вида органического удобрения» Касимовой Л. В., к.х.н., заведующей лабораторией биологически активных веществ, и Порываевой О. В., к.с.-х.н., с.н.с. ГНУ СибНИСХиТ РАСХН [8, с. 142–164], рассмотрены свойства торфов Томской области, являющихся сырьем для получения из них органических удобрений. Представлены оригинальные методологии получения микробных инокулятов (биозаквасок) на основе торфа, органических удобрений, микробиологической активации органического вещества торфа. Приведены данные по агрохимическим свойствам, биологической активности и эффективности применения нового вида органического удобрения: микробиологически активированного торфа (биоудобрения).

Биохимически активированные торфа являются новыми органическими удобрениями на основе торфа. В СибНИСХиТ разработано также органическое удобрение на основе биохимической активации торфа мочевиной в присутствии биокатализатора в мезофильном температурном режиме (15–25 С).

Торфяное удобрение состава «ТУ-1,5М»:

Активация торфа обогащает торф аммонийным азотом до 1,1–1,3 % на а.с.в., водорастворимыми органическими веществами до 0,88 %, в том числе биологически активными гуминовыми кислотами до 0,15 % в экстракте. В составе удобрения содержатся 21,1 % фульвокислот, 3,4 % целлюлозы, 10,7 % лигнина, а также 0,22–0,26мг/кг метионина, изолейцина, аргинина, 0,34–0.48 мг/кг серина, глицина, аланина, валина, тирозина, лизина, 0,53–0,57мг/кг, глутамина, гистидина, 0,66–0,75 мг/кг лейцина, треонина, 1,11 мг/кг аспарагина. Реакция среды – нейтральная или слабощелочная 6,5–8,5.

Стимулятор роста растений «Оксидат»:

Получен методом щелочного гидролиза торфа в присутствии окислителя, представляет собой экстракт темно-коричневого цвета. Стимулятор роста растений «Оксидат» содержит гуминовые, карбоно-

вые и незаменимые аминокислоты, а также азот, фосфор, кальций, железо, микроэлементы (медь, цинк, марганец), витамины группы А, В1, В2, В5, В6, В12, С, Е.

Удобрение гуминовое из торфа «Гумостим»:

Удобрение представляет собой темно-коричневую жидкость, хорошо растворимую в воде. Содержит гуминовые кислоты, аминокислоты, карбоновые кислоты, макроэлементы (азот, фосфор, кальций, железо), микроэлементы (медь, цинк, марганец), витамины групп А, В, витамины С, Е. «Гумостим» изготовлен по технологии СибНИСХиТ методом гидролиза торфа перекисью водорода и аммиаком на основе торфов Томской области. Аналогами продукции являются гуминовые стимуляторы роста растений из торфа или бурого угля (гуматы натрия): жидкие и твердые, полученные механоактивацией твердых смесей торфа или угля со щелочными реагентами: натриевой или калиевой щелочью, содой. «Гумостим» по сравнению с гуматом натрия имеет более высокую физиологическую активность (30–60 и 10–15 % соответственно) и высокое содержание гуминовых кислот в концентрате (4–4,5 и 1–2 % соответственно), значительно более низкую эффективную концентрацию гуминовых кислот в рабочем растворе (0,001 и 0,01–0,05 % соответственно). У Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа имеется техническая документация для производства «Гумостима» (ТУ, технологический регламент), опытное производство объемом 15 т. в год, разрешительные документы на использование в РФ (Свидетельство о государственной регистрации гуминового удобрения из торфа Гумостим № 2167 от 03.03.2011. Автор разработки: Касимова Л. В., кандидат химических наук [7, с. 1–3]).

Торфяное удобрение ТОГУФ:

ТОГУФ является новым органоминеральным удобрением на основе торфа. Введение в торф минеральных удобрений обеспечивает растения необходимыми элементами питания. Использование отхода производства гуминового препарата, обогащенного азотом, гуминовыми кислотами, аминокислотами, витаминами, микроэлементами повышает эффективность применения органоминерального удобрения. Разработка способа получения и применения органоминерального удобрения ТОГУФ – одно из перспективных направлений утилизации отхода производства гуминового препарата из торфа «Гумостим», осуществляемого в СибНИСХиТ. Органоминеральное удобрение содержит торф, азотные, фосфорные и калийные минеральные соли, преимущественно мочевину, суперфосфат, соль калия и остаток от гидролиза торфа перекисью водорода и аммиаком, являющихся отходом производства стимулятора роста растений. Органоминеральное

удобрение обладает высокой биологической активностью, что повышает урожайность сельскохозяйственных культур при его использовании. Эффективность применения удобрения изучена в полевых опытах зернового севооборота на серой оподзоленной почве стационара института «Лучаново» по урожайности яровой пшеницы в год действия и по урожайности ячменя в первом последействии удобрений. Учитывая низкую дозу применяемого нового удобрения из торфа, по сравнению со стандартными органическими удобрениями, можно считать его более эффективным, чем традиционно используемые торфо-навозная смесь, навоз. При расчете экономической эффективности применения ТОГУФ в севообороте стоимость 1 т. удобрения ТОГУФ и биогумуса составляла соответственно 800 и 1000 руб. Она складывается из стоимости исходного сырья – торфа, навоза и дополнительных затрат на их активирование или переработку. Использование ТОГУФ в качестве органического удобрения на серой оподзоленной почве без минерального фона в дозе 1,64 т/га: экономический эффект составил 1 688 руб. на 1 га пашни. Окупаемость затрат на приобретение ТОГУФ: 1,29 руб./руб. (Авторы изобретения: Бурмистрова Т. И., кандидат химических наук, Алексеева Т. П., кандидат химических наук, Терещенко Н. Н., доктор биологических наук, Сысоева Л. Н., Трунова Н. М. Патентообладатель: Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа СО Россельхозакадемии [10, с. 1–3.]).

Средство для защиты растений от грибных заболеваний:

Препарат для защиты растений от грибных заболеваний изготовлен из верхового слаборазложившегося торфа, содержит в своем составе микроэлементы. Препарат проявляет свойства иммуномодулятора, обладает антисептическими свойствами, что обеспечивает снижение заболеваемости растений, способствует повышению урожайности зерновых культур и картофеля на 20–30 %. (Патент РФ, 2002. Патентообладатель – ГНУ СИБНИИСХиТ СО Россельхозакадемии. Авторы разработки: Бурмистрова Т. И., кандидат химических наук, Сысоева Л. Н., к.х.н., Терещенко Н. Н., д.б.н., Трунова Н. М. [9, с. 1–3]).

Ультразвуковое кавитационное диспергирование торфа как высокотехнологичная альтернатива химическому способу активации

Применяя щелочную экстракцию торфа, добиваются доступности ряда веществ питанию растения. Однако химический способ выделения гуминовых веществ не достаточно эффективен. Так, например, содержание суммы фульвовых и гуминовых кислот в препарате Эдагум СМ, произведенного с применением химического (микробиологического) способа активации, составляет всего лишь 2,5 %. Кроме

этого разрушается природная структура гуминовых препаратов, полученных химической экстракцией. Поэтому актуальна задача разработки эффективных технологий переработки торфа, в которых органические вещества становятся водорастворимыми и содержат большие дозы фульвовых и гуминовых кислот.

В технологии производства гуминовых препаратов (торфогелей), где не используется щелочная экстракция, успешно могут быть применены так называемые кавитационные диспергаторы.

Использование кавитации в технологиях получения гуминовых препаратов дает возможность достижения их высокой физиологической активности, большого выхода водорастворимых органических веществ, протекания реакций гидротермального синтеза. В кавитаторе синхронно идут процессы диспергации, экстракции, растворения, дезинтеграции клеточных структур, деструкция целлюлозы. Физиологическая активность гуминовых препаратов с неупорядоченными полимерными структурами гуминовых кислот и их солей, получаемых с использованием кавитации, увеличивается, поскольку чем мельче неупорядоченная полимерная структура таких веществ с условным понятием молекулярной массы, тем эффективнее усваивается мембранами клеточной структуры растений.

Для обработки водо-торфяного потока разработано устройство интенсификации тепломассоэнергообмена, состоящее из одной и более камер, в которых обрабатываемый в потоках продукт диспергируется, эмульгируется и другое, за счет волновой энергии большой интенсивности газоструйных генераторов. Устройство и способ зарегистрированы: патент РФ № 2392046 от 25.01.2008 – «Устройство деструкции углеводородов», заявка на патент РФ № 2010148726 от 29.11.2010 – «Способ акустической обработки многофазного продукта и устройство для его осуществления» [11, с. 1–3].

Разработан способ акустического воздействия на поток многофазного продукта, в котором:

- создается интенсивность волновой энергии (более 10 Вт/см^2) достаточная для достижения деструкции дисперсно-агрегатного состояния продукта и необходимого преобразования химических связей;

- используется акустическая кавитация в вихревом или струйном потоке, за счет энергии газоструйных генераторов;

- используется тепломассоэнергообменный процесс потока для проведения преобразований продукта.

Между жидкой фазой потока и газовой, особенно при вихревом движении, создается большая площадь соприкосновения, увеличива-

ющаяся в процессе взаимодействия за счет диспергирования в возникающих сверхдавлениях волнового кластерного процесса кавита-ции. Твердая фаза продукта так же за счет сверхдавлений подвергается диспергированию и различным преобразованиям исходного вещества. При обработке вихревого водно-торфяного потока, активированного выходным воздушным или паровым потоком газоструйного генератора с интенсивностью ультразвука более 10 Вт/см2, получается ценное вещество с большим содержанием фульвовых и гуминовых кислот (более 65 % в сухом веществе), а также другие органические и минеральные компоненты, доступные для питания растений.

Основной задачей разработки устройства обработки многофазного продукта является достижение максимальной интенсивности ультразвука в рабочих камерах, достаточной для деструкции обрабатываемого продукта.

Поставленная задача решается с помощью тепломассоэнергообменного процесса методом акустического резонансного возбуждения одного или нескольких потоков, создаваемых в струйных камерах или вихревых трубах. Газовый ввод или ввод пара, составляющей смеси обрабатываемого продукта, выполнен в виде газоструйных генераторов. Предлагаемый способ ввода газовой составляющей за счет большой акустической мощности газоструйных генераторов приводит к интенсивной акустической кавитации жидкой составляющей продукта. В газовой и жидкой фазах продукта возникают пульсирующие сверх давления, приводящие к диспергированию, эмульгированию и другим физико-химическим процессам. За счет большой площади соприкосновения акустической волны газового потока с жидкой и твердой компонентами обрабатываемого продукта возможна передача энергии большой интенсивности, что не возможно при передаче энергии от твердой поверхности генераторов (пьезокерамика, магнитострикторы) в жидкий продукт. Основной проблемой передачи волновой энергии большой интенсивности (10 Вт/см^2 и более) от излучающей поверхности в жидкость является эффект появления «кавитационного облака» на границе сред, препятствующего передачи энергии. Поэтому необходим способ передачи в жидкость и дисперсный твердый продукт энергии большой интенсивности, что осуществляется в предлагаемом способе с помощью газоструйных генераторов.

Сложной задачей, которая решается при проектировании многокамерных реакторов, является синхронизация нескольких волновых процессов в рабочих камерах.

Большую производительность можно получить только в многокамерных реакторах. С помощью описанных процессов и реакторов с интенсивностью ультразвука в рабочих камерах 50 вт/см^2 при обработке срединного торфа получено вещество – ультрадисперсная эмульсия торфа (УДЭТ) – ультрагумат. Растворимого органического вещества в ультрагумате 87 %, математическое ожидание распределения дисперсности – 1 мкм.

В установке для получения ультрагумата торф подается в открытую камеру, расположенную в емкости, из которой водо-торфяная смесь подается насосом в реактор. Ультразвук в реакторе генерируется газоструйными генераторами, работающими от воздуха, который подается компрессором. Выход реактора направляется в приемную трубу, где происходит разделение жидкого продукта и воздуха. В начале емкость частично заполняется водой. Затем, в процессе работы, происходит сгущение ультрагумата до требуемой консистенции. Большая производительность промышленной установки строится по проточной схеме с непрерывными процессами смешения и обработки водо-торфяного потока в реакторе.

Полученный в установке ультрагумат может применяться в качестве регуляторов роста и удобрения при обработке семян, корневой и внекорневой подкормке растений, в системах капельного орошения, а также как кормовая биодобавка в животноводстве. Подсушенный ультрагумат, а также исходное вещество могут быть в виде гранул или порошка. Гранулированный ультрагумат целесообразно использовать при корневой подкормке, поскольку большое содержание фульвовых кислот в ультрагумате способствует их быстрому вымыванию.

Ультрагумат имеет высокую биологическую активность и может применяться не только в растениеводстве и животноводстве, но и в медицине. При применении ультразвуковой технологии обработки торфа при интенсивности более 10 Вт/см^2 недоступный для усвоения растениями торф становится в виде ультрагумата усваиваемым растениями веществом, эффективным удобрением и регулятором роста. Комбинированное органо-минеральное удобрение наиболее эффективно в растениеводстве и его применение способствует восстановлению гумусового слоя почвы.

Электрогидравлические устройства для производства торфяной пульпы и обогащения торфа

По простоте исполнения, дешевизне и эффективности особо отличается электрогидравлическая технология обработки торфа (в настоящее время не заслуженно 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 [12, с. 25].

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 [1, с. 1–3].

Дополнительный формирующий воздушный промежуток позволяет накапливать заданное количество энергии с импульсной подачей ее на основной промежуток, 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, поз-

волившим перейти к напряжениям много большим, чем напряжение пробоя рабочего промежутка в жидкости [13, с. 249–270].

Таким образом, для создания электрогидравлических ударов была предложена схема, 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 – $U > 50$ кВ; $C < 0{,}1$ мкФ;

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

мягкий – $U < 20$ кВ; $C > 1{,}0$ 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 [2,4,5].

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 опреде-

ляемом 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. 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 используется для нанесения на поверхность торфа для предохранения его от выдувания [6].

Электрогидравлически обработанный торф может быть использован в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения, например для замены части минеральных удобрений, используемых при применении беспахотной технологии no-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» [3].

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 темпе-

ратурах 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, продолжаются 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.

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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство № 105011 (СССР), «Способ получения высоких и сверхвысоких давлений» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 416898 от 15.04.1950. Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1957 год, № 1. С. 1–3.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

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 № 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.

7. Гуминовое удобрение из торфа Гумостим – свидетельство о государственной регистрации гуминового удобрения из торфа Гумостим № 2167 от 03.03.2011, / Касимова Л. В. С. 1–3.

8. Касимова Л. В., Порываева О. В. Органическое вещество торфа. Микробиологическая активация торфа как основа создания нового вида органического удобрения: монография. ГНУ СибНИСХиТ Российской академии сельскохозяйственных наук. 294 с.

9. Патент на средство для защиты растений от грибных заболеваний, 2002 Патентообладатель ГНУ СИБНИИСХиТ СО Россельхозакадемии. Авторы: Бурмистрова Т. И., кандидат химических наук, Сысоева Л. Н., к.х.н., Терещенко Н. Н., д.б.н., Трунова Н. М. С. 1–3.

10. Патент на Удобрение ТОГУФ – авторы изобретения: Бурмистрова Т. И., кандидат химических наук, Алексеева Т. П., кандидат химических наук, Терещенко Н. Н., доктор биологических наук, Сысоева Л. Н., Трунова Н. М. Патентообладатель: Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа СО Россельхозакадемии. С. 1–3.

11. Устройство и способ: патент РФ № 2392046 от 25.01.2008 – «Устройство деструкции углеводородов», заявка на патент РФ № 2010148726 от 29.11.2010 – «Способ акустической обработки многофазного продукта и устройство для его осуществления». С. 1–3.

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

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

TECHNOLOGY OF OBTAINING OF HUMIC SUBSTANCES

Keywords*: humic fertilizers, peat, no-till technology, electro-hydraulic technology, salinity, flow, microbiological techniques, organic matter.*

Annotation*: The article presents a brief description of different technologies of production of humic fertilizers on the basis of peat. Analysis of different technologies allows to determine the most effective way of biofertilizers producing for use in agriculture no-till technology (electrohydraulic technology). The proposed technology can be used where you need efficient milling (up to micro – and nano –size particles), dispersion etc.*

ДЕНИСЮК ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА – заведующая кафедрой «Технические системы и автоматизация перерабатывающих производств», профессор, кандидат технических наук, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, факультет перерабатывающих технологий (denelalex@rambler.ru).

DENISYK ELENA ALEKSEEVNA – the chair of technical systems and automation of processing productions, professor, Cand.Tech.Sci., the honourable teacher of the higher vocational education of the Russian Federation, The Nizhniy Novgorod state agricultural academy, faculty of processing technologies (denelalex@rambler.ru).

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

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

КУЗНЕЦОВА ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА – доцент кафедры «Технические системы и автоматизация перерабатывающих производств», кандидат технических наук, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, факультет перерабатывающих технологий (nosovair@rambler.ru).

KUZNETSOVA IRINA ANATOLEVNA – dozent of the chair technical systems and automation of processing productions, Cand.Tech.Sci., The Nizhniy Novgorod state agricultural academy, faculty of processing technologies (nosovair@rambler.ru).

УДК 621.316.722.076.12

Д. Е. ДУЛЕПОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЯГОВОЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С КОНДЕНСАТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ НА ЭВМ

Ключевые слова: *демпфирующий резистор, интегрированная система MathCad, конденсатор, моделирование, переходный процесс, реактивная мощность, численный метод расчета.*

Аннотация. *В статье рассматривается возможность моделирования переходных процессов в установках компенсации реактивной мощности в среде Matlab.*

Надежность работы установок поперечной емкостной компенсации (КУ) в тяговых сетях переменного тока во многом определяется схемными решениями по демпфированию бросков тока и напряжения при коммутации конденсаторных батарей [1, с. 92]. В настоящее время известно достаточно большое количество схем включения КУ с использованием демпфирующих резисторов.

В КУ последовательно с конденсатором включают реактор для ограничения бросков тока (рисунок 1).

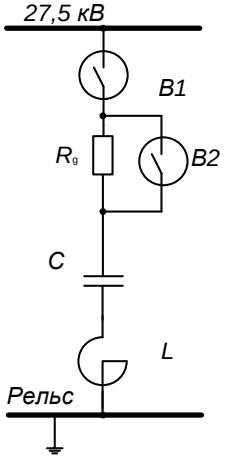


Рисунок 1 – Принципиальная схема КУ

© Дулепов Д. Е., 2014

Кроме компенсации реактивной мощности КУ выполняет и функцию подавления 3-ей гармоники в питающем напряжении. Поэтому контур *LC* настраивается на третью гармонику с небольшой расстройкой порядка 15 % и сопротивление контура для третьей гармоники близко к нулю. Наличие двух накопителей энергии обуславливает возникновение переходного процесса в цепи с КУ, при этом броски тока могут достигать 3,8 $I_{НОМ}$, а броски напряжения до 2 $U_{НОМ}$, последнее негативно влияет на работу конденсаторов КУ и надежность работы установки в целом.

Из рисунка 2 видно, что введение в контур КУ демпфирующего резистора R_g с активным сопротивлением по-разному влияет на кривые бросков напряжения и тока. Кривая бросков тока сохраняет свой характер, уменьшая при этом свое значение. Кривая же бросков напряжения уменьшается по значению и по форме. В ней появляется еще один минимум при значении начальной фазы близкой к 90 °. Кривыми 1 обозначены броски тока и напряжения при включении установки при отсутствии пускового резистора, кривыми 2 – при наличии пускового резистора. При введении резистора кривые идут ниже.

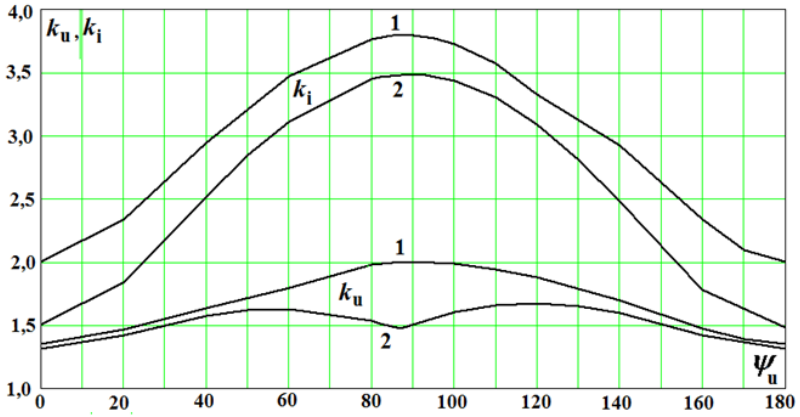


Рисунок 2 – Зависимости бросков напряжения и тока
при включении КУ мощностью 2,8 Мвар
от начальной фазы синусоиды питающего напряжения

Значения перенапряжений зависят от момента включения установки, т. е. начальной фазы питающего напряжения и начальных условий – напряжения на конденсаторе и тока в реакторе.

Анализ переходных процессов, возникающих в КУ, проводится, как правило, упрощенными методами, т. к. аналитическое решение задач по переходным процессам классическим методом, особенно в два этапа, довольно трудоемко и занимает много времени. Системы дифференциальных уравнений приходится решать при разных начальных фазах и разных значениях демпфирующего резистора и при этом для каждого сочетания параметров приходится определять начальные условия для второго этапа и затем определять постоянные интегрирования. Построение отдельных графиков для первого и второго этапов не дает возможности наглядно прослеживать связь между ними.

Существенно сократить время вычислений, повысить точность и наглядность расчетов, а также увеличить число исследуемых объектов позволяет интегрированная система MathCad, позволяющая решать дифференциальные уравнения численным методом без вычисления постоянных интегрирования [2, с. 133]. Разработана программа расчета переходного процесса при включении второй ступени КУ в интегрированном пакете MathCad численным методом Рунге – Кутта четвертого порядка с использованием дифференциальных уравнений в форме Коши [3, с. 28–34].

На рисунке 3 приведены зависимости напряжения на конденсаторе и тока от времени при включении КУ в два этапа, построенные по результатам расчета в интегрированном пакете MathCad [3, с. 28–34].

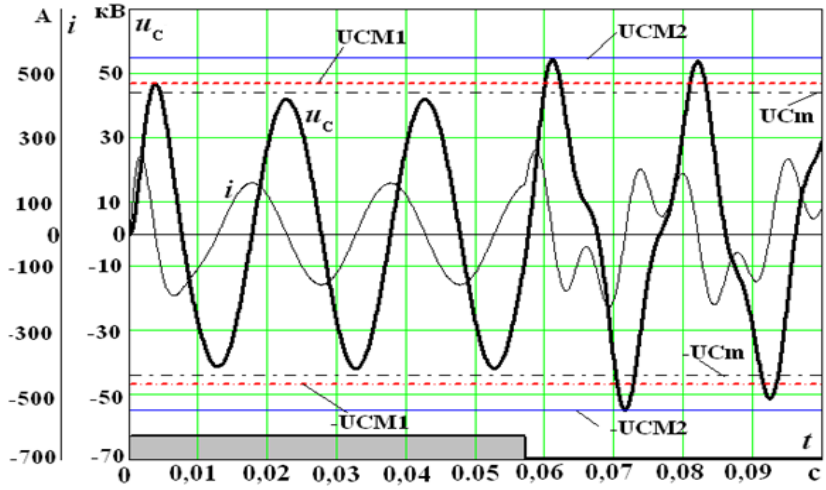


Рисунок 3 – Переходный процесс при включении КУ в два этапа

Кроме упомянутого способа численного моделирования переходных процессов в КУ существует ряд программных продуктов для имитационного моделирования переходных процессов. Для исследования переходных процессов в КУ предлагается моделировать включение установки в два этапа в среде Matlab (рисунок 4), а именно с помощью библиотеки блоков SimPowerSystems, которая является одной из дополнительных библиотек Simulink, созданных для имитационного моделирования конкретных электротехнических устройств. В состав библиотеки входят модели активных и пассивных электротехнических элементов.

Для решения дифференциальных уравнений численными методами в среде MatLAB предусмотрены решатели типа «ode», в частности ode23, ode45, ode113, ode23s,ode23t, ode23tb, ode15s и др. На практике наиболее часто используются два решателя: ode23, ode45. Функция ode23 предусматривает использование метода Рунге-Кутта второго и третьего порядков. Функция ode45 является более жесткой и обеспечивает большую точность решения, поскольку в ней применяется метод Рунге-Кутта четвертого порядка [4, с. 66].

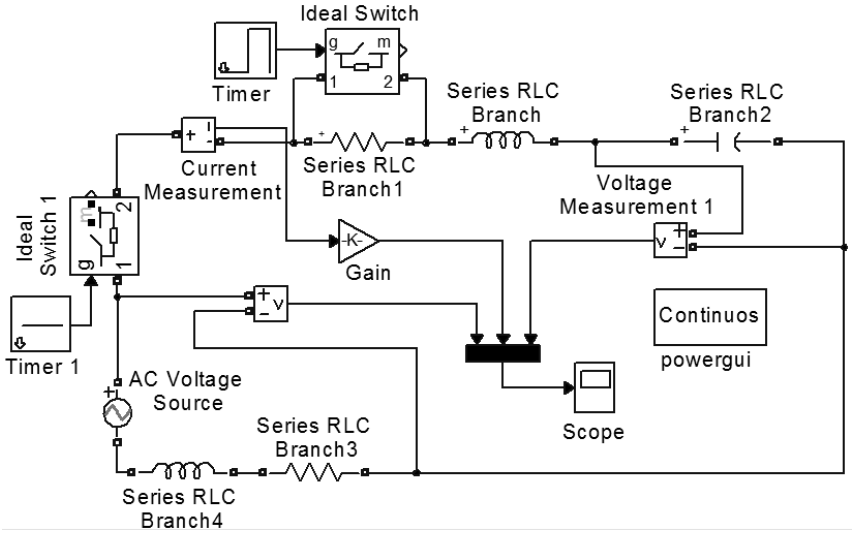


Рисунок 4 – SPS-модель двухэтапного включения КУ

Включение КУ происходит в два этапа. Установка подключается к сети с помощью выключателя В1 (IdealSwitch 1). На момент включе-

ния в цепь КУ включается балластный резистор R, назначение которого – ограничение тока и напряжения на конденсаторе в начале переходного периода. В дальнейшем балластный резистор шунтируется выключателем B2 (IdealSwitch).

Для этого соберем цепь из трех последовательно соединенных блоков Series RLC Branch, каждому из которых присвоим функцию активного сопротивления (R = 70 Ом), реактора (L = 0,118 Гн) и конденсатора (C = 12 мкФ). В качестве источника используем блок ACVoltageSource, задав при этом амплитуду напряжения 38,89 кВ (действующее значение 27,5 кВ), начальную фазу $\psi = 0°$ и частоту 50 Гц. Для включения установки используем блок Ideal Switch1, который будет включаться в нуль тока и блок IdealSwitch, который будет шунтировать демпфирующий резистор R_g в заданный момент времени (t = 0,057 с). В схеме присутствует регистрирующий прибор – осциллограф, на виртуальном экране которого отображаются кривые приложенного напряжения, напряжения на конденсаторе и тока цепи (рисунок 5).

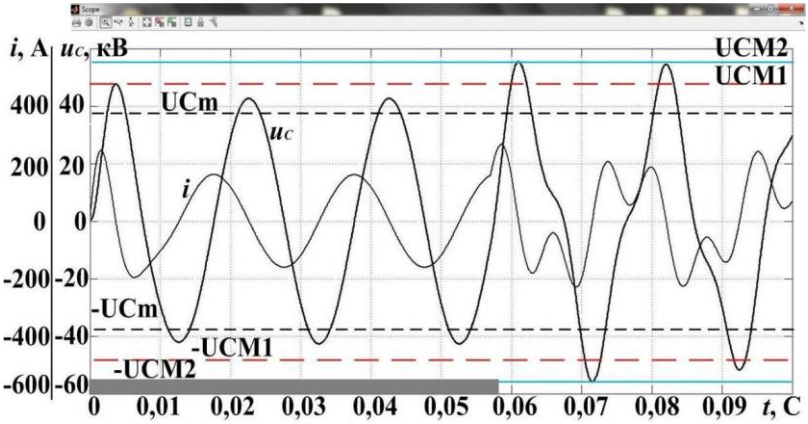


Рисунок 5 – Осциллограмма переходного процесса в SPS-модели при включении КУ в два этапа

По полученным осциллограммам (рисунок 3, 5) можно сделать вывод о сходимости данных способов расчета переходных процессов. Сходимость полученных данных обусловлена экспериментальными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородулин Б. М., Герман Л. А. Конденсаторные установки электрифицированных железных дорог переменного тока / М.: Транспорт. 1976. 136 с.

2. Серебряков А. С., Шумейко В. В. MATHCAD и решение задач электротехники. Уч. пособие. / М.: Маршрут 2005. 240 с.

3. Серебряков А. С., Герман Л. А., Дулепов Д. Е. Анализ переходных процессов в дискретно регулируемых установках для компенсации реактивной мощности // Вестник НГИЭИ. 2010. № 1. 2010. С. 28–34.

4. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSistems и Simulink. М. ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. 288 с.

MODELING OF TRANSIENT PROCESSES IN THE TRACTIVE NET OF ALTERNATING CURRENT WITH CONDENSER INSTALLATIONS ON THE PC

Keywords: *reactive power, transient PROCESS, numerical method of calculation, modeling, damping resistor, integrated system MathCad, capacitor.*

Annotation. *Article considers the possibility of modeling of transient processes in plants of compensation for reactive power in Matlab environment.*

ДУЛЕПОВ ДМИТРИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ – старший преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Россия, Княгинино, (dulepov.86@mail.ru).

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

УДК 621.316.722.076.12

Д. Е. ДУЛЕПОВ, Е. В. МАСТЮГИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В УСТАНОВКАХ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

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.*

Многие потребители электроэнергии наряду с потреблением активной мощности потребляют и реактивную мощность (РМ). Передача РМ от электростанций к потребителям по электрическим сетям приводит к дополнительным потерям активной мощности. Эти дополнительные потери могут быть уменьшены, если разгрузить сети от передачи реактивной мощности.

Потери в электрических сетях быстро растут с понижением $cos\varphi$. При $cos\varphi$ = 0,5 они достигают 40 %. Согласно расчетам повышение средневзвешенного $cos\varphi$ в целом по России на 0,01 позволяет ежегодно экономить около 1 млрд. кВт·ч электроэнергии. Кроме этого такое повышение $cos\varphi$ позволяет высвободить 150 тыс. кВт мощности генераторов электрических станций.

Наряду с потерями активной мощности, реактивная мощность оказывает большое влияние на устойчивость энергетических систем. Дефицит РМ может привести к крупным авариям на подстанциях в энергосистемах. С помощью источников РМ можно так же улучшать качество электроэнергии у потребителей [5, с. 36]. Именно этими соображениями обусловлена необходимость применения установок компенсации реактивной мощности (КУ) на некоторых предприятиях АПК и предприятиях перерабатывающей промышленности.

© Дулепов Д. Е., Мастюгина Е. В., 2014

При включении установок 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 [1, с. 28–34].

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.

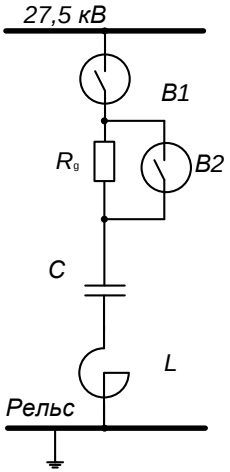


Рисунок 1 – Принципиальная схема КУ

Для определения мгновенных и максимальных значений тока и напряжения на конденсаторе установки поперечной компенсации реактивной мощности при подключении ее к питающей сети разработана программа, которая является расширением интегрированного математического пакета MathCad [3]. Описание и алгоритм работы программы представлены ниже.

$U := 380$ — Действующее значение напряжения питающей сети

$\psi := \frac{90 \cdot \pi}{180}$ — Перевод начальной фазы питающего напряжения в радианную меру

$u(t) := \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi)$ — Мгновенное значение напряжения питающей сети

$C := 12 \cdot 10^{-6};$
$L := 0.108;$
$R := 45$

Параметры элементов установки (емкость конденсатора, индуктивность реактора) и сопротивление демпфирующего резистора

Вспомогательная функция, задающая время шунтирования пускового резистора

$T := 0.057$

Время шунтирования пускового резистора

$R(t) := \text{if}(t \le T, r + R, r)$

$$Im := \frac{U \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{r^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}}$$

Амплитудное значение установившегося тока, А

$$UCm := \frac{1}{\omega \cdot C} \cdot Im$$

Амплитудное значение установившегося напряжения на конденсаторе, В

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

Вектор начальных условий,
x_0 – ток,
x_1 – напряжение на конденсаторе

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

Вектор производных

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

Решение методом Рунге-Кутта

$n := 0 .. 2000$

Количество точек на всем диапазоне решения

$i_n := Z_{n,1}$

Полная матрица токов на всем диапазоне решения

$u_n := Z_{n,2}$

Полная матрица напряжения на всем диапазоне решения

$k := 0 .. 10000 \cdot T$

Количество точек на первом этапе включения

$i1_k := Z_{k,1}$
$u1_k := Z_{k,2}$
$i2_m := Z_{m,1}$
$u2_m := Z_{m,2}$

Матрицы напряжений и токов на первом и втором этапах включения КУ

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

$$UCM1k := \max(u1) \qquad UCM2k := \min(u1)$$
$$UCM1 := if(|UCM1k| > |UCM2k|, UCM1k, |UCM2k|)$$
$$UCM1m := \max(u2) \qquad UCM2m := \min(u2)$$
$$UCM2 := if(|UCM1m| > |UCM2m|, UCM1m, |UCM2m|)$$
$$iCM1k := \max(i1) \qquad iCM2k := \min(i1)$$
$$iCM1 := if(|iCM1k| > |iCM2k|, iCM1k, |iCM2k|)$$
$$iCM1m := \max(i2) \qquad iCM2m := \min(i2)$$
$$iCM2 := if(|iCM1m| > |iCM2m|, iCM1m, |iCM2m|)$$

Расчет кратности тока и напряжения на первом и втором этапах включения

$$ku1 := \frac{UCM1}{UCm} \qquad ki1 := \frac{iCM1}{Im}$$
$$ku2 := \frac{UCM2}{UCm} \qquad ki2 := \frac{iCM2}{Im}$$

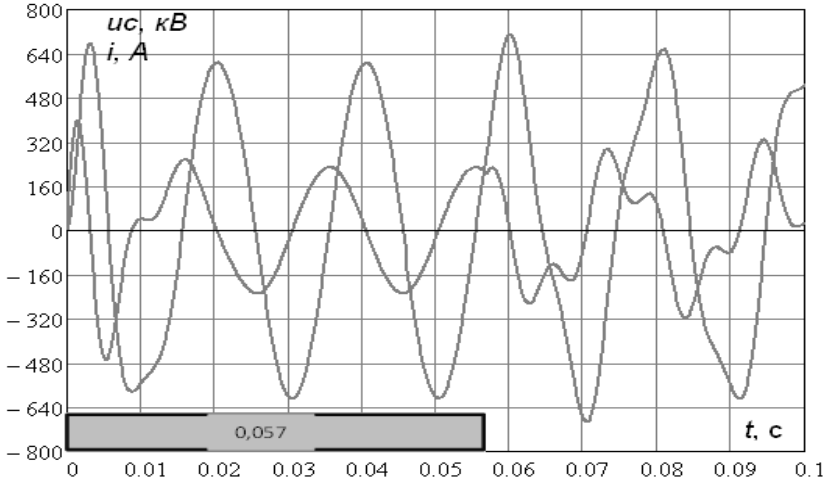


Рисунок 2 – Осциллограмма переходного процесса

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

Далее вводятся значения активного сопротивления R в цепи КУ. Далее вводятся параметры КУ: действующее значение питающего напряжения и его начальная фаза, а также емкость батареи конденсаторов и индуктивность реактора [2 с. 47–53].

Время T переключения 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 – Кутта четвертого порядка использована функция rkfixed, интегрирующая дифференциальные уравнения с постоянным шагом [4, с. 47]. 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 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, а также UCM1, UCM2 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.

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 второго этапа включения КУ и моменты его 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 настоящее 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.

В результате проведенных исследований с помощью указанной программы можно точно определить значение демпфирующих резисторов и значения перенапряжений при включении КУ в два этапа, а

именно при значении демпфирующего резистора Rg = 40 Ом коэффициенты перенапряжения при первой и второй коммутациях будут равны 1,1 и 1,15. Перенапряжения в этом случае не превосходят 10–15 % от номинального значения напряжения на конденсаторах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дулепов Д. Е., Серебряков А. С., Герман Л. А. Анализ переходных процессов в дискретно регулируемых установках для компенсации реактивной мощности // Вестник НГИЭИ. 2010. № 1. 2010. С. 28–34.
2. Дулепов Д. Е. Исследование переходных процессов в регулируемых установках емкостной компенсации реактивной мощности // Вестник НГИЭИ. 2010. № 6. С. 47–53.
3. Свидетельство Роспатента РФ № 2013612295 от 21.02.2013 о государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ программы KUPER-1. Серебряков А. С., Дулепов Д. Е., Семенов Д. А.
4. Серебряков А. С., Шумейко В. В. MATHCAD и решение задач электротехники. Уч. пособие. / М.: Маршрут 2005. 240 с.
5. Юртаев С. Н. Повышение эффективности средств компенсации реактивной мощности на предприятиях со специфическими приемниками: дисс. канд. техн. наук: 05.09.03: Защищена 25. 05. 2012 г.

STUDIES OF TRANSIENT IN COMPENSATION PLANTS OF REACTIVE POWER ON AGRICULTURAL ENTERPRISES AND ENTERPRISES OF REPROCESSING INDUSTRY

Keywords: *reactive power, condensation plant, transient process, damping resistor, overvoltage factor.*

Annotation. *The article shows the scheme of plant of cross capacitive compensation. It describes the causes of rise of transient processes of draught net of alternating current. It gives the description of the algorithm of work of the program for the analysis of transient processes while switching on the plant of cross capacitive compensation in three stages.*

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

DULEPOV DMITRY EVGENYEVICH – senior lecturer of the chair «Electrification and Automation», Russia, Knayginino, (dulepov.86@mail.ru).

МАСТЮГИНА ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА – студентка 5 курса, факультета Информационные технологии и системы связи ГБОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт», Россия, Княгинино (mastygina-lenochca@mail.ru).

MASTYUGINA ELENA VIKTOROVNA – 5 th year student, faculty of Information Technology and Telecommunications «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute», Russia, Knyaginino (mastygina-lenochca@mail.ru).

УДК 631.362.36

А. Н. КОРОБКОВ, О. В. МИХАЙЛОВА

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ИСТОЧНИКАМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Ключевые слова: *зерновой ворох, индуктор, магнитный порошок, магнитно-индукционный сепаратор, электромагнитные излучения, электромагнитный энергоподвод.*

Аннотация. *Создание магнитно-индукционного сепаратора предназначенного для улучшения качества очистки семян кормовых культур.*

Для достижения поставленной цели решаются следующие научные задачи:

1. Разработать методику термообработки зернового вороха воздействием электромагнитных излучений в резонаторной камере.

2. Обосновать конструкционные и технологические параметры и режимы работы установок на основе системно-комплексного решения проблемы повышения качества послеуборочной обработки, всхожести и энергии роста семян кормовых культур.

3. Получить регрессионные зависимости, связывающие энергетические затраты на термообработку сырья с электромагнитным энергоподводом и снижение засоренности зернового вороха с ключевыми факторами, влияющими на технологический процесс.

4. Разработать и испытать семяочистительные установки для термообработки зернового вороха.

5. Оценить технико-экономическую эффективность применения установок в фермерских хозяйствах.

Объектом исследования являются: модификации магнитно-индукционных сепараторов и процесс технологического воздействия на зерновой ворох; семена кормовых культур.

Предметом исследования является выявление закономерностей процесса подсушивания и очистки семян кормовых культур в непрерывном режиме.

© Коробков А. Н., Михайлова О. В., 2014

Практическую значимость представляют: модификации сушильно-семяочистительных машин, позволяющие улучшить качество послеуборочной обработки семян кормовых культур; выводы, полученные по результатам исследования.

Научную новизну представляют:

– методика термообработки зернового вороха воздействием электромагнитных излучений в рабочей камере;

– индуктор, состоящий из одной индукционной поверхности, второй индукционной поверхности, проводящей электрический ток, будет являться смесь магнитного порошка, семян, соли и воды;

– математические выражения, позволяющие обосновать конструкционные и технологические параметры и режимы работы установок, на основе системно-комплексного решения проблемы повышения качества послеуборочной обработки, всхожести и энергии роста семян кормовых культур;

– закономерности влияния режимов работы установок на динамику засоренности и сушки зернового вороха;

– разработанные модификации магнитно-индукционных сепараторов зернового вороха;

– рациональные режимы и комплекс конструктивно-технологических параметров, обеспечивающих очистку и подсушку зернового вороха.

Исследования проводятся в соответствии с Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы.

Проанализировав существующие аналоги, нами предлагается несколько модификаций магнитно-индукционного сепаратора.

Таблица 1 – Модификации магнитно-индукционного сепаратора.

Ленточная магнитная семяочистительная машина	Расход магнитного порошка 1–2 %; расход воды для увлажнения семян 0,5–2 % от веса семян

Продолжение таблицы 1

Однобарабанная магнитная машина ЭМС-1 	Число оборотов в минуту приводного вала 400, барабана – 40. Производительность машины 160–200 кг/ч
Машина для очистки и сортировки семян К 541 Super 	Машины выпускаются производительностью (по пшенице): первичная очистка 1,75 т/ч, семенная очистка 1,25 т/ч

Магнитно-индукционный сепаратор предназначен для очистки семян кормовых культур от сорных примесей в поточном режиме. Установка обеспечивает регулирование дозы воздействия в широком диапазоне за счет изменения мощности источников энергии и скорости перемещения обрабатываемого продукта по поверхности магнитно-индукционного барабана. Сепаратор работает следующим образом: семена из загрузочного бункера поступают в верхнюю камеру смешивающего устройства и перемещаются наклонными лопатками вращающегося вала к противоположной стороне, попутно смешиваясь с рассолом. Дозатор подает магнитный порошок в поток семян. При транспортировке в верхней и нижней камерах семена смешиваются с порошком, который обволакивает семена сорных растений, имеющих шероховатую поверхность, придавая им магнитные свойства. Семена кормовых культур, имеющие гладкую поверхность, порошком не обволакиваются. Из нижней камеры смешивающего устройства смесь поступает в наклонный

шнек и загружается на вибрационный распределитель. Семена, не покрытые порошком, соскальзывают ещё в зоне действия магнитно-индукционного барабана, остальные падают при выходе из этой зоны [1, с. 83–87].

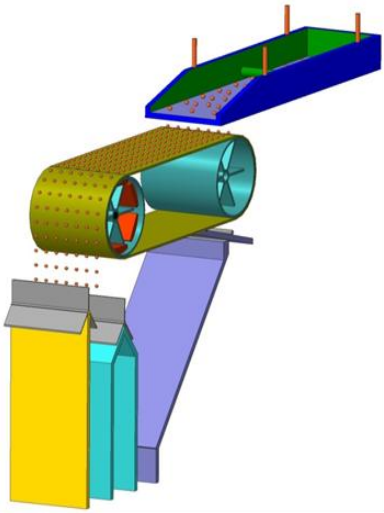


Рисунок 1 – Модификации магнитно-индукционного сепаратора

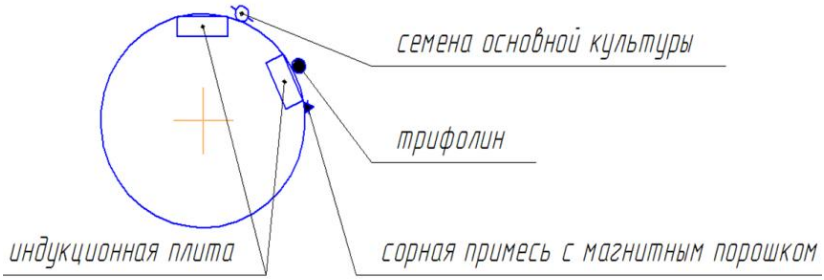


Рисунок 2 – Модификация магнитно-индукционного сепаратора

С помощью классификатора материал разделяется на 3 фракции: чистые полноценные семена; щуплые семена и малошероховатые семена сорняков; загнившие, повреждённые вредителями, битые, мятые семена, шероховатые семена сорняков и излишки порошка. Нами предлагается

несколько модификаций сепаратора. Например, в первом магнитном барабане чередуясь посегментно расположить индукционные поверхности. Основные узлы сепаратора: 1 – вибрационный желоб; 2 – направляющее устройство; 3 – магнитно-индукционный барабан; 4 – ограничитель рабочей ширины; 5 – сборник; 6 – щиток; 7, 8, 9 – емкости для семян I, II, III сортов соответственно.

Качественная очистка семян кормовых культур обеспечивается за счет магнитно-индукционного воздействия на зерновой ворох.

Индукционные поверхности способны обеспечить высочайшую точность нагрева, с точностью до градуса, и любое изменение температуры происходит мгновенно. В каком-то смысле это тоже не что иное, как трансформатор: его первичной обмоткой является индукционная катушка, по которой протекает электрический ток. Его частота намного выше тех 50 Гц, которые есть в каждой розетке, и составляет 20–60 кГц. А вторичной обмоткой трансформатора в нашем случае будет являться смесь магнитного порошка, рассола и семян. В магнитном порошке наводятся токи индукции, которые нагревают его, а заодно и семена. 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 [3 с. 254–277].

Главным условием применения индукционной поверхности является применение именно ферромагнитной смеси, как проводящей, неразрывной среды. Для увеличения ее проводимости нами проведен эксперимент по изучению концентрации соли в распыляемом рассоле. Оптимальная масса соли на 30 граммов трифолина составляет 5 граммов. Именно при таком сочетании происходи нагрев смеси. Нагрев проводили при следующих мощностях: 400, 1000, 1200, 1500 Вт. Удельная мощность при нагреве составляла 4 Вт/г, 10 Вт/г, 12 Вт/г, 15 Вт/г.

Для определения оптимальной удельной мощности и продолжительности нагрева мы, пользуясь лабораторной СВЧ-установкой, индукционной поверхностью, секундомером, термопарой и спиртовым термометром, исследовали динамику нагрева различных сочетаний компонентов (в семи повторностях). Данные кривые построены по средним значениям температур нагрева, найденным путем повтора опыта. В нашем случае нагрев проводился семь раз в каждом промежутке времени и при необходимой мощности. Масса образца 50 граммов.

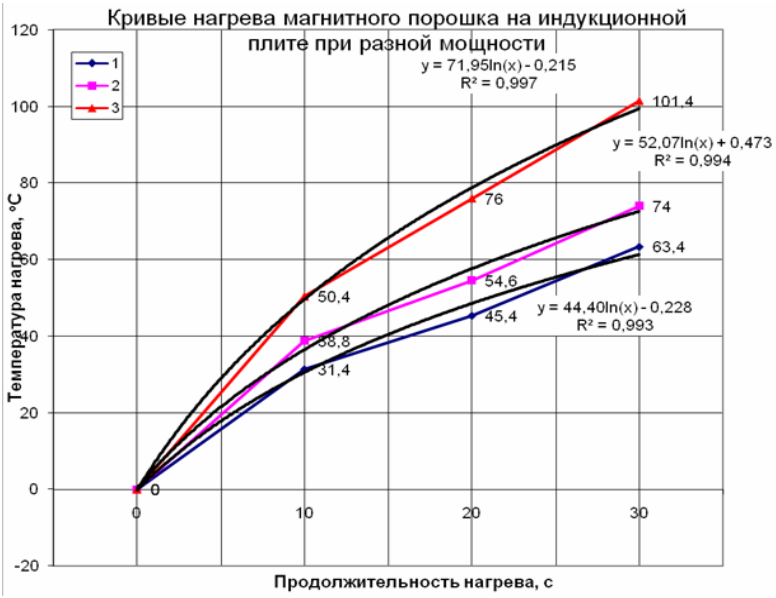


Рисунок 3 – СВЧ нагрев смеси люцерны и трифолина при разных удельных мощностях: 1) $P_{уд}$ = 2 Вт/г; 2) $P_{уд}$ = 4 Вт/г; 3) $P_{уд}$ = 6 Вт/г

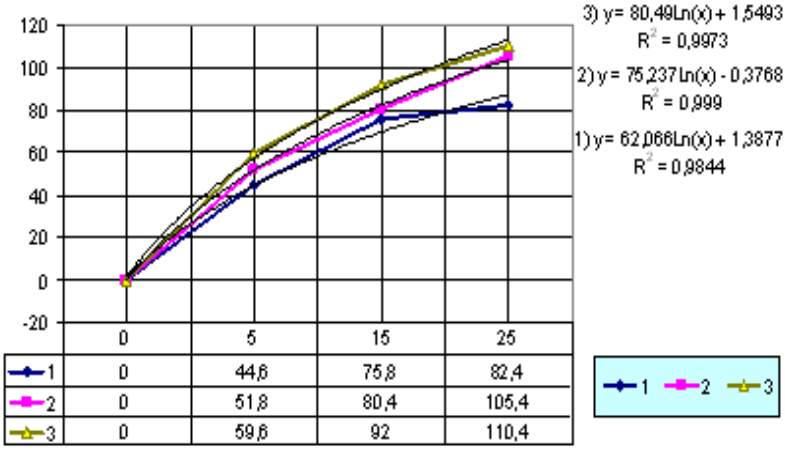


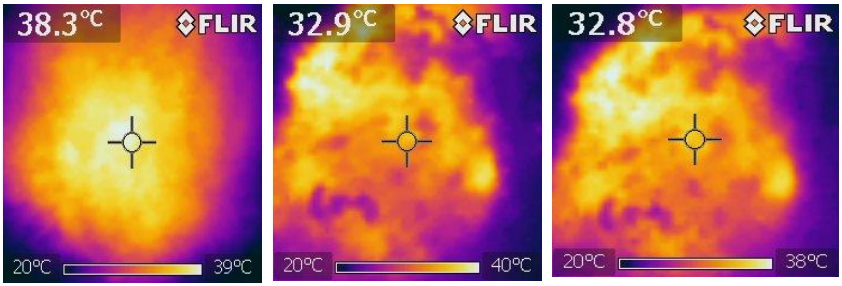
Рисунок 4 – СВЧ нагрев смеси люцерны и трифолина при разных удельных мощностях: 1) $P_{уд}$ = 2 Вт/г; 2) $P_{уд}$ = 4 Вт/г; 3) $P_{уд}$ = 6 Вт/г

Нами получены следующие результаты:

1) Для клевера и для люцерны – при удельных мощностях 1,2 Вт/г, 5 Вт/г, 8 Вт/г продолжительность сушки составит 30 секунд; (магнитно-индукционная конструкция);

2) Для клевера и для люцерны – при удельных мощностях 2 Вт/г; 4 Вт/г; 6 Вт/г продолжительность сушки составит 20 секунд (СВЧ-магнитная конструкция).

Для подтверждения соблюдения температурного режима нами была проведена тепловизионная съемка всех компонентов смеси.



Магнитный порошок | Магнитный порошок с солью | Магнитный порошок, семена с солью и водой

Рисунок 5 – Показатели тепловизора i-3

Применение тепловизора позволило точно выявить температуру в различных сочетаниях компонентов. Мы видим, что нагрев происходит равномерно, в то же время не превышается допустимая температура в 35 градусов Цельсия, т. е. сохранены посевные качества семян.

Рисунок 6– Контрольно-измерительная аппаратура и компоненты смеси

Рисунок 7– Контрольно-измерительная аппаратура

Посевные качества обработанных семян клевера и люцерны проверялись в «Россельхозцентр» Нижегородской области. Средний процент прорастания клевера 82,8 %.

Ожидаемые нами результаты:

1. Методика термообработки зернового вороха воздействием электромагнитных излучений в резонаторной камере.

2. Обоснованные конструкционные и технологические параметры и режимы работ установок на основе системно-комплексного решения проблемы повышения качества послеуборочной обработки, всхожести и энергии роста семян кормовых культур.

3. Регрессионные зависимости, связывающие энергетические затраты на термообработку сырья с электромагнитным энергоподводом и снижение засоренности зернового вороха с ключевыми факторами, влияющими на технологический процесс.

4. Разработанные и испытанные семяочистительные установки для термообработки зернового вороха.

5. Оценка технико-экономической эффективности применения установок в фермерских хозяйствах.

Предполагаемая коммерческая востребованность магнитно-индукционного сепаратора

Подводя итоги данного исследования, можно сделать вывод о том, что совмещение отдельных узлов и разных машин, используемых при магнитной очистке и сушке семян, позволит интенсифицировать процесс заготовки семян кормовых культур, уменьшить площадь занимаемую оборудованием, снизить расходы на покупку сушилки, и как следствие сократить энерго-, трудозатраты. Поэтому данное исследование имеет

научную и практическую значимость как для учебных заведений, так и для сельскохозяйственных предприятий [2, с. 261–268].

Таблица 2 – Значимость исследования

Учебный процесс высших и среднеспециальных учебных заведений сельскохозяйственного направления	Лабораторные стенды по дисциплинам: «Процессы и аппараты», «Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств», «Электротехнологии», «Технологическое оборудование для переработки сельскохозяйственной продукции»
Сельскохозяйственные предприятия, крестьянско-фермерские хозяйства, индивидуальные предприниматели, специализирующиеся на переработке продукции	Образцы установок с источниками электромагнитных излучений для технологического процесса послеуборочной обработки семян кормовых культур

Таблица 3 – План создания

Этап	Наименование этапа	Ожидаемые результаты работ	Срок исполнения (начало-окончание)
1	Общие параметры и режимы работы магнитно-индукционного сепаратора	Разработка конструкторской документации на изготовление установки с обоснованием режимов и параметров работы.	январь 2014 – ноябрь 2014
2	Апробирование и испытание установок в производственных условиях.	Снижение энергетических затрат и улучшение качества сушки и очистки семян кормовых культур в разработанных установках.	январь 2015 – ноябрь 2015

Результаты проделанной работы:

– проведен обзор существующих магнитных семяочистительных машин;

– изучено устройство и принцип работы магнитной семяочистительной машины;

– изучено воздействие альтернативных методов сушки (с использованием индукционного нагрева) семян кормовых культур;

– проведены экспериментальные исследования, позволяющие выявить оптимальную удельную мощность воздействия и продолжительность воздействия (использование генераторов электромагнитных излучений 2450 МГц и индукционных поверхностей, электронных весов, термопары);

– проведены экспериментальные исследования, позволяющие выявить оптимальную температуру нагрева семян до 35 градусов Цельсия (тепловизионная съемка);

– проведены экспериментальные исследования всхожести семян (средняя всхожесть составляет 82,5 %), энергии их роста (получено более 20 актов, на каждую группу обработки семян).

– применена оценка технико-экономической эффективности установок в фермерских хозяйствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлова О. В., Коробков А. Н., Шестакова О. А. Технология магнитной сепарации семян кормовых культур // Вестник НГИЭИ. 2012. № 8 (15). С. 83–87.

2. Михайлова О. В., Коробков А. Н., Шестакова О. А. Результаты исследования магнитно-индукционной обработки семян кормовых культур // Материалы Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых (20–25 мая 2012 г.) Княгинино: НГИЭИ. 2012. С. 261–268.

3. Слухоцкий А. Е., Немков В. С., Павлов Н. А., Бамунэр А. В. Установки индукционного нагрева. Л.: Энергоиздат. 1981. 452 с.

JUSTIFICATION AND DEVELOPMENT OF TECHNICAL MEANS WITH ELECTROMAGNETIC RADIATION SOURCES FOR THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF POST-HARVEST PROCESSING FORAGE CROPS

Keywords: *grain heap, electromagnetic radiation, electromagnetic energy supply, magnetic induction separator, inductor, magnetic powder.*

Annotation. *The article describes the creation of magnetic induction separator designed to improve the quality of peeling food crops.*

КОРОБКОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (aleksey.korobkov52@mail.ru).

KOROBKOV ALEXEI NIKOLAEVICH – lecturer of the chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineeringand economic institute, Russia, Knyaginino, (aleksey.korobkov52@mail.ru).

МИХАЙЛОВА ОЛЬГА ВАЛЕНТИНОВНА – профессор кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (ds17823@yandex.ru).

MIHAILOVA OLGA VALENTINOVNA – professor of the chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (ds17823@yandex.ru).

УДК 621.3

А. Н. КОРОБКОВ, Н. Ф. КОРОБКОВ, Т. В. ШИЛОВА

ЗАЩИТА ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ключевые слова: *заземлители, заземляющий проводник, защитное заземление, значения напряжения, косвенное прикосновение, сечение проводников, электроустановки.*

Аннотация. *Рассмотрены неблагоприятные условия эксплуатации электроустановок в с/х производстве. Приведены меры защиты от поражения электрическим током, согласно Государственным стандартам. Также внимание уделено защите с помощью заземления и зануления.*

Многие электроустановки в сельскохозяйственном производстве работают в весьма неблагоприятных условиях (атмосферные воздействия, значительное содержание агрессивных паров, газов, пыли, повышенная влажность, вибрация и другое), которые пагубно сказываются на состоянии изоляции. В таких условиях увеличивается вероятность появления на корпусах машин, трансформаторов, генераторов и другого электротехнического оборудования и приборов потенции-ала, в ряде случаев представляющего собой большую опасность для людей и животных при прикосновении к ним.

Для защиты от поражения электрическим током людей и животных в таких условиях применяется защитное заземление и зануление.

Заземлению и занулению подлежат:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п.;
- приводы электрических аппаратов;
- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- каркасы распределительных щитов, щитов управления и шкафов;
- металлические конструкции распределительных устройств, металлические оболочки кабелей и проводов, стальные трубы электропроводки и другие металлические конструкции, связанные с установкой электрооборудования;

© Коробков А. Н., Коробков Н. Ф., Шилова Т. В., 2014

- металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников.

Заземляющие устройства могут быть объединенными или раздельными для защитных или функциональных целей в зависимости от требований, предъявляемых электроустановкой. Заземляющие устройства должны быть выбраны и смонтированы таким образом, чтобы:

- значение сопротивления растеканию тока заземляющего устройства соответствовало требованиям обеспечения защиты и работы установки в течение периода эксплуатации;

- протекание тока замыкания на землю и токов утечки не создавало опасности, в частности, в отношении нагрева, термической и динамической стойкости;

- были обеспечены необходимая прочность или дополнительная механическая защита в зависимости от заданных внешних факторов по ГОСТ 30331.2/ГОСТ Р 50571.2.

Должны быть приняты меры по предотвращению повреждения металлических частей из-за электролиза.

Защитное заземление или зануление должно обеспечивать защиту людей и животных от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.

Согласно ГОСТ 12.1.030-81 (1996) [1, с. 46] в главе общие положения определены термины защитного заземления.

1. Защитное заземление следует выполнять преднамеренным электрическим соединением металлических частей электроустановок с «землей» или ее эквивалентом.

2. Зануление следует выполнять электрическим соединением металлических частей электроустановок с заземленной точкой источника питания электроэнергией при помощи нулевого защитного проводника.

Защитному заземлению или занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты, обеспечивающих электробезопасность.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока [4, с. 102].

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и

30 В постоянного тока при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находиться в зоне системы управления потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока – во всех случаях [4, с. 113].

Для заземления электроустановок могут быть использованы искусственные и естественные заземлители. Если при использовании естественных заземлителей сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимое значение, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве и допустимые плотности токов в естественных заземлителях, выполнение искусственных заземлителей в электроустановках до 1 кВ не обязательно. Использование естественных заземлителей в качестве элементов заземляющих устройств не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны [2, с. 135].

В качестве заземляющих устройств электроустановок в первую очередь должны быть использованы естественные заземлители.

При использовании железобетонных фундаментов промышленных зданий и сооружений в качестве естественных заземлителей и обеспечении допустимых напряжений прикосновения не требуется сооружение искусственных заземлителей, прокладка выравнивающих полос снаружи зданий и выполнение магистральных проводников заземления внутри здания. Металлические и железобетонные конструкции при использовании их в качестве заземляющих устройств должны образовывать непрерывную электрическую цепь по металлу, а в железобетонных конструкциях должны предусматриваться закладные детали для присоединения электрического и технологического оборудования. Трубопроводы горючих жидкостей, горючих и взрывоопасных газов, а также трубопроводов отопления и канализации и алюминиевые оболочки кабелей использовать в качестве естественных заземлителей категорически запрещается.

Допустимые напряжения прикосновения и сопротивления заземляющих устройств должны быть обеспечены в любое время года.

Заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок одного или различных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок.

В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников следует использовать специально предназначенные для этой цели проводники, а также металлические строительные, производственные и электромонтажные конструкции. В качестве нулевых защитных проводников в первую очередь должны использоваться нулевые рабочие проводники. Для переносных однофазных приемников электрической энергии, светильников при вводе в них открытых незащищенных проводов, приемников электрической энергии постоянного тока указанной нормы в качестве заземляющих и нулевых защитных проводников следует использовать только предназначенные для этой цели проводники.

Материал, конструкция и размеры заземлителей, заземляющих и нулевых защитных проводников должны обеспечивать устойчивость к механическим, химическим и термическим воздействиям на весь период эксплуатации.

Для выравнивания потенциалов металлические строительные и производственные конструкции должны быть присоединены к сети заземления или зануления. При этом естественные контакты в сочленениях являются достаточными.

В качестве искусственных заземлителей применяются:

- углублённые заземлители – полосы или круглая сталь, укладываемые горизонтально на дно котлована или траншеи в виде протяженных элементов;

- вертикальные заземлители – стальные ввинчиваемые стержни диаметром не менее 16 мм, угловая сталь с толщиной стенки не менее 4 мм или стальные трубы (некондиционные с толщиной стенки не менее 3,5 мм). Длина ввинчиваемых электродов составляет 4,5–5,0 м, забиваемых уголков и труб 2,5–3 м. Верхний конец электрода должен быть ниже поверхности земли на расстоянии 0,6–0,7 м. Расстояние от одного электрода до другого должно быть не менее его длины;

- горизонтальные заземлители – стальные полосы толщиной не менее 4 мм или круглая сталь диаметром не менее 10 мм. Эти заземлители применяются для связи вертикальных заземлителей и как самостоятельные заземлители. Горизонтальные заземлители из полосовой стали прокладываются по дну траншеи на глубине 700–800 мм на ребро.

Элементы заземлителей, электроды и заземляющие проводники не должны иметь окраски, должны быть отчищены от ржавчины, следов от масла и т. д. Если грунты, в которые укладывают заземлитель, агрессивные, то применяют оцинкованные электроды. Электроды погружают в грунт с помощью специальных приспособлений.

Механизированное погружение электродов заземлителя можно разделить на три основные группы:

- погружение способом ввёртывания;

- погружение ударным способом (в том числе с помощью вибрации);

- погружение вдавливания.

Соединение частей заземлителя между собой, а также соединение заземлителей с заземляющими проводами следует выполнять электросваркой. Сварные швы, расположенные в земле, необходимо покрывать битумным лаком для защиты от коррозии. После монтажа заземляющих устройств и перед засыпкой траншеи должен быть составлен акт на скрытые работы по форме № 47, на заземляющее устройство дополнительно составляется акт по форме № 48, а также паспорт [1, с. 97].

Тип заземлителей и глубина их заложения должны быть такими, чтобы высыхание и промерзание грунта не вызывали превышения значения сопротивления растеканию заземлителя свыше требуемого значения. Материал и конструкция заземлителей должны быть устойчивыми к коррозии. При проектировании заземляющих устройств следует учитывать возможное увеличение их сопротивления растеканию, обусловленное коррозией.

В качестве заземлителей могут быть использованы находящиеся в соприкосновении с землей:

- металлические стержни или трубы;

- металлические полосы или проволока;

- металлические плиты, пластины или листы;

- фундаментные заземлители;

- стальная арматура железобетона;

- стальные трубы водопровода в земле при условии получения разрешения от водоснабжающей организации, а также при условии, что приняты надлежащие меры по извещению эксплуатационного персонала электроустановки о намечаемых изменениях в водопроводной системе;

- другие подземные сооружения, отвечающие требованиям трубы других систем, не относящихся к трубопроводам с горючими жидкостями или газами, систем центрального отопления и т. п., не должны использоваться в качестве заземлителей для защитного заземления.

Свинцовые и другие металлические оболочки кабелей, не подверженные разрушению коррозией, могут использоваться в качестве заземлителей при наличии разрешения владельца кабеля и при условии, что будут приняты надлежащие меры по извещению эксплуатационного персонала электроустановки о всяких изменениях, касающихся кабелей, которые могут повлиять на его пригодность к использованию в качестве заземлителя.

В доступном месте следует предусматривать возможность разъема (отсоединения) заземляющих проводников для измерения сопротивления растеканию заземляющего устройства. Эта возможность может быть обеспечена при помощи главного заземляющего зажима или шины. Конструкция зажима должна позволять его отсоединение только при помощи инструмента, быть механически прочной и обеспечивать непрерывность электрической цепи.

Наименьшие площади поперечного сечения защитных проводников должны быть определённого сечения. Сечение главного проводника системы уравнивания потенциалов должно быть не менее половины наибольшего сечения защитного проводника установки, но не менее 6 мм². Однако не требуется применять проводники сечением более 25 мм² по меди или равноценное ему, если проводник изготовлен из другого металла. Сечение дополнительного проводника системы уравнивания потенциалов, соединяющего две открытые проводящие части электрооборудования, нормально не находящихся под напряжением, должно быть не менее сечения наименьшего из защитных проводников, подключенных к этим частям.

Сечение дополнительного проводника системы уравнивания потенциалов, соединяющего заземляемые части электрооборудования и металлические конструкции строительного и производственного назначения, должно быть не менее половины сечения защитного проводника электрооборудования, подключенного к данной заземляющей части.

В качестве дополнительных проводников системы уравнивания потенциалов могут быть использованы либо металлоконструкции строительного и производственного назначения, либо дополнительные проводники, либо сочетание того и другого.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р-50571-10-96 «Электроустановки зданий». Часть 5 «Выбор и монтаж оборудования». Глава 54 «Заземляющие устройства». 325 с.

2. ГОСТ 12.1.030-81 (1996) «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». 168 с.

3. Карякин Р. Н. Справочник по молниезащите. Москва. Энергосервис 2005 г. 237 с.

4. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Москва. Энергосервис. 2007 г. 457 с.

PROTECTION AGAINST ELECTRIC SHOCK IN ELECTRICAL PLANTS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Key words: *protective grounding, groundings, grounding track, indirect touch, electrical, wire size, voltage.*

Annotation. *The article considers unfavorable conditions of operation of electrical plants in agricultural production, it contains examples of forced measures of protection against electric shock, according to the State standards. Special attention is paid to the protection with the help of ground and ground installations.*

КОРОБКОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (aleksey.korobkov52@mail.ru).

KOROBKOV ALEXEI NIKOLAEVICH – lecturer of the chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (aleksey.korobkov52@mail.ru).

КОРОБКОВ НИКОЛАЙ ФЕДОРОВИЧ – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (aleksey.korobkov52@mail.ru).

KOROBKOV NIKOLAY FEDOROVICH – lecturer of the chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (aleksey.korobkov52@mail.ru).

ШИЛОВА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА – старший преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (shilova-t@inbox.ru).

SHILOVA TATYANA VLADIMIROVNA – senior lecturer of the chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (shilova-t@inbox.ru).

УДК 631.171

Ю. М. МАКАРОВА, В. Л. ОСОКИН

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ПОМОЩЬЮ ВВЕДЕНИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ключевые слова: *ГЛОНАСС, диспетчеризация, мониторинг, сельскохозяйственное предприятие, энергоресурсы, энергоэффективность,*

Аннотация. *Рассмотрено мероприятие по снижению потребления с.-х. предприятием ГСМ и рассчитана предполагаемая экономия от его внедрения. Приведены технико-экономические показатели применения проекта.*

В соответствии с федеральным законом об энергосбережении и повышении энергетической эффективности № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. обязательному энергетическому обследованию подлежат организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива (за исключением моторного топлива), мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают объем соответствующих энергетических ресурсов в стоимостном выражении, установленный Правительством Российской Федерации за календарный год, предшествующий последнему году до истечения срока проведения последующего обязательного энергетического обследования [3, с. 1].

Как показывает анализ результатов деятельности с.-х. предприятий за последние годы, уровень эффективности их производства в большей части остается низким и не обеспечивает расширенного воспроизводства.

Возникающие проблемы можно существенно снизить и повысить эффективность сельского хозяйства за счет организации производства на принципах ресурсо- и энергосбережения. Одновременно с решением задач ресурсосбережения необходимо переходить к инновационным методам развития. Один из этих инновационных методов – диспетчеризация учета потребления энергоресурсов [2, с. 5].

© Макарова Ю. М., Осокин В. Л., 2014

Основными видами энергоресурсов, которые потребляет сельское хозяйство, являются ГСМ (горюче-смазочные материалы) и электрическая энергия [1, с. 160].

На примере ОАО «Агроплемкомбинат Мир», который расположен в Нижегородской области, показан баланс затрат на энергоносители и воду за 2012 г. (рис. 1) [1, с. 40].

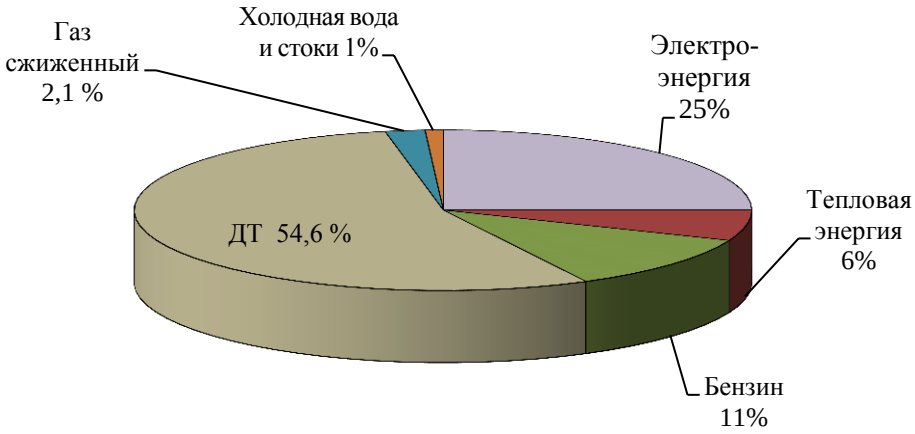


Рисунок 1 – Баланс затрат на энергоносители и воду за 2012 год

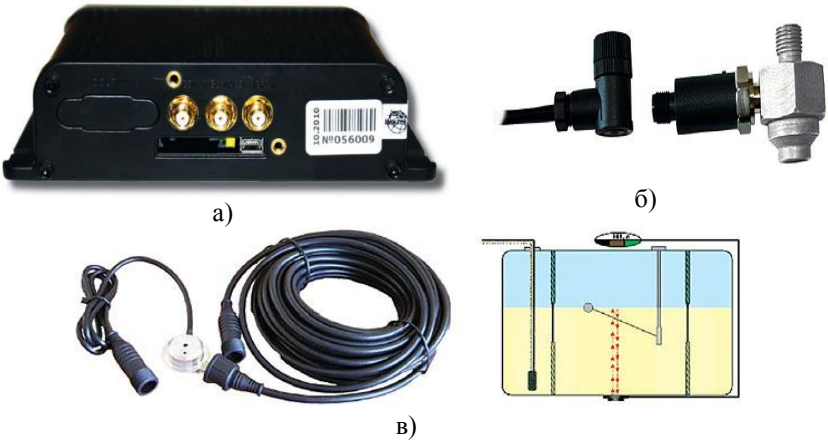
Из диаграммы видно, что наибольшие затраты идут на дизельное топливо.

Расход ДТ за отчетный год составил 517,9 тыс. литров на сумму 12 541 тыс. руб., что составляет 100 % от общего потребления ДТ за 2012 год [1, с. 95]. Такие высокие затраты объясняются увеличением тарифа на топливо.

В целях снижения расхода и затрат на ДТ, пресечения случаев хищения топлива и несанкционированного использования техники рассматриваемому учреждению был предложен проект «Использование ОАО «Агроплемкомбинат Мир» системы контроля передвижения транспорта на базе ГЛОНАСС, с целью снижения расхода дизельного топлива».

Преимущества предлагаемого мероприятия: определение географического местоположения, направление и скорость движения с.-х. транспортных средств; контроль погрузки, транспортировки, разгруз-

ки с.-х. грузов; контроль расхода топлива, а также несанкционированных сливов; учет обработанных сельскохозяйственной техникой земельных угодий; контроль времени начала и окончания выполнения сельскохозяйственных работ; контроль соблюдения скоростного режима при выполнении сельскохозяйственных работ; контролировать нахождения объекта в пределах обозначенного участка (поля) с контролем времени входа/выхода объекта; контроль соблюдения маршрута, вскрытие фактов его нарушения и необоснованных остановок; контроль расхода топлива согласно пройденному пути; экспорт данных в «1С: Бухгалтерия» с использованием конфигурации «1С: Бухгалтерия сельскохозяйственного предприятия».



а) б) в)

Рисунок 2 – Система контроля передвижения транспорта:
а) мобильный терминал УТП-М-х1-8.005; б) датчик контроля расхода топлива СКАТ-ВРТ-II; в) бесконтактный ультразвуковой датчик уровня топлива УЗИ-М-1

Такая система предполагает следующие формы отчетов:
- расчет маршрутов;
- разбиение полигонов;
- расчет площадей.

Для исполнения проекта было предложено навигационное оборудование УТП-М-01-8.005, которое содержит подсистемы сбора данных контрольных датчиков, подсистемы исполнительных устройств, подсистемы определения координат на базе спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и подсистемы связи стандарта GSM, а также

мобильный терминал УТП-М-х1-8.005, датчик контроля расхода топлива СКАТ-ВРТ-II, бесконтактный ультразвуковой датчик уровня топлива УЗИ-М-1 [4].

Всего предлагается установить это оборудование на 15 грузовых автомобилей, на 34 трактора и 10 комбайнов.

Внедрение на предприятии системы диспетчеризации и мониторинга транспорта позволит ускорить бизнес-процессы, бороться с халатностью и воровством сотрудников, пресекать случаи нецелевого использования служебных транспортных средств. В результате эксплуатации системы спутникового мониторинга транспорта ГЛОНАСС происходит экономия средств на содержание автопарка от 15 до 30 процентов.

Максимальная экономическая эффективность достигается при использовании в системе контроля транспорта сертифицированных датчиков расхода топлива. Мониторинг транспорта (ГЛОНАСС/GPS слежение) является действенным инструментом для принятия оперативных управленческих решений, связанных с работой автопарка ОАО «Агроплемкомбинат Мир».

Предполагается снижение расхода ДТ на 15,5 % от общего расхода ДТ, что составит 80,162 тыс. литров. Экономический эффект от внедрения данного мероприятия составит 1947,937 тыс. руб. в год. Срок окупаемости составит 1,22 года [1, с. 96].

Для снижения расхода сжиженного газа был предложен аналогичный проект. Расход сжиженного газа пропан – бутан. за отчетный год составил 33,252 тыс. литров на сумму 476 тыс. руб, что составляет 100 % от общего потребления сжиженного газа пропан – бутан за 2012 год.

Общие затраты на реализацию проекта составят 2387 тыс. руб. Срок окупаемости данного мероприятия составляет 1,71 года.

По проделанной работе можно сделать вывод, что на примере ОАО «Агроплемкомбинат Мир» возможно применение проекта «Использование системы контроля передвижения транспорта на базе ГЛОНАСС, с целью снижения расхода дизельного топлива и сжиженного газа пропан – бутан», который позволит уменьшить потребление топлива и затрат на него, не снижая уровень производства данного предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по НИОКР. Сокращение расходов на энергоресурсы в сельскохозяйственном производстве Нижегородской области. № 3/ И130124082908. Княгинино, ГБОУ ВПО НГИЭИ, 2014 г.–160 с.

2. Осокин В. Л. Мониторинг энергоэффективности образовательных учреждений Нижегородской области/Осокин В. Л., Сбитнев Е. А.// Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник), № 1–2, г. Краснодар, 2013 г. С. 70–75

3. Федеральный закон об энергосбережении и повышении энергетической эффективности № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г.

4. Интернет-ресурс: Единая национальная диспетчерская система России, www.ends-russia.ru.

REDUCING OF ENERGY CONSUMPTION IN AGRICULTURAL ENTERPRISES THROUGH INTRODUCTION OF SUPERVISORY CONTROL

Keywords: *agricultural enterprise, energy resources, scheduling, energy efficiency, monitoring, GLONASS.*

Annotation. *The article describes measures of reduction in consumption of POL by agricultural enterprises, calculated the estimated economy from its implementation. The authors give technical and economic indices of the application of project.*

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

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

ОСОКИН ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, г. Княгинино, (osokinvl@mail.ru).

OSOKIN VLADIMIR LEONIDOVICH – candidate of technical sciences, docent, head of the chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osokinvl@mail.ru).

УДК 636.2.034

М. Н. МАХНЕВ, А. А. РЫЛОВ, В. Н. ШУЛЯТЬЕВ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАШИННОГО ДОЕНИЯ НА МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ

Ключевые слова: *аппарат, молокоотдача, оборудование, сигнализатор, удой.*

Аннотация. *В данной статье рассмотрено современное состоянии машинного доения, выявлены основные проблемы и предложено описание устройства, которое поможет решить данные проблемы.*

Индустриальное молочное животноводство подразумевает использование современного доильного оборудования. Доильные аппараты, применяемые сегодня на производстве, оборудованы электроникой, позволяющей не только управлять процессом доения (массаж, стимуляция, додой, регистрация удоя), но и отслеживать физиологическое состояние животного (например – скрытые маститы). Электроника и программная поддержка – основа любого доильного зала. Несмотря на совершенство доильного оборудования, на сегодняшний день остро стоят проблемы пятнадцатилетней давности – ранняя выбраковка коров, заболеваемость маститами и т. д. [1, с 18].

Возможных направлений решения этой комплексной проблемы множество, но, на наш взгляд, наиболее простым и эффективным является разработка почетвертного сигнализатора молокоотдачи. Данный сигнализатор позволит производить почетвертной контроль молокоотдачи при доении коров и предупреждать оператора об окончании доения и необходимости снятия доильного аппарата с вымени животного, а также выявлять физиологическое отклонение в развитии отдельных четвертей вымени и содействовать эффективной селекции промышленного стада.

Сегодня имеется целый ряд подобных устройств, но особенностью является то, что все они регистрируют

© Махнев М. Н., Рылов А. А., Шулятьев В. Н., 2014

молокоотдачу по вымени в целом, что не позволяет выявлять молокоотдачу по четвертям, а следовательно, объективную причину возникновения маститов в случае неравномерного развития отдельных четвертей вымени и их «сухого передоя».

По данной причине необходим сигнализатор почетвертной (именно почетвертной) молокоотдачи, который должен быть надежен, прост в обращении, легок и относительно недорог, чтобы даже небольшое хозяйство могло позволить себе приобрести его. Также он, по возможности, должен быть универсальным для большинства доильных аппаратов как отечественного, так и импортного производства при условии монтажа соответствующего датчика молокоотдачи в коллектор доильного аппарата. При работе данное устройство должно информировать о наличии молокоотдачи по каждой четверти вымени и при полном отсутствии отдачи молока – сигнализировать о прекращении доения. Более желательный вариант – автоматическое прекращение доения животного и снятие подвесной части доильного аппарата с вымени животного [2, с. 186].

Как изложено выше, нами в настоящий момент разработан макетный вариант сигнализатора.

Сигнализатор (рис. 1) представляет собой четырехканальное устройство, каждый канал которого содержит датчик 1 молокоотдачи, входной преобразователь 2, интегратор 3 и пороговое устройство 4.

Для сигнализации о прекращении молокоотдачи каждый канал включает индикаторный светодиод 5. Все каналы объединены схемой совпадения 6, включающей в работу генератор 7 низкой частоты. За счет генератора формируется звуковой и световой сигналы, которые создаются спикером 8 и сигнальным светодиодом 9 соответственно. Для включения схемы в работу через некоторое время после нажатия стартовой кнопки имеется блок задержки включения 10.

Принцип работы: пока из четверти вымени идет молокоотдача, датчик 1 в соответствии с импульсным (а молоко извлекается из вымени импульсно и только в такт сосания) характером движения отдельных струек молока, формирует дискретный сигнал в виде импульсов тока, протекающего через датчик. Причем, чем выше молокоотдача и объемнее отдельные струйки молока, тем длительнее импульсы тока, т. е. выше скважность сигнала датчика.

Входной преобразователь 2 в соответствии с входными импульсами формирует импульсный сигнал в виде дискретного напряжения.

Функция интегратора 3 – преобразовать дискретный сигнал в сигнал непрерывный.

Пороговое устройство 4 контролирует уровень напряжения на выходе интегратора (можно сказать – контролирует уровень молокоотдачи) и при его снижении до уровня, заданного пороговым устройством 4, включает сигнальный светодиод 5: из практических соображений – зеленого цвета.

Таким образом, если молокоотдача интенсивная – светодиод 5 погашен, что говорит о нормальном протекании процесса доения, но при снижении молокоотдачи ниже уровня, заданного пороговым устройством, – светодиод горит. Свечение светодиода указывает на прекращение молокоотдачи в отдельной четверти вымени коровы. Аналогичным образом работают и другие три канала сигнализатора, контролирующие оставшиеся три четверти вымени.

Когда молокоотдача прекратится по всем четырем четвертям вымени коровы и будут гореть все четыре светодиода 5, контролирующие отдельные четверти, схема совпадения 6 включает в работу генератор 7 низкой частоты, который, в свою очередь, формирует сигнал для звукового сигнала 8 и светодиода 9 окончания доения (из практических соображений – красного цвета).Звуковой сигнал 8 и мигание красного светодиода 9 указывают на прекращение основного доения и необходимость перехода оператора машинного доения к заключительному этапу – машинному додаиванию.

На следующем этапе работы необходимо оптимизировать принципиальную схему сигнализатора с сохранением её надежности и стабильности работы, уменьшить её энерго-потребление.

Предусмотреть возможность использования сигнализатора в составе доильных аппаратов как отечественного, так и импортного производства с минимальными их изменениями.

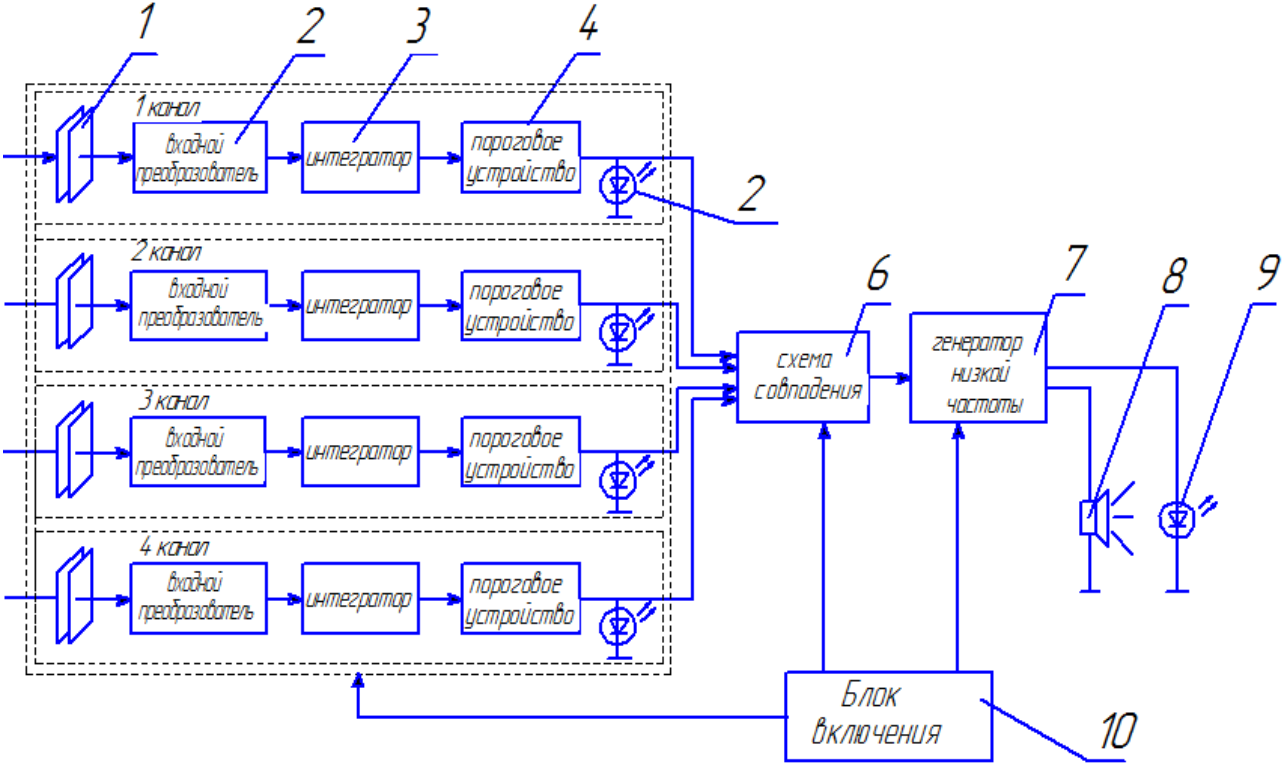


Рисунок 1 – Структурная схема работы почетвертного сигнализатора молокоотдачи: 1 – датчик; 2 – входной преобразователь; 3 – интегратор; 4 – пороговое устройство; 5 – светодиод; 6 – схема совпадения; 7 – генератор; 8 – звуковой сигнал; 9 – светодиод;10 – блок задержки включения

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордиевских М. Л. Контроль интенсивности выведения молока с помощью кольцевых датчиков-электродов // Техника в сельском хозяйстве. 2006. № 4. С. 17–20.

2. Шулятьев В. Н., Рылов А. А., Перескоков Р. Г., Рублёв М. И. Оптимизация технологических и конструктивных параметров датчика почетвертного контроля интенсивности выведения молока // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА. 2013. № 14. 204. С. 186–189.

CURRENT STATUS OF MILKING MACHINES ON DAIRY FARMS

Keywords: *milk yield, equipment, apparatus, alarm, milk flow.*

Annotation. *This article considers the current state of machine milking, the basic problems and proposed description of the device, which will help to solve these problems.*

МАХНЕВ МАКСИМ НИКОЛАЕВИЧ – аспирант кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров.

MAKHNEV MAXIM NIKOLAEVICH – aspirant of the chair of technological and energy equipment , Vyatka State Agricultural Academy, Russia, Kirov.

РЫЛОВ АЛЕКСАНДР АРКАДЬЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров.

RILOV ALEXANDER ARKAD'EVICH – candidate of technical sciences, docent of the chair of technology and energy equipment, Vyatka State agricultural academy, Russia, the city of Kirov.

ШУЛЯТЬЕВ ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ – доктор технических наук, профессор кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров.

SHULYATYEV VALERY NIKOLAEVICH – doctor of technical sciences, professor of the chair of technological and energy equipment , Vyatka State Agricultural Academy, Russia , Kirov.

УДК 621.65

В. Г. МОХНАТКИН, П. Н. СОЛОНЩИКОВ, А. С. ФИЛИНКОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ СМЕСЕЙ В УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ

Ключевые слова: *время приготовления, динамическая вязкость, качество смеси, смесь, стабильность, степень однородности, установка, частота вращения.*

Аннотация. *В данной статье представлены результаты опытов по определению качества смешивания в установке для приготовления жидких кормовых смесей. На основании проведенных исследований получены математические модели, влияющие на процесс смешивания.*

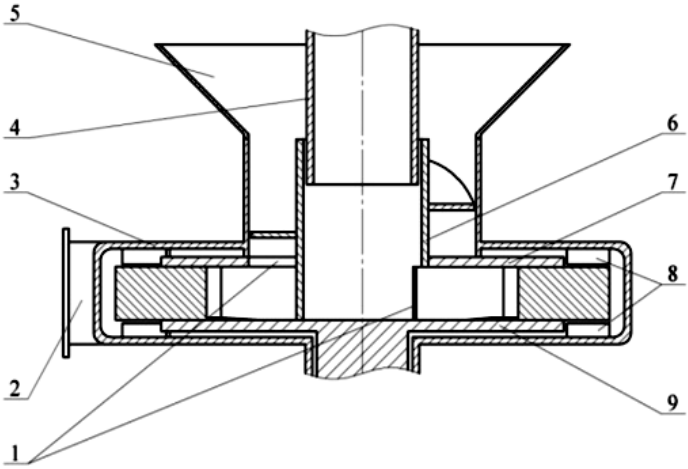
Процессы смешивания и растворения растворимых порошкообразных материалов и кристаллических веществ в жидкости широко используются в народном хозяйстве, в том числе в пищевой промышленности и при получении кормовых смесей для кормления животных.

Анализ конструкций устройств для смешивания и растворения позволили выявить следующие основные эксплуатационные и технологические требования: дозирование жидких и сыпучих компонентов, исключение намокания и налипания сыпучих компонентов из-за их раздельного подвода с жидкостью, интенсивное смешивание, совмещение функций смесителя и перекачивающего насоса в одном устройстве, малые габариты [1, с. 22].

Таким устройством является установка состоящая из рабочей камеры 3 (рисунок 1), соединенной с загрузочной камерой 5, внутри которой расположено рабочее колесо. Рабочее колесо выполнено как комбинация открытого колеса на периферии и закрытого колеса в центре, снизу ограниченного основным 9, а сверху – покрывным диском 7. Покрывной диск 7 соединен с расположенной по центру втулкой 6, имеющей спиральную навивку. В покрывном диске и втулке выполнены окна 1, расположенные так, что между каждыми двумя лопатками рабочего колеса последовательно чередуются окна во втулке и покрывающем диске.

© Мохнаткин В. Г., Солонщиков П. Н., Филинков А. С., 2014

Жидкость поступает в центр рабочего колеса через питающий патрубок 4 и окна 1 во втулке, а порошкообразный компонент принудительно подается спиральной навивкой через горизонтальные окна в покрывающем диске 7. Компоненты предварительно смешиваются на открытой части колеса, затем при взаимодействии с неподвижными лопатками 8 и далее в кольцевом отводе происходит окончательное смешивание компонентов.



а

б

Рисунок 1 – Схема (а) и общий вид (б) установки для приготовления жидких кормовых смесей

Установка предназначается для работы в составе поточных технологических линий или как самостоятельная машина (в совокупности с резервуаром), работающая по циклическому процессу.

Первоначально находящиеся раздельно жидкость и порошкообразный компонент после равномерного распределения каждого из них в смешиваемом объеме материала образуют однородную смесь.

Для изучения процессов смешивания устройство собиралось с открытым контуром по проточной и циркуляционной схемам (рис.2).

Стенд работает следующим образом (рис. 2). По проточной схеме: перед началом работы краны 4 и 9 закрывают, а краны 3 и 5 открывают. После запуска электродвигателя открывают кран 9 и засыпают в загрузочную камеру порошкообразные компоненты. Полученная смесь поступает в бак 6.

При циркуляции кран 5 закрыт, а 3 и 9 открыты. При открытии крана 4 жидкость начинает двигаться по замкнутому контуру, затем дозировано засыпают сухие компоненты в загрузочную камеру. По прошествии некоторого времени готовую смесь перекачивают в бак 6, закрыв кран 4 и открыв кран 5.

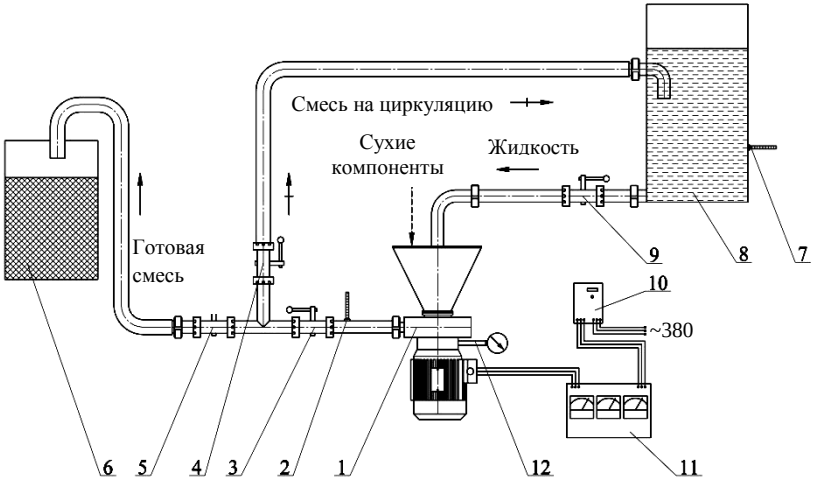


Рисунок 2 – Схема работы установки с открытым контуром:
1 – установка; 2, 7 – термометры; 3, 4, 5, 9 – шаровые краны; 6 – бак с готовой смесью; 8 – бак с жидкостью; 11 – мультиметр DMK-20; 10 – частотный преобразователь; 12 – тахометр.

Был проведен ряд экспериментов по исследованию влияния технологических параметров установки на качество получаемых смесей. Изучали смешивание компонентов по двум режимам: 1-й – при непрерывном внесении компонентов, 2-й – при порционном внесении сыпучих компонентов в жидкость [2, с. 16; 3, с. 51].

На первом этапе производили оценку стабильности полученной смеси. За критерии оптимизации были приняты стабильность к коалесценции $T_к$ и полная стабильность T_c.

При непрерывном внесении компонентов факторами выступали частота вращения рабочего колеса n (x_1) и динамическая вязкость жидкости μ (x_2), которая изменялась в зависимости от температуры.

После реализации опытов, расчета коэффициентов регрессии получены следующие математические модели рабочего процесса:

$$T_к = 142{,}7 - 6{,}10 \cdot x_1 + 10{,}62 \cdot x_2 - 18{,}28 \cdot x_1^2 - 12{,}015 \cdot x_1 \cdot x_2 - 10{,}05 \cdot x_2^2 . \quad (1)$$

$$T_c = 21{,}57 + 6{,}39 \cdot x_1 + 15{,}87 \cdot x_2 + 1{,}44 \cdot x_1^2 - 14{,}57 \cdot x_1 \cdot x_2 + 31{,}7 \cdot x_2^2 . \quad (2)$$

При порционном внесении сыпучих компонентов в жидкость в качестве факторов были выбраны время приготовления t (x_1) и частота вращения рабочего колеса n (x_2).

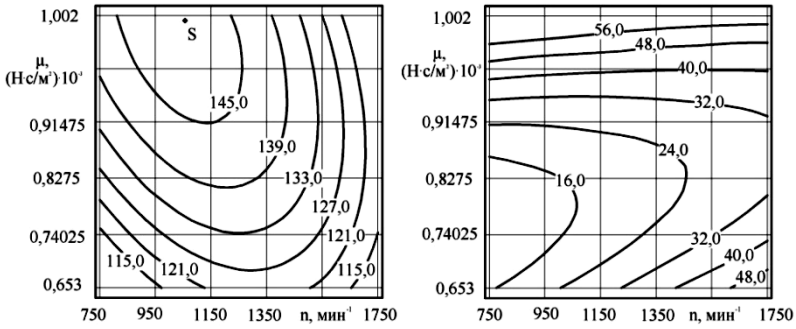
После реализации опытов, расчета коэффициентов регрессии получены следующие математические модели рабочего процесса:

$$T_к = 70{,}06 + 5{,}47 \cdot x_1 + 7{,}64 \cdot x_2 + 13{,}87 \cdot x_1^2 + 19{,}44 \cdot x_2^2 . \quad (3)$$

$$T_c = 46{,}11 + 0{,}47 \cdot x_1 + 3{,}88 \cdot x_2 - 14{,}17 \cdot x_1^2 - 13{,}73 \cdot x_1 \cdot x_2 + 7{,}46 \cdot x_2^2 . \quad (4)$$

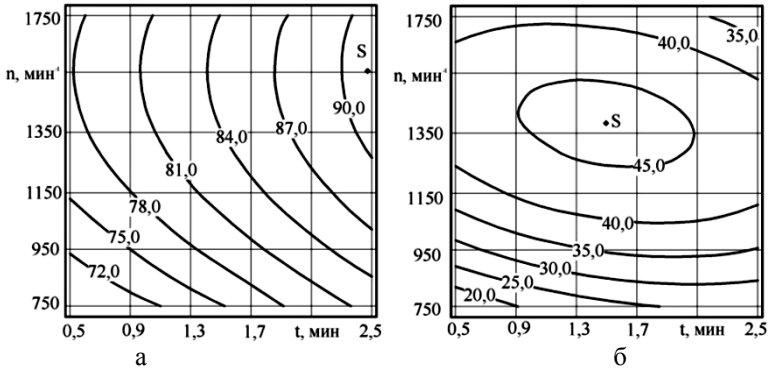
По моделям (1…4) построены двумерные сечения (рис. 3,4).

Анализируя двумерное сечение (рисунок 3, а), можно сделать вывод, что при динамической вязкости жидкости μ = 1,002 (Н·с/м^2)·10^{-3} и частоте вращения рабочего колеса n = 1050 мин$^{-1}$ достигли значения стабильности к коалесценции $T_к$ = 145 ч. По двумерному сечению (рисунок 3, б) наибольшее значение полной стабильности достигается при динамической вязкости жидкости μ = 0,981…1,002 (Н·с/м^2)·10^{-3} и частоте вращения рабочего колеса n = 750…1750 мин$^{-1}$, при этом значение стабильности T_c = 56 с.



а б

Рисунок 3 – Двумерные сечения поверхностей отклика для стабильности к коалесценции $T_к$,ч (*а*) и полной стабильности $T_с$, с (*б*) по 1-му режиму



а б

Рисунок 4 – Двумерные сечения поверхностей отклика для стабильности к коалесценции $T_к$,ч (*а*) и полной стабильности $T_с$, с (*б*) по 2-му режиму

Анализируя двумерное сечение (рисунок 4, а), можно сделать вывод, что при времени приготовления t = 2,2…2,51 мин и частоте вращения рабочего колеса n = 1250…1750 мин$^{-1}$ максимальное значение стабильности к коалесценции составляет $T_к$ = 90 ч. Полная стабильность (рисунок 4, б) имеет наибольшее значение $T_с$ = 45 с при времени приготовления t = 0,9…2,1 мин и частоте вращения рабочего колеса в пределах n = 1250…1450 мин$^{-1}$.

Для определения эффективности работы установки как растворителя молочных продуктов использовали экспресс-метод – показатель полноты растворения (*ППР*).

$$ППР = \frac{M_{осадок} - M_{ёмкость}}{M_{смеси}} \cdot 100\ \%, \quad (5)$$

где $M_{осадок}$ – масса ёмкости с осадком, кг; $M_{ёмкость}$ – масса ёмкости до проведения испытаний, кг; $M_{смеси}$ – масса смеси, прошедшая за время смешивания, кг.

$$M_{смеси} = \frac{Q \cdot t}{3600} \cdot 10^3, \quad (6)$$

где Q – подача устройства, т/ч; t – время прохождения смеси через установку, с.

Исследования проводили по 1-му режиму при тех же факторах, что и при определении стабильности смеси.

После реализации опытов, расчета коэффициентов регрессии получена математическая модель рабочего процесса (*ППР*) по 1-му режиму:

$$ППР = 2{,}1 - 1{,}41 \cdot x_1 - 0{,}48 \cdot x_2 + \\ + 1{,}82 \cdot x_1^2 + 0{,}49 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0{,}27 \cdot x_2^2 . \quad (7)$$

Математическая модель (7) показывает, что наибольшее влияние на показатель полноты растворения оказывает частота вращения рабочего колеса (b_1= –1,41).

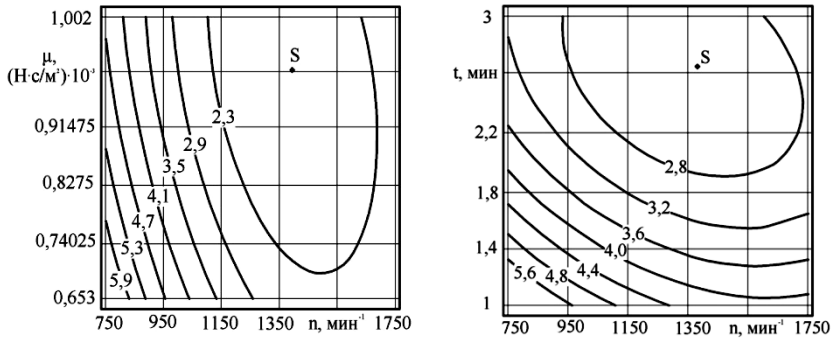
При порционном внесении сыпучих компонентов в жидкость в качестве факторов были выбраны время приготовления n (x_1) и частота вращения рабочего колеса t (x_2) согласно проведенным однофакторным экспериментам.

После реализации опытов, расчета коэффициентов регрессии получены следующие математические модели рабочего процесса по 2-му режиму:

$$ППР = 2{,}81 - 0{,}51 \cdot x_1 - 1{,}05 \cdot x_2 + \\ + 0{,}59 \cdot x_1^2 + 0{,}52 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0{,}80 \cdot x_2^2 . \quad (8)$$

Математическая модель (8) показывает, что наибольшее влияние на показатель полноты растворения оказывает время приготовления (b_2 = –1,05).

Анализ математических моделей (7, 8) проводили с помощью двумерных сечений поверхности отклика (рисунок 5).



а б

Рисунок 5 – Двумерные сечения поверхностей отклика для показателя полноты растворения (*ППР*) по 1-му режиму (а) и по 2-му режиму (б)

Двумерное сечение поверхности отклика (рисунок 5, а) показывает, что при динамической вязкости жидкости, μ = 0,95837…1,002 (Н·с/м^2)·10^{-3} и частоте вращения рабочего колеса n от 1400 до 1650 мин$^{-1}$ достигли значения *ППР* = 2,3 %.

При анализе двумерного сечения поверхности отклика (рисунок 5, б) пришли к выводу, что при времени приготовления t = 2,5 мин и частоте вращения n = 1400 мин$^{-1}$ достигли значения *ППР* = 2,8 %.

Исследования степени однородности Θ проводили так же в зависимости от принятых ранее факторов. Для оценки отклонения степени однородности использовали коэффициент вариации v.

Степень однородности, определяли по формуле:

$$\Theta = \frac{\Phi_o(t_i)}{\Phi(-3)} = \frac{\Phi_o(t_i)}{0{,}9973}, \qquad (9)$$

где Φ_0 – нормированная функция Лапласа.

В качестве критерия оценки степени однородности использовали коэффициент неоднородности (вариации), выражаемый в %

$$v_c = 100 \cdot \frac{S}{\bar{x}}, \qquad (10)$$

где S – величина среднего квадратического отклонения контрольного компонента по данным опытов; $\bar{x}$ – среднее значение контрольного компонента.

После реализации опытов, расчета коэффициентов регрессии получены следующие математические модели рабочего процесса по 1-му режиму:

$$\Theta = 72{,}89 - 7{,}6 \cdot x_1 + 1{,}3 \cdot x_2 + 4{,}52 \cdot x_1^2 + \\ + 15{,}24 \cdot x_1 \cdot x_2 + 3{,}06 \cdot x_2^2 , \quad (11)$$

$$\nu = 8{,}58 - 6{,}92 \cdot x_1 + 0{,}88 \cdot x_2 + \\ + 5{,}07 \cdot x_1^2 + 6{,}88 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1{,}68 \cdot x_2^2 . \quad (12)$$

Математические модели (11) и (12) показывают, что наибольшее влияние оказывает частота вращения рабочего колеса (b_1 = –7,6, b_1 = –6,92).

После реализации опытов по 2-му режиму, после расчета коэффициентов регрессии получены следующие математические модели рабочего процесса:

$$\Theta = 74{,}43 - 2{,}6 \cdot x_1 + 1{,}21 \cdot x_2 + \\ + 1{,}22 \cdot x_1 \cdot x_2 - 3{,}42 \cdot x_2^2 , \quad (13)$$

$$\nu = 10{,}56 + 2{,}6 \cdot x_1 - 1{,}21 \cdot x_2 - \\ - 1{,}22 \cdot x_1 \cdot x_2 + 3{,}42 \cdot x_2^2 . \quad (14)$$

Математические модели (13) и (14) показывают, что наибольшее влияние на степень однородности и на коэффициент вариации оказывает частота вращения рабочего колеса (b_1 = –2,6).

По математическим моделям (11…14) построены двумерные сечения поверхностей отклика, представленные на рисунке 6.

Анализируя сечение (рисунок 5, а), приходим к выводу что показатель полноты растворения имеет наиболее выраженный оптимум (*ППР* = 2,3 %), где частота вращения рабочего колеса *n* находится в пределах от 1400 до 1650 мин$^{-1}$ при значении динамической вязкость жидкости μ = 0,958375…1,002 (Н·с/м^2)·10^{-3}. Таким образом, используя условный метод наложения двумерных сечений, получим, что при частоте вращения рабочего колеса n = 1500 мин$^{-1}$ и динамической вязкости μ = 1,002 (Н·с/м^2)·10^{-3} показатели качества смешивания будут следующие: стабильность к коалесценции $T_к$ = 133 ч, полная стабильность $T_с$ = 56 с, показатель полноты растворения *ППР* = 2,3 %, степень однородности Θ = 76 % и коэффициент вариации ν = 12 % (для 1-го режима).

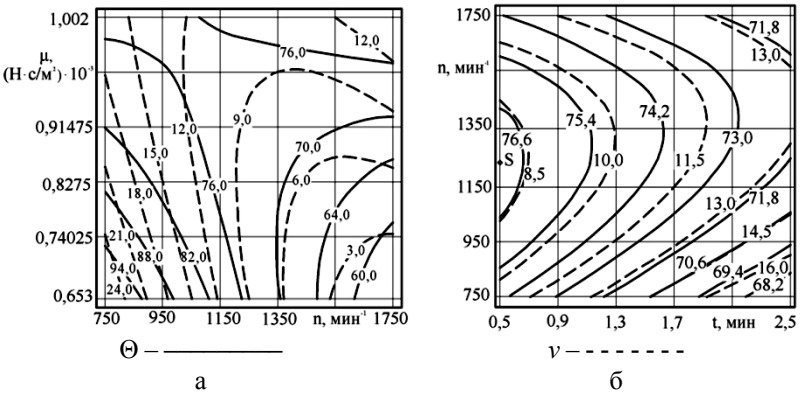


Рисунок 6 – Двумерные сечения поверхностей отклика для степени однородности Θ, % по 1-му режиму и по 2-му режиму

При порционном смешивании компонентов (2-й режим) при времени приготовления t = 2 мин и частоте вращения рабочего колеса n = 1500 мин$^{-1}$ показатели качества смешивания будут следующие: стабильность к коалесценции $T_к$ = 87 ч, полная стабильность $T_с$ = 45 с, показатель полноты растворения *ППР* = 2,8 %, степень однородности Θ = 73%, коэффициент вариации v = 11,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мохнаткин В. Г., Филинков А. С., Солонщиков П. Н. Устройство ввода и смешивания сыпучих компонентов с жидкостью // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2012. № 9. С. 22–24.

2. Мохнаткин В. Г. Филинков А. С., Солонщиков П. Н. Исследование процессов смешивания сыпучих компонентов с жидкостью при их порционном внесении // Пермский аграрный вестник. 2013. № 2. С. 15–20.

3. Солонщиков П. Н. Исследование устройства для приготовления смесей // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2013. № 9. С. 50–53.

EXPERIMENTAL EVALUATION OF QUALITY OF RESULTING MIXTURES IN COOKING EQUIPMENT FOR LIQUID FEED MIXTURES

Keywords: *blend , installation , dynamic viscosity, speed , cooking time , mix quality , degree of homogeneity , stability.*

Annotation. *This article presents the results of experiments to determine the quality of mixing in a plant for making liquid feed mixtures . Based on the studies prepared mathematical models affecting the mixing process.*

МОХНАТКИН ВИКТОР ГЕРМАНОВИЧ – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров, (mohnatkin@vgsha.info).

MOKHNATKIN VICTOR HERMANOVITCH – doctor of technical sciences , professor, head of the chair of technological and energy equipment , Vyatka State Agricultural Academy, Russia , Kirov , (mohnatkin@vgsha.info).

СОЛОНЩИКОВ ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ – ассистент кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров, (solon-pavel@yandex.ru).

SOLONSCHIKOV PAVEL NIKOLAEVICH – assistant of the chair of technological and energy equipment , Vyatka State Agricultural Academy, Russia , Kirov , (solon-pavel@yandex.ru).

ФИЛИНКОВ АНДРЕЙ СЕРГЕЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров, (filin-a@yandex.ru).

FILINKOV ANDREW SERGEEVICH – candidate of technical sciences, docent of the chair of technology and energy equipment, Vyatka State Agricultural Academy, Russia, Kirov, (filin-a@yandex.ru).

УДК 621.646.7

В. Г. МОХНАТКИН, П. Н. СОЛОНЩИКОВ, А. С. ФИЛИНКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В РАБОЧЕМ КОЛЕСЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ

Ключевые слова: *скорость, траектория, рабочее колесо, частица, частота вращения.*

Аннотация. *В данной статье рассмотрено движение частицы в рабочем колесе установки для приготовления жидких кормовых смесей. Определены абсолютные скорости движения частицы, и построена траектория ее движения.*

Материал, прошедший по питающему устройству, перемещается по винтовому каналу в окно на покрывном диске, где попадает на первую ступень рабочего колеса. Затем он взаимодействует со второй ступенью и с неподвижными лопатками. Поэтому необходимо рассмотреть модель движения частицы в поле центробежных сил и за пределами ее действия.

Составим схему (рис.1) сил, действующих на частицу материала, движущуюся в рабочем колесе [1, с. 233].

Составим сумму проекций всех внешних сил, которые действуют на частицу (материал), в векторной форме:

$$m\vec{w} = m\vec{g} + \overrightarrow{F_A} + \overrightarrow{\Phi_e} + \overrightarrow{\Phi_c} + \vec{R}, \qquad (1)$$

где m – масса частицы, кг; $\vec{w}$ – ускорение частицы; $m\vec{g}$ – сила тяжести, Н; $\vec{R}$ – сила сопротивления частицы Н; $\overrightarrow{F_A}$ – сила Архимеда, Н.

$$\left|\overrightarrow{F_A}\right| = \rho g V, \qquad (2)$$

где ρ – плотность, кг/м^3; V – объём тела, м^3; $\vec{\Phi}_e$ – переносная сила инерции, Н.

© Мохнаткин В. Г., Солонщиков П. Н., Филинков А. С., 2014

$$\Phi_e = m\omega^2 x\,, \tag{3}$$

где $\vec{\Phi}_c$ – Кориолисова сила инерции, Н:

$$\left|\vec{\Phi}_c\right| = \left|-2m\vec{\omega}\times\vec{\upsilon_r}\right|. \tag{4}$$

Кориолисова сила инерции запишется как

$$\Phi_{cy} = -2m\omega\dot{x}\,, \tag{5}$$

где $\dot{x}$ – скорость частицы, м/с;

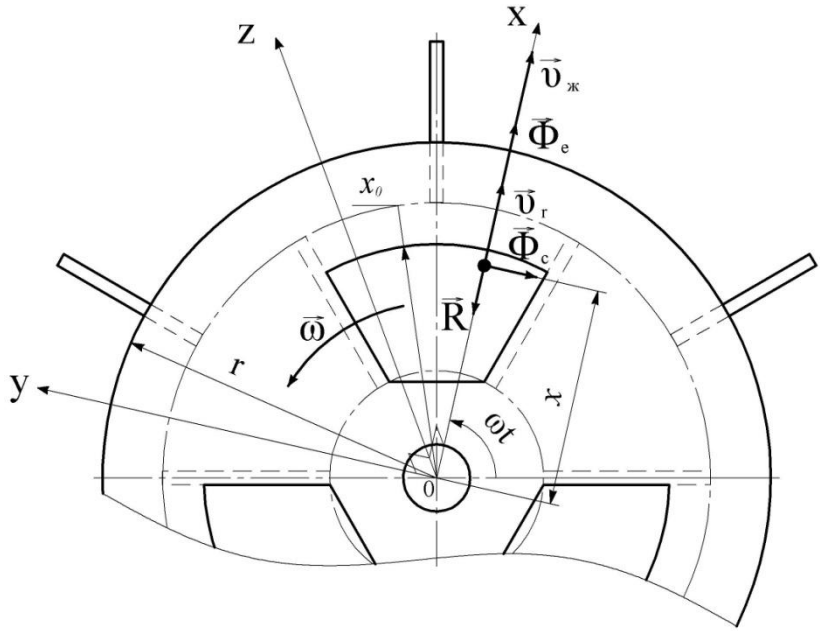


Рисунок 1 – Схема внешних сил, действующих на частицу в рабочем колесе установки

Так как рабочее колесо выполнено с покрывающим диском, то сила тяжести $m\vec{g}$ и сила Архимеда $\overrightarrow{F_A}$ будут незначительны, поэтому при расчетах можно принять их равными $m\vec{g} = \overrightarrow{F_A} = 0$.

Приняв допущение, что частица материала находится в произвольной точке на рабочем колесе, движение частицы происходит без взаимодействия с водой. Учитываем, что сила сопротивления $\vec{R}$

направлена противоположно радиальной скорости частицы $\vec{\upsilon}_r$.

В проекциях на оси координат сила сопротивления будет равна следующей системе уравнений:

$$\begin{cases} R_x = -mk \cdot (\dot{x} - \upsilon_{ж}) \\ R_y = -mk\dot{y} \end{cases}, \tag{6}$$

где $\upsilon_{ж}$ – скорость жидкости в межлопастном канале, м/с;

k – коэффициент кинематической вязкости, $с^{-1}$.

Скорость движения жидкости $\upsilon_{ж}$ в межлопастном канале определится по формуле:

$$\upsilon_{ж} = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot x \cdot h}, \tag{7}$$

где Q – подача устройства, $м^3/с$; $2\pi x$ – длина окружности, на которой находится частица, м.; h – глубина канала или высота лопатки, м.; $2\pi xh$ – площадь сечения выходных каналов, $м^2$; x – текущее положение частицы относительно центра вращения, м.

В проекциях на декартовы оси координат x и y получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = -mk \cdot (\dot{x} - \upsilon_{ж}) + m\omega^2 x \\ m\ddot{y} = -mk\dot{y} - 2m\omega\dot{x} \end{cases}. \tag{8}$$

Преобразуя систему уравнений (2.67) получим следующее:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -k \cdot (\dot{x} - \upsilon_{ж}) + \omega^2 x \\ \ddot{y} = -k\dot{y} - 2\omega\dot{x} \end{cases}. \tag{9}$$

После несложных преобразований получим:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -k\dot{x} + k\upsilon_{ж} + \omega^2 x \\ \ddot{y} = -k\dot{y} - 2\omega\dot{x} \end{cases}. \tag{10}$$

Подставляя в уравнение (10) скорость движения жидкости $\upsilon_{ж}$, определяемую по формуле (7), делаем допущение, что $\dot{x} >> \dot{y}$, то есть движение чисто радиальное, и значение Кориолисовой силы Φ_c незначительно, тогда частица будет двигаться по траектории:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -k\dot{x} + \dfrac{kQ}{2\pi xh} + \omega^2 x \\ \ddot{y} = -k\dot{y} - 2\omega\dot{x} \end{cases}. \tag{11}$$

Решая систему дифференциальных уравнений (11), получим траекторию движения частицы в подвижной системе, вращающейся

вокруг неподвижного центра O до взаимодействия с неподвижными лопатками. Расчет траектории проводили численно на персональном компьютере с помощью программы «MathCad V15». Изучение влияния различных параметров на процесс движения частицы проводили по данной программе, которая позволяет не применять трудоемкий процесс программирования.

Дополняя полученную систему дифференциальных уравнений (11) начальными условиями, получим следующее:

$$\begin{cases} x(0) = x_0; \quad y(0) = y_0; \\ \dot{x}(0) = \dot{x}_0; \quad \dot{y}(0) = \dot{y}_0. \end{cases} \tag{12}$$

Задаваясь начальными значениями координат, получим следующее значение скоростей по осям x и y в зависимости от начального положения x_0 (рис.2, 3).

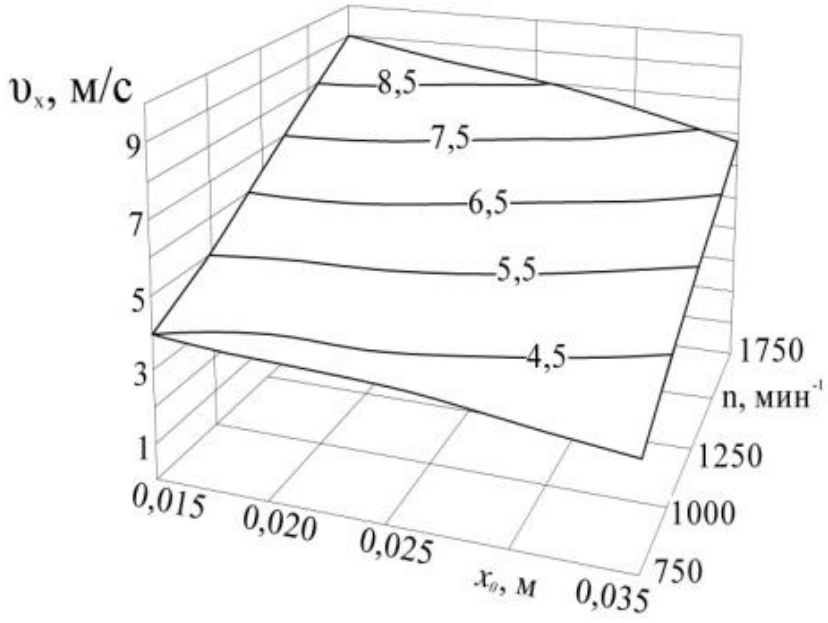


Рисунок 2 – График изменения абсолютной скорости частицы от частоты вращения вала рабочего колеса n и начального положения частицы x_0 в окне на покрывающем диске по оси x

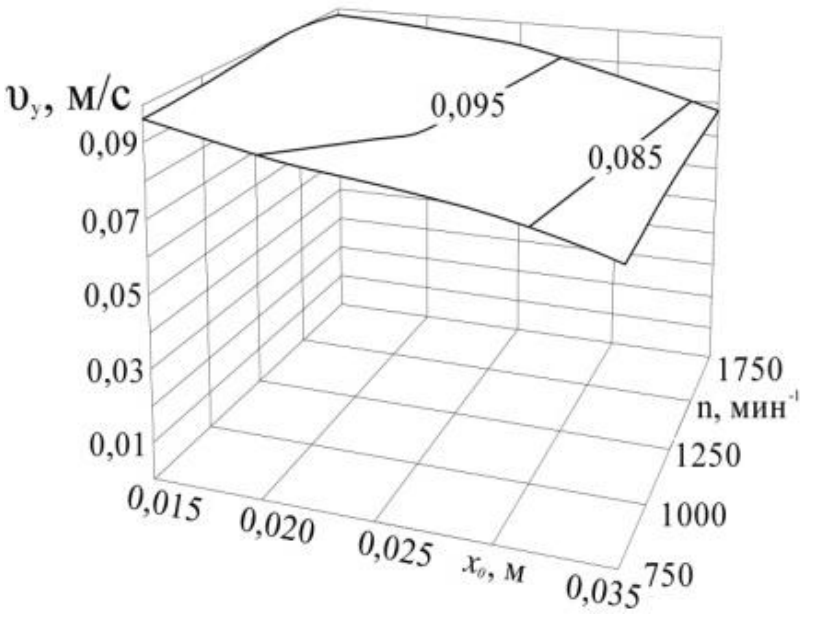


Рисунок 2 – График изменения абсолютной скорости частицы от частоты вращения вала рабочего колеса *n* и начального положения частицы x_0 в окне на покрывающем диске по оси *y*

Начальное положение x_0 характеризует начальную координату частицы в окне на покрывающем диске. Как видно из рисунков 2–3, скорость частицы будет увеличиваться, если она будет ближе к центру вращения при увеличении частоты вращения рабочего колеса *n*.

Как видно из приведенных графиков, скорости по осям *x* и *y* увеличиваются при увеличении частоты вращения рабочего колеса. Если увеличивать начальное значение положение x_0, то абсолютные скорости снижаются. Скорость υ_x будет иметь большее значение, то есть предположение, что движение радиальное подтверждается, а скорость υ_y в 100 раз меньше. Частица при различной частоте вращения рабочего колеса *n* и начальном положении x_0 будет двигаться по прямой, поэтому можно сказать, что абсолютная скорость частицы $\upsilon \approx \upsilon_x$.

Изменение скорости в начальный и конечный момент времени представим при частотах вращения вала рабочего колеса n = 750; 1000; 1250; 1500 и 1750 мин$^{-1}$, и при начальном положении частицы x_0 от 0,015 до 0,035 м (рис 3).

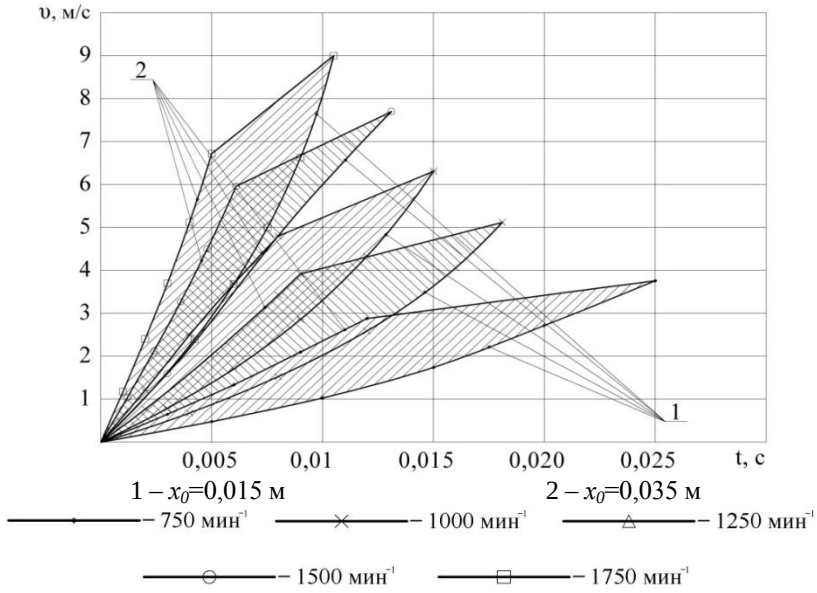


Рисунок 3 – График изменения скорости частицы от частоты вращения вала рабочего колеса n и начального положения частицы x_0 в окне на покрывающем диске

Как видно из полученных графиков, скорость частицы будет иметь большее значение при положении частицы x_0 = 0,015 м, но за более долгое время t, чем при x_0 = 0,035 м.

Движение (траектория) частицы будет описываться следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases}. \qquad (13)$$

Траекторию движения частицы (рис 4) построим в границах 750 и 1750 мин$^{-1}$. Так как из предыдущего графика (рис.3) значения изменяются прямо пропорционально, соответственно остальные частоты вращения будут находиться в границе заданного диапазона.

Как видно из рисунка 4, частица будет смещаться по оси x на очень большое значение, поэтому движение происходит практически радиально, так как перемещение по оси y меньше в 150 раз. При частоте

вращения n=750 мин$^{-1}$ частица будет больше смещаться к лопатке рабочего колеса. Можно сказать, что при малой частоте вращения рабочего колеса частица будет прижиматься к лопатке и только через некоторый промежуток времени выйдет на периферию.

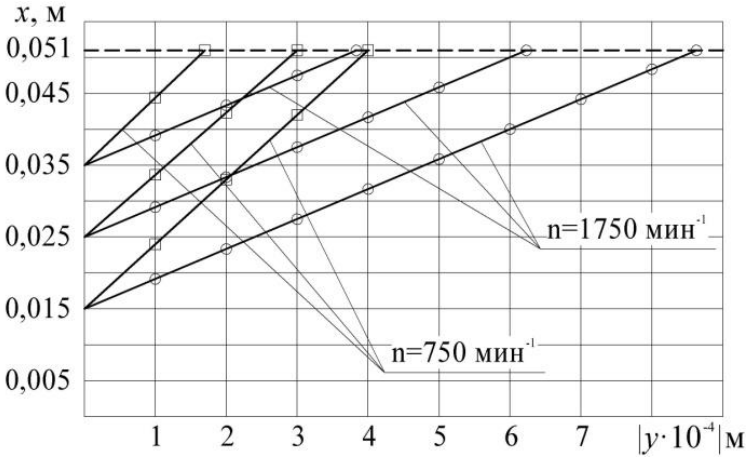


Рисунок 4 – Расчётная траектория движения частицы

Зная конечное время t, за которое частица закончит движение, то есть достигнет края рабочего колеса перед зоной с неподвижными лопатками, можно определить угол φ, на который повернется колесо по формуле $\varphi = \omega t$.

Построим траекторию движения частицы в зависимости от угла поворота φ (рис. 5).

По рисунку 5 видно, что независимо от величины частоты вращения рабочего колеса частица будет двигаться по одной траектории в зависимости от угла поворота φ. В свою очередь, когда частица достигает края рабочего колеса при начальном положении x_0 = 0,015 м, угол поворота составит φ = 62…64 ^{0}, что соответствует тому, что второй ряд лопаток будет намного быстрее уносить частицу на периферию, и, соответственно, при x_0 = 0,035 м угол поворота составит φ = 40…42 ^{0}. Увеличение начального положения x_0 приведет к тому, что частица не будет активно взаимодействовать со вторым рядом лопаток. Поэтому будет преобладать относительное движение, которое будет эвакуировать частицу из рабочей камеры.

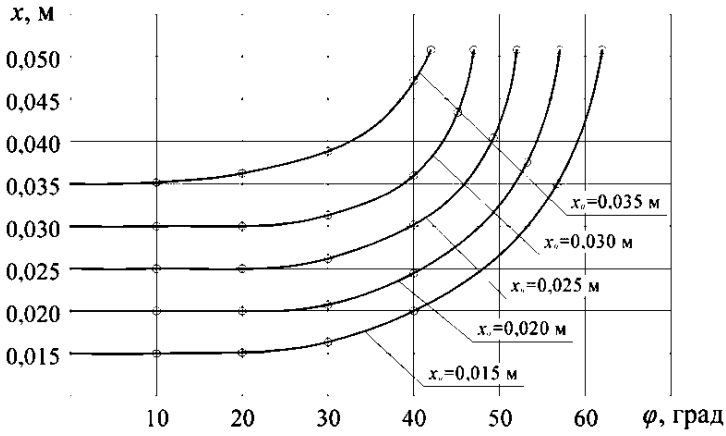


Рисунок 5 – График изменения траектории движения частицы в зависимости от угла поворота φ

При этом определяем максимальный размер окна на покрывающем диске рабочего колеса, позволяющий равномерно подавать материал, при этом радиус от центра вращения должен быть равен x_0 = 0,035 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мохнаткин В. Г., Филинков А. С., Алёшкин А. В., Солонщиков П. Н. Анализ движения материала в рабочем колесе устройства для приготовления смесей // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Материалы VI Международной научно – практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. Киров: Вятская ГСХА, 2013. Вып. 11. С. 233–237.

STUDY OF PARTICLE MOTION IN THE IMPELLER INSTALLATION FOR THE PREPARATION OF LIQUID FEED MIXTURES

Keywords: *particle, impeller, trajectory, speed, speed.*

Annotation. *This paper considers the motion of a particle in the impeller installation for the preparation of liquid feed mixtures. The absolute velocity of the particles, and built its motion trajectory.*

МОХНАТКИН ВИКТОР ГЕРМАНОВИЧ – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров, (mohnatkin@vgsha.info).

MOKHNATKIN VICTOR HERMANOVITCH – doctor of technical sciences , professor, head of the chair of technological and energy equipment , Vyatka State Agricultural Academy, Russia , Kirov , (mohnatkin@vgsha.info).

СОЛОНЩИКОВ ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ – ассистент кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров, (solon-pavel@yandex.ru).

SOLONSCHIKOV PAVEL NIKOLAEVICH – assistant of the chair of technological and energy equipment, Vyatka State Agricultural Academy, Russia, Kirov, (solon-pavel@yandex.ru).

ФИЛИНКОВ АНДРЕЙ СЕРГЕЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры технологического и энергетического оборудования, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, г. Киров, (filin-a@yandex.ru).

FILINKOV ANDREW SERGEEVICH – candidate of technical sciences, docent of the chair of technology and energy equipment, Vyatka State Agricultural Academy, Russia , Kirov , (filin-a@yandex.ru).

УДК 658.5

Н. В. ОБОЛЕНСКИЙ

СТАНОВЛЕНИЕ НОВОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ НГИЭИ

Ключевые слова: *научная школа, НИОКР, энергетика, экология эффективность, электрификация*

Аннотация. *Приводится основание для утверждения формирования в НГИЭИ новой научной школы.*

Нижегородскому инженерно-экономическому институту всего одиннадцатый год, но в нём уже сложилась научная школа аграриев-экономистов [1, с. 24–32; 2, с. 6–14], возглавляемая видным ученым России [3, с. 185], доктором экономических наук, профессором Шаминым А. Е. и научная школа по направлению «Технологии, средства механизации и электрификации в сельском хозяйстве», возглавляемая автором [3, с. 118; 4].

Ученик научной школы «Технологии, средства механизации и электрификации в сельском хозяйстве», кандидат технических наук, доцент Осокин Владимир Леонидович в 2011 году возглавил Центр энергоаудита при кафедре НГИЭИ «Электрификация и автоматизация» [5, с. 4–12, 118].

За прошедший период под руководством В. Л. Осокина выполнено три научно-исследовательских и опытно-конструкторских работы (НИОКР):

1. «Мониторинг использования энергетических ресурсов и разработка предложений по энергосбережению образовательным учреждениям Нижегородской области».

В рамках этой НИОКР было проведено энергетическое обследование 138 образовательных учреждений Нижегородской области.

2. «Анализ потребления энергетических ресурсов и разработка предложений по сокращению их использования в Нижегородской области».

© Оболенский Н. В., 2014

В рамках этой НИОКР уже проведено энергетическое обследование 42 учреждений в 5 муниципальных образованиях Нижегородской области.

3. «Сокращение расходов на энергоресурсы в сельскохозяйственном производстве Нижегородской области».

В рамках этой НИОКР уже проведено энергетическое обследование: двух сельскохозяйственных и двух перерабатывающих предприятий, оплата за энергетические ресурсы которых составила более 10 млн рублей.

В выполнении названных НИОКР принимают участие все сотрудники кафедры. Работы рассчитаны на длительный период.

Для оказания практической помощи хозяйствующим субъектам в решении вопросов энергетики, предусмотренных Указом Президента РФ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» от 04.06.2008 г., а также Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Государственной программой РФ, рядом Постановлений Правительства РФ, Приказом Министерства экономического развития РФ, Приказом Министерства регионального развития РФ, в ГБОУ ВПО НГИЭИ создано МИП ООО «НГИЭИ-ЭНЕРГО». Основной деятельностью которого является, согласно коду ОКВЭД 73.10 – Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук, коммерциализация научных разработок НГИЭИ.

В уставной фонд предприятия переданы единственным участником общества две программы для ЭВМ – это программа «KUPER-1» и программа «PROSTARESIS-1». Свидетельства представлены на рис. 1 и 2.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2013617538

Программа расчета остаточного ресурса изоляции трансформаторов (PROSTARESIS-1)

Правообладатель: ***Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородский государственный инженерно-экономический институт" (НГИЭИ) (RU)***

Авторы: ***Серебряков Александр Сергеевич (RU), Семенов Дмитрий Александрович (RU)***

Заявка № **2013613769**
Дата поступления **30 апреля 2013 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ ***19 августа 2013 г.***

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

Рисунок 1 – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «PROSTARESIS-1»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2013612295

KUPER-1

Правообладатель(ли): ***Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородский государственный инженерно-экономический институт" (НГИЭИ) (RU)***

Автор(ы): ***Серебряков Александр Сергеевич (RU),***
Семенов Дмитрий Александрович (RU),
Дулепов Дмитрий Евгеньевич (RU)

Заявка № **2012660397**
Дата поступления **27 ноября 2012 г.**
Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
21 февраля 2013 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

Рисунок 2 – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «KUPER-1»

Обе программы разработаны в условиях НГИЭИ, авторами являются сотрудники кафедры «Электрификация и автоматизация». Первая программа предназначена 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. Вторая программа предназначена для определения остаточного ресурса изоляции трансформаторов.

По определению – группа ученых или коллектив исследователей, выполняющая в продолжительном периоде времени под руководством лидера, а таковым является видный ученый России Осокин Владимир Леонидович [3, с. 185], определённую научно-исследовательскую программу, решающую четко сформулированную научную задачу или комплекс задач, есть научная школа, в рассматриваемом случае – школа муниципальной и сельскохозяйственной энергетики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оболенский Н. В. Роль регионального вуза в развитии экономики сельских территорий. // Высшее образование сегодня. 9. 2012. С. 24–32.

2. Оболенский Н. В. Нижегородскому региональному вузу десять лет / Материалы XV11 Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых «Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований». Том 1**.** Княгинино: НГИЭИ. 2013. С. 6–14.

3. Видные ученые России. Деятели образования и науки. Нижний Новгород. Вып.5, изд. 1 (дополненное и изменённое). Н. Новгород: ИД «Диалог Культур». 2013. 221 С. 118, 121, 185.

4. Кафедра «Технический сервис» [сайт]. [2013]. URL: http://ngiei.ru/viewpage.php?page_id=39.

5. Шамин А. Е., Осокин В. Л. Центр энергоаудита в НГИЭИ // Вестник НГИЭИ. 2012. № 4. 2012. С. 4–12.

FORMATION OF A NEW SCIENTIFIC SCHOOL IN NGIEI

Keywords: *scientific school, energy, ecology, efficiency, electrification, research and development.*

Annotation. *The article considers the basis for the approval of the formation of a new scientific school in NGIEI.*

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

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

УДК 621.314.222.6

Д. А. СЕМЕНОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОРАЗРЯДА И ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗВРАТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ГЛАВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В ПРИЛОЖЕНИИ SIMPOWERSYSTEMS (SPS)

Ключевые слова: *возвратное напряжение, диагностика высоковольтной изоляции, заряд абсорбции, напряжение саморазряда, постоянные времени саморазряда, схема замещения корпусной изоляции трансформатора, ток абсорбции, SPS-модель.*

Аннотация. *Предложена SPS-модель, позволяющая имитировать процессы в реальной установке для измерения параметров трехслойной изоляции при заряде, саморазряде и при измерении возвратного напряжения. С помощью интегрированного пакета MATLAB (SimPowerSystems) исследованы процессы в неоднородной трехслойной изоляции при изменении параметров диагностического устройства.*

Библиотека блоков SimPowerSystems является одной из дополнительных библиотек Simulink, созданных для имитационного моделирования конкретных электротехнических устройств. В состав библиотеки входят модели активных и пассивных электротехнических элементов. Достоинством SimPowerSystems является то, что сложные электротехнические системы можно моделировать, сочетая методы имитационного и структурного моделирования. Это достигается тем, что блоки SimPowerSystemslегко сопрягаются с обычными блоками Simulink и другими блоками и функциями системы MATLAB. Это позволяет упростить модель, повысить ее устойчивость и скорость работы [1, с. 43].

Для исследования процесса заряда и разряда изоляции в SimPowerSystems построим модель трехслойной изоляции, которая представлена на рис. 1, а на рис. 2 показаны параметры установленных значений.

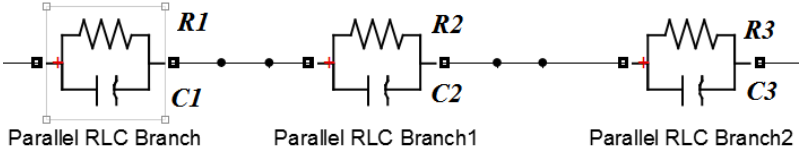
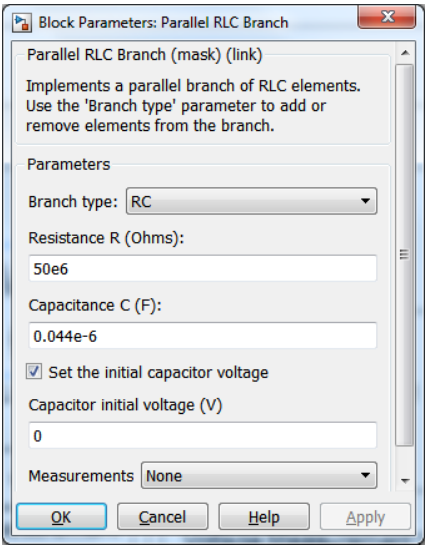
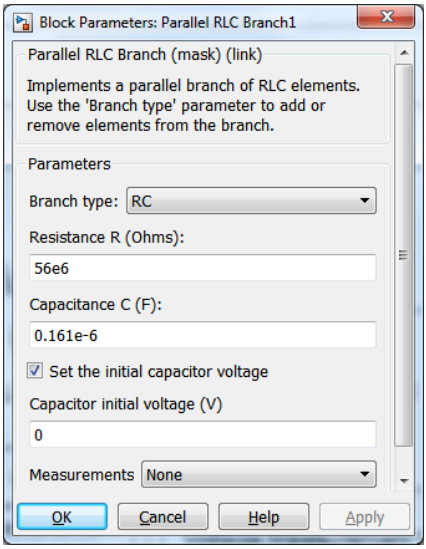


Рисунок 1 – Модель трехслойной изоляции, построенная в SPS

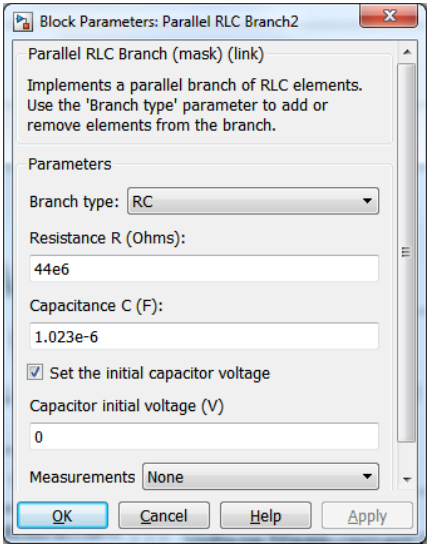
© Семенов Д. А., 2014



а)



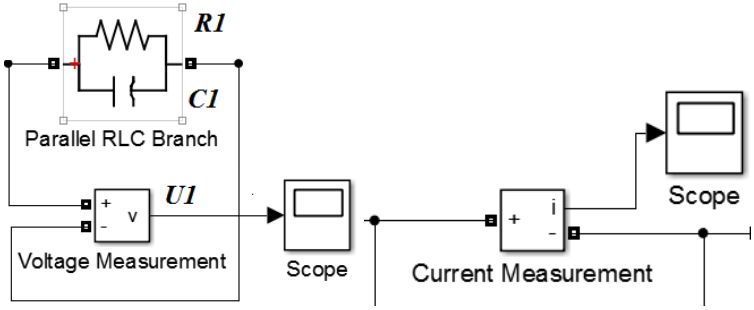
б)



в)

Рисунок 2 – Параметры установленных значений модели изоляции:
а) – параметры 1-го слоя; б) – 2-го слоя; в) – 3-го слоя

Для измерения напряжения и тока воспользуемся измерителем напряжения и тока соответственно, схема соединения изображена на рис. 3.



а) б)

Рисунок 3 – Подключение измерителей: а) – напряжения; б) – тока

Для определения сопротивления изоляции используем блок **divide**, где делим один сигнал на другой, а именно *U/i*, и результат подадим на «осциллограф» (рис. 4).

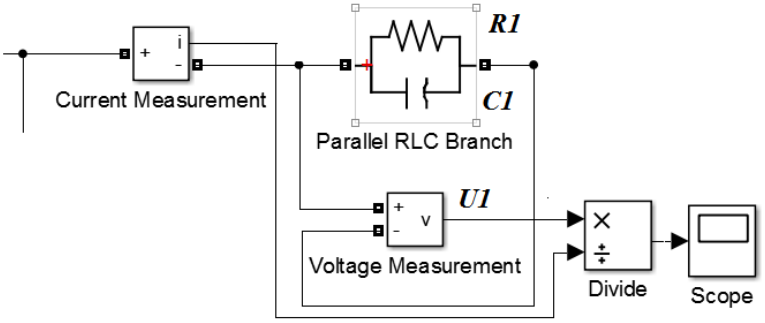


Рисунок 4 – Подключение блока математической операции – деление

На рис. 5 приведена SPS-модель заряда и разряда трехслойной изоляции в интегрированном пакете MATLAB. Заряд модели изоляции осуществляется от источника постоянного напряжения (Series RLC Branch) через идеальный ключ (IdealSwitch), который управляется с помощью таймера, где в верхней строке задается время в секундах, а в нижней имитация включения – «1» и отключения – «0», параметры таймера (Timer) приведены на рис. 6 (а). Переключатель срабатывает после 60 сек., ключ размыкается, и на осциллографе будем наблюдать сумму напряжений U_{C1} и U_{C2} и U_{C3} [3, с. 120–130].

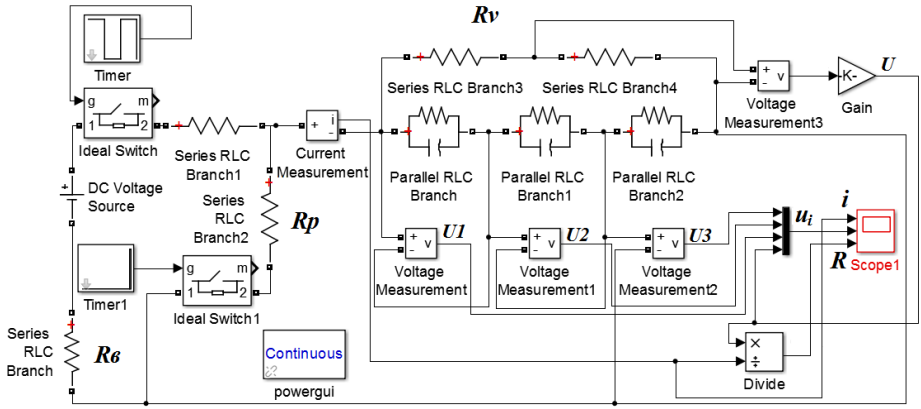
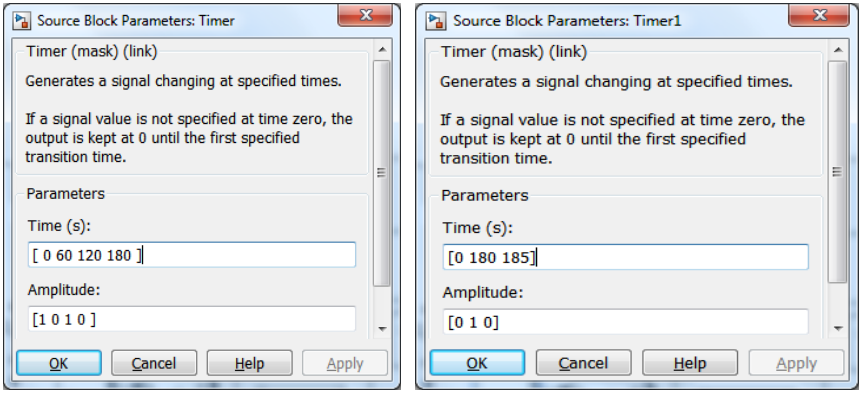


Рисунок 5 – SPS-модель заряда и разряда
трехслойной изоляции

Для моделирования возвратного напряжения добавим сопротивление R_P, через которое изоляция разряжается на «землю» и подсоединим его через переключатель (Ideal Switch1), который управляется таймером (Timer1), его параметры приведены на рис. 6 (б). А на рис. 7 представлены результаты этого моделирования.



а) б)

Рисунок 6 – Настройка таймеров

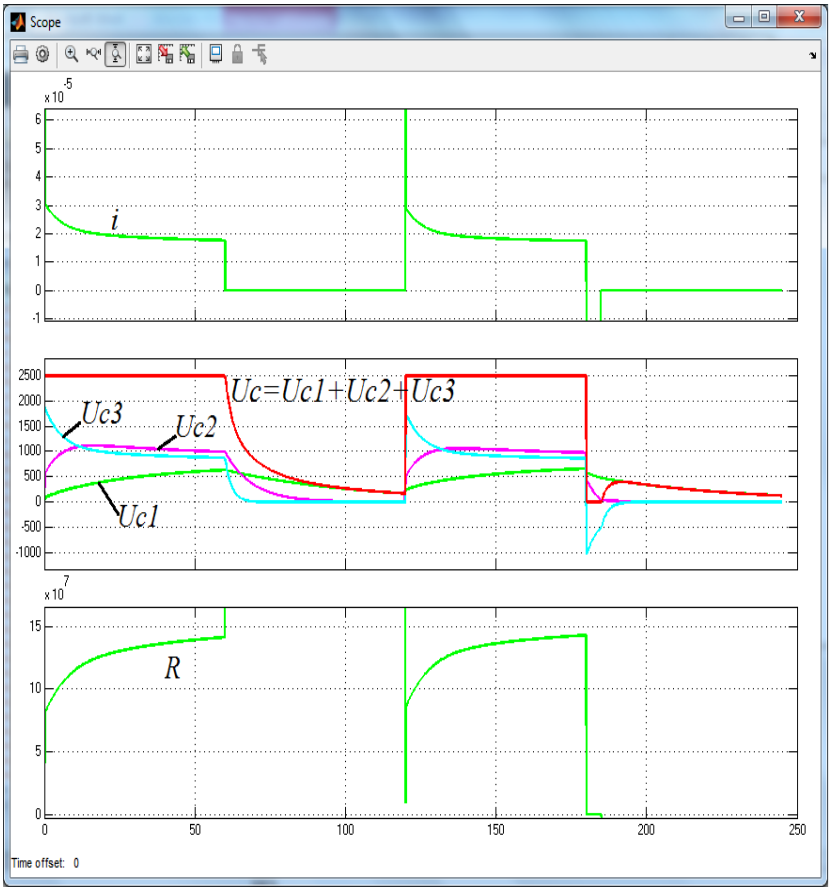


Рисунок 7 – График изменения параметров заряда трехслойной изоляции от времени

Проведем анализ влияния сопротивления вольтметра на кривую заряда и разряда изоляции. Возьмем 5 значений Rv: 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм, 50 ГОм и без Rv. Результаты анализа приведены на рис. 8.

Из рис. 8 видно, что при значениях $Rv > 10$ ГОм кривые совпадают, и процесс заряда идет так же, как и при отсутствии сопротивления *Rv* [2, с. 1–3].

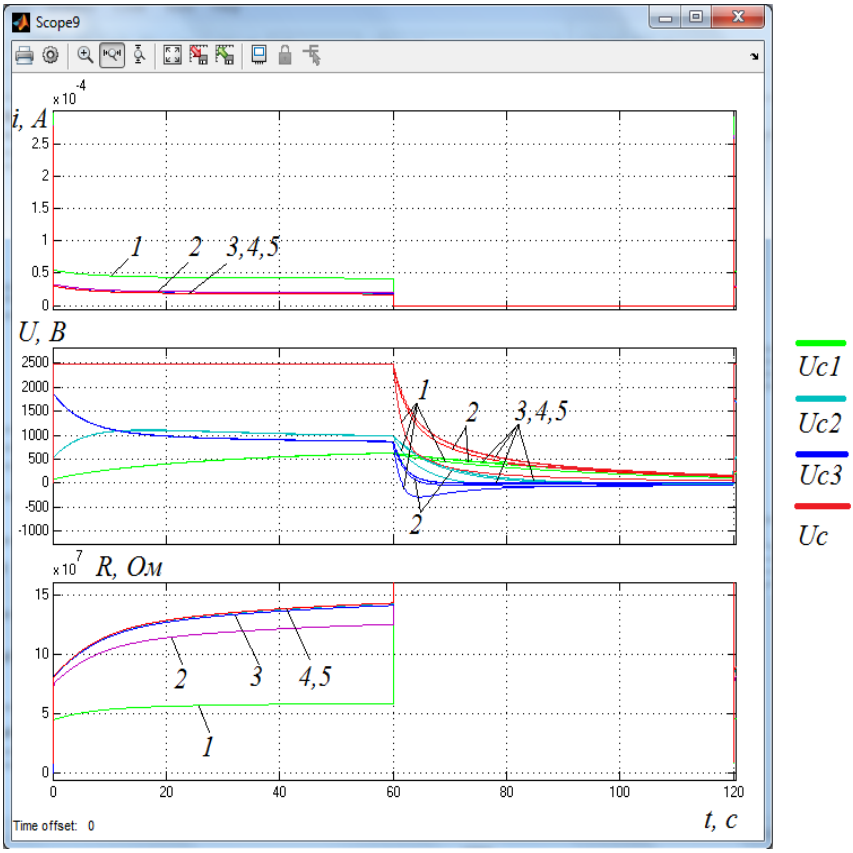


Рисунок 8 – Влияние сопротивления вольтметра: 1 – 100 МОм; 2 – 1 ГОм; 3 – 10 ГОм; 4 – 50 ГОм; 5 – без учета Rv

Чтобы проанализировать влияние сопротивления разрядного резистора R_P, установим следующие значения: 10 МОм, 5 МОм, 1 Мом, 10 кОм и 1 кОм. На рис. 9 приведены графики, отражающие зависимость 5 секундного разряда и возвратного напряжения от значения сопротивления разряда. Видно, что при R_P = 1 МОм кривая возвратного напряжения проходит очень близко от кривой 1, которая соответствует 1 кОм.

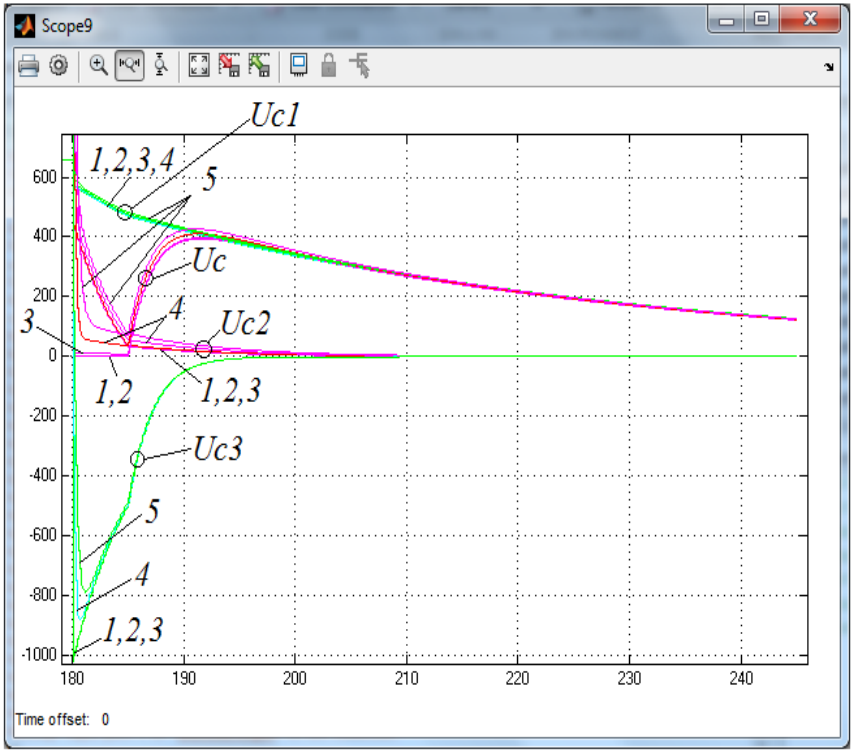
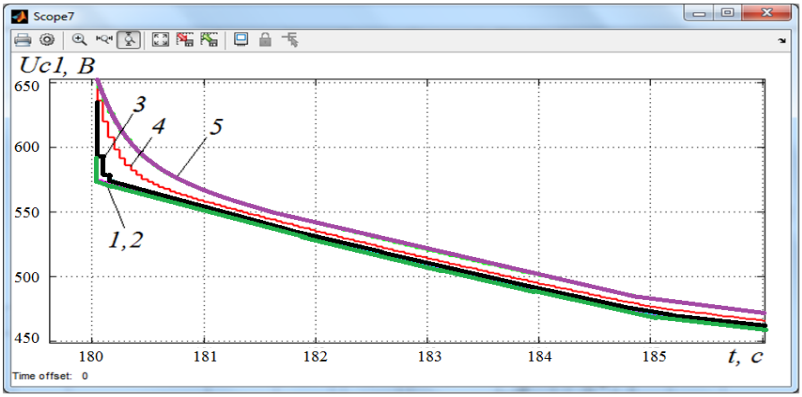


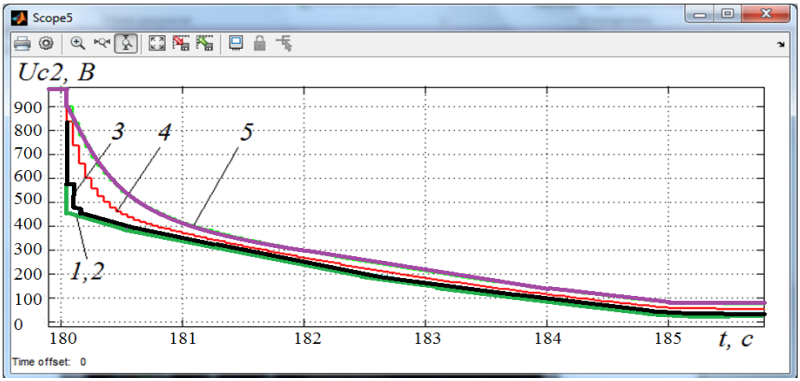
Рисунок 9 – Зависимости 5-секундного разряда и возвратного напряжения от времени при различных значениях разрядного сопротивления: 1 – 1 кОм; 2 – 10 кОм; 3 – 1 МОм; 4–5 МОм; 5–10 Мом

Как видно из рис. 10 при разряде изоляции на «землю» через резистор с сопротивлением R_P = 1МОм через 0,5 секунд напряжения на конденсаторах C_1, C_2 и C_3 становятся такими же, как и при R_P = 0. При разряде через сопротивление R_P = 10 кОм влияние сопротивления разрядного резистора перестает сказываться уже менее чем через 0,2 секунды.

а)



б)



в)

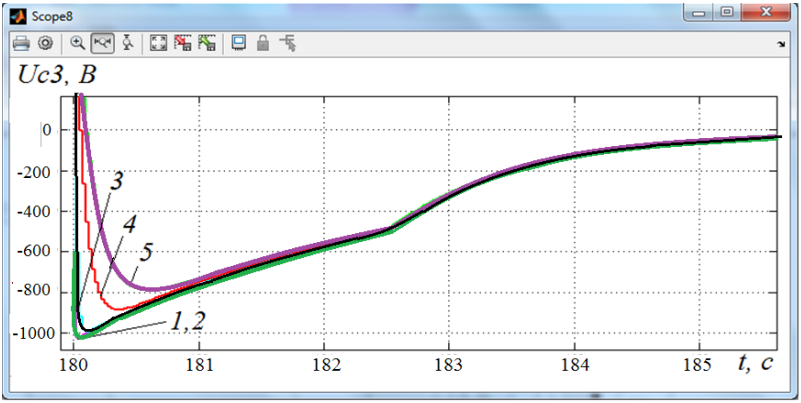


Рисунок 10 – Зависимости от времени напряжений на конденсаторах первого (а), второго (б) и третьего (в) слоев трехслойной изоляции

Выводы

1. С помощью интегрированного пакета MATLAB (SimPower System) исследованы процессы в неоднородной трехслойной изоляции при изменении следующих параметров диагностического устройства: внутреннего сопротивления источника питания, сопротивления измерителя напряжения и сопротивления разрядного резистора. Определены предельно допустимые по метрологическим характеристикам устройства значения этих параметров.

2. Установлено, что в процессе заряда изоляции напряжение на конденсаторах отдельных слоев трехслойной изоляции может возрастать (слой с наибольшей емкостью) или убывать (слой с наименьшей емкостью) по экспоненциальному закону, а также изменяться по апериодическому закону (слой со средней емкостью).

3. Показано, что в процессе саморазряда трехслойной изоляции напряжение на слое с минимальной электрической емкостью при малом значении сопротивления измерителя напряжения может изменить свой знак и изменяться по апериодическому закону.

4. SPS-модель позволяет имитировать процессы в реальной установке для измерения параметров трехслойной изоляции при заряде, саморазряде и при измерении возвратного напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демирчян, К. С., Бутырин П. А. Моделирование и машинный расчет электрических цепей: Учеб.пособие для электр. и электроэнерг. спец. Вузов. / М.: Высш. шк., 1988. 335 с.

2. Пат. РФ № 119125. Устройство для контроля качества электрической изоляции/Серебряков А. С., Семенов Д. А., Степанов Б. С., Игнаткин Д. Н. Опубл. 10.08.2012, Бюл. № 22. С. 1–3.

3. Серебряков, А. С. Анализ процессов при заряде неоднородной изоляции от источника постоянного напряжения. Актуальные проблемы электроэнергетики. / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов. Материалы XXX научно-технической конференции. Н. Новгород, 2011. С. 120–130.

MODELING OF SELF-DISCHARGE PROCESS AND MEASUREMENT OF REFLEXIVE VOLTAGE OF THE MAIN ISOLATION OF DISTRIBUTING TRANSFORMERS IN SIMPOWERSYSTEMS (SPS) APPLICATION

Keywords: *diagnosis of high voltage insulation , charge of absorption, absorption current , voltage of self-discharge , recurrent voltage, time constants of self-discharge, equivalent circuit of transformer isolation , SPS-model.*

Annotation. *The article describes an SPS- model allowing imitate the processes of a real setup for measuring of the three -layer insulation at a charge , and self-discharge when measuring reflexive voltage. With the help of an integrated package MATLAB (SimPowerSystems) authors investigated processes in an inhomogeneous three-layer insulation and the parameters of the diagnostic device . It showns as SPS- model to simulate processes in a real setting for measuring the three-layer insulation.*

СЕМЕНОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – старший преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Россия, Княгинино, (xxxmy@mail.ru).

SEMENOV DMITRY ALEKSANDROVICH – senior lecturer of the chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (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 научным 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 строну 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 подписываются 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.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 631.1.017

С. А. СУСЛОВ

ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В АГРОРАЙОНАХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

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

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

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

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

© Суслов С. А., 2013

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, ºС	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.

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

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

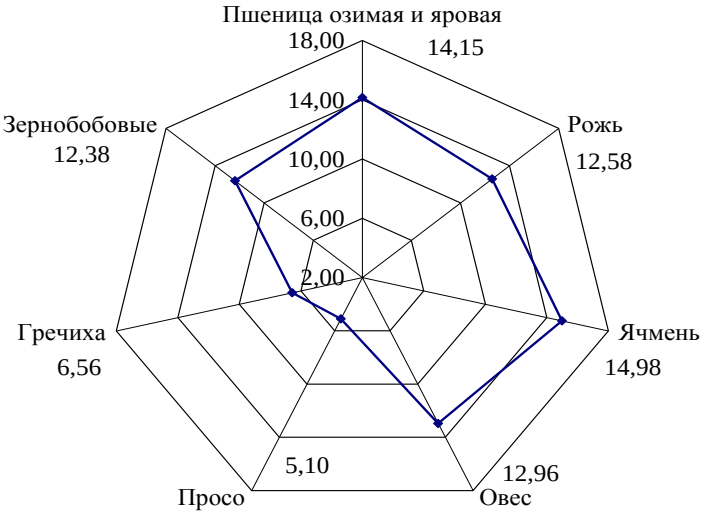


Рисунок 1 – Средняя урожайность зерновых культур за 1995–2000 год, ц с га

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутко И. В., Ефимов И. А. Концентрация производства и оптимальные размеры сельскохозяйственных предприятий // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 1 (34). С. 15–20.

2. Социально-экономические проблемы устойчивого развития сельских территорий: монография / Под ред. проф. А. Е. Шамина. Княгинино: НГИЭИ. 2011. 256 с.

3. Сидорова Н. П., Фролова О. А. Экономико-математическая модель оптимизации структуры организационно-правовых форм собственности Нижегородской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 9 (83). С. 109–112. URL: http://elibrary.ru/download/31528756.pdf (дата обращения 06.03.2013).

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

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

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

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

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