

1954



2009

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

АГРОПАНОРАМА

№ 5/2009

В номере:

*Поздравляем
коллектив
Белорусского
государственного
аграрного
технического
университета
с 55-летием!*



Уважаемые сотрудники, коллеги, друзья!

К своему 55-летию университет пришел обновленным, обогащенным опытом и знаниями. На качественно новый уровень поднята работа педагогического коллектива, всех сотрудников университета.



Мы совершенствовали теоретическую и практическую подготовку студентов, внедряли в учебный процесс современные технологии и технические средства обучения, расширяли научные исследования, отрабатывали результативную модель идеологической и воспитательной работы.

Целеустремленно и последовательно укрепляли материально-техническую базу, создавали условия для работы, учебы и воспитания.

Наш университет стал красивее и привлекательнее. Учебные корпуса, аудитории и лаборатории, библиотека, физкультурно-спортивный комплекс и столовая по праву выходят на лучшие европейские аналоги. А общежития по своему обустройству, созданию условий для работы и отдыха студентов – в число лучших

в городе Минске.

Коллектив вуза накопил весомый интеллектуально-творческий потенциал, обрел уверенность в своих возможностях и демонстрирует все возрастающий уровень работы, готовность обеспечить переход к инновационному образованию.

Современное состояние БГАТУ – это итог развития вуза и одновременно стартовая площадка для конструирования университета, отвечающего на вызовы XXI века.

Так сделаем все возможное, уважаемые сотрудники, чтобы выпускники университета были не только высококомпетентными профессионалами, но и носителями идеологии научного прогресса и инновационного мышления!

Разрешите выразить уверенность, что коллектив не остановится на достигнутом. Впереди у нас путь постоянного совершенствования.

Примите самые искренние поздравления с юбилеем и пожелания новых трудовых успехов, достижений и открытий, счастья, здоровья и благополучия.

**Ректор УО БГАТУ
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, член-корреспондент НАН Беларуси
Н.В. Казаровец**

АГРОПАНОРАМА 5` (75) 2009

Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал
для работников
агропромышленного комплекса.
Зарегистрирован Госкомитетом
республики Беларусь по печати.
Регистрационный номер № 381.

Учредитель
Учреждение образования
«Белорусский государственный
аграрный технический университет»

Редколлегия:

Казаровец Н.В. – гл. редактор;
Прицепов М.А. – зам. гл. редактора;
Цындрин Н.И. – редактор.

Члены редколлегии:

Богдевич И.М.
Гануш Г.И.
Герасимович Л.С.
Дашков В.Н.
Забелло Е.П.
Казакевич П.П.
Карташевич А.Н.
Степук Л.Я.
Тимошенко В.Н.
Шило И.Н.
Шпак А.П.

Менеджер
Леван В.Г.
Компьютерная верстка
Медведев В.С.

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, д.99/1, к.333

Тел. (017) 267-61-21, 267-22-14

Факс (017) 267-34-74

E-mail: pva.nich@batu.edu.by

БГАТУ, 2006, Издание университетское.
Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-
макета 15.10.2009 г.

Печать офсетная. Тираж 500 экз.

Зак. № 907 от 15.10.2009 г.

Статьи рецензируются. Отпечатано в ИПЦ

БГАТУ по адресу: г. Минск,

пр-т. Независимости, 99, к.2

Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

При перепечатке или использовании
публикаций согласование с редакцией
и ссылка на журнал обязательны.
Ответственность за достоверность
рекламных материалов несет
рекламодатель.

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ

ОБЕСПЕЧИВАЕМ БУДУЩЕЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ.....2

Сельскохозяйственное машиностроение Металлообработка

В.Г. Самосюк, В.И. Передня, В.И. Хруцкий
Механизированная технология и оборудование для эффективного
приготовления зернофуража на корм животным.....6

П.П. Казакевич, П.В. Заяц
Экспериментальная установка для обоснования параметров
рабочих органов машины для сбора колорадского жука.....9

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства

И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик
Механизация процесса снятия защитной пленки с посевов
овощных культур.....12

В.С. Корко, А.Е. Лагутин, Е.А. Городецкая
Предпосевная доработка семян злаковых культур
электрофизическими методами.....16

А.В. Кузьмицкий, П.Н. Бычек
Результаты использования оборудования для обработки
корнеплодов сахарной свеклы жидким консервантом.....20

Технологии переработки продукции АПК

А.Н. Измер
Технологические аспекты современного производства мясных
фаршевых продуктов.....24

В.П. Янаков
Особенности энергетической модели тестоприготовления.....27

Энергетика. Транспорт

**Е.В. Галушко, О.Ч. Ролич, А.П. Мериленко,
К.М. Шестаков, Ю.В. Бондарев, А.А.Прокопенко,
Мэн Цинсун**
Комплексный статический тренажер зерноуборочного комбайна...31

В. В. Гурин Е. В. Лавцевич, П. А. Равинский
Защита трехфазного асинхронного электродвигателя в аварийных
состояниях (за исключением перегрузки).....36

Ресурсосбережение. Экология

А.Л.Синяков, И.А.Цубанов
Энергосбережение в конвективных зерносушилках путем
рециркуляции сушильного агента.....40

Технический сервис в АПК. Экономика

В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко
Совершенствование обкаточно-тормозного стенда.....45



ОБЕСПЕЧИВАЕМ БУДУЩЕЕ АГРО- ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ

К 55-летию БГАТУ

В октябре Белорусский государственный аграрный технический университет отмечает 55-летний юбилей.

Накануне этого знаменательного события хочется вспомнить историю нашего университета, тех людей, которые стояли у истоков его создания, и рассказать о том, как живет и развивается БГАТУ сегодня.

Биография вуза началась в 1954 году, когда в соответствии с распоряжением Совета Министров СССР и приказом Министра высшего образования СССР от 16.08.1954 г. №882 в Минске был открыт Белорусский институт механизации сельского хозяйства (БИМСХ), который начал готовить кадры по специальностям «Механизация сельского хозяйства» и «Электрификация сельского хозяйства».

Первым ректором БИМСХ был доктор технических наук, профессор Виктор Павлович Суслов. Заложенные им основы становления вуза послужили интенсивному и всестороннему развитию учреждения образования. Постоянный поиск новых, прогрессивных решений в организации подготовки кадров высшей квалификации для сельскохозяйственной отрасли страны, укрепление и совершенствование материально-технической базы целенаправленно продолжаются и успешно реализуются в университете и в настоящее время.

В стенах вуза трудились многие известные ученые, которые внесли значительный вклад в его развитие. Это доктор технических наук, профессор, академик АН БССР М.Е. Мацепуро, доктор технических наук, профессор В.Н. Трейер, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники БССР В.А. Скотников, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники БССР Д.А. Чудаков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор И.И. Гарус, доктор экономических наук, профессор М.Ф. Габышев, лауреат Государственной премии СССР, кандидат технических наук, профессор И.Р. Размыслович, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Республики Беларусь И.Ф. Кудрявцев и многие другие. Под их руководством создавались и развивались научные шко-

лы и направления, получившие признание не только в нашей стране, но и за ее пределами.

С 1954 года в университете подготовлено более 35 тысяч специалистов, которые трудятся не только в нашей республике, странах СНГ, но и в дальнем зарубежье. Среди бывших выпускников вуза – зам. председателя Совета Министров Республики Беларусь И.М. Бамбиза, член Совета Республики Национального собрания Республики Беларусь, председатель постоянной комиссии по экономике, бюджету и финансам В.А. Попов, Герой Беларуси М.А. Карчмит, доктор технических наук, профессор, академик РАСХН И.П. Ксеневич, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси Л.С. Герасимович, бывший 1-й секретарь ЦК КПБ Н.Н. Слюньков, олимпийский чемпион Л.А. Тараненко, бывший министр природных ресурсов и охраны окружающей среды Л.И. Хоружик, бывший министр сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, а ныне председатель правления СПК «Беловежский» Ю.Д. Мороз, председатель правления СПК «Снов» В.Н. Радоман и многие-многие другие руководители, ученые и специалисты.

Свое новое название вуз получил в 1992 году, когда в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь, он был переименован в Белорусский государственный аграрный технический университет.

Сегодня БГАТУ – ведущий вуз в области аграрного технического образования Республики Беларусь. Получив в 2004 году этот статус, Белорусский государственный аграрный технический университет приобрел широкую известность, вполне закономерно превратился в один из наиболее востребованных вузов для молодежи и необходимый для страны.

Структура университета включает в себя ректорат, 8 факультетов, филиал в Буда-Кошелеве, 40 кафедр и 43 их филиала на предприятиях и в научно-исследовательских центрах, 27 отделов и служб, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК, Республиканский учебно-производственный центр практического обучения новым технологиям и освоения комплексов машин. С 2005 года на базе БГАТУ функционирует Республиканская учебно-научно-производственная ассоциация «Агроинженер», объединяющая 9 аграрных колледжей и сельскохозяйственный лицей.

В настоящее время в БГАТУ обучается более 12 тысяч студентов по 11 специальностям. Расширяется контингент обучающихся иностранных граждан. Среди них граждане Норвегии, Турции, Китая, Иордании, Ирака, Ирана, Шри-Ланки, России, Литвы, Узбекистана, Украины, Молдовы и других государств. Подготовка специалистов ведется по дневной и заочной формам обучения, а также по непрерывной интегрированной системе профессионального образования (НИСПО) ССУЗ-ВУЗ. В образовательном процессе и управлении университетом в настоящее время активно используются информационные технологии. В университете имеется около 800 персональных компьютеров, более 400 из них объединены в сеть с выходом в Интернет. В распоряжении пользователей соответствующая европейским стандартам библиотека, обеспечивающая доступ к фондам библиотек республики.

Научную и учебно-методическую работу обеспечивают 649 преподавателей, в том числе 54 доктора наук, профессора, 247 кандидатов наук, доцентов, 5 академиков и членов-корреспондентов НАН Беларуси. Внедрение новейших педагогических технологий и современных технических средств обучения, разработка и использование научно-методического обеспечения нового поколения, модульно-рейтинговое обучение, тестовый контроль знаний прочно вошли в повседневную жизнь университета. Осуществляется интеграция обучения, науки и производства, а также много внимания уделяется практической профессиональной подготовке выпускников.

Выработана система идеологической и воспитательной работы со студенческой молодежью. Минский городской исполнительный комитет принял решение обобщить и распространить среди высших учебных заведений г.Минска опыт работы БГАТУ по созданию модели идейно-воспитательной деятельности и условий для профессионального и личностного становления студентов. По результатам проведенного в 2007-2008 гг. городского смотра-конкурса на лучшую организацию идеологической работы среди вузов г. Минска, университет занял первое место.

Шаг за шагом модернизируется материальная база учебных корпусов, аудиторий и лабораторий, учебных центров и научных полигонов, объектов социальной инфраструктуры, создаются необходимые условия для перехода университета к современному инновационному образованию.

В институте повышения квалификации и переподготовки кадров БГАТУ ежегодно повышают квалификацию и проходят переподготовку около 4 тысяч руководителей и специалистов системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. В университете организована подготовка студентов для создания резерва руководителей сельскохозяйственных предприятий.

Подготовка кадров высшей научной квалификации ведется через аспирантуру и докторантуру. В настоящее время в аспирантуре университета обучается 110 человек. В университете функционируют два специализированных совета по защите кандидатских и докторских диссертаций по 4 профильным для университета научным специальностям.

Белорусский государственный аграрный технический университет не только учреждение образования – это еще и научный центр страны.

По приоритетным направлениям развития аграрной науки в университете работают более 25 научных школ. В последнее время наблюдается устойчивая тенденция увеличения численности сотрудников, аспирантов и студентов, участвующих в выполнении научно-исследовательских работ (НИР). Среди основных направлений научных исследований можно назвать такие, как обоснование параметров и разработка технических средств почвообработки и ухода за посевами сельскохозяйственных культур; разработка и освоение технологий упрочнения деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники; разработка современных методов и средств технического сервиса сельскохозяйственной техники и оборудования; обоснование параметров и разработка технических средств для кормопроизводства и кормоприготовления; разработка энергосберегающих электротехнологий и оборудования; разработка методов и технических средств автоматизированного управления технологическими процессами производства сельскохозяйственной продукции; обоснование и разработка стратегии инновационного обеспечения роста конкурентоспособности продукции АПК.

Для эффективного проведения НИР созданы филиалы кафедр и совместные научно-исследовательские лаборатории (НИЛ) на республиканских производственных предприятиях и в НИИ. В университете функционирует также технологический научно-производственный центр «Технологические методы повышения работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники», 9 хозрасчетных НИЛ и 4 студенческие.

Сельскохозяйственные машины, технологии, оборудование, приборы и материалы, созданные по разработкам ученых БГАТУ, конкурентоспособны и широко внедряются в производство. В 2004-2008 годах в университете создано и внедрено в производство 69 новых технологий машин и оборудования, в учебный процесс внедрена 261 разработка.

За период с 1954 по 2008 гг. сотрудниками университета получено 950 авторских свидетельств СССР на изобретения и 427 патентов Республики Беларусь, из них – 72 на изобретения и 355 на полезные модели.

За последние 5 лет опубликовано 49 монографий, 19 учебников, 118 учебных пособий, 9 справочников.

Разработки ученых БГАТУ демонстрируются на международных выставках и научно-практических конференциях.

Университет выполняет научно-исследовательскую работу в рамках 17 государственных научных и научно-технических программ: «Программа совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на 2006-2010 годы» (2 задания); «Белсельхозмеханизация», «Новые материалы и технологии-2010», «Машиностроение», «Агрокомплекс – возрождение и развитие села»; государственных программ прикладных научных исследований: «Земледелие и механизация», «Металлургия», «Ресурсосбережение», «Животноводство и ветеринария», «Продовольственная безопасность», «Материалы в технике» и др. Является головной организацией по выполнению региональной на-

учно-технической программы «Разработка технологий, технических средств и механизмов хозяйствования, обеспечивающих повышение эффективности функционирования сельского хозяйства, промышленности и социальной сферы Минской области». Кроме этого, ведется научно-исследовательская работа по заданиям Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, а также по отраслевым программам и прямым хоздоговорам с предприятиями и организациями Республики Беларусь. К настоящему времени объемы финансирования научно-исследовательских работ, выполняемых в университете, по сравнению с 2004 годом возросли более чем в 5 раз.

Для повышения результативности и расширения направлений научной деятельности в университете создаются новые научные подразделения. Так, в 2008 году в БГАТУ создана научно-исследовательская лаборатория «Прикладных компьютерных технологий в АПК», основным направлением деятельности которой является разработка и внедрение современных компьютерных технологий в агропромышленном комплексе. Лабораторией разработана информационная система университета. По поручению Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь лабораторией в данный момент ведется работа по созданию информационно-консультационной системы АПК с Интернет-порталом, который обеспечит удаленный доступ пользователей со всех уголков республики к интегральной базе данных.

В настоящее время в университете активно ведется работа по созданию учебно-научно-практического центра нетрадиционной и возобновляемой энергетики, пяти новых научно-исследовательских лабораторий: пищевых производств, энергоаудита, точного земледелия, интеллектуальных систем управления, электрофизических измерений и испытаний, конструкторского бюро и опытного производства. Этим самым создается материально-техническая и научная база для создания в дальнейшем в университете научно-исследовательского института и технопарка.

В преддверии юбилея в университете произошли важные события, которые, безусловно, являются яркими страницами в истории вуза.

Европейской Ассоциацией бизнеса, науки, искусства и образования в 2007 году в Оксфорде за динамичное развитие учреждения образования, обеспечение европейского качества подготовки специалистов университет удостоен награды в номинации «Лучшее предприятие Европы» в области образования, как инновационное, конкурентоспособное, перспективное, ведущее учреждение.

В сентябре 2008 года на IV Международной Ассамблее Качества в г. Москве за успехи, достигнутые в подготовке специалистов, Белорусскому государственному аграрному техническому университету вручен «Золотой сертификат качества».

В этом же году заведующий кафедрой экономической теории и права нашего университета, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси Геннадий Иосифович Гануш удостоен премии НАН Беларуси за цикл работ «Инновационные основы эффективности овощеводства».

В 2009 году первый проректор БГАТУ, доктор технических наук, профессор Иван Николаевич Шило удостоен звания лауреата Государственной премии Республики Беларусь в области науки и техники за создание семейства зерноуборочных комбайнов «Полесье».

Эти престижные награды еще раз подтверждают большие достижения вуза в области образования и научной деятельности.

Встречая 55-летний юбилей, коллектив университета с оптимизмом смотрит в будущее и прилагает усилия, чтобы обеспечить высокое качество подготовки будущих специалистов АПК, способных результативно работать в реальных общественно-экономических и производственных условиях, обеспечивая, тем самым, надежное будущее агропромышленного комплекса страны.

**Ректор БГАТУ,
доктор с.-х. наук, профессор,
член-корреспондент НАН Беларуси
Н.В. Казаровец**

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗЕРНОФУРАЖА НА КОРМ ЖИВОТНЫМ

**В.Г. Самосюк, канд. эконом. наук, ген. директор, В.И. Передня, докт. техн. наук, В.И. Хруцкий,
инженер (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)**

Аннотация

Предложены автоматизированная технология и комплект оборудования в модульном исполнении для приготовления комбикормов в хозяйственных условиях. Комплектация оборудования в модульном исполнении упрощает монтаж, ремонт, эксплуатацию, наладку и организацию управления процессом приготовления комбикормов. Комплект оборудования успешно прошёл приёмочные испытания и рекомендован в производство.

Введение

В условиях рыночных отношений в настоящее время на сельскохозяйственных предприятиях на первый план выходят проблемы организации рентабельного производства продукции животноводства, где определяющим фактором являются корма, которые в структуре себестоимости составляют 55-70% от общих затрат. Низкая эффективность кормления животных снижает продуктивность, а еще, например на откормочных фермах, приводит к растягиванию периода выращивания и откорма и, как следствие, к увеличению производственных затрат на энергоресурсы, зарплату, амортизацию. В итоге производимая во многих хозяйствах животноводческая продукция становится убыточной и неконкурентоспособной.

Повышение продуктивности животных, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции немислимо без рационального использования кормов. Важно не просто скормить корма, а использовать их с максимальной отдачей.

Более или менее правильно составить рацион, исходя из возможностей кормовой базы, может каждый зоотехник, но сегодня этого уже явно недостаточно. Нужны гарантии, что все необходимые компоненты, включенные в «бумажный» рацион, поступят в кормушки именно тем, а не иным животным в нужном количестве и в необходимом соотношении. Нужна, наконец, возможность контроля над процессом подготовки кормов.

Основная часть

С целью стабилизации полноценного кормления животных мировая наука и практика все больше внимания уделяет концентрированным кормам. Именно за счет зернофуражных кормов и различных натуральных обогатительных добавок можно сбалансировать кормление по недостающим элементам питания, что проще и значительно дешевле осуществлять на хозяйственных и межхозяйственных комбикормовых предприятиях.

Кроме того, приближение производства комбикормов и кормовых добавок к источникам сырья и местам потребления позволяет более полно и рационально использовать сырье самих хозяйств.

Производство комбикормов непосредственно в хозяйствах также дает возможность сократить транспортные расходы на перевозку исходного сырья и готового продукта, из-за чего ежегодная экономия только на перевозках составит 25-30 тыс. тонн топлива [1, 2], позволяет бесперебойно обеспечивать животных свежими доброкачественными комбикормами и, главное, заданной рецептуры.

В соответствии с прогнозом, разработанным РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с Минсельхозпродом, для обеспечения полной потребности животноводства республики в концентрированных кормах и рационального использования зерна необходимо около 60% комбикормов для крупных животноводческих комплексов и птицефабрик вырабатывать на государственных комбикормовых заводах Птицепрома и Департамента хлебопродуктов Минсельхозпрода [2]. Остальные комбикорма целесообразно готовить непосредственно в хозяйственных условиях.

Бытует мнение, что на хозяйственных комбикормовых заводах производят только измельчение зерна, а получать качественные комбикорма нецелесообразно. Руководствоваться таким тезисом ошибочно по своей сути. На любом хозяйственном предприятии необходимо, можно, а в большинстве случаев даже проще производить сбалансированные комбикорма не только для различных видов животных, а даже для отдельных групп животных, что практически очень трудно осуществить на крупных заводах.

В настоящее время в некоторых хозяйствах имеются только размольно-смесительные агрегаты, а значительная часть комбикормовых установок устарела и не отвечает современным требованиям, но это не говорит о том, что в хозяйственных условиях нецелесообразно строить современные комбикормовые цеха. Назрела необходимость и есть возможность технического пере-

оснащения хозяйственных комбикормовых цехов с частичной или полной заменой оборудования.

В РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства" разработаны комплекты оборудования для приготовления комбикормов от 1,5 до 5 т/ч, один из которых установлен и работает в СПК "Луки-Агро" Кореличского района. Комплект успешно прошёл приемочные испытания и рекомендован Минсельхозпродом в серийное производство.

Комплект оборудования обеспечивает автоматизированное производство комбикормов в условиях хозяйств:

- приготовление заданных рецептов комбикормов;
- весовой учет и контроль поступающих компо-

нентов;

- весовой учет и контроль готовой продукции;
- автоматизированное управление технологическим процессом (АСУТП) с помощью управляющего контроллера и компьютера.

Технологическая схема комплекта оборудования представлена на рис. 1.

Комбикормовый цех работает следующим образом.

Зерновые компоненты, доставленные к цеху, выгружаются из транспортных средств в приемный бункер 1. Затем они подаются в сепаратор 2, где очищаются от металлических и других примесей, и норией 3 выгружаются на распределительный транспортер 4, который поочередно загружает зерновые силоса 5.

При работе цеха, в соответствии с заданными ре-

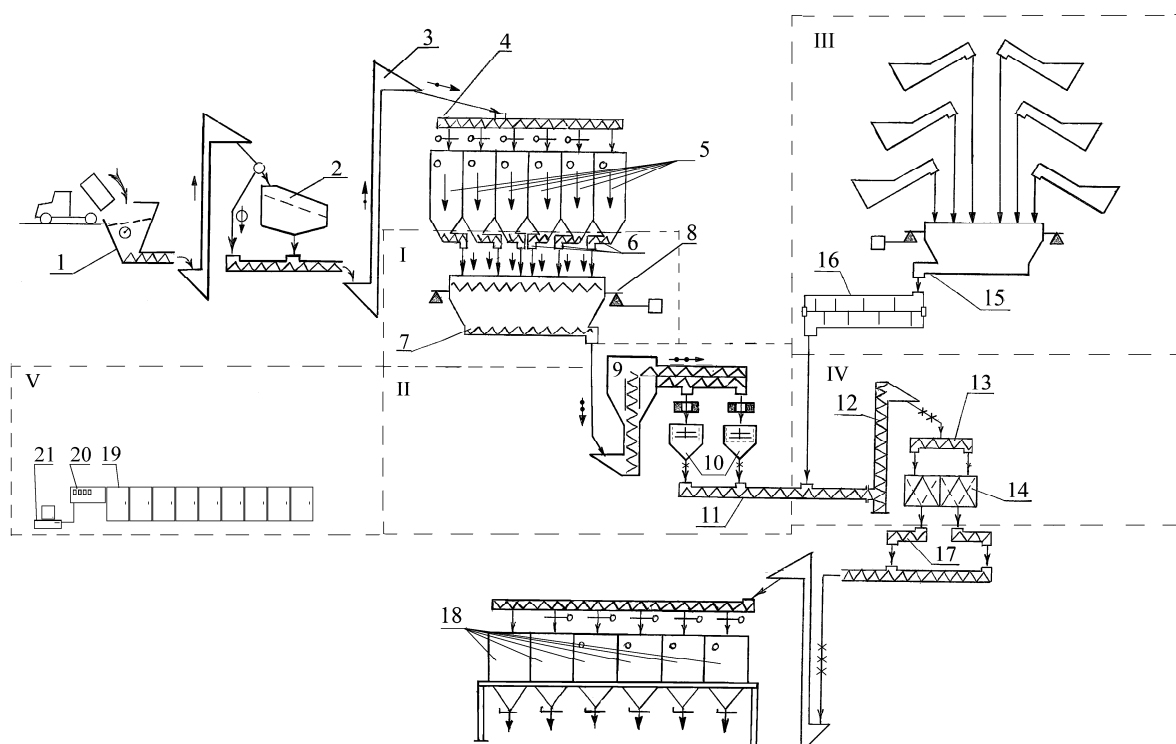


Рисунок 1. Технологическая схема комплекта оборудования:

- — — — — зерновой компонент;
- • — — — очищенный зерновой компонент;
- ○ — — — смесь зерновых компонентов;
- × — — — измельченные зерновые компоненты;
- × × — — смесь измельченных зерновых компонентов и измельченных добавок;
- × × × — готовая кормосмесь.

- I - модуль весового дозирования зерновых компонентов;
- II - модуль измельчения зерновых компонентов;
- III - модуль приема и весового дозирования сыпучих добавок;
- IV - модуль смешивания измельченных компонентов и добавок;
- V - автоматизированная система управления.

цептами, порции компонентов из зерновых силосов шнеками 6 подаются в весовой бункер 7, который установлен на электронных весах 8. Из весового бункера порция зерновых компонентов выгружается в бункер предварительного смешивания 9, где они перемешиваются и равномерно поступают в дробилку зерна 10.

Поток измельченного зерна из дробилки транспортерами 11, 12, 13 подается в одну из камер общего смесителя 14. Одновременно из весового бункера 15 в смеситель 16 подается в соответствии с заданным рецептом порция отдозированных измельченных добавок. Из смесителя 16 порция измельченных добавок подается в ту же камеру, что и измельченное зерно.

После смешивания порция готового продукта из смесителя 14 одним из транспортеров 17 выгружается в один из бункеров 18 готовой продукции.

Очередная порция измельченных зерновых компонентов и добавок подается во вторую камеру смесителя 14.

При разработке комплекта оборудования применен многолетний опыт, полученный в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», а также опыт других стран в отрасли технологии приготовления комбикормов.

Комплект оборудования, согласно технологическому процессу, собран в следующие модули:

- модуль весового дозирования зерновых компонентов;
- модуль весового дозирования измельченных добавок;
- модуль измельчения;
- модуль смешивания;
- модуль автоматизированной системы управления.

Модули весового дозирования зерновых компонентов и измельченных добавок включают подающие транспортеры и весовые бункера с тензометрическими датчиками общим весом соответственно на 1000 и 500 кг, с точностью весов от 0,5 до 1%. В нижней части весовых бункеров установлены шнековые выгрузные транспортеры.

Весовые бункеры устанавливаются на ровные площадки и не требуют специального фундамента. Транспортеры устанавливаются на стойки, обеспечивающие их устойчивое положение.

Производительность модуля весового дозирования зерновых компонентов – до 10 т/ч, модуля весового дозирования измельченных добавок – до 5 т/ч.

Модуль измельчения, в зависимости от производительности цеха, может состоять из одной или двух дробилок и активного бункера-накопителя питателя.

Дробилка вертикального принципа действия – молотковая. Мощность электродвигателя – 37 кВт при производительности 3-5 т/ч в зависимости от приготавливаемых рецептов.

Активный бункер-накопитель применяется при многокомпонентном дозировании для предварительного перемешивания зерновых компонентов, поступивших в весовой бункер, что повышает качество и

надежность процесса измельчения. Выгрузка зерновой массы из бункера-накопителя осуществляется на высоте 2,5 м в питатель, электродвигатель которого подключен к силовой сети через инвертер, позволяющий регулировать обороты трехфазного асинхронного электродвигателя в пределах от 0 до номинальной скорости, и тем самым, плавно изменять производительность дробилки, поддерживая оптимальный режим измельчения.

Модуль измельчения устанавливается на ровную бетонированную площадку и крепится фундаментными болтами. Конструкция модуля измельчения позволяет устанавливать его практически во всех реконструируемых производствах и работающих установках.

Дробилка укомплектована отделителем инородных предметов и металла.

Модуль смешивания состоит из смесителя и системы загружающих и выгрузных транспортеров.

Смеситель двухкамерный с объемом одной камеры на 1000 кг измельченных компонентов. Рабочие органы смесителя установлены таким образом, что все смешиваемые компоненты находятся в непрерывном движении, а материал, выносимый на поверхность, ограничен специальным устройством, уменьшающим его сегрегацию, что позволяет значительно повысить эффективность смешивания. Рабочие камеры смесителя загружаются материалом через люки и разгружаются нижними шнековыми транспортерами. Смеситель обеспечивает непрерывность технологического процесса: с началом выгрузки материала из одной камеры одновременно начинается загрузка второй камеры.

Смеситель устанавливается на бетонированную площадку и крепится анкерными болтами.

Модуль автоматизированной системы управления (АСУТП) состоит из девяти электрошкафов 19 с силовой аппаратурой (выключатели автоматические, пускатели магнитные, тепловые реле) и шкафа автоматики 20, в котором установлен контроллер и средства обеспечения его работы, а также компьютера 21 в качестве пульта управления, устанавливаемого на рабочем столе оператора.

Управление весовым дозированием осуществляется по заданной программе путем поочередной подачи компонентов в весовой блок.

Управление процессом приготовления комбикормов от приема компонентов до выгрузки готового продукта полностью автоматизировано. АСУТП имеет три режима работы: «наладка», «ручной», «автомат».

В режиме «автомат» комбикорм производится по рецепту согласно алгоритму, реализуемому программой управления, находящейся в памяти компьютера, и может корректироваться с учетом реальных факторов состояния различных групп животных.

Компьютер накапливает статистику по производству комбикормов за любой период работы комплекта оборудования с учетом расхода каждого компонента. Оператор может выбирать на дисплее кнопки управления механизмами, либо кнопки задания режимов работы АСУТП, а также устанавливать начальные пара-

метры работы (задать рецепт, вес порции, выбор технологического маршрута следования компонентов и готового продукта).

На дисплее отслеживается прохождение технологического процесса, прием зерновых компонентов, дозирование, измельчение, смешивание, выгрузка и распределение по силосам готового продукта.

Все транспортеры, нории оснащены устройствами контроля вращения и датчиками подпора, подающими информацию на компьютер. Рабочие емкости оснащены устройствами локализации взрыва. Все электрошкафы и компьютер расположены в операторской.

Комплект комбикормового оборудования собран на заводе-изготовителе в отдельные готовые элементы (модули). Этим обеспечивается быстрый и несложный монтаж на рабочем объекте.

Известно, что расход кормов зависит не только от качества сырьевых компонентов, но и возможностей технологического оборудования выдерживать требования рецептов комбикормов, а также быстрого внесения изменений в рецепты в зависимости от потребностей животных, что подтверждается результатами эксплуатации комплекта оборудования в хозяйствах. Комплект оборудования предусматривает приготовление рецептов комбикормов из шести видов зерновых компонентов и шести видов сыпучих добавок, что обеспечивает значительно больше возможности получения качественных кормосмесей по сравнению с существующим в хозяйствах оборудованием.

За период работы цеха улучшилось использование основных фондов завода и значительно воз-

росла годовая выработка продукции, что позволило хозяйству при одинаковом расходе сырьевых компонентов получить только за 6 месяцев 2009 г. на 360 т животноводческой продукции больше по сравнению с предыдущим периодом.

Комплект оборудования по сравнению с импортным аналогом позволяет снизить удельный расход электроэнергии на 23%, удельные капитальные вложения на – 52%.

Годовой экономический эффект от внедрения комплекта оборудования составляет 497 545 тыс. руб.

Заключение

Комплектация оборудования комбикормовых внутрихозяйственных заводов в модульном исполнении упрощает монтаж, ремонт, эксплуатацию, наладку и организацию управления процессом. Завод практически может обслуживаться одним оператором и одним рабочим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селезнев, А.Д. Энергосберегающие технологии производства комбикормов в хозяйствах Республики Беларусь: межвед. тематич. сб./ А.Д. Селезнев, А.Ф. Шведко. – Мн., 2007. – Вып. 41. – С. 47.
2. Передня, В.И. Модульная компоновка внутрихозяйственных комбикормовых цехов: сб. научн. трудов/ В.И. Передня, В.И. Хруцкий. – Подольск, 2008. – Т. 18, ч. 3. – С. 68.

УДК 631.348:632.9

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 9.06.2009

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

П.П. Казакевич, докт. техн. наук, профессор, член-кор. НАН Беларуси (НАН Беларуси);
П.В. Заяц, соискатель (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье описана экспериментальная установка для сбора колорадского жука, используемая для обоснования параметров ротора с упруго-эластичными элементами и регулятором амплитуды их колебаний.

Введение

Механический сбор колорадского жука позволяет получить экологически чистый картофель [1]. Полноту сбора особей колорадского жука с ботвы картофеля могут обеспечить рабочие органы, выполненные в виде роторов с упруго-эластичными элементами и регулятором амплитуды их колебаний [2].

При применении активных рабочих органов с упруго-эластичными элементами и регулятором их колебаний необходимо обеспечить качественный сброс с ботвы картофеля особей колорадского жука и полноту их сбора желобчатыми емкостями при минимальном травмировании ботвы.

Технологический процесс при этом протекает следующим образом. При вращении роторов упруго-

эластичные элементы, выполненные в виде лопастей, встречаясь с регулятором амплитуды колебаний, изгибаются, при этом накапливается энергия, которая обеспечивает колебание упруго-эластичных элементов. При сходе упруго-эластичных лопастей с регулятора амплитуды колебаний они ударяют по ботве и при этом происходит стряхивание особей колорадского жука в желобчатые емкости, движущиеся в междурядье вдоль рядков картофеля вместе с машиной для сбора колорадского жука. При этом оси вращения роторов параллельны направлению движения агрегата и, соответственно, параллельны осям рядков.



а)



б)

Рисунок 1. Установка для обоснования параметров ротора с устройством для регистрации упругости лопастей: а) – общий вид; б) – устройство для регистрации упругости лопастей;
1 – рама; 2 – опорно-приводное колесо; 3 – опорное колесо; 4 – кронштейн с ручками; 5 – емкость для сбора колорадского жука; 6 – экран; 7 – ротор; 8 – регулятор амплитуды колебаний лопастей ротора; 9 – электродвигатель с регулируемой частотой вращения; 10 – аккумуляторная батарея; 11 – цепная передача; 12 – конический редуктор; 13 – динамометрический электронный ключ

С целью обеспечения эффективности применения и масштабного внедрения таких рабочих органов в производство необходимо, наряду с теоретическим, выполнить экспериментальное обоснование их конструктивно-режимных параметров [3].

Основная часть

Для проведения экспериментальных исследований была изготовлена установка (рис. 1), которая включала в себя раму 1 с опорно-приводным 2 и опорным 3 колесами, кронштейн с ручками 4, ёмкость 5 для сбора колорадского жука, экран 6, активный рабочий орган – ротор 7 с лопастями в виде упруго-эластичных элементов и с регулятором амплитуды их колебаний, электродвигатель с регулируемой частотой вращения 9, аккумуляторную батарею 10, сменные рабочие органы и сменные звездочки привода. Опорное колесо относительно рамы закреплено с возможностью регулирования по высоте в зависимости от высоты ботвы.

Ротор 7 приводится в движение от опорно-приводного колеса 2 (рис.1) или от электродвигателя 9 с изменяемой частотой вращения через цепную передачу 11, конический редуктор 12 с изменяемым передаточным числом z .

Данная установка позволяет менять частоту вращения рабочего органа, положение регулятора амплитуды колебаний лопастей рабочего органа в горизонтальной и вертикальной плоскостях, упругость лопаток и положение рабочего органа по высоте. Причем привод может осуществляться как от опорно-приводного колеса, так и от электродвигателя. Механизмы привода позволяют установить 24 варианта ($z_1 - z_4$) настройки окружной скорости ротора в диапазоне от 1,3 до 11,9 м/с, позволяющих выходить за пределы рациональности параметров, что дополнительно отображено на кинематической схеме (рис.2). Так, при окружной скорости ротора до 1,3 м/с процент остаточного количества особей колорадского жука на ботве картофеля существенно возрастает, а при окружной скорости 11,9 м/с и более наблюдается повреждение ботвы картофеля.

Для определения силы упругости лопатки при различных положениях регулятора амплитуды колебаний использовался динамометрический электронный ключ 13 ЭДК (рис. 1). Диапа-

зон измерения динамометрическим электронным ключом крутящего момента от 20 до 200 Нм. Предел допускаемой погрешности $\pm 1,5\%$ ($\pm 35^\circ\text{C}$).

Частота вращения ротора регистрировалась бесконтактным тахометром.

Такая экспериментальная установка позволяет оценивать качество сброса особей колорадского жука с ботвы картофеля в зависимости от диаметра нитей лопаток ротора, от положения регулятора амплитуды колебаний лопаток ротора, от окружной скорости ротора, а также позволяет определять силу упругости лопаток при различных положениях регулятора амплитуды их колебаний.

Установка может работать как в стационарном, так и в мобильном режиме. При работе в стационарном режиме привод осуществляется только от электродвигателя. При работе в таком режиме можно также оценить степень повреждения ботвы картофеля в зависимости от продолжительности воздействия на ботву лопастей ротора и частоты его вращения.

При работе в мобильном режиме привод может быть осуществлен как от электродвигателя, так и от опорно-приводного колеса. В таком режиме появляется возможность наряду с определением конструктивно-режимных параметров ротора оценить полноту поступления в лотки сброшенных с ботвы картофеля особей колорадского жука, с целью обоснования параметров, исключающих разброс особей колорадского жука за пределы лотка.

Разработанная экспериментальная установка позволит обосновать режимы работы и конструктивные параметры комбинированного агрегата для сбора колорадского жука и окуливания картофеля, который может применяться в технологии возделывания экологически чистого картофеля.

Заключение

Изготовленная экспериментальная установка позволяет менять конструктивно-режимные параметры

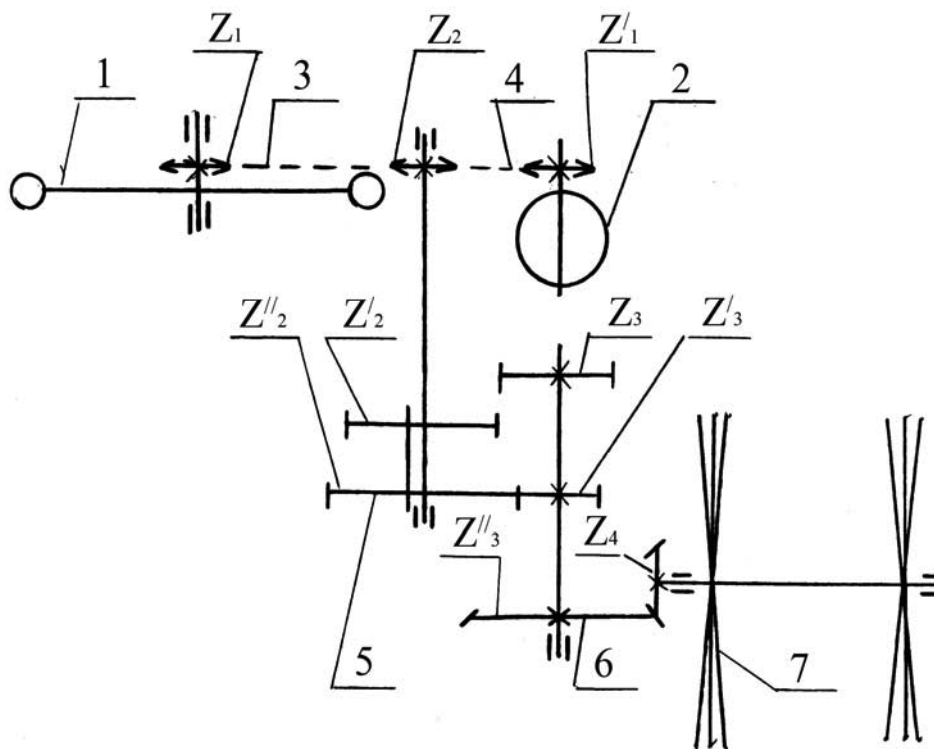


Рисунок 2. Кинематическая схема установки:

1 – опорно-приводное колесо; 2 – электродвигатель с изменяемой частотой вращения; 3, 4 – цепные передачи; 5 – редуктор с изменяемым передаточным числом; 6 – коническая передача; 7 – ротор; $z_1 - z_4$ – изменяемые передаточные числа

ротора с упруго-эластичными элементами и регулировать амплитуду их колебаний с целью обоснования наиболее рациональных, обеспечивающих наиболее полный сбор особей колорадского жука с ботвы картофеля при минимальных энергозатратах и повреждениях ботвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заяц, П.В. Анализ методов борьбы с колорадским жуком при возделывании экологически чистого картофеля / П.В. Заяц // Агропанорама. – 2008. – №6. – С. 35-38.
2. Комбинированный агрегат для ухода за картофелем: пат. 1961 Респ. Беларусь, МПК А01В13/02, А01М5/04 / В.К. Пестис, Э.В. Заяц, С.Н. Ладутко, П.В. Заяц; заявитель Гродненский гос. аграрный ун-т. – №U20040469; заявл. 10.15.04; опубл. 02.15.05 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – №10. – С. 8.
3. Заяц, П.В. Анализ конструктивных параметров ротора с упруго-эластичными элементами и регулятором амплитуды их колебаний / П.В. Заяц // Инженерный вестник. – 2008. – №2. – С. 23-25.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СНЯТИЯ ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКИ С ПОСЕВОВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор, В.А. Агейчик, канд. техн. наук, доцент, Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ); М.В. Агейчик, инженер (УО БГУИР)

Аннотация

Обоснованы параметры механизма намотки пленки. Предлагается оригинальное устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур, использование которого позволит повысить равномерность распределения пленки по длине механизма намотки.

Введение

Урожайность овощных культур в открытом грунте во многом зависит от приживаемости рассады. Холодоустойчивая, хорошо развитая рассада позволяет получить урожай до 30% выше, чем обычная.

Чтобы вырастить высококачественную рассаду, семена высевают в открытый грунт с одновременным укрытием пластиковой пленкой шириной 2 м, опирающейся на специально образованные при посеве гребни почвы. В результате этого, при появлении ростков рассады, они не касаются поверхности пленки. После появления ростков необходимо произвести закаливание растений. С этой целью в пленке пробивают отверстия, через которые в процессе дальнейшего роста к растениям поступает холодный воздух. Перед выборкой рассады пленку снимают.

Получение кинематического соответствия между скоростью движения агрегата и линейной скоростью наматывания пленки на вал является основной проблемой при снятии пленки, так как при наличии постоянного передаточного отношения от синхронного ВОМ трактора к механизму намотки при постоянной угловой скорости вала линейная скорость намотки с увеличением толщины рулона будет возрастать.

Применение для синхронизации вариатора значительно усложняет конструкцию машины, а использование специального вращающегося фрикционного барабана, прижатого пружинами к рулону пленки, как показали исследования, положительного результата не дает [1].

При подъеме удерживающая почва сгруживается впереди на поверхность пленки, усилие на её подъем возрастает, и процесс сматывания прекращается ввиду проскальзывания фрикционного барабана по поверхности пленки даже при усилии его прижатия к рулону около 1 кН.

Принципиально решить вопрос наматывания пленки возможно путем создания такого механизма намотки, который при постоянном передаточном отношении от ВОМ трактора к валу намотки обеспечивал бы соблюдение кинематического соответствия за счет незначительной упругой деформации пленки, и в то же время позволял быстро снять рулон.

Целью данных исследований явилась разработка устройства для снятия защитной пленки с посевов овощных культур с обоснованием механизма ее намотки.

Основная часть

Рассмотрим, при каком рабочем диаметре механизма намотки, на который непосредственно наматывается рулон пленки, возможно соблюдение условия кинематического соответствия.

Средний диаметр намотанной пленки определим по зависимости:

$$D_{cp} = d + \delta n, \quad (1)$$

где D_{cp} – средний диаметр рулона намотанной пленки, см;

d – рабочий диаметр механизма намотки, см;

δ – толщина пленки, см;

n – количество слоев пленки, равное числу оборотов вала механизма намотки.

Длина наматываемой пленки

$$L = \pi(D_0 + \delta n)n, \quad (2)$$

где D_0 – рабочий диаметр механизма намотки, см.

Учитывая, что число оборотов n является положительным, из формулы (2) получаем

$$n = \frac{-\pi D_0 + \sqrt{(\pi D_0)^2 + 4\delta L}}{2\delta}. \quad (3)$$

Кинематическое несоответствие, которое будет максимальным при наматывании наружного слоя рулона пленки, определяем по выражению

$$W = \frac{D_0 + 2\delta n - D_0}{D_0} \cdot 100 = \frac{2\delta n}{D_0} \cdot 100, \quad (4)$$

где W – кинематическое несоответствие, %.

Для определения упругих и пластических характеристик полиэтиленовой пленки, используемой при укрытии рассады, были проведены лабораторные исследования. При температуре +17°C подвергались растя-

жению образцы полиэтиленовой пленки и фиксировалась величина их упругой и пластической деформации, а также величина деформации образцов после прекращения приложения нагрузки в зависимости от времени. Более высокая температура при снятии пленки, как правило, не встречается, а при температуре ниже 17°C упругие свойства пленки возрастают. Из результатов экспериментальных исследований видно (рис. 1), что если относительная деформация не превышает 30-40%, остаточной деформации не наблюдается.

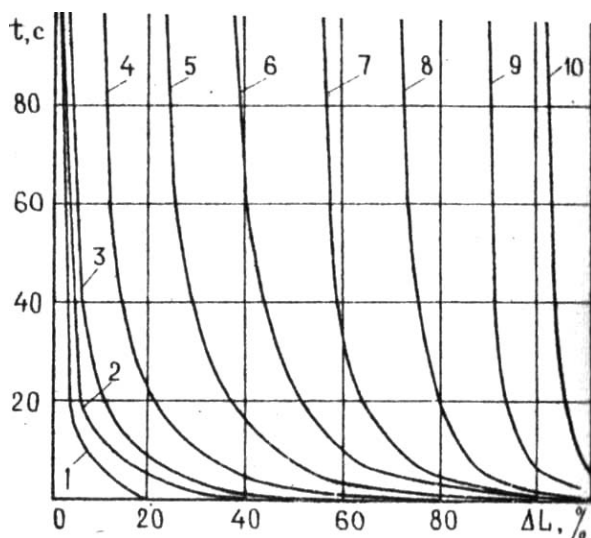


Рисунок 1. Время деформации пленки t в зависимости от ее относительного удлинения ΔL :

- 1 - $\Delta L = 20\%$; 2 - $\Delta L = 40\%$;
3 - $\Delta L = 60\%$; 4 - $\Delta L = 80\%$;
5 - $\Delta L = 100\%$; 6 - $\Delta L = 120\%$;
7 - $\Delta L = 140\%$; 8 - $\Delta L = 160\%$;
9 - $\Delta L = 180\%$; 10 - $\Delta L = 200\%$

Наиболее часто для укрытия рассады используется полиэтиленовая пленка шириной 2 м и толщиной 0,13 мм. Длина рулонов применяемой в хозяйствах пленки не превышает 150...200 м, что соответствует ее массе $m = 35,8 - 47,8 \text{ кг}$. На рис. 2 представлены результаты расчета по формулам (3) и (4) величины кинематического несоответствия в зависимости от рабочего диаметра механизма намотки при различной длине наматываемой пленки.

С учетом возможных перекосов пленки примем, что расчетная ее деформация не должна превышать 20%. Тогда, согласно рис. 2, рабочий диаметр механизма намотки рабочего диаметра механизма намотки D_0 следует выбирать в пределах 30...40 см, толщина намотанного слоя пленки при $L = 200 \text{ м}$ будет находиться в пределах 5,4...4,1 см. Увеличивать рабочий диаметр свыше 40 см нецелесообразно, так как при этом возрастает металлоемкость конструкции.

Проведенный патентный поиск позволил выявить недостатки существующих устройств для снятия защитной пленки с посевов овощных культур, которые не обеспечивают равномерность распределения пленки по длине вала механизма намотки, вследствие непрямолинейности хода агрегата и постоянно изменяющегося прогиба незакрепленного конца вала механизма намотки, происходящего в результате увеличивающегося веса рулона намотанной пленки и колебания рамы устройства под воздействием неровностей поверхности поля [2].

В Белорусском государственном аграрном техническом университете на уровне изобретения разработа-

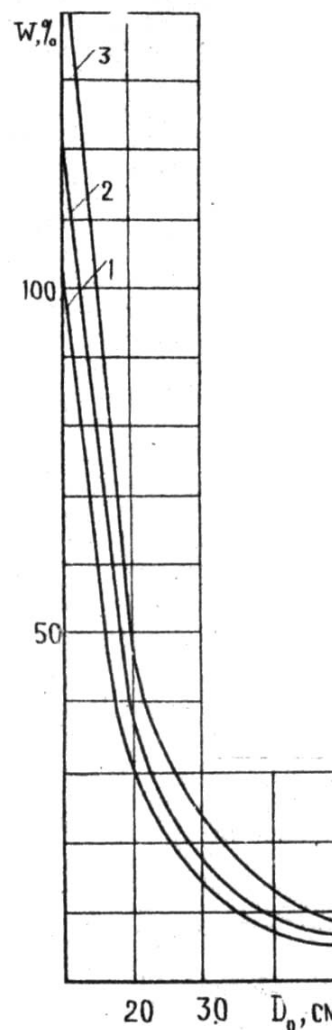


Рисунок 2. Кинематическое несоответствие W между поступательной скоростью движения агрегата и линейной скоростью наматывания пленки в зависимости от рабочего диаметра механизма намотки D_0 при разной длине пленки:

- 1 - $L = 150 \text{ м}$ ($m = 35,8 \text{ кг}$);
2 - $L = 200 \text{ м}$ ($m = 47,8 \text{ кг}$);
3 - $L = 250 \text{ м}$ ($m = 59,748 \text{ кг}$)

но устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур [3].

На рис. 3, а показан вид устройства сбоку, на рис. 3, б – вид сверху, на рис. 3, в – разрез А – А на рис. 3, а, на рис. 3, г – разрез В – В на рис. 3, в.

Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур агрегируется с трактором и

состоит из рамы 1, направляющего элемента 2, механизма очистки пленки в виде ротора 3, опорной площадки 4, вала со встречной винтовой навивкой 5, механизма наматывания пленки 6 в виде планчатого барабана, консольно закрепленного на боковой стойке, содержащей в основании шарнир с вертикальной осью и имеющей вследствие этого неподвижную

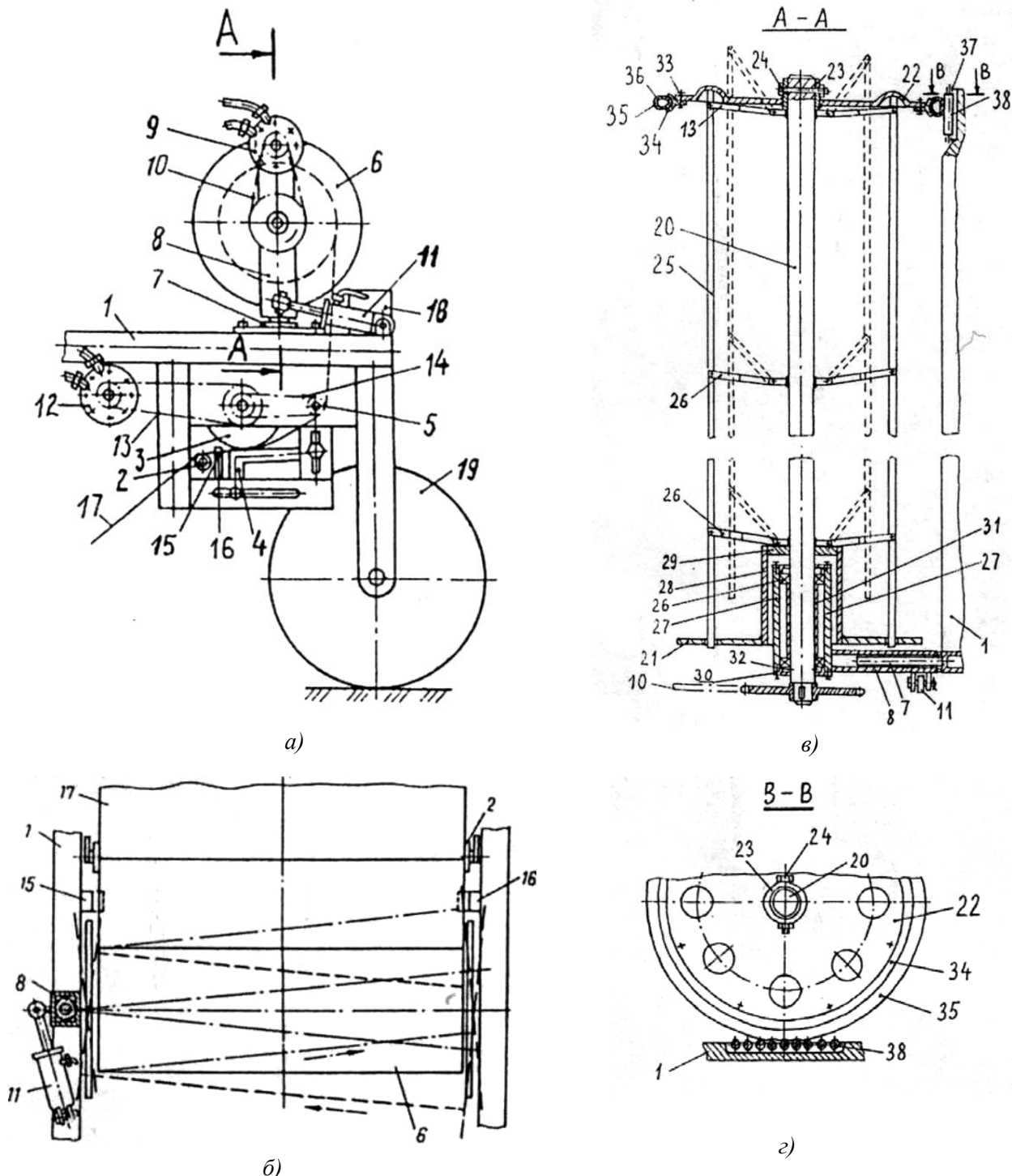


Рисунок 3. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур:
а – вид сбоку; б – вид сверху; в – разрез А – А; г – разрез В – В

нижнюю 7 и подвижную верхнюю 8 части.

К верхней части 8 боковой стойки крепится привод механизма наматывания пленки в виде гидромотора 9 и цепной передачи 10 (т. е. механизм наматывания пленки консольно закреплен на раме со стороны привода). К подвижной верхней части боковой стойки 8 крепится гидроцилиндр 11, который также укреплен на раме 1. Для привода ротора 3 и вала со встречной винтовой навивкой 5 на раме 1 установлен гидромотор 12, вращение от которого передается с помощью цепных передач 13 и 14. На раме 1 установлены левый и правый пьезоэлектрические датчики 15 и 16 положения краев снимаемой пленки 17, а также блок 18, содержащий преобразовательный блок, силовой каскад и гидрораспределитель с электромагнитами (рис. 3, а и б). Устройство содержит также два опорных колеса 19. Гидромоторы 9, 12 и гидрораспределитель блока 18 подключены к гидросистеме трактора, причем блок 18 также подключен и к электросистеме трактора.

Механизм наматывания пленки 6 выполнен в виде (рис. 3, в) вала 20 с неподвижным 21 и подвижным 22 торцовыми ограничителями и стопорного элемента, состоящего из втулки 23 и штифта 24. Торцовый ограничитель 21 имеет отверстия, в которые вставляются продольные планки 25 шарнирно связанные с поперечными планками 26, расположенными по концам и по середине вала 20 и шарнирно закрепленные на вале 20. Подвижный торцовый ограничитель 22 имеет ячейки в виде шаровых сегментов, в которые упираются концы продольных планок 25, и жестко прикреплен к втулке стопорного элемента 23. Продольные планки 25 имеют зацепы (на рис. 3 не показаны) с направленными в сторону втулки 23 остриями. Механизм 6 наматывания пленки консольно закреплен на подвижной верхней части боковой стойки 8, к которой приварен образующий корпус подшипников 26, стакан 27. В подшипниках 26 установлен горизонтальный вал 20, ось которого параллельна механизму очистки пленки в виде ротора 3 и вала 5 со встречной навивкой. К валу 20 крепится с помощью трубы 28 и втулки 29 со стороны цепной передачи 10 неподвижный торцевой ограничитель 21, образуя жесткую сварную несущую конструкцию. Подшипники 26 фиксируются относительно стакана 27 и вала 20 с помощью прикрепленных к стакану винтов крышек 30, распорной трубы 31 и стопорного кольца 32.

Подвижный торцевой ограничитель 22 имеет закрепленный на его периферии с помощью болтовых соединений 33 обод 34 с установленной на нем шиной 35 с расположенной внутри ее резиновой пневматической камерой 36 с вентилем (на рис. 3 не показан). Шина 35 опирается на часть рамы 1, выполненную в виде последовательно установленных в под-

шипниках 37 друг за другом параллельно оси вала 20 роликов 38. Давление в пневматической камере 36 (создается с помощью присоединяемого к вентилю насоса, например, велосипедного), шины 35, ее размеры и размеры роликов 38 подобраны таким образом, что деформированная шина 35 контактирует одновременно не менее чем с тремя роликами 38.

Устройство работает следующим образом. Перед началом движения устройства в агрегате с трактором защитная пленка 17 насаживается на зацепы планчатого барабана механизма намотки 6 равномерно по его длине. При работе устройства пленка 17 поступает на направляющий элемент 2 и далее на опорную площадку 4, где верхняя и нижняя поверхности пленки очищаются при участии эластичных лопастей ротора 3. Очищенная пленка 17 расправляется на валу со встречной винтовой навивкой 5 и наматывается на планчатый барабан механизма наматывания пленки 6. Вращение к механизму намотки 6 передается с помощью гидромотора 9 и цепной передачи 10, а к ротору 3 и валу со встречной винтовой навивкой 5 с помощью гидромотора 12 и цепных передач 13 и 14.

При правильном расположении краев пленки 17 оба пьезоэлектрических датчика 15 и 16 находятся с ней в контакте, и золотник гидрораспределителя находится в нейтральном положении. При смещении пленки (рис. 3, б и 4) влево (вправо) правый 15 (левый 16) датчик подает сигнал на преобразовательный

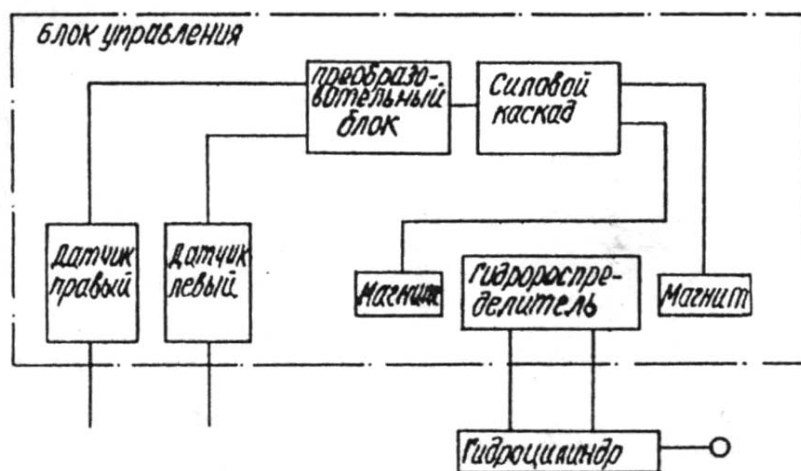


Рисунок 4. Схема автоматического управления механизмом наматывания пленки

блок, который далее через силовой каскад поступает к одному из электромагнитов гидрораспределителя, который перемещает золотник, в результате чего гидроцилиндр 11 поворачивает барабан механизма намотки 6 назад (вперед), в результате чего пленка 17 начинает перемещаться вдоль поверхности барабана слева направо (справа налево), пока край пленки не коснется левого 15 (правого 16) датчика.

Так как подвижный торцевой ограничитель 22 имеет закрепленный на его периферии с помощью болтовых соединений 33 обод 34 с установленной на

нем шиной 35 с расположенной внутри ее резиновой пневматической камерой 36, контактирующей с не менее чем тремя роликами 38, то в процессе работы устройства, несмотря на изменяющийся вес пленки 17 и колебания рамы 1 под действием неровностей почвы, вал 20 механизма намотки 6 практически не меняет своего горизонтального относительно поверхности поля положения, а возможные незначительные отклонения компенсируются упругими свойствами пленки 17. Это обеспечивает равномерность распределения пленки (шириной около 2 м) по длине механизма намотки 6 при любых постоянно изменяющихся эксплуатационных условиях работы устройства.

После намотки всего рулона пленки транспортное средство останавливается, вынимается штифт 24 и снимается втулка 23 вместе с закрепленным на ней подвижным торцевым ограничителем 22. К рулону пленки прикладывается незначительное усилие для его снятия с механизма наматывания пленки 6, при этом концы продольных планок 25 выходят из отверстий неподвижного торцевого ограничителя 21, поперечные планки 26 поворачиваются вокруг своих шарнирных креплений к валу 20 и продольные планки 25 совершают плоскопараллельное движение к валу 20. В результате намотанный рулон пленки легко и быстро снимается с механизма намотки 6, причем зацепы, загнутые в сторону съема рулона, не препятствуют этому. После съема пленки втулка 23 вместе с подвижным торцевым ограничителем 22 возвращается в исходное положение вместе с продольными планками 25 и штифт 24 стопорит втулку 23 с подвижным торцевым ограничителем 22 относительно вала 20, шина 35 опирается на ролики 38. Устройство готово к работе.

Заключение

1. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили определить, что при постоянном передаточном отношении от ВОМ трактора к механизму намотки полиэтиленовой пленки рабочий диаметр механизма должен находиться в пределах 30...40 см. Это позволит обеспечить кинематическое соответствие между поступательным движением агрегата и линейной скоростью наматывания за счет упругой деформации пленки.

2. На основании полученных результатов исследований предложено оригинальное устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур, которое в отличие от предшествующих позволит повысить равномерность распределения пленки по длине механизма намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство для снятия защитной пленки : а. с. 718054 СССР, МКИ5 А 01 G 13/02 / З.Ш. Бутман, А.И. Любин, Л.А. Ивотдий // Открытия. Изобрет. – 1986. – № 46. – С. 28.
2. Устройство для снятия защитной пленки : пат. 3076 Респ. Беларусь, МПК А 01 G 13/02 / Шило [и др.] ; заявитель Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. – № u 20060426; заявл. 26.03.2006; опубл. 30.10.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – №5. – С.127.
3. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур : патент 12168 Респ. Беларусь, МПК А 01 G 13/00 / И.Н. Шило [и др.] ; заявитель Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. – № а 20070417; заявл. 14.04.2007 ; опубл. 30.08.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №8. – С.34.

УДК 631.362.36:533.9

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.07.2009

ПРЕДПОСЕВНАЯ ДОРАБОТКА СЕМЯН ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

**В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент, А.Е. Лагутин, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ);
Е.А. Городецкая, канд. техн. наук (ГНУ «ЦБС НАН Беларуси»)**

Аннотация

Приведены факторы, определяющие ухудшение физиологического состояния и снижение посевных кондиций семян. Рекомендовано применение электрофизических методов доработки семенного материала для улучшения биометрических показателей, повышения энергии прорастания.

Введение

Семенной материал всегда являлся самым дорогостоящим, трудоемким и ценным материалом в сельскохозяйственном производстве. Использование семян выровненных фракций высоких кондиций позволяет внедрять эффективные промышленные технологии возделывания культур. В надежном и быстром прорастании заложена основа ювенильного периода жизни растения в следующем поколении. В этой связи первостепенное значение приобретает качество семян, воспроизводство генома сорта или гибрида от поколения к поколению [1].

В настоящее время основной причиной снижения качества семян при хранении считается старение – процесс ухудшения физиологического состояния

семян (детериорация), приводящий к накоплению деструктивных метаболических изменений до тех пор, пока способность к прорастанию не теряется полностью [2]. При хранении семена старятся, их качество и всхожесть снижаются, поэтому в партии семян присутствуют сильные семена и слабые. Существуют различные способы предпосевной доработки семян, повышающие их всхожесть и энергию прорастания, которые разделяют на два вида: физические и химические. Ионизирующая радиация в малых дозах, озвучивание, кратковременная тепловая и ударно-волновая обработки, экспонирование в электрических и магнитных полях, лазерное облучение, предпосевное замачивание в растворах биологически активных веществ и др. могут увеличить всхожесть семян и урожай на 15-25% [3]. С момента посева семян в стадиях прорастания и последующего роста корней и проростков возникает ряд положительных и еще гораздо большее количество негативных воздействий. Тем не менее, именно пуск в рост и начальные зародышевые стадии растения являются наиболее податливыми в приобретении устойчивости к действию неблагоприятных факторов внешней среды. Известны химические методы стимулирующего воздействия на семена (гормонизация семян, янтарная кислота, гуминовые соединения, салициловая, жасминовая кислоты и другие), которые так и не смогли стать широко применяемыми при промышленном возделывании по многим причинам [5].

Основная часть

Возникает естественный вопрос, каким образом воздушно-сухие семена, накопившие повреждения и потерявшие всхожесть, в результате кратковременной предпосевной доработки приобретают способность прорасти. Для того чтобы ответить на этот вопрос, надо, прежде всего, иметь представление о том, какие изменения и факторы приводят к снижению всхожести – появлению не прорастающих, но живых семян.

У организмов в состоянии метаболического покоя (воздушно-сухие семена, пыльца, споры и др.) физические воздействия оставляют в клетках скрытые (потенциальные) повреждения, которые ускоряют переход клеток в жизнедеятельное состояние [6]. Естественно, что предполагаемые механизмы стимуляции могут включаться у семян только во время их прорастания. Но еще до набухания в облученном семени развиваются пострadiационные физико-химические процессы. Так, после больших доз облучения состояние семян в процессе хранения ухудшается, они теряют всхожесть («эффект хранения»). Эффект стимуляции растений из семян, облученных в малых дозах, при затягивании сроков посева пропадает, что в практическом плане означает необходимость оперативного использования семян.

Предпосевной доработке обычно подвергают партии хранящихся сильных и слабых семян. Поскольку

увеличить всхожесть партии семян можно лишь за счет живых семян, не прорастающих при данных условиях, то для исследования механизма стимулирующего действия факторов необходимо иметь воздушно-сухие семена, однородные по качеству.

Метод диэлектрического разделения, использующий принцип суперпозиции сил различной физической природы и, прежде всего, пондеромоторной силы, показал высокую эффективность при получении однородных фракций семян сельскохозяйственных культур. Диэлектрические сепараторы разделяют сухие сыпучие смеси, в т.ч. семенной ворох, с учетом электрических свойств частиц на фракции гарантированного качества и нужных свойств [7].

В последние годы отмечен положительный эффект при использовании методов электромагнитной и плазменной обработки семенного материала различных культур. В первом случае действующими физическими факторами являются магнитные и электрические составляющие электромагнитного поля, во втором – к этим факторам добавляют излучение в ультрафиолетовом, видимом и ИК-диапазонах длин волн, тепловые потоки, возбужденные и невозбужденные частицы плазмы (ионы, электроны, молекулы, радикалы).

Важная роль в элементном и структурном анализе веществ принадлежит ядерно-физическим методам, основанным на особенностях взаимодействия высокоэнергетических ионов с приповерхностными слоями твердотельных материалов: ионноиндуцированного характеристического рентгеновского излучения, резерфордского обратного рассеяния ионов в сочетании с каналированием, протонов отдачи, ядерных реакций и др. [8].

Для исследований были выделены злаковые растения: рожь, пшеница, ячмень. Литературный обзор и анализ болезней представителей злаковых позволили наметить следующие цели исследований: разработка и исследование способов улучшения агрономических качеств применением методов электросепарации и плазменно-микроволновой обработки, повышающих энергетику семян и растений и обеспечивающих их подготовку к промышленному возделыванию и хранению.

Для лабораторных исследований использовали диэлектрический сепаратор СДЛ-1. Электросепарированию подвергали подготовленные семена стандартной влажности – 12-15%, брали три навески (по 500 г каждого образца), четвертая – контрольная. Электросепаратор готовили к работе и прогревали в течение 15 мин. при напряжении 3,0 кВ. Засыпали навески 500 г семенного вороха, включающие крупные выполненные и невыполненные, поврежденные семена и примеси (остатки семенного ложа или колоса, элементы упаковки, мусор и т.п.).

При сепарации навеска семян поступает равномерно в загрузочный бункер, затем на рабочий орган – барабан с бифилярной обмоткой, выполненной проводом АПВ-2,5. Напряжение регулировали ступенчато, с шагом 0,25 кВ. Каждый раз получали три фракции семян, две из которых объединяли, т.к. они были схожими. Распределение по фракциям контролирова-

ли визуально и взвешиванием. Показателем удовлетворительной сепарации было взято процентное распределение семян во фракциях при существующем регламенте на семена – наличие не более 3÷5 % примесей. После очередного рабочего цикла семена «успокоительно» отлеживались в течение 10 минут.

При шаговом изменении напряжения от 1,5 до 3,5 кВ на рабочем органе незначительно изменялся состав продуктов в приемниках разделения – в первую фракцию попадали крупные выполненные семена, во вторую – таких попадало немного. В третью – самые мелкие и примеси, сметаемые щеткой. Здесь правомочен вывод, что соотношение «напряжение – вес семени» было оптимальным и указанные величины напряжения являются лучшими для получения семян злаков посевной кондиции для промышленного выращивания. В 500 г исходной семенной смеси до 6% семян было бракованных – невыполненных, травмированных, присутствовал мусор.

Результаты электросепарирования пшеницы «Былина», ржи «Пуховчанка» и ячменя «Дзівосны» приведены в табл. 1. В состав исходных образцов входит небольшое количество мелких, «пустых» семян, легкий мусор.

Как видно из таблицы 1, наилучшие фракции пшеницы и ржи получены при рабочих напряжениях СДЛ-1, варьируемых в диапазоне 2,5÷3,5 кВ, в то время как для ячменя оптимальным оказалось напряжение порядка 2,0 кВ.

Авторами публикации совместно с сотрудниками Института физики им. Б.И.Степанова НАН Беларуси [9] была изучена ответная агрономическая реакция семян злаковых культур, культивируемых в Беларуси (рожь «Пуховчанка», пшеница «Былина», ячмень «Дзівосны») на воздействие высокочастотного электромагнитного поля (ВЧЭМП) и плазмы высокочастотного емкостного разряда (ВЧЕР) с газовой температурой около 300 К. Экспериментальная установка ВЧЕР, созданная на основе генератора высокочастотного тока «ВЧИ-62-5-ИГ-101», позволяла возбуждать электромагнит-

ное поле и стабильно горящий в нем планарный емкостной α -разряд на частоте $f = 5,28$ МГц.

Эффективность обработки семян при экспозиции 15 минут наглядно демонстрируют рис. 1 и 2.

Одними из основных посевных показателей семян, определяемых Государственными стандартами СТБ 1123-98 и СТБ 1894-2008, являются их лабораторная всхожесть, энергия прорастания и длина проростков. Эффективность плазменно-радиоволновой обработки семян оценивали по изменению их агрономических качеств (всхожести и энергии прорастания) по отношению к контрольным (необработанным) образцам, а также по данным измерений морфометрических характеристик растений (длина и масса корней и проростков).

Таблица 1
Результаты электросепарирования
семян злаковых

U, кВ	I фракция, г	II фракция, г	III фракция, г
Пшеница Былина			
1,5	440	8	1
2,0	440	8	1
2,5	445	-	4
3,0	445	-	4
3,5	445	-	4
Рожь Пуховчанка			
1,5	440	7	2
2,0	440	7	2
2,5	444	-	5
3,0	445	-	3
3,5	445	-	4
Ячмень Дзівосны			
1,5	440	7	-
2,0	444	3	2
2,5	440	-	8
3,0	430	-	19
3,5	420	-	27

Результаты исследований длины проростков и накопления ими биомассы для контрольных и обра-



Рисунок 1. Пятидневные проростки контрольных и обработанных ВЧЭМП семян ржи «Пуховчанка» для определения их энергии прорастания

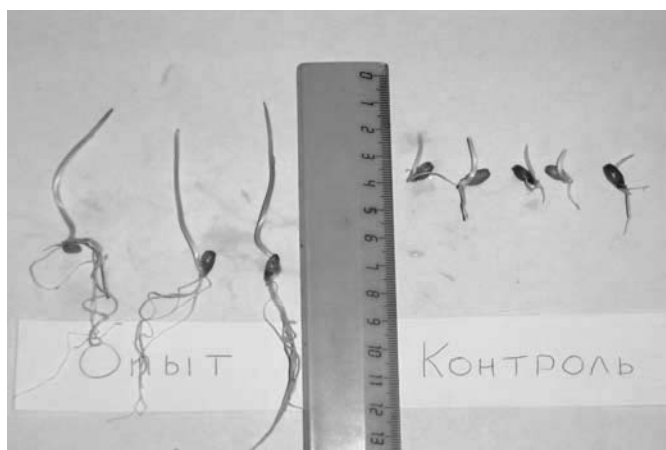


Рисунок 2. Накопление биомассы семидневными проростками ржи в результате плазменно-радиоволновой обработки семян

ботанных семян, представленные в табл. 2, 3, подтверждают эффективность рекомендованных режимов плазменно-радиоволнового воздействия, т. е. длина проростков для ржи достигала максимума при 7, а ячменя при 15-минутной экспозициях, для пшеницы оптимальный режим соответствует 30-и мин.

методика заключается в предварительном выделении партий выполненных, кондиционных семян методом электросепарирования, которые в дальнейшем для повышения их всхожести и энергии прорастания следует подвергать воздействию плазменно-волновой обработки для злаковых с экспозицией 7, 15 и 30 минут.

Перспективность данных работ обусловлена возможностью экономии финансовых средств за счет снижения объемов закупки элитных семян, а также отсутствием необходимости применения традиционных химических и биологических методов их предпосевной подготовки.

Таблица 2
Зависимость длины проростков злаковых от продолжительности плазменно-радиоволновой обработки

Культура	Длина проростка							
	Контроль		7 мин		15 мин		30 мин	
	см	%	см	%	см	%	см	%
Рожь «Пуховчанка»	13,8	100	14,8	107,3	10,3	74,6	11,9	86,2
Ячмень «Дзівосны»	10,1	100	10,4	102,9	11,5	113,8	10,8	106,9
Пшеница «Былина»	11,7	100	11,4	97,4	11,3	96,6	14,11	120,5

Таблица 3
Влияние продолжительности плазменно-радиоволновой обработки на накопление биомассы 7-дневными проростками злаковых

Культура	Вес проростка							
	Контроль		7 мин		15 мин		30 мин	
	вес, г	%	вес, г	%	вес, г	%	вес, г	%
Рожь «Пуховчанка»	2,75	100	2,97	108	2,95	107,3	2,45	89,1
Ячмень «Дзівосны»	2,78	100	2,72	97,8	2,45	88,1	2,5	89,9
Пшеница «Былина»	2,6	100	2,65	101,9	2,8	107,7	3,1	119,2

Выводы

Обнаружено, что обработка семян плазмой ВЧЕР оказывает положительное влияние не столько на длину корней и проростков злаковых, сколько стимулирует их мощность, силу и разветвленность, что способствует значительному увеличению в процессе онтогенеза энергии прорастания обработанных семян по сравнению с контрольными образцами. Показано также, что положительное действие плазменной обработки проявляется с «запаздыванием» – на 7-е сутки онтогенеза. В результате выполненных исследований установлено, что слабоинтенсивное высокочастотное электромагнитное поле, а также плазма могут быть использованы в качестве медиатора рецепторов клеток семян, запускающих внутриклеточные механизмы, приводящие к улучшению их свойств, в частности к повышению скорости и энергии прорастания, стимуляции роста побегов. Выяснение природы этих механизмов требует дальнейших экспериментальных и теоретических исследований.

Рекомендованы оптимальные режимы физического воздействия на семена злаковых культур как способа их предпосевной доработки. Разработанная

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексейчук, Г.Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки [Текст] / Г.Н. Алексейчук, Н.А. Ламан. – Минск: Право и экономика. – 2005. – 48 с.
2. Веселова, Т.В. Стресс у растений [Текст] / Т.В. Веселова, В.А. Веселовский, Д.С. Чернавский. – М.: Издательство МГУ. – 1993. – 145 с.
3. Гродзинский, Д.М. Радиобиология растений [Текст] / Д.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка. – 1989. – 381 с.
4. Веселова, Т.В. Гипоксия и повреждения при набухании стареющих семян [Текст] / Т.В. Веселова, В.А. Веселовский, П.Д. Усманов, О.В. Усманова, В.И. Козарь // Физиология растений. – 2003. – Т. 50. – № 6. – С. 930-937.
5. Кожокару, А.Ф. Механизм действия электрохимически активированной воды и водных растворов на скорость прорастания семян [Текст] / А.Ф. Кожокару, А.И.Мирошников // II междунар. Конгресс "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине": сб. тезисов. – 2000. – С. 57.
6. Кузин, А.М. Идеи радиационного гормезиса в атомном веке [Текст] / А.М. Кузин. – М.: Наука. – 1995. – 158 с.
7. Решетников, В.Н. Электросепарация и плазменно-микроволновое воздействие на семена и растительные объекты [Текст] / В.Н. Решетников, Е.А. Городецкая, В.В. Ажаронек // Inzenieria i aparatura chemiczna. – № 1-2. – 2006. – Ст. 66-67.
8. Лагутин, А.Е. Анализ биологических объектов ядерно-физическими методами [Текст] / А.Е. Лагутин, Е.А. Городецкая // Inzenieria i aparatura chemiczna. – № 1. – 2007. – Ст. 79-80.
9. Городецкая, Е.А. Влияние плазменно-микроволновой обработки на посевные качества семян [Текст] / Е. А. Городецкая, Е. В. Спиридович, В. И. Горбачевич и др. // Доклады НАН Беларуси. – № 6. – Т. 51. – 2007. – С. 68-72.

УДК 631.348:633.63 (476.6)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 1.10.2009

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЖИДКИМ КОНСЕРВАНТОМ

А.В. Кузьмицкий, докт. техн. наук, доцент (УО БГАТУ); П.Н. Бычек,
ст. преподаватель (УО ГГАУ)

Аннотация

В статье приведены описание и конструкция лабораторной установки для оптимизации основных параметров работы камеры протравливания, а также описано оборудование, используемое для обработки корнеплодов сахарной свеклы жидким консервантом. Оборудование состоит из модернизированного модуля дозирования раствора и доработанной камеры протравливания, монтируется на самоходный свеклоуборочный комбайн Kleine SF 10-2. Использование предложенного оборудования позволяет механизировать процесс обработки корнеплодов сахарной свеклы жидким консервантом во время уборки урожая. Приведены также результаты опытов по обработке корнеплодов биопрепаратом с использованием данного оборудования.

Введение

Производство сахара в Республике Беларусь в последние годы значительно возросло, что стало возможным благодаря повышению урожайности и расширению площадей под сахарную свеклу. Однако свеклоперерабатывающие предприятия не в состоянии в сжатые сроки переработать поступающие из хозяйств корнеплоды, в связи с чем возникает необходимость значительную их часть закладывать на хранение в бурты. В зависимости от принятой технологии уборки корнеплоды закладываются в бурты на полях в хозяйствах или непосредственно на площадке свеклоперерабатывающих предприятий.

Во время уборки корнеплоды травмируются, что снижает их сопротивляемость к воздействию кагатной гнили. По оценкам некоторых специалистов, потери корнеплодов из-за гниения при длительном хранении в буртах достигают 40% [1]. В связи с этим, вопрос механизации обработки корнеплодов сахарной свеклы защитными препаратами перед закладкой их на хранение является актуальным.

Основная часть

На кафедре механизации сельскохозяйственного производства УО «ГГАУ» в 2007 году была создана и прошла испытания в нескольких хозяйствах Гродненской области камера протравливания, монтируемая на самоходный свеклоуборочный комбайн [2].

Известно, что капля рабочего раствора размером менее 50 мкм полностью испаряется за 3.5 – 12 с при любых метеорологических условиях и скорость ее свободного падения составляет всего 0.073 м/с [3]. В то же время известно, что чем меньше размер капель рабочей жидкости, тем меньше расход препарата и тем выше эффект обработки [4].

Таким образом, для предотвращения непроизводительных потерь рабочей жидкости от испарения возникла необходимость в создании нового образца известной камеры протравливания. Наличие вентилятора для принудительного осаждения распыленной рабочей жидкости и создания турбулентных воздушных потоков внутри камеры протравливания явилось принципиальным отличительным признаком предложенного образца оборудования.

Однако использование усовершенствованной камеры протравливания без должного экспериментального обоснования таких параметров рабочего процесса как скорость осаждающего воздушного потока, тип и высота установки распылителя, давление подачи рабочей жидкости ведет к снижению качества обработки корнеплодов, что, в конечном итоге, приводит к снижению эффективности борьбы с кагатной гнилью. В связи с этим возникла необходимость создания лабораторной установки для экспериментального обоснования основных параметров работы камеры протравливания.

Описание и конструкция лабораторной установки для определения равномерности распределения рабочей жидкости по ширине камеры протравливания

За основу для лабораторной установки была взята переоборудованная камера протравливания [5]. Переоборудование заключалось в удалении вентилятора с электродвигателем 24В и в установке более мощного с приводом от трехфазного асинхронного электродвигателя. Использование более мощного вентилятора позволяет обеспечить больший диапазон изменения скорости осаждающего воздушного потока, а использование заслонки на входном патрубке позволяет бесступенчато регулировать скорость воздушного потока.

Представленная на рис. 1 лабораторная установка содержит центробежный вентилятор 1, заслонку 2

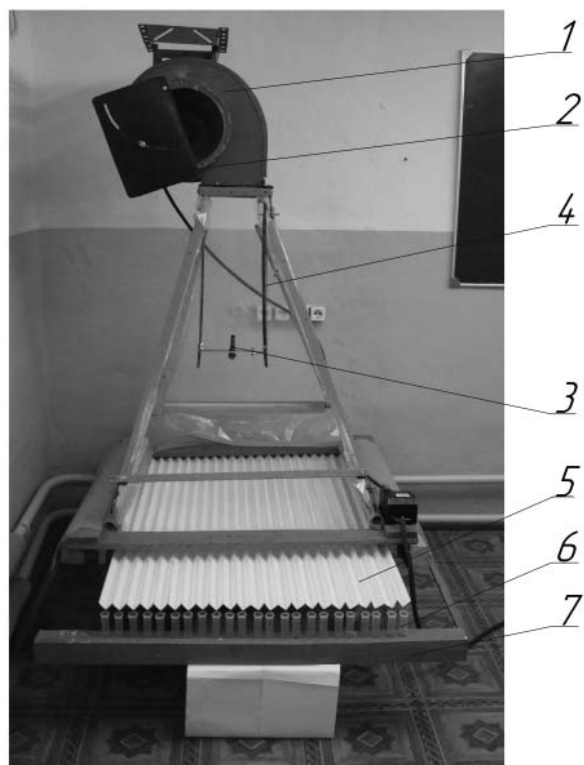


Рисунок 1. Лабораторная установка для определения равномерности распределения рабочей жидкости по ширине камеры протравливания: 1 – вентилятор; 2 – заслонка; 3 – распылитель; 4 – направляющие для крепления распылителя; 5 – приемная поверхность; 6 – мерные емкости; 7 – брус



Рисунок 2. Камера протравливания в рабочем положении: 1 – боковые ребра; 2 – трубчатое основание; 3 – направляющие; 4 – циркуляционный элеватор; 5 – вентилятор; 6 – эластичный кожух

на входном патрубке, установленный под выходным отверстием вентилятора распылитель 3. Распылитель располагается над геометрическим центром камеры протравливания и крепится на направляющих 4, обеспечивающих возможность регулировки установки распылителя по высоте. Под камерой протравливания располагается приемная поверхность 5, состоящая из желобков, закрепленных к деревянной раме. В сечении желобки представляют собой равнобедренный треугольник со стороной 30х30 мм. Непосредственно под каждым желобком располагается мерная емкость 6. Все мерные емкости закреплены в общем бруске 7, который устанавливается на подставке. Соответствие мерной емкости желобку обеспечивается нумерацией.

Перед использованием установки заслонка вентилятора была с помощью анемометра протарирована на скорость воздушного потока от 0.5 до 10 м/с с шагом 0.5 м/с.

Устройство функционирует следующим образом. После включения вентилятора с помощью модуля дозирования раствора рабочая жидкость (вода) подается на распылитель, где диспергируется и осаждается воздушным потоком на приемную поверхность. По желобкам рабочая жидкость стекает в мерные емкости, которые потом взвешиваются на лабораторных весах.

Камера протравливания, монтируемая на самоходный свеклоуборочный комбайн

Изготовление усовершенствованного образца камеры протравливания проводилось в соответствии с полученным патентом на полезную модель [5].

Усовершенствованная камера протравливания (рис. 2) представляет собой усеченную четырехугольную пирамиду, боковые ребра 1 которой выполнены из металлического уголка. Нижнее трубчатое основание 2 камеры монтируется на продольных направляющих 3, закрепленных параллельно циркуляционному элеватору 4 свеклоуборочного комбайна. На верхнем основании камеры установлен выходным отверстием вниз центробежный вентилятор 5. Под вентилятором над геометрическим центром нижнего основания на направляющих закреплен выходным отверстием вниз распылитель. Для предотвращения сноса распыленного препарата ветром боковые ребра камеры протравливания обтянуты эластичным водонепроницаемым кожухом 6.

В рабочем положении камера протравливания располагается со стороны кабины комбайна в начале выхода корнеплодов из циркуляционного элеватора, а в транспортном положении она имеет возможность складываться в сторону двигателя комбайна за счет шарнирных соединений передней и задней стенок камеры.

В качестве блока приготовления и дозирования раствора был использован модуль дозирования раствора МДР – 3.5 [2]. Модуль дозирования раствора располагался на левой площадке возле кабины комбайна. Привод электронасоса модуля дозирования

раствора и электродвигателя вентилятора осуществляется от электросети комбайна напряжением 24В.

В октябре 2008 года с использованием данного оборудования были проведены полевые опыты в СПК «Путришки» (Гродненский район). Оборудование было установлено на самоходный свеклоуборочный комбайн *Kleine*. В качестве защитного препарата был использован биопестицид «Бетапротектин», предназначенный для защиты сахарной свеклы от кагатной гнили (фунгицид) на основе спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* с широким спектром антифунгального действия. Норма расхода препарата составила 0.5 л/т, рабочей жидкости – 3 л/т.

Во время проведения полевых опытов было установлено, что производительность комбайна по корнеплодам составляет примерно 1 т/мин. Таким образом, расход рабочей жидкости через распылитель должен составлять 3 л/мин. С учетом вышеизложенного, и устанавливалось давление подачи рабочей жидкости на распылитель.

При проведении опыта был использован центробежно-вихревой распылитель *Albus ATR 80* с диаметром выходного отверстия 2 мм. При давлении подачи рабочей жидкости 0.35 МПа расход 3 л/мин был получен.

Кроме того, с использованием биопестицида «Бетапротектин» была проведена обработка корнеплодов на буртоукладочной машине на ОАО «Скидельский сахарный комбинат». Обработка корнеплодов на буртоукладочной машине проводилась с помощью аэрозольного генератора *STIHL SR 420*. Привод аэрозольного генератора осуществлялся от собственного двигателя внутреннего сгорания. Норма расхода препарата, как и в случае обработки на самоходном свеклоуборочном комбайне, составила 0.5 л/т, рабочей жидкости – 3 л/т.

Для определения оптимальных условий применения биопрепарата «Бетапротектин» авторами были заложены опыты с различными способами обработки корнеплодов в производственных условиях СПК «Путришки» Гродненского района и в условиях кагат-ов ОАО «Скидельский сахарный комбинат».

Корнеплоды различных гибридов сахарной свеклы обрабатывали однократно – при уборке на самоходном свеклоуборочном комбайне или при закладке на хранение в кагаты на буртоукладочной машине. Также была проведена двукратная обработка при уборке и при закладке на хранение в кагаты.

После обработки корнеплоды были затарены в нейлоновые сетки и помещены на длительное хранение в бурты ОАО «Скидельский сахарный комбинат». В конце срока хранения корнеплодов была определена распространенность, развитие и вредоносность кагатной гнили, что позволило рассчитать такие показатели, как хозяйственная и биологическая эффективность. Учет кагатной гнили проводился с

помощью 7-балльной шкалы [6]. Опыты проводились на гибридах «Казино», «Сильвано» и «Марс».

Нашими исследованиями установлено, что вариант с двукратной обработкой корнеплодов оказался эффективнее любого из вариантов однократной обработки. В случае двукратной обработки корнеплодов биологическая эффективность этого приема в зависимости от гибрида составила 40.9 – 43.7%, а хозяйственная – 7.6–10.6%.

Опыт с однократной обработкой корнеплодов на буртоукладочной машине при закладке их на хранение показывает, что биологическая эффективность в зависимости от гибрида составила 34.8 – 38.1 %, а хозяйственная – 6.5 – 10.5%.

В случае однократной обработки корнеплодов на самоходном свеклоуборочном комбайне биологическая эффективность составила 8.4–15.8 %, а хозяйственная – 2.5–2.8 % в зависимости от гибрида. Ухудшение результатов в случае однократной обработки связано с тем, что при погрузке, транспортировке и закладке в кагаты корнеплоды повторно травмируются и, тем самым, создаются условия для повторного перезаражения их возбудителями болезней.

Результаты обработки корнеплодов в 2007 году [4] показывают, что на гибриде «Кораб» при обработке на самоходном свеклоуборочном комбайне биологическая эффективность составила 27.6 %, а хозяйственная – 5.13 %. При этом необходимо отметить, что сетки с обработанными корнеплодами хранились в буртах на полях хозяйства, чем и объясняется различие в результатах опытов в 2007 и 2008 году.

Заключение

Проведенные исследования показали, что эффективность обработки корнеплодов в значительной степени зависит от принятого в хозяйстве способа уборки урожая.

В случае если в хозяйстве после уборки корнеплоды сразу же отправляются на перерабатывающее предприятие (поточный способ уборки), то возможна обработка корнеплодов только на буртоукладочной машине, при этом для достижения более высоких показателей сохранности желательно проводить также обработку на свеклоуборочном комбайне.

Если же в хозяйстве после уборки корнеплоды длительное время хранятся в буртах на полях (перевалочный способ уборки), то обработку целесообразно проводить сразу же после выкапывания корнеплода, т.е. на свеклоуборочном комбайне, что также позволит сохранить значительную часть урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свиридов, А.В. Видовой состав возбудителей кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы: сб. научн. трудов / А.В. Свиридов, В.В. Просвиряков; под ред. В.К. Пестиса// Сельское хозяйство. – проблемы и перспективы. – Т.1. – Гродно: ГГАУ. – 2006. – С. 332 – 335.

2. Кузьмицкий, А.В. Результаты обработки корнеплодов сахарной свеклы жидким консервантом / А.В. Кузьмицкий, П.Н. Бычек// Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.– 2009. – №1.– С.149 -152.

3. Маркевич, А.Е. Основы эффективного применения пестицидов: справочник в вопросах и ответах по механизации и контролю качества применения пестицидов в сельском хозяйстве/ А.Е. Маркевич, Ю.Н. Немировец. – Горки: Могилевский гос. учеб. центр подготовки, повышения квалификации, переподготовки кадров, консультирования и аграрной реформы, 2004. – С. 21.

4. Бычек, П.Н. К определению расхода жидкого фунгицида при обработке корнеплодов сахарной свеклы/ П.Н. Бычек, С.Н. Ладутько//. Современные технологии сельскохозяйственного производства:

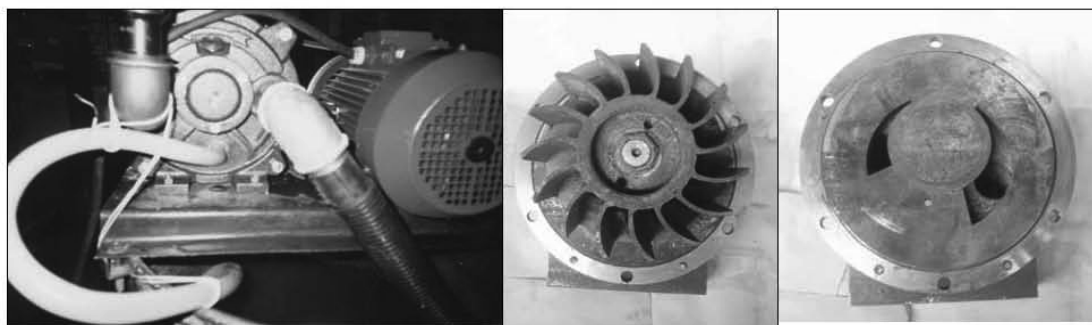
материалы XI научн-практ. конф., Гродно, 2008. – Издательско-полиграф. отдел УО «ГГАУ». – С. 23-24.

5. Приспособление к свеклоуборочному комбайну для протравливания выкапываемых корнеплодов: пат 4868 Респ. Беларусь, МПК А 01D 33/00 / В.К. Пестис, С.Н. Ладутько, Э.В. Заяц, А.В. Свиридов, П.Н. Бычек; заявитель Гродненский гос. аграрный ун-т. – № и 20080375; заявл. 2008.05.07; опубл. 2008.12.30 // Официальный бюл., 2008.– №6.

6. Просвиряков, В.В. Распространенность и вредоносность кагатной гнили сахарной свеклы в Республике Беларусь/ В.В. Просвиряков; под ред В.К. Пестиса// Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. трудов/ Гродненский гос. аграрный университет. – Гродно, 2007. – Т.1: Агрономия. Экономика. – С. 143 – 149.

Модернизированный вакуумный насос малой мощности для доильных установок

Предназначен для создания вакуумметрического давления в системах машинного доения коров.



Основные технические данные

Марка насоса	ВВН-75
Тип	водокольцевой
Быстрота действия при вакууме 50%, м ³ /ч	75
Предельное вакуумметрическое давление, кПа	90
Потребляемая мощность, кВт	3,9
Масса, кг, не более	30

Может применяться в отраслях промышленности, технологические процессы которых требуют создания вакуума.

Отличительные особенности насоса:

- ротор с лопатками, новизна которого защищена патентом РБ №6140;
- рациональные параметры узла подвода рециркуляционной жидкости, новизна которого защищена патентом РБ № 4876;
- рама унифицирована для водокольцевого и пластинчатого насосов;
- низкий уровень шума.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ ФАРШЕВЫХ ПРОДУКТОВ

А.Н. Измер, аспирант (УП «БЕЛНИКТИММП» НАН Беларуси)

Аннотация

В статье рассматривается вопрос разработки и внедрения современного оборудования для переработки мяса, в частности, оборудования для тонкого измельчения мясного фаршевого сырья. Проведен анализ существующих конструкций оборудования для тонкого и коллоидного измельчения мяса применительно к различным технологическим схемам переработки. Приведено техническое описание машины непрерывного действия для тонкого измельчения мяса Я23-МТИ, разработанной в УП «БЕЛНИКТИММП»

Введение

В последние годы в Республике Беларусь наметились тенденции наращивания переработки животноводческой продукции. В 2003 году всего переработано 554 тыс. т скота, а в 2004 г. — 591 тыс. т. Таким образом, существующая производственно-экономическая база перерабатывающей промышленности позволяет не только полностью обеспечить население республики качественными мясными продуктами, но и экспортировать 40% продовольствия. В сложившейся ситуации реализуется комплекс мер по техническому перевооружению и модернизации перерабатывающих организаций и совершенствованию структуры производства.

Предприятия по переработке мяса стремятся заменить, в первую очередь, физически износившееся оборудование. Причем, на данный момент востребованным является оборудование:

- для уоя скота и переработки субпродуктов;
- для производства колбас и колбасных изделий (гриндеры, куттера, эмульсаторы, инжекторы и т.п.);
- разделочное;
- для вакуумной упаковки;
- холодильное.

Для многих производителей стоимость современного оборудования слишком высокая, и они выходят из сложившегося положения, покупая подержанное оборудование, которое было в употреблении, но прошло восстановление и модернизацию. Здесь немаловажным фактором при выборе оборудования является страна-производитель. У стабильно работающих мясокомбинатов республики все больший интерес вызывает спектр нового поколения машин для тонкого измельчения мяса (эмульсаторы, куттера, др. машины). Данное оборудование представлено, в основном, западными производителями («Karl Schnell», «Stefan», «Seydelmann», «PSS» и др.). УП «БЕЛНИКТИММП», учитывая постоянно растущий спрос производителей на более совершенное, модернизированное и относительно недорогое оборудование, разработало машину непрерывного действия для тонкого измельчения мяса.

Основная часть

Как известно, одним из наиболее важных процессов в технологии производства вареных колбас, сосисок, сарделек и паштетов является приготовление гомогенизированной и диспергированной мясной массы, сопровождающейся формированием стойкой водожиробелковой эмульсии с определенными физическими, технологическими и органолептическими свойствами. При этом применяются различные сочетания машин и агрегатов, среди которых можно выделить следующие:

- волчок+куттер;
- волчок+куттер+эмульсатор;
- волчок+эмульсатор;
- волчок+машина тонкого измельчения (в дальнейшем МТИ).

В данных вариациях технологических процессов измельчения применяется различное по конструкции, технологии измельчения и параметрам оборудование [1].

Куттер предназначен для тонкого измельчения мягкого мясного сырья и превращения его в однородную гомогенную массу. Мясное сырье в куттерах измельчается при помощи быстровращающихся серповидных ножей, установленных на валу. Ножи попеременно погружаются во вращающуюся чашу, причем измельчение может вестись в открытых чашах или под вакуумом. Кроме того, в куттерах совмещают процессы измельчения и смешивания. На рис.1 представлен наиболее распространенный в отечественной мясной промышленности куттер Л5-ФКМ. Он состоит из станины 1 с электродвигателями приводов ножевого вала и чаши, чаши ножевого вала 6, защитной крышки, выгрузателя 4 с тарелкой 5, механизма загрузки 3, тележки 2, дозатора воды и электрооборудования с пультом управления.

Комплект ножей для куттеров периодического действия состоит из двух ножей, и вращаются они с частотой до 6000 об/мин и более. Нож куттера может иметь режущую кромку в виде прямой линии с заточкой в виде клина или малоизогнутой линии и сложной геометрической формы (ломаная линия). Выбор ножа с первой или второй формой заточки режущей кромки

определяется требованиями качества измельчения продукта и энергетическими затратами. Технические характеристики куттера Л5-ФКМ представлены в табл. 1 [2].

Таблица 1
Технические характеристики
куттера Л5-ФКМ

Показатель	Параметр
Производительность, кг/ч	до 1200
Вместимость чаши, л	125
Число пар ножей	2
Коэффициент загрузки чаши	0,6
Мощность электродвигателя, кВт	22
Габаритные размеры, мм	2900×1500×2500
Масса, кг	2050

По сравнению с другими устройствами для тонкого измельчения мяса куттер имеет следующие особенности:

- измельчение осуществляется резанием. Данный способ заключается в воздействии на продукт, находящийся на некоторой поверхности режущего элемента;
- куттерование является очень интенсивным механическим процессом, вызывающим физико-механические изменения в фарше;
- конструктивной особенностью измельчающего механизма является наличие быстровращающегося ножевого устройства с комплектом серповидных ножей. Форма ножей и скорость их вращения существенно влияют на качественные показатели готового продукта;
- требуются специальные заточные станки для режущих элементов;
- в процессе куттерования следует соблюдать технологические параметры (продолжительность куттерования, температура в зоне резания);
- производительность куттера зависит от объема загрузочной чаши.

Однако назначение эмульсатора в технологической схеме «волчок – куттер эмульсатор» – вспомогательное. Он предназначен для повышения степени измельчения фарша после куттерования и коэффициента загрузки куттера за счет сокращения вре-

мени работы (нет необходимости добиваться на куттере окончательного качества мясной эмульсии).

Технологическую схему «волчок–мешалка-эмульсатор» широко применяют на мясоперерабатывающих заводах в Европе и начинают внедрять на некоторых отечественных предприятиях. Наиболее распространенным оборудованием данного типа на отечественном рынке являются эмульсаторы фирмы «Karl Schnell». Применяемый в машинах оригинальный режущий механизм (рис.2) состоит из двух (или трех) ножей со сменными режущими вставками, вращающимися вместе с валом двигателя со скоро-

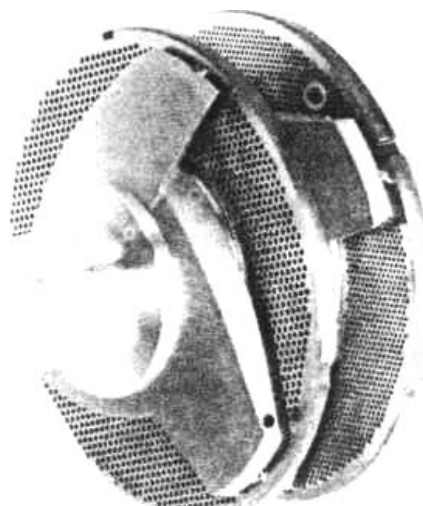


Рисунок 2. Режущий механизм
эмульсатора Karl Schnell

стью около 3000 об/мин и неподвижно закрепленных решеток с отверстиями диаметром 0,5-13 мм, в зависимости от вида производимой продукции.

Основной особенностью режущей системы является наличие прецизионного механизма регулировки зазоров между ножами и решетками, благодаря которому можно изменять степень измельчения и температуру продукта на выходе за счет минимальной силы давления, прижимающей ножи к плоскости решеток.

К основным преимуществам эмульсаторов, по сравнению с куттерами, относятся:

- высокая производительность и непрерывность процесса приготовления фарша (2500-6000 кг/ч);
- меньшая занимаемая площадь (2000×1000×1000);
- высокий уровень автоматизации производства;
- более низкие затраты на приобретение и обслуживание оборудования;
- возможность включения эмульсатора в различные технологические линии.

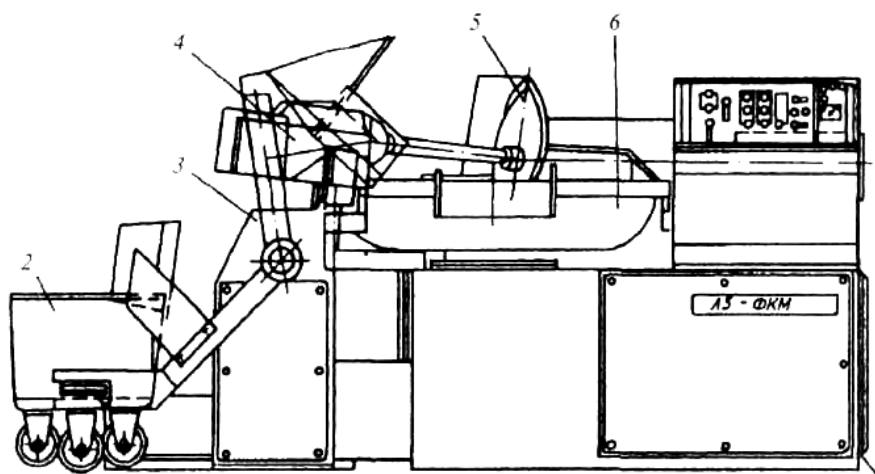


Рисунок 1. Куттер Л5-ФКМ

Технологическая схема производства волчок+МТИ новая и еще не получила широкого распространения на мясоперерабатывающих предприятиях. МТИ относится к семейству измельчителей роторного типа (микрокуттеры).

По конструктивному исполнению машина непрерывного действия для тонкого измельчения представляет собой механизм, состоящий из приемного бункера, корпуса, в котором расположен ротор со шнеком и крыльчаткой, вал, чередующиеся в осевом направлении неподвижные и подвижные зубчатые кольцеобразные ножи (рис.3). Главная отличительная

особенность представляемого оборудования — возможность быстрой и удобной настройки зазора между подвижными и неподвижными элементами режущего механизма, что позволяет варьировать продуктами, различными по вязкостным и пластическим показателям, не исключая и продукты, содержащие коллагеновые включения.

В данной машине применена новая для отечественного производства технология измельчения, заключающаяся в истирании перерабатываемого продукта кромками подвижных и неподвижных зубчатых кольцеобразных ножей.

По конструкции машина для тонкого измельчения мяса существенно отличается от аналогичных машин зарубежного производства. В табл. 2 приведены технико-экономические показатели МТИ. Кроме этого МТИ имеет следующие преимущества:

- низкие удельные металло- и энергоемкость;
- меньшая занимаемая площадь;
- минимальное время воздействия режущей части машины на продукт, что минимизирует аэрацию фарша;
- простота операций по настройке и техническому обслуживанию;
- для работы на машине не требуются специалисты высокого уровня;
- не требуется дополнительного оборудования (льдогенераторы, заточные станки);
- возможность простой настройки необходимой производительности и степени измельчения;
- возможность переработки не только мясного сырья, но также растительного сырья, творога, сыра, тональных кремов, зубных паст и др. продуктов.

В данном устройстве для тонкого измельчения мяса заменена классическая последовательность операций при приготовлении фарша. Особенность машины Я23-МТИ — новейшая режущая система статор-ротор с фиксированным зазором между режущими пластинами. В зависимости от зазора (0,1-1мм) можно изготавливать фарш для различных колбас (вареные, ливерные и т. д.).

После предварительного измельчения кусков мяса на волчке через решетку с отверстиями диаметром 3-5 мм, фарш подается по загрузочной горловине на вращающийся загрузочный элемент и под действием центробежной силы вдавливается во впадины верхнего подвижного кольцеобразного ножа, откуда проходит через радиальный зазор между подвижным и парным с ним неподвижным ножом между впадинами между зубьями. Далее фарш поступает во впадины зубьев второго подвижного ножа и под действием центробежной силы через радиальный зазор передается второй паре ножей. Измельченный продукт выбрасывается в разгрузочный канал.[3].

В УП «БЕЛНИКТИММП» ведутся исследования в области дальнейшего совершенствования машины для тонкого измельчения, в ходе которого доказано

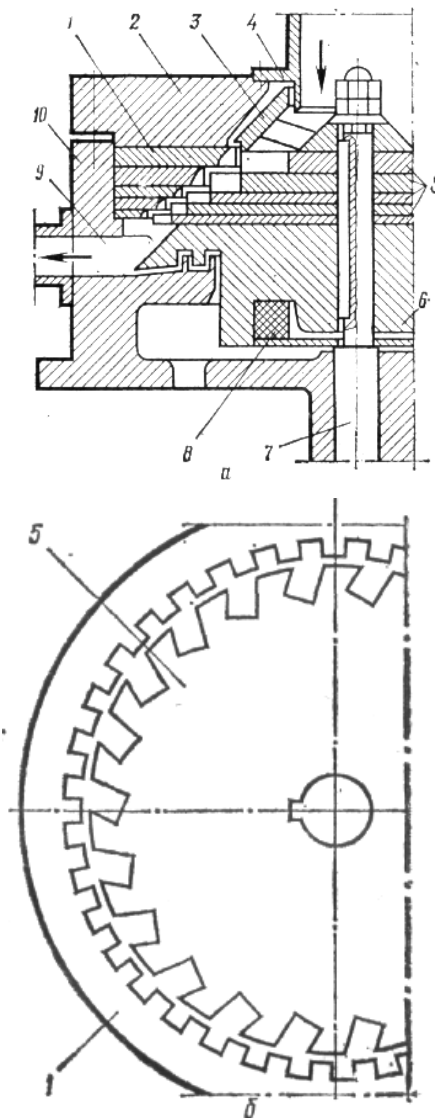


Рисунок 3. Машина непрерывного действия для тонкого измельчения мяса Я23-МТИ:

- а - ножевая головка; б - части зубчатых ножей;
1- неподвижные кольцеобразные зубчатые ножи;
2- крышка; 3 - обечайка; 4 - загрузочная горловина;
5 - подвижные зубчатые кольцеобразные ножи;
6 - ротор; 7 - вал; 8 - эластичный буфер;
9 - канал для выгрузки продукта;
10 - корпус ножевой головки.

Таблица 2

Измельчители (машины непрерывного действия для тонкого измельчения мяса)

Характеристики	УП «БЕЛНИКТИММП»	PSS (Словакия)		Stefan (Германия)	
Модель измельчителя	Я23-МТИ	M1200	M400	MCH-D30	MCH-D60
Производительность, кг/ч	1,0-1,2	1,2	4	2	4
Установленная мощность, кВт	4,0	15,0	45,0	22,0	51,0
Габаритные размеры, мм					
длина	600	1400	2122	1900	2150
ширина	600	530	900	1400	1450
высота	1300	770	1146	850	950
Масса, кг	120	220	585	400	700
Степень подогрева фарша, °С	6-8	14	14	6-8	6-8
Стоимость комплекта режущего инструмента, тыс. руб.	700	4300	4300	3600	3600
Переработанное количество продукции между заточками, т	2000	2000	2000	2000	2000
Количество заточек	2	2	2	2	2
Стоимость оборудования, тыс. руб.	19350	22725	58660	36680	-

существенное повышение качества изготавливаемой продукции при использовании различных вариаций косых и прямых зубьев ротора, прошли модернизацию узлы загрузки и выгрузки мясного фарша.

Выводы

Машина непрерывного действия для тонкого измельчения мяса Я23-МТИ отличается высоким качеством изготовления и надежностью, обеспечивает

легкую и удобную эксплуатацию, техническое обслуживание и санитарную обработку. Таким образом, представленное оборудование может стать ведущим звеном в технологическом цикле производства не только мясных изделий, но и других вязкопластических продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов, В.С. Использование эмульсаторов «Karl Schnell» для производства эмульгированного фарша/ В.С. Соколов. – Мясная индустрия, №8,

2004. – С. 61-64.

2. Машины и аппараты пищевых производств: учеб. для вузов: в 2 ч./ С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков; под ред. В.А. Панфилова. — М.: Высш. шк., 2001. — Ч. 1. – С. 456-460.

3. Чижилова, Т.В. Машины для измельчения мяса и мясных продуктов/Т.В. Чижилова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. —302 с.

УДК.664.64.014.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.05.2009

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ

В.П. Янаков, ассистент (Таврический государственный агротехнологический университет, Украина)

Аннотация

Статья посвящена анализу энергетической модели тестоприготовления. С целью прогнозирования структурных изменений в тесте определена взаимосвязь между конструктивными параметрами месильных органов и технологическими факторами, влияющими на процесс тестоприготовления (кислотности, изменение объема теста в процессе тестоприготовления и объема углекислого газа, выделившегося в процессе брожения).

Введение

Основная задача тестоприготовления – получить из муки, воды, соли и рецептурных добавок однородную массу с заданными свойствами и структурой. В течение приготовления теста необходимо учитывать следующие требования: эксплуатационную надежность, возможность автоматизации замеса теста и рациональность параметров замеса.

В свою очередь, рациональные параметры в рабочей камере можно получить при условии обеспечения

структурно-механических свойств теста, достаточных для последующих технологических операций и получения продукции с заданной равномерной пористостью и удельным объемом, т.е. накоплением в тесте продуктов, которые определяют вкусовые показатели хлеба [1].

Процесс тестоприготовления разнообразен, и требует, для каждого случая экспериментальных исследований, проводить серию опытов, что значительно удорожает научный поиск. Поэтому предлагается создать энергетическую модель процесса тестоприго-

товления, которая подтверждает или минимизирует экспериментальные исследования. Для решения поставленной задачи использовалось компьютерное моделирование, а также программы Excel, MAPL-8, COSMOS WORKS-2007, SOLID WORKS-2007.

За основу исследований взята энергетическая модель, которая основана на фундаментальных исследованиях, энергетическом балансе и данных предыдущих исследований. Входные данные получены из применяемого технологического процесса и заданных технических параметров машин. Конечной целью теоретического моделирования является сравнение уровня работоспособности данной концепции в разнообразных условиях.

Целью данной работы является анализ энергетической модели тестоприготовления и определение оптимальных параметров замеса теста. В соответствии с установленной целью были сформулированы следующие задачи:

- проанализировать основные направления совершенствования тестоприготовления;
- определить критерии оптимизации месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины;
- разработать методику прогнозирования структурных изменений, в зависимости от ряда технологических и технических факторов, влияющих на процесс тестоприготовления.

Анализ последних достижений показывает, что особую значимость в работе тестомесильной машины периодического действия определяет конструкция месильного органа, целью которого является передача энергии поступательного и планетарного вращения в энергию замеса и преодоления негативной работы. Месильный орган тестомесильной машины периодического действия должен создать такие процессы замеса в рабочей камере, которые на последнем этапе тестоприготовления приводили бы к оптимальному состоянию компонентов теста и обеспечивали необходимые условия последующего хода процессов тестоприготовления.

Для снижения энергозатрат во время замеса теста целесообразно создание таких месильных органов, которые во взаимодействии с тестом образовывали бы оптимальный сдвиг компонентов и формировали потоки ингредиентов по всему объёму дежи. Каждая стадия замеса требует различных условий прохождения – это целесообразное сочетание характера влияния в рабочей камере месильного органа, его формы и месильной дежи, обеспечение основных требований процесса, определение достаточных значений интенсивности длительного влияния и рационального смешивания [2].

Одним из актуальных направлений тестоприготовления является определение энергетических взаимодействий при процессе замеса теста и получения таких месильных органов тестомесильных машин периодического действия, которые могли бы интенсифицировать замес теста, создать достаточные условия протекания структурно-механических процессов

в тесте и сформировать предпосылки для прогнозирования качественных изменений в тесте.

С другой стороны, возникает необходимость оптимизировать влияние месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины во время замеса теста. Для этого необходимо осуществление следующих предпосылок [3]:

- создание поверхностей и конфигураций месильных органов, наилучших при учёте энергозатрат замеса теста;
- формирование потоков смешивания от взаимодействия месильного органа, дежи и компонентов теста в рабочей камере.
- повышение качества теста;
- уменьшение расходов энергии и времени.

Для поиска режимов, обеспечивающих эффективность технологического процесса образования теста, следует определить численные значения режимов тестоприготовления в зависимости от энергетического воздействия и конструктивного исполнения рабочей камеры тестомесильной машины.

Основная часть

Важным направлением в исследованиях повышения энергетического влияния месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины периодического действия на тесто является энергетическое воздействие на тесто в период замеса, при учёте нежелательных процессов: нагревания замешиваемого теста, распыла компонентов теста и потерь времени.

Отечественные исследователи отмечают, что усиленное энергетическое воздействие на тесто улучшает его качественные показатели и структурно-механические свойства. Месильные органы тестомесильных машин периодического действия интенсивно передают энергию компонентам теста в процессе замеса, способствуют лучшей агрегации и сорбции, повышению диспергирования и растворению, оптимальному образованию интермолярных связей и структурообразованию, т. е. процессов, происходящих в период брожения теста.

Существует достаточно большое количество различных методик обработки теоретических и экспериментальных результатов. При этом связь качественных показателей теста и его структурно-механических свойств с энергетикой замеса теста раскрыта не в полной мере. Данные о возможности прогнозирования качественных показателей и структурно-механических свойств теста при энергетическом воздействии месильного органа отсутствуют. За базу прогнозирования были взяты фундаментальные исследования, энергетический баланс замеса теста и данные предыдущих исследований, дополненные энергетическим анализом рабочего процесса замеса теста [4].

В поиске оптимальных значений были приняты за основу теоретические данные по процессу замеса теста, результаты полученных ранее эксперименталь-

ных значений исследований и результаты экспериментальных исследований, выполненных автором. Возникла потребность в разработке модели, решающей поставленную задачу.

Во время определения специфики энергетической модели тестоприготовления:

- исследовано влияние конструкции месильного органа на процесс замеса теста;

- создана рациональная конструкция месильного органа новой конструкции тестомесильной машины периодического действия для замеса теста;

- изучено воздействие месильного органа новой конструкции в рабочей камере на качество теста в зависимости от его конструктивно-технических параметров при энергетическом воздействии;

- исследовано влияние месильного органа новой конструкции на технологические параметры теста при периодическом способе тестоприготовления;

- определены целесообразные параметры оптимального технологического режима замеса теста: влажность, кислотность, упругие свойства, объем теста, объем выделившегося газа, структурообразования теста и его длительность;

- определен рациональный режим энергетического воздействия при периодическом способе тестоприготовления, который объединял увеличение удельной работы и минимизации энергозатрат, обеспечивал высокое качество теста и в последующем – хлеба.

Качество замеса теста в каждом периоде замеса определяется, с одной стороны, агрегацией, сорбцией, диспергированием, отеканием, структурообразованием, с другой – технологичностью, энергозатратами и эффективностью. Качество замеса зависит от его интенсивности, определяется конструкцией месильных органов тестомесильной машины периодического действия и удельной работой. Акцент осуществлялся на взаимодействие месильного органа в зоне перемешивания. Конечный вариант месильного органа новой конструкции исследовался на тестомесильной машине периодического действия Л4-ХТВ [5].

Сделана попытка спрогнозировать структурные изменения в зависимости от ряда технологических и технических факторов, влияющих на процесс тестоприготовления:

- кислотонакопление;
- изменение объема теста;
- структурно-механических параметров теста;
- объема углекислого газа, выделившегося в процессе брожения.

Получено уравнение, описывающее зависимость кислотности теста в период его брожения от энергетического баланса замеса теста [4]:

$$K_m = K_0 + v n \tau \frac{\tau_{\text{бр.м}}^2}{\tau_{\text{бр.о}}} F_1, \quad (1)$$

где K_0 – начальная кислотность теста перед брожением, град;

v – скорость кислотонакопления, град/ч;

n – частота вращения месильной лопасти тестомесильной машины, мин^{-1} ;

τ – длительность перемешивания при замесе, с;

$\tau_{\text{бр.т}}$ – длительность брожения теста, ч;

$\tau_{\text{бр.о}}$ – длительность брожения опары, ч;

F_1 – числовое значение, характеризующее процесс кислотонакопления в тесте в период брожения [6].

Получено уравнение, описывающее изменение объема теста в период брожения от энергетического баланса замеса теста:

$$V = \left(V_0 + \ln \frac{\tau_{\text{бр.м}}}{\tau - n} \right) F_2, \quad (2)$$

где V_0 – объем теста на начало брожения, м^3 ;

τ – длительность перемешивания при замесе, с;

n – частота вращения месильной лопасти тестомесильной машины, мин^{-1} ;

$\tau_{\text{бр.т}}$ – длительность брожения теста, ч;

F_2 – числовое значение, характеризующее процесс изменения объема теста в период брожения.

Получено уравнение для определения упругих свойств, характеризующее структурно-механические параметры теста в период брожения от энергетического баланса замеса теста:

$$N_y = \frac{m S_1 n}{\tau_{\text{бр.м}} \tau_{\text{бр.о}}} F_3, \quad (3)$$

где m – масса теста, которое находится в рабочей камере тестомесильной машины периодического действия, кг;

S_1 – площадь контакта месильного органа, м^2 ;

n – частота вращения месильной лопасти тестомесильной машины, мин^{-1} ;

$\tau_{\text{бр.т}}$ – длительность брожения теста, ч;

$\tau_{\text{бр.о}}$ – длительность брожения опары, ч;

F_3 – числовое значение, характеризующее процесс изменения структурно-механических параметров в тесте в период брожения.

Получено уравнение для определения объема углекислого газа в период брожения от энергетического баланса замеса теста:

$$V_2 = \frac{A_3^1 n \tau V_1}{(m_t c_t + m_m c_m) T_1} F_4, \quad (4)$$

где A_3^1 – работа, затрачиваемая на нагрев структурных компонентов теста и взаимодействующих с ним частей тестомесильной машины, зависит от величины внутреннего трения теста, Дж/об;

τ – длительность перемешивания при замесе, с;

n – частота вращения месильной лопасти тестомесильной машины, мин^{-1} ;

V_1 – объем газа CO_2 в тесте на момент замеса теста, м^3 ;

m_T – масса частей тестомесильной машины, которая нагревается при замесе теста, кг;

c_T – усреднённая теплоёмкость перемешиваемой массы, кДж/кг;

m_m – масса теста, которая находится в рабочей камере тестомесильной машины периодического действия, кг;

c_m – усреднённая теплоёмкость металла, кДж/кг;

T_1 – температура нормальная, °С;

F_4 – числовое значение, характеризующее процесс изменения объема углекислого газа в тесте в период брожения.

Предложенная методика позволяет комплексно оценить качественные показатели теста. Однако она не позволяет дать ценовую характеристику процесса производства теста, во многом обусловленную затратами энергии на тестоприготовление. В результате анализа установлена взаимосвязь и отличие энергетических моделей тестоприготовления, а также взаимосвязь теории замеса теста, оптимизации воздействия месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины и прогнозирования структурных изменений в тесте при тестоприготовлении. Применение различных научных взглядов аргументирует обширность применения теоретических подходов в изучении замеса теста.

По итогам научных исследований, предложен месильный орган новой конструкции, который является результатом теоретических исследований, как тестомесильных машин в целом, так и месильных органов, с учетом характера их взаимодействия с тестом [1,2,3].

Заключение

Определены основные направления совершенствования процесса тестоприготовления, связанные с определением взаимодействий месильных органов в камере тестомесильной машины, разработкой программного обеспечения, прогнозированием структурных изменений и исследованием конструкции месильного органа.

Предложены математические зависимости между конструктивными и режимными параметрами месильных органов и технологическими факторами, влияющими на процесс тестоприготовления (кислотности, изменение объема теста и объема углекислого газа, выделившегося в процессе брожения)

ЛИТЕРАТУРА

1. Ялпачик, Ф.Е. Специфика определения энергетики замеса теста для расчёта тестомесильных машин/ Ф.Е. Ялпачик, В.П. Янаков//Труды Таврической гос. агротехнической академии. – Мелитополь: ТДАТА, 2007. – Вып. 7, т.4. – С. 96-103.
2. Лісовенко, О.Т. Підсумки дослідження процесу замісу тіста на тістомісильній машині періодичної дії з лопатевою конічною спіраллю/О.Т. Лісовенко, В.П. Янаков //Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2000. – Вип.1., Т.18. – С.191-194.
3. Янаков, В.П. Шляхи інтенсифікації процесу тістоведення/ В.П. Янаков// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. – Вип.26. – С.21-27.
4. Щербина, І.А., Янаков В. П. Реологічна модель перемішування частинок в тісті як засіб визначення якісних характеристик готовності хлібопекарного тіста/І.А. Щербина, В.П. Янаков// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 1998. – Вип.1. – Т.4. – С.40-46.
5. Щербина, І.А. Особливості проведення експериментальних досліджень хлібопекарного тіста/ І. А. Щербина, В.П. Янаков// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 1999. – Вип.1. – Т.9. – С.13-16.
6. Щербина, І. А., Вдосконалення методики для визначення кислотності хлібопекарного тіста/ І.А. Щербина, В.П. Янаков// Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження, №3. – Львів, 1999. – С.162-167.

Установка для очистки и обеззараживания воздуха БСУ-900



Установка предназначена для очистки воздуха от газовых примесей органического и неорганического происхождения, в помещениях предприятий АПК, медицинских, общественных и других помещениях, в которых необходимо обеспечивать требования СНиП (аммиак, сероводород, углекислый газ и др.). Фильтр производит непрерывную очистку и обеззараживание помещений в присутствии обслуживающего персонала со степенью очистки по уровню общей загрязненности до 60%, по индексу Колли до 70%, по вирусам до 80%, позволяет экономить до 50% энергии на отопление помещений. Наиболее эффективен при использовании в помещениях для содержания молодняка птицы, свиней и крупного рогатого скота.

Производительность составляет 900 м³/ч.

Автор: Николаенков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, доцент

КОМПЛЕКСНЫЙ СТАТИЧЕСКИЙ ТРЕНАЖЕР ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Е.В. Галушко, канд. техн. наук, доцент, О.Ч. Ролич, канд. техн. наук, А.П. Мериленко, канд. техн. наук (УО БГАТУ); К.М. Шестаков, канд. техн. наук, доцент, Ю.В. Бондарев, магистрант, А.А.Прокопенко, аспирант, Мэн Цинсун, аспирант (БГУ).

Аннотация

В статье представлены этапы разработки комплексного тренажера зерноуборочного комбайна. Проанализированы учебные и исследовательские задачи, решаемые сегодня в программно-аппаратных комплексах тренажеров. Рассмотрены принципы построения архитектуры и технологии программирования тренажерных систем при решении задач имитации функционирования сельскохозяйственной техники. Показаны пути упрощения систем уравнений, участвующих в подготовке математических моделей объектов в тренажерных комплексах.

Введение

Со времен создания первого летного тренажера, построенного в Англии в 1910 году, тренажеры превратились в обязательный элемент поддержки разработки новых машин и стали способствовать внедрению современных методик обучения управлению сложной дорогостоящей техникой. На сегодняшний день, например, соотношение часов подготовки летчиков на тренажере и действующем образце составляет примерно 10:1. Затраты на приобретение тренажера окупаются в течение года.

Наличие тренажеров в разработке – показатель ее уровня и конкурентоспособности. Тренажер в цикле обучения отражает степень зрелости и завершенности методики обучения.

Разрабатываемый комплексный тренажер зерноуборочного комбайна (КТЗК) содержит все основные органы управления и приборы, на нем имитируется виртуальная закабинная обстановка и моделируются процессы, существенные для обучения [1-3].

В классическом процессе подготовки обучаемый получает информацию в основном через органы зрения и слуха. Усвоение материала с помощью тренажера связано как с осмыслением опыта предшественников, так и наиболее важного собственного опыта. Информационное наполнение собственного опыта включает в себя оценку правильности принимаемых решений и учитывает специфику индивидуального мышления, необходимого для наиболее глубокого усвоения. Именно тренажеры, подключающие все органы чувств, создают условия для осмысления происходящего как собственного опыта.

Руководителю занятия и специалистам, допускающим обучаемого к работам, необходимо знание индивидуального портрета его пригодности, видения предельных возможностей и перспективы. Тренаже-

ры позволяют создать индивидуальный портрет обучаемого, учитывать специфику и скорость его реакции. Применение тренажерной техники позволяет путём многократного повтора критических, сложных и близких к аварийным ситуаций добиться их правильной отработки обучаемым.

Конструктор, создатель новой техники, желает на стадии разработки до изготовления опытных образцов и в ходе испытаний проверить на себе, специалиста заказчика и будущих пользователей правильность и эффективность принимаемых решений. И здесь наилучшие условия предоставляют гибкие тренажеры. Их наличие сокращает сроки доводки изделий, повышает конкурентоспособность, позволяет быстрее найти наилучшие варианты.

Развитие компьютерных технологий в значительной степени ориентируется на поддержку механизмов создания виртуальной реальности. Технологии искусственного интеллекта используются в тренажерах как полигон для отработки новых решений. Прямое следствие этой тенденции – резкое снижение цен на аппаратные средства и программные продукты их наполнения. Переход стоимостей подобных массовых изделий с десятков тысяч к сотням долларов качественно расширяет спектр и возможности тренажерной техники.

Так как тренажеры являются верхним по эффективности уровнем в общей пирамиде средств обучения, сегодня необходимость их построения и совершенствования воспринимается на различных уровнях руководства многих стран. Звучали слова поддержки тренажеростроения и с трибуны третьего Всебелорусского народного собрания. В Белоруссии созданы уникальные тренажеры для обучения экипажей боевых машин пехоты, танков, самолетов [4].

Период от начала разработки сложных тренажеров до поставки их заказчику составляет три-четыре

года, причем основное время затрачивается на разработку первых образцов. Тесно связаны с тренажерами и задачи создания автоматических систем управления сложными машинами, функционирующими практически без участия человека.

Исходя из среднестатистических данных метеоусловий регионов Республики Беларусь, на процесс сбора урожая, в том числе и зерновых культур, отводятся кратчайшие сроки. Поэтому время обучения комбайнера высококачественному использованию сложной зерноуборочной техники очень ограничено. В зимний и весенний сезоны тренажеры помогут проводить обучение и поддерживать навыки эксплуатации сложной зерноуборочной техники путем максимального приближения имитируемых условий к реальным.

Основная часть

В состав комплексного тренажера зерноуборочного комбайна (КТЗК) входят следующие основные компоненты [1]:

- кабина зерноуборочного комбайна с органами

управления и приборами контроля;

- электронные системы съема и генерации сигналов, поступающих с оборудования кабины и на нее;
- системы имитации силовых усилий и воздействий на органы управления;
- компьютерная система расчета математических моделей искусственных и естественных объектов, формирования изображений обстановки;
- комплексное программное обеспечение, включающее в себя программы расчета математических моделей, программы считывания и первичной обработки показаний первичных датчиков, программы формирования показаний индикаторов комбайна, программы имитации сигналов с датчиков, не включенных в состав тренажера, программы визуализации закабинной обстановки, программы сетевого взаимодействия и т. п.;
- методическое обеспечение.

На рис. 1. представлена структурная схема связи компьютеров между собой и с системой микроконтроллеров [3, 5]. Система микроконтроллеров обеспечивает первичную обработку сигналов с датчиков и

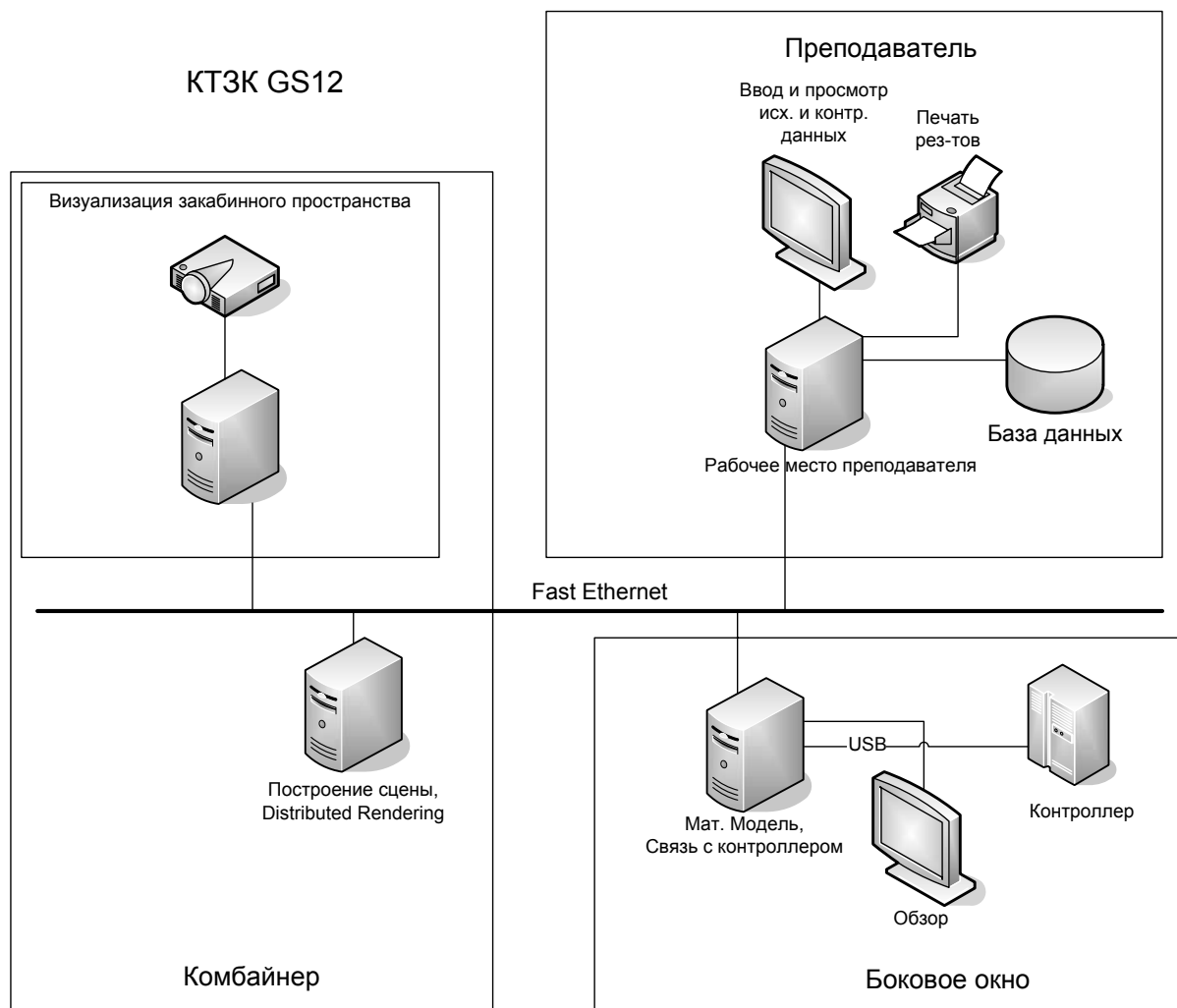


Рисунок 1. Структурная схема компьютерной системы тренажера

выдачу управляющих воздействий на силовые устройства, простейшие индикаторы, бортовой компьютер. Перечисленные связи на рисунке не показаны. Система микроконтроллеров по USB подсоединена к компьютеру, осуществляющему расчет математических моделей объектов и формирование выходного файла текущей обстановки. К данному компьютеру подключен и монитор отображения процессов выгрузки зерна. Выходной файл по компьютерной сети поступает на компьютеры визуализации и рабочее место преподавателя. Здесь осуществляется построение сцены и выдача задания с контролем на выполняемое упражнение.

При подготовке исходного материала практиковалось применение методов распознавания образов. Принятие решений по оценке ситуации проводится с применением стандартных процедур [6].

Все представленные компьютеры являются графическими рабочими станциями, оснащенными видеоадаптерами с современными графическими процессорами высокого быстродействия и «широкой по интерфейсу» памятью размера от 512 Мбайт.

Программирование функционирования компонентов проводится в среде C++ 8 версии с поддержкой DirectX 9.0 и на макроассемблере, выбранного

типа микроконтроллера [5, 7].

Схема прохождения потоков информации с учетом требований реального времени в основном цикле функционирования тренажера представлена на рис.2. В нем оптимизировано быстродействие цикла при запросах к распределенным базам данных с центральным сервером (компьютер расчета математических моделей, использующий вызовы удаленных процедур) [8].

В основе комплексного тренажера лежат математические модели элементов имитируемой техники. Математическое моделирование сегодня приобретает новый облик и предоставляет обучаемому информацию в наиболее естественном виде [9]. Диапазон глубины имитации достаточно велик.

В расчетной базе тренажера заложена математическая модель идеальных объектов, построенная при предположении идеальности процесса, как изготовления всех компонентов, так и взаимодействия их с объектами. В перспективных разработках используются модели, построенные уже с учетом износа, разброса параметров технологических процессов и элементов комплектации. В последнем случае на помощь приходят теории чувствительности, динамического хаоса. Модели в основном линейных и поливариантных систем упрощены на основании веществ-

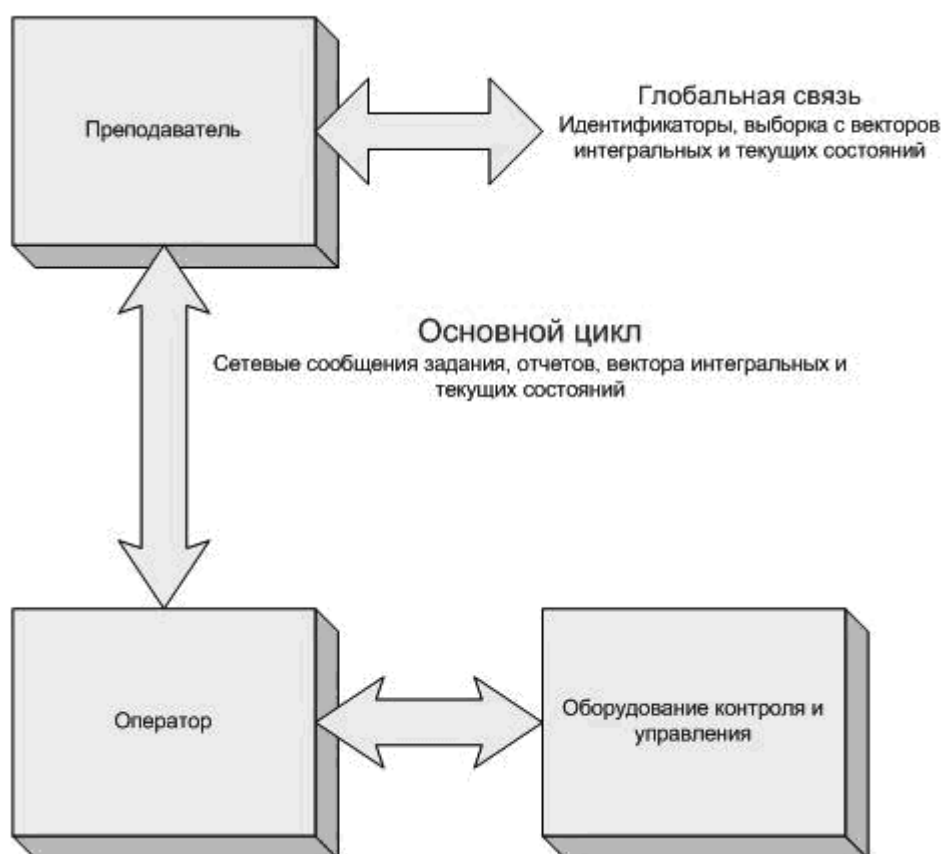


Рисунок 2. Схема передачи данных в основном цикле функционирования тренажера

венного разложения Шура. Данный метод упрощения математических моделей систем повышает точность приближения упрощенной модели к исходной по переходным и устанавливающимся значениям, ускоряет реакцию систем на действия органов управления и изменения окружающей среды [4, 10]. К реальным условиям модели адаптируются через добавление разностных файлов, исходно представляемых в графическом формате, что позволяет получить упрощенные адаптивные уравнения функционирования имитируемой техники, позволяющие решать их не более чем в единицы, десятки миллисекунд на вычислительном комплексе тренажера.

В ходе создания тренажера и его последующей эксплуатации рабочие модели должны корректироваться по замечаниям пользователей. Для такой доработки предусмотрены внешние файлы данных, изменение которых доводит «поведение» объектов без перекомпиляции программ.

Визуализация происходящих процессов входит в

одну из наиболее интенсивно и успешно решаемых задач современной компьютерной техникой. При создании систем визуализации от разработчиков требуется не отстать от уровня передовых решений максимум на год. При разработке использовался накопленный мировой опыт в интегральных решениях [11] и частных задачах [12].

В основу построения сцены положено использование прямоугольной площадки, экрана, который располагается перпендикулярно направлению взгляда. При построении экрана используются три вектора: нормаль к поверхности площадки, являющаяся противоположной направлению зрения, вектор направленный вертикально вверх, а также вектор, лежащий в плоскости экрана. Третий вектор дополняет тройку векторов до правой. На основе нормали и третьего вектора строится четвертый, перпендикулярный им и лежащий в плоскости экрана.

Полученные таким образом вектора (третий и четвертый) используются для построения экрана. В

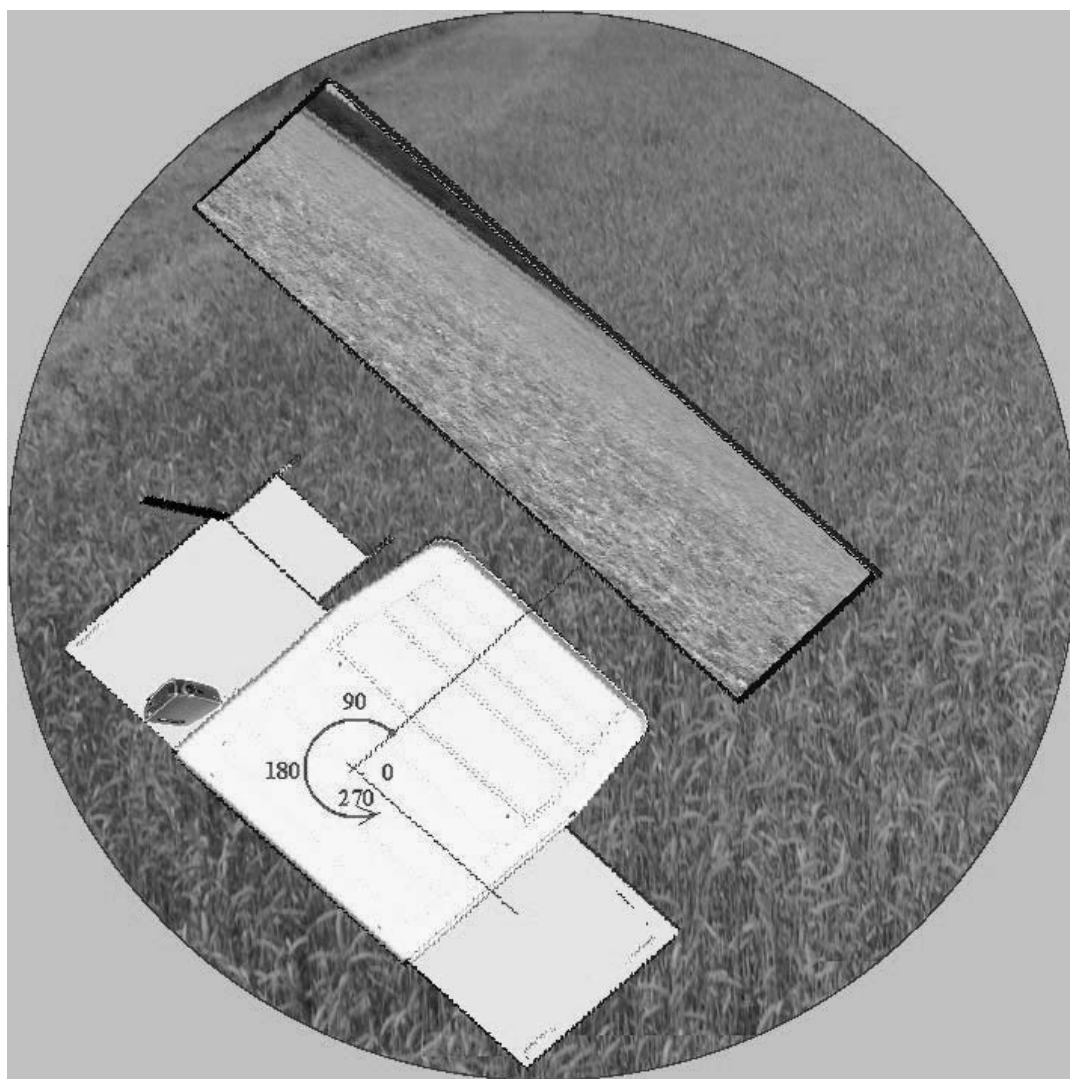


Рисунок 3. Имитируемое положение комбайна в процессе уборки зерна

качестве центральной выбирается точка, лежащая на линии зрения, на определенном удалении от наблюдателя. Данная точка на щите располагается на пересечении диагоналей данной прямоугольной площадки.

Экран выступает в качестве основы, на которую выводятся видеопотоки. Использование шейдеров позволяет смешивать данные видеопотоки, менять координаты вывода.

Видеопотоки получаются путем построения графа фильтров. В начале графа ставится видеоисточник, в конце VMR9 (video mixing render 9), у которого стандартный распределитель (Allocator) был заменен собственным (MyAllocator), что позволило получать распакованные кадры без вывода их на экран, то есть в режиме RenderLess, что, в свою очередь, позволяет не привязывать отрисовку сцены к моментам получения распакованных кадров. Иначе пришлось бы привязывать FPS (frame per second – число кадров в секунду) трехмерной сцены к FPS видеозаписи.

Одним из важнейших вопросов визуализации, решенных в ходе разработки, было естественное управляемое представление скашиваемого поля. На рис. 3. представлено положение тренажера комбайна в «поле», отображаемое на основном экране. Изменение положения комбайна, согласно положениям органов управления и предыстории, должно синхронно отображаться на экране с моделированием работы косилки и иных движущихся частей комбайна.

На рис. 4. представлен результат работы над файлами данных с показом обстановки в реальном времени. Как видно из рисунка, сохранена реалистичность сцены. В процессе разработки средняя частота смены кадров от 56 кадров в секунду поднята до 100, что удовлетворяет поставленным требованиям и оставляет резерв для усложнения задачи.

В будущем планируется добавить поддержку различных типов полей, различающихся произрастающей культурой, что естественно влияет на внешний вид

скашиваемого поля. Также планируется ввести поддержку проведения уборочных работ в различное время суток. В зависимости от того проводится ли уборка урожая утром, днем или вечером условия будут разными, что, в свою очередь, может существенно повлиять на качество проведения данных работ.

Выводы

В основе комплексного тренажера лежат математические модели элементов имитируемой техники с широким диапазоном глубины имитации. В расчетной базе тренажера используется математическая модель идеальных объектов, построенная при предположении идеальности процесса. Модели линейных и поливариантных систем упрощены на основании вещественного разложения Шура. Таким образом, повышается точность приближения упрощенной модели к исходной по переходным и устанавливающимся значениям, а также ускоряется реакция систем на действия органов управления и изменения окружающей среды. К реальным условиям модели адаптируются через добавление разностных файлов, исходно представляемых в графическом формате, что позволяет получить упрощенные адаптивные уравнения функционирования имитируемой техники, позволяющие решать их не более чем в единицы, десятки миллисекунд на вычислительном комплексе тренажера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаборатория прикладных компьютерных технологий в АПК/ Бел. гос. агр. техн. ун-т// Агропанорама, № 5. – 2008. – С.48.
2. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12»: инструкция по эксплуатации. – ПО «Гомсельмаш», 2008.
3. Шестаков, К. М. Программирование сложных компьютерных систем одноцелевого назначения/



Рисунок 4. Совместная сцена движущегося поля и вращающейся косилки с версии программы визуализации GS32

К.М. Шестаков, Мэн Цинн Сунн// Электроника инфо, № 9, 2008. – С. 58-61.

4. Занкевич, Н. Состояние и перспективы развития бронетанкового вооружения и техники/ Н. Занкевич// Армия, № 2, 2008. – С. 12-17.

5. Галушко, Е.В., Ролич О.Ч., Шестаков К. М. Электронные системы комплексных тренажеров для обучения эксплуатации и ремонта сложной сельскохозяйственной техники: доклады Межд. научно-практической конференции: Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса АПК. – Минск: БГАТУ, 2009. – Ч. 1. –С. 94-99.

6.Шестаков, К. М. Теория принятия решений и распознавание образов: курс лекций/ К.М. Шестаков. – Мн.: БГУ, 2005 – 184 с.

7.Ролич, О. Ч. Технологии программирования: курс лекций / О.Ч. Ролич. – Минск: БГУ, 2008. – 144 с.

8.Прокопенко, А.А. Оптимизация по быстродействию систем распределенных баз данных с центральным сервером, использующих вызовы удален-

ных процедур или функций/ А.А. Прокопенко, К.М. Шестаков// Электроника инфо, № 7, 2008. – С. 51-54.

9. Modeling and Simulation of an M1 Abrams Tank with Advanced Track Dynamics and Integrated Virtual Diesel. Engine Automotive Research Center Department of Mechanical Engineering and Applied Mechanics The University of Michigan Ann Arbor, 2002, – P.221.

10.Мэн Цинсун. Метод упрощения моделей для сложных сбалансированных систем управления/ Мэн Цинсун, К.М. Шестаков// Вестник БГУ, серия 1. – 2008, №3. – С. 44-51.

11.Harry Perros, Computer Simulation Techniques: The definitive introduction! Computer Science Department NC State University Raleigh, NC. – January, 2008. – P.168.

12.Козлов, С.М. Визуализация эффекта дождя в автомобильных тренажерах/ С.М. Козлов, Н.А. Ельников, И.В. Белого. – Новосибирск: Лаборатория программных систем машинной графики ИАиЭ СО РАН. Новосибирск, Россия: International Conference Graphicon, 2006, <http://www.graphicon.ru/>

УДК 62-83:621.316.9(088.8)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 8.07.2009

ЗАЩИТА ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В АВАРИЙНЫХ СОСТОЯНИЯХ (ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ПЕРЕГРУЗКИ)

В. В. Гурин канд. техн. наук, доцент, Е. В. Лавцевич, аспирантка, П. А. Равинский, аспирант (УО БГАТУ)

Аннотация

Приведена характеристика возможных способов защиты асинхронного трехфазного электродвигателя по контролируемым параметрам от неполнофазного режима работы, увлажнения обмотки, стопорного режима работы, при отклонении и несимметрии напряжений, неисправности подшипников, чрезмерной вибрации и нарушения охлаждения. Показано, что аварийные состояния электродвигателя могут контролироваться токовыми или температурными защитами, за исключением контроля увлажнения обмотки и вибрации.

Введение

В нашей стране осуществляется техническое перевооружение сельскохозяйственного производства. Морально устаревшее электрооборудование заменяется на более качественное и надежное. Это относится и к электрическим двигателям, аппаратуре управления и защиты. Однако их эксплуатационная надежность в сельском хозяйстве остается все еще недостаточной.

В известной нам литературе по защите электродвигателей в сельском хозяйстве описано много устройств и принципов защиты, но не приводится анализ

контролирующих параметров для построения устройств защиты от всех аварийных состояний. Приведенный ниже материал устраняет этот недостаток.

Основная часть

Основными аварийными состояниями асинхронных электродвигателей (за исключением перегрузки) в порядке их распространения являются: неполнофазный режим; увлажнение обмотки; стопорный режим; отклонение или асимметрия напряжений выше нормы; неисправность подшипников; чрезмерная вибрация; нарушение охлаждения.

Возможные способы защиты трехфазного асинхронного электродвигателя от неполнофазного режима изображены на рис. 1.

Общим недостатком устройств, контролирующих напряжение или фазу напряжений сети, является то, что они реагируют на обрыв фазы до места их подключения и не реагируют на обрыв фазы за местом их подключения [1]. Указанного недостатка лишены устройства защиты, контролирующие наличие тока в фазах [2].

Контроль фазы тока оказался более надежным способом (ФУЗ-М) [3].

Контроль постоянной составляющей выпрямительного трехфазного тока используется в сочетании с малогабаритными датчиками тока [4].

Анализ показал, что для контроля неполнофазного режима перспективны токовые и фазо-токовые устройства защиты (на рис. 1 эти способы обведены двойной линией).

Способы защиты обмоток электродвигателей от увлажнения изображены на рис. 2.

Покрывание обмоток пропиточными лаками и эма-

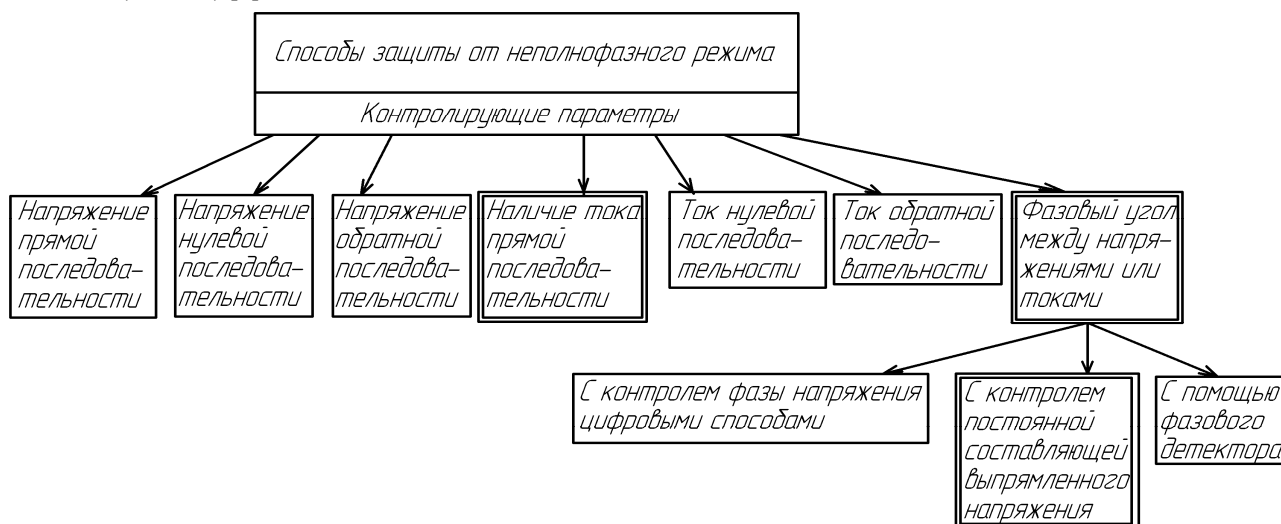


Рисунок 1. Основные способы защиты (по контролируемому параметру) асинхронного трехфазного электродвигателя от неполнофазного режима работы

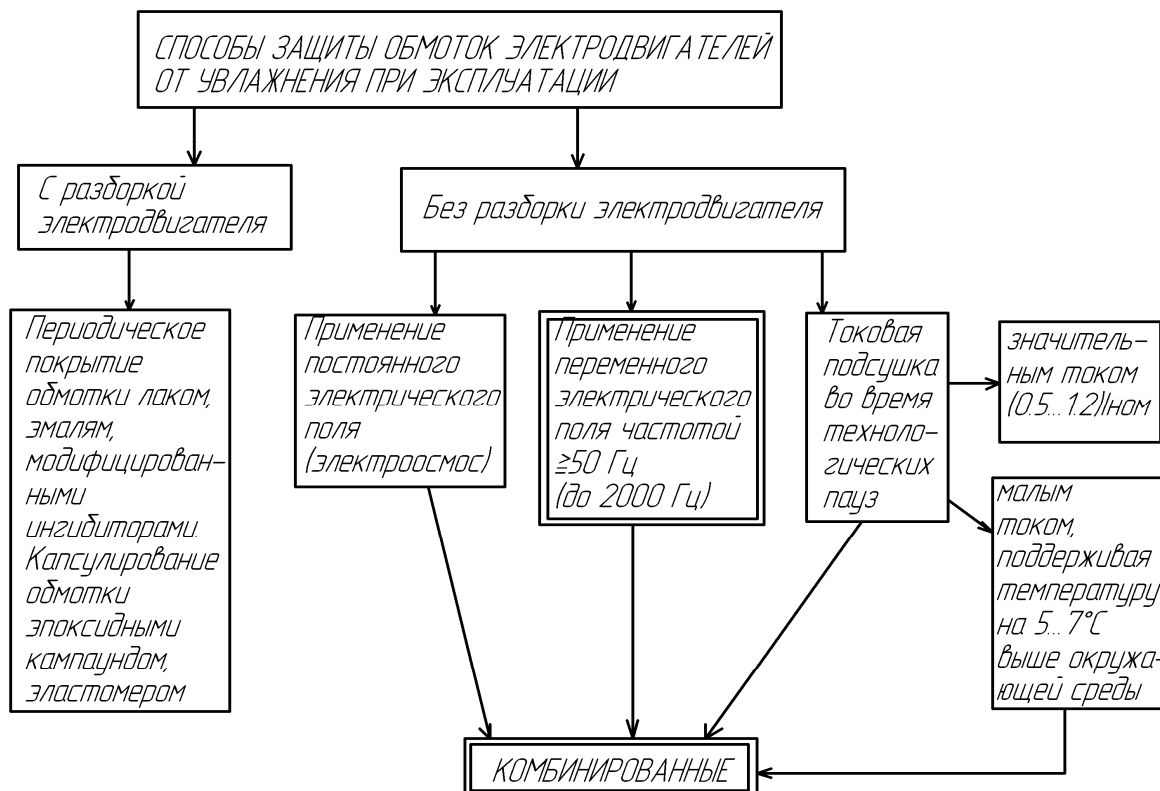


Рисунок 2. Способы защиты обмоток электродвигателей от увлажнения при эксплуатации

лями, модифицированными ингибиторами, а также капсулирование компаундами усиливает изоляционные свойства обмотки и является эффективным средством повышения стойкости изоляции к увлажнению [5].

Применение постоянного электрического поля для вытеснения влаги из объема диэлектрика (изоляции) известно как явление электроосмоса [6]. Основные достоинства способа – малая потребляемая мощность.

Первым недостатком этого способа является скапливание влаги на поверхности лобовых частей обмотки, которая не выводится из корпуса. Вторым недостатком способа – активизация электрохимического окисления обмотки и металлических частей внутри электродвигателя [7]. Третий недостаток – влага вытесняется в лобовые части обмотки и медленно восстанавливается межфазная изоляция [8].

Таким образом, электроосмос не предотвращает накопление влаги во внутреннем объеме двигателя, но препятствует накоплению влаги в обмотке, активизируя при этом электрохимические реакции окисления внутри двигателя, что делает этот способ нежелательным для применения.

Известна сушка изоляционных материалов в переменном электрическом поле за счет диэлектрических и джоулевых потерь. Диэлектрические потери пропорциональны частоте тока, а джоулевые – пропорциональны квадрату тока утечки.

Исследования, проведенные Д. Я. Воденисовым и А. С. Челпановым, показали эффективность сушки изоляционных материалов токами повышенной частоты. Если за единицу принять эффективность сушки без поля, то электроосмос увеличивает эффективность в 1,4 раза, частота 50 Гц – в 1,6 раза, 500 Гц – в 3,8 раза, 1000 Гц – в 4,8 раза.

Этот способ, как и электроосмос, не предотвращает проникновение влаги внутрь обмотки двигателя, но предотвращает накопление влаги в обмотке и подсушивает ее. По сравнению с электроосмосом этот способ не вызывает активизации электрохимических реакций окисления и эффективнее его.

Токовая подсушка изоляции во время технологических пауз значительным током ($0,5-1,3 I_{ном}$) позволяет быстро восстановить сопротивление изоляции, а малым током – поддерживать температуру обмотки на уровне $3-7^{\circ}\text{C}$ выше окружающей среды [9, 10]. В случае сушки значительным током изоляция подвергается термическим ударам, а при сушке малыми токами – мягкому нагреву. Поддержание температуры обмотки на уровне $3-7^{\circ}\text{C}$ выше окружающей среды надежнее всех ранее рассмотренных способов, поскольку препятствует накоплению влаги во внутреннем объеме электродвигателя.

Комбинированные способы защиты изоляции обмоток от увлажнения показали так же хорошие результаты [11].

Таким образом, анализ известных способов защиты обмоток электродвигателей от увлажнения позволяет заключить, что наилучшую защиту от увлажнения обмоток обеспечивает токовая подсушка малыми токами. Перспективны способы использования электрического поля частоты 50-2000 Гц и комбинированные.

Стопорный режим характеризуется неподвижным ротором и возрастанием токов до пусковых значений. Последний признак используется в токовых устройствах защиты. Этот режим может быть определен температурной защитой, но с небольшим запозданием. Обычно отдельную защиту от стопорного режима не выполняют.

Отклонение напряжения в меньшую сторону от номинального на зажимах загруженного электродвигателя приводит к увеличению потребляемого тока и легко контролируется токовыми или температурными устройствами защиты. Отключать электродвигатель при малой нагрузке и наличии пониженного напряжения не имеет смысла, поскольку ток электродвигателя не будет превышать номинального значения.

Отклонение напряжения от номинального в сторону увеличения напряжения может приводить к увеличению тока при насыщении магнитопровода электродвигателя. Это характерно для небольших по мощности электродвигателей. Но и в этом случае отклонение напряжения легко контролируется токовыми или температурными защитами. Отдельное устройство защиты в этом случае не нужно.

Асимметрия напряжения в сети 0,4 кВ допускается 2 %, а максимальная – не более 4%. Причина асимметрии напряжений – неравномерная нагрузка фаз. Асимметрия напряжения приводит к появлению напряжения прямой и обратной последовательностей в обмотках, следовательно, может контролироваться фильтрами нулевой или обратной последовательностей.

Однако асимметрия токов в фазах асинхронного электродвигателя в 4-7,5 раз превышает асимметрию напряжений [12]. По этой причине следует контролировать не асимметрию напряжений, а асимметрию токов с помощью устройств токовой защиты или использовать температурную защиту. Необходимо также помнить, что асимметрия напряжений вызывает дополнительную вибрацию электродвигателя.

Неисправность подшипников вызывает повышенный нагрев электродвигателя, шум, вибрацию, при разрушении – стопорный режим. Следовательно, на этот аварийный режим реагирует температурная защита, при разрушении подшипников – токовая защита.

Вибрация электродвигателя возникает при вибрации рабочей машины, неисправностях подшипников, асимметрии напряжения. Она оказывает отрицательное влияние на обмотки электродвигателя, вызывая микротрещины в проводниках обмотки. Вибрация контролируется теперь только в мощных и ответственных электродвигателях или генераторах.

Нарушение охлаждения возникает при потере крыльчатки вентилятора электродвигателя, при загрязнении вентиляционных каналов. Это «неявное» аварийное состояние контролируется только температурной защитой.

Закключение

Таким образом, все указанные выше аварийные состояния асинхронного трёхфазного электродвигателя могут контролироваться токовыми или температурными защитами, имеющими устройство защиты от увлажнения обмотки. Другие защиты не нужны. Исключение – использование защиты от недопустимой вибрации для ответственных электродвигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грундулис, А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве: / А.О. Грундулис. – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1988. – 111с.
2. Устройство для защиты трехфазного асинхронного электродвигателя от работы на двух фазах: а. с.1319146 СССР, МКИ Н 02 Н 7/08. / В.В. Гурин, А.А. Гелейша; БИМСХ.– № 3885 194/24 – 07, заявлено 18.04.85; опубл. 23.06.87; Бюл. № 23. – С.2.
3. Кудрявцев, И.Ф. Универсальное фазочувствительное устройство защиты двигателей/ И.Ф. Кудрявцев, А.О. Грундулис, В.В. Зейбот // Механизация и электрификация с. х. – 1977. – № 5. – С. 42-43.
4. Устройство для защиты трехфазного асинхронного электродвигателя от аномального режима:

а.с. 1275630 СССР, МКИ Н 02 Н 7/08/ Н.И. Бохан, В.В. Гурин, В.И. Фещенко; БИМСХ. – № 3807380/24 – 07; заявл. 31.10.84; опубл. 07.12.86// Открытия. Изобрет, 1986, № 45. –С. 3.

5. Пястало, А.А. Эксплуатация электрооборудования: учебник/ А.А. Пястолов, Г.П. Ерошенко. – Москва: Агропроиздат, 1990. – 287с.

6.Фанин, А.Я. Движение жидкости в пористых материалах под действием электроосмоса /А.Я. Фанин//Вопросы автоматики и горной электротехники., № 40. – Москва: Недра, 1969. –С.54-60.

7. Прищеп Л.Г. Сушка изоляции электродвигателей насосных агрегатов/Л.Г. Прищеп, С.П. Изюмцев, А.В. Сергованцев// Техника в сельском хозяйстве. – 1991. – №1. – С.20-21.

8. Немировский, А.Е. Электроосмотическая сушка изоляции электродвигателей/ А.Е. Немировский, Н.К. Мороз // Техника в сельском хозяйстве. – 1984. – № 12. – С. 26.

9. Маслов, В.В. Влагостойкость электрической изоляции/ В.В.Маслов. – Москва: Энергия, 1973. – 208с.

10. Устройство автоматической сушки обмоток электродвигателя/А. Пахомов, // Радио. – №6. – 2002. – С.32-33.

11.Немировский, А.Е. Новые способы сушки электрооборудования/ А.Е. Немировский, // Техника в с. х. – 1989. – №6. – С. 41-43.

12. Гейлер, Л.Б. Справочник электрика промышленных предприятий / Л.Б. Гейлер. – Минск: Гос.издательство БССР, 1963. – 588 с.

“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика). Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на второе полугодие 2009 года: для индивидуальных подписчиков - 26670 руб., ведомственная подписка - 52599 руб.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В КОНВЕКТИВНЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ ПУТЕМ РЕЦИРКУЛЯЦИИ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА

А.Л.Синяков, канд. техн. наук, доцент, И.А.Цубанов, ст. преподаватель (УО БГАТУ)

Аннотация

Предложена методика расчета энергосбережения в конвективных зерносушилках за счет рециркуляции сушильного агента. Выполнен анализ влияния отдельных параметров работы конвективных зерносушилок на условия и возможности энергосбережения при рециркуляции сушильного агента.

Введение

Наибольшие потери теплоты при сушке зерна связаны с удалением отработавшего сушильного агента (СА) в атмосферу, при этом в атмосферу сбрасывается и полезно использованная при сушке теплота, непосредственно израсходованная на испарение влаги из влажного продукта.

Рециркуляция СА является методом повышения, как энергетической, так и экологической эффективности конвективных зерносушилок. Она способствует уменьшению тепловых отходов, сбрасываемых в атмосферу.

Рециркуляция СА характеризуется отсутствием необходимости в использовании специализированного энергосберегающего оборудования: тепловых насосов и теплоутилизаторов.

Некоторые сведения о тепловых процессах в конвективных сушилках с рециркуляцией СА даны в литературе [1– 4] и носят отрывочный, а иногда и противоречивый характер.

Задачи исследования состоят в восполнении пробела в этой области. Его цель заключается в разработке методики расчета тепловых процессов и энергосбережения в конвективных зерносушилках с рециркуляцией СА и в анализе влияния отдельных параметров на условия и возможности снижения расходов теплоты при сушке зерна.

Основная часть

Рассмотрим рециркуляцию СА в конвективных зерносушилках, в которых при сушке используется смесь топочных газов с воздухом. Такие зерносушил-

ки получили широкое распространение в сельскохозяйственном производстве [1, 4-8].

Для упрощения анализа тепловлажностных процессов, происходящих в СА при его приготовлении, введем следующие допущения:

- рециркулирующая часть СА предварительно смешивается с наружным воздухом;
- образовавшаяся смесь используется в процессе горения топлива и смешивается с топочными газами.

Принципиальная схема сушильной установки с учетом этих допущений представлена на рис. 1.

Наружный воздух из атмосферы смешивается с рециркулирующей частью СА и поступает в топочное устройство (Т), в котором предусмотрена камера смешения с топочными газами. Приготовленный СА подается в сушильную камеру (СК), на выходе которой одна его часть выпускается в атмосферу, а другая возвращается путем рециркуляции и смешивается с наружным воздухом.

Вместо удаляемой в атмосферу части сушильного агента подается такое же количество наружного (атмосферного) воздуха. Влага, удаляемая при сушке из зерна, ассимилируется, в конечном счете, подаваемым наружным воздухом.

На схеме обозначены характерные состояния воздуха и сушильного агента:

- 0 – наружный (атмосферный) воздух;
- 1 – приготовленный СА на входе в сушильную камеру;
- 2 – отработавший СА на выходе из сушильной камеры;
- 3 – смесь воздуха с рециркулирующей частью СА.



Рисунок 1. Принципиальная схема сушильной установки с рециркуляцией сушильного агента

Процессы изменения тепловлажностного состояния сушильного агента и воздуха в сушильной установке показаны на рис. 2.

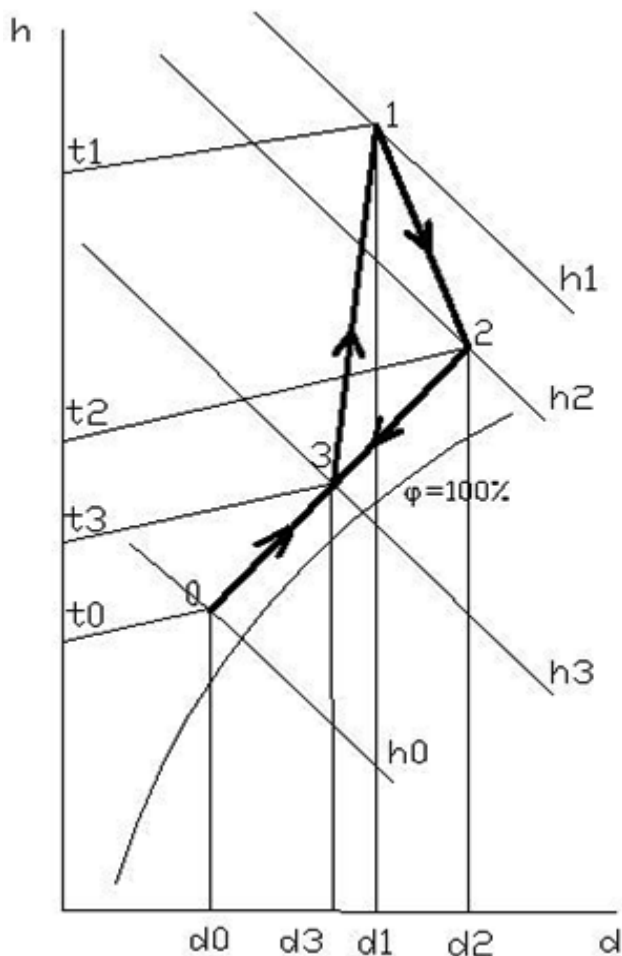


Рисунок 2. Процессы изменения состояния воздуха и сушильного агента

Графически представлены: 1-2 – процесс увлажнения СА в сушильной камере; 2-3 и 0-3 – процесс смешения рециркулирующей части СА с воздухом; 3-1 – ветвь процесса приготовления СА в топочном устройстве с камерой смешения.

При этом не показан процесс изменения состояния топочных газов при смешении с образовавшейся смесью воздуха и рециркулирующей части СА.

Для параметров сушильного агента (воздуха) приняты следующие обозначения: d – влагосодержание, г/кг; h – энтальпия, кДж/кг; ϕ – относительная влажность, %; t – температура, °C.

Нумерация точек соответствует принятой при составлении расчетной схемы зерносушилки. Индексы при параметрах означают номера характерных точек.

При анализе теплового режима зерносушилки будем считать происходящие в ней процессы стационарными, установившимися во времени. Математическое описание стационарных режимов работы обычно сводится к алгебраическим уравнениям [9]. В нашем случае

используем основные алгебраические уравнения, характеризующие процессы приготовления СА и изменения его состояния при сушке продукта [4-8].

Входными параметрами математической модели являются исходные данные к расчету:

- температуры СА на входе и выходе сушильной камеры, соответственно t_1 и t_2 , °C;
- параметры наружного воздуха: температура t_0 , °C; влагосодержание d_0 , г/кг, и энтальпия h_0 , кДж/кг;
- относительная влажность отработавшего СА (максимально допустимая), %;
- разность добавлений и расходов теплоты в сушильной камере Δ , кДж/кг, отнесенная к 1 кг испаренной влаги;
- теплота сгорания топлива, используемая в процессе приготовления сушильного агента, Q_t , кДж/кг;
- масса водяных паров m_p , кг/кг, образовавшихся при сгорании 1 кг топлива;
- масса сухой части воздуха L_t , кг/кг, подаваемого в топочное устройство при отсутствии рециркуляции из расчета на 1 кг топлива.

Параметры СА и воздуха входят в состав параметров теплового режима суши, которые принимаются согласно нормам проектирования. Значения величин Q_t , m_p и L_t находят при тепловом расчете приготовления СА в топочном устройстве [6-8].

Разность добавлений и расходов теплоты в сушильной камере характеризует ее внутренний тепловой баланс и изменение тепловлажностного состояния СА в процессе сушки. В конвективных зерносушилках преобладают расходы теплоты в сушильной камере, поэтому значения величины Δ имеют знак «минус».

Выходными параметрами математической модели являются:

- влагосодержание приготовленного СА d_1 , г/кг;
- масса приготовленного СА из расчета на 1 кг сжигаемого топлива L , кг/кг;
- массы наружного воздуха и рециркулирующей части СА, соответственно, L_b и L_p из расчета на 1 кг топлива, кг/кг;
- параметры смеси воздуха с рециркулирующей частью СА;
- коэффициент рециркуляции k_p ;
- удельный расход теплоты на испарение 1 кг влаги из продукта q , кДж/кг.

Приготовленный СА обладает свойствами влажного воздуха в связи со значительным избытком воздуха в смеси воздуха с топочными газами. Под массой СА и воздуха будем подразумевать массу сухой их части. При малом влагосодержании допустимо принимать массу сухой части влажного воздуха равной массе всего влажного воздуха.

Удельный расход теплоты на испарение 1 кг влаги при сушке влажного продукта объективно отражает энергетическую экономичность работы конвективных зерносушилок. Сравнение удельных расходов теплоты при рециркуляции СА и при однократном его использовании позволяет оценить принципиальные возможности и масштабы снижения расходов тепловой энергии на сушку.

Коэффициент рециркуляции будем определять как отношение массы рециркулирующей части СА ко всей его массе. При этом коэффициент рециркуляции характеризует долю СА, повторно используемую в сушильном процессе, и может изменяться в пределах от 0 до 1.

Исходя из уравнения для расчета влагосодержания отработавшего СА [6,8], находим влагосодержание приготовленного СА:

$$d_1 = \frac{d_2 - \pi_1}{1 + 1,86 \cdot 10^{-3} \pi_1}, \quad (1)$$

где π_1 – обобщенный параметр.

$$\pi_1 = \frac{1010(t_1 - t_2)}{A}.$$

При этом A – параметр, характеризующий процесс сушки, кДж/кг:

$$A = 2500 + 1,88t_2 - \Delta.$$

Влагосодержание d_1 имеет вполне определенное значение в зависимости от принятого (заданного) влагосодержания отработавшего СА и найденного по исходным данным параметра π_1 .

Разность владодержаний:

$$d_2 - d_1 = \frac{(1010 + 1,88d_1)(t_1 - t_2)}{A}. \quad (2)$$

Для определения требуемой массы СА в целом и его частей запишем уравнения материального (по водяным парам) и теплового баланса топочного устройства и камеры смешения из расчета на 1 кг топлива

$$L_B d_0 + L_P d_2 + 1000m_n = (L_B + L_P)d_1,$$

$$L_B h_0 + L_P h_2 + Q_T = (L_B + L_P)h_1.$$

При записи приведенных уравнений в правой их части в скобках опущена разность $(1 - m_n)$, характеризующая приращение массы сухих топочных газов при сгорании топлива, ввиду ее малости по сравнению с другими слагаемыми. При расчете величины Q_T следует учесть высшую теплоту сгорания из расчета на 1 кг рабочей массы топлива и КПД топочного устройства.

Решая систему этих двух уравнений, находим зависимости для расчета:

– массы наружного воздуха

$$L_B = \frac{1000(Q_T - m_n \Delta)}{1000(h_1 - h_0) - (d_1 - d_0)\Delta}; \quad (3)$$

– массы рециркулирующей части СА

$$L_P = \frac{L_B(d_1 - d_0) - 1000m_n}{d_2 - d_1}; \quad (4)$$

– массы всего СА

$$L = \frac{L_B(d_2 - d_0) - 1000m_n}{d_2 - d_1}; \quad (5)$$

– коэффициента рециркуляции согласно принятому определению

$$k_p = L_P / L. \quad (6)$$

Уравнение (3) получено с использованием основных закономерностей изменения состояния СА при сушке влажного продукта [6–8].

Коэффициент рециркуляции может быть определен на базе уравнений (2), (4) и (5) в виде выражения:

$$k_p = 1 - \frac{(1010 + 1,88d_1)(t_1 - t_2)}{A(d_2 - d_0 - \delta d_B)}. \quad (7)$$

где δd_B – увлажнение наружного воздуха при асимимляции им всех водяных паров в топочном устройстве, г/кг;

$$\delta d_B = 1000m_n / L_B.$$

Следует заключить, что коэффициент рециркуляции однозначно определяется параметрами теплового режима сушки и не может быть принят произвольно. Он зависит от температуры и влагосодержания СА на входе и выходе сушильной камеры, от степени увлажнения СА в камере смешения с топочными газами, от значения величины Δ , а также от влагосодержания наружного воздуха.

В вышеприведенных зависимостях существенное значение имеет влагосодержание отработавшего СА, которое является параметром, во многом определяющим коэффициент рециркуляции и другие характеристики приготовления СА перед его использованием для сушки зерна.

Представляется целесообразным выполнять расчеты в зависимости от принятого влагосодержания отработавшего СА при его оптимальной относительной влажности. Значение влагосодержания необходимо принимать исходя из требований обеспечения благоприятных условий для процесса сушки и энергосбережения в конвективных зерносушилках.

Известно [1], что повышение влагосодержания отработавшего СА, с одной стороны, способствует увеличению коэффициента рециркуляции и снижению расходов теплоты при сушке зерна, а с другой – приводит к уменьшению движущей силы массообмена и может вызвать увеличение продолжительности сушки и габаритов сушильной камеры.

Параметры смеси воздуха с рециркулирующей частью СА:

– энтальпия, кДж/кг:

$$h_3 = (1 - k_p)h_0 + k_p h_2; \quad (8)$$

– влагосодержание, г/кг:

$$d_3 = (1 - k_p)d_0 + k_p d_2; \quad (9)$$

– температура:

$$t_3(1 - k_p)t_0 + k_p t_2. \quad (10)$$

Уравнение (10) позволяет приближенно определить температуру газовой смеси, принимая ее как смесь сухих газов и сухого воздуха. В общем случае температуру газовой смеси находят, пользуясь зависимостью энтальпии влажного воздуха от температуры и влагосодержания [6, 8].

Удельный расход СА из расчета на 1 кг испаренной из продукта влаги обратно пропорционален раз-

ности влагосодержания СА на выходе и входе сушильной камеры и согласно уравнению (2) определяется в основном параметром A и температурами СА на входе и выходе сушильной камеры. Некоторое влияние рециркуляции на расход СА связано с увеличением влагосодержания приготовленного СА и не является существенным. В связи с этим следует заключить, что рециркуляция СА не приводит к заметному увеличению его расхода.

Удельный расход теплоты на испарение 1 кг влаги при использовании рециркуляции сушильного агента, кДж/кг:

$$q_p = (t_1 - t_3 + x_{пр}) \frac{A}{t_1 - t_2}, \quad (11)$$

и $x_{пр}$ – приведенный параметр, °C:

$$x_{пр} = 2,5\delta d / (1,01 + 1,88 \cdot 10^{-3} d_1).$$

В вышеприведенном выражении δd – увлажнение СА в топочном устройстве при смешении с топочными газами:

$$\delta d = 1000m_n/L.$$

Аналогично находим при однократном использовании СА ($k_p = 0$):

$$q_0 = (t_1 - t_0 + x_{пр,0}) \frac{A}{t_1 - t_2}, \quad (12)$$

где $x_{пр,0}$ – приведенный параметр, °C, при $k_p = 0$:

$$x_{пр,0} = 2,5\delta d_T / (1,01 + 1,88 \cdot 10^{-3} d_{1,0}).$$

При этом:

$d_{1,0}$ – влагосодержание СА на входе сушильной камеры при отсутствии рециркуляции:

$$d_{1,0} = d_0 + \delta d_T;$$

δd_T – увлажнение СА в топочном устройстве с камерой смешения при отсутствии рециркуляции:

$$\delta d_T = 1000m_n/L_T.$$

Погрешность уравнений (10) и (11) не превышает 1,5%.

Для оценки достигаемого эффекта энергосбережения используем относительную экономию теплоты в процессе сушки:

$$b = \frac{q_0 - q_p}{q_0}. \quad (13)$$

В случае использовании воздуха как сушильного агента или при малом образовании водяных паров при сгорании топлива уравнение (13) может быть преобразовано к виду:

$$b = \frac{k_p(t_2 - t_0)}{t_1 - t_0}. \quad (14)$$

Таким образом, в принятых условиях сушки относительная экономия теплоты прямо пропорциональна коэффициенту рециркуляции. Полученное

уравнение (14) может быть использовано для расчета снижения расходов теплоты в первом приближении.

Методика расчета энергосбережения при рециркуляции СА включает следующие этапы:

- выбор максимально допустимой влажности и влагосодержания отработавшего СА, расчет влагосодержания приготовленного СА и разности его влагосодержания на выходе и входе сушильной камеры по уравнениям (1) и (2);
- расчет масс воздуха и СА, а так же коэффициента рециркуляции по формулам (3), (4), (5) и (6);
- определение параметров газовой смеси воздуха и рециркулирующего СА по уравнениям (8), (9) и (10);
- определение расходов теплоты и относительного снижения расходов теплоты по зависимостям (11), (12) и (13);
- вывод о целесообразности использования рециркуляции СА с целью энергосбережения.

Предложенную методику используем для расчета расходов теплоты и энергосбережения в зависимости от параметров теплового режима сушки зерна, семян и др. культур, принятых согласно рекомендациям литературы [5, 6]. Расчеты выполним для жидкого топлива – тракторного керосина, приняв значения величин: $m_n = 1,233$ кг/кг; $Q_T = 44200$ кДж/кг [6]. При этом будем принимать относительную влажность отработавшего СА, равной максимально допустимой в зерносушилках: $\phi_2 = 80\%$.

Результаты расчета приведены в табл. 1.

Анализ вышеприведенных зависимостей и результатов расчетов позволяет заключить, что на размеры уменьшения расходов теплоты существенное влияние оказывают параметры наружного воздуха, разность температур СА на входе и выходе сушильной камеры, а также температура и влагосодержание отработавшего СА.

Увеличение температуры и влагосодержания наружного воздуха приводит к резкому уменьшению возможностей экономии теплоты при рециркуляции СА (примеры расчетов 2 и 3).

При уменьшении разности температур СА на входе и выходе сушильной камеры наблюдается заметное снижение расходов теплоты на сушку (см. примеры расчетов 1 и 2, а также 4 и 5).

Влияние параметра Δ согласно примерам расчета 3 и 4 оказывается не столь значительным в принятом интервале его изменения.

Нетрудно убедиться, что при повышенных расходах теплоты при сушке с однократным использованием СА создаются благоприятные условия для энергосбережения путем применения рециркуляции СА.

Выводы

1. За счет рециркуляции СА достигается снижение расходов теплоты в конвективных зерносушилках в размере 10 – 35% в зависимости от исходных параметров теплового режима сушки.

Таблица 1
Расчет расходов теплоты и энергосбережения

Параметры, единицы величин	Источник, номер формулы	Вариант					
		1	2	3	4	5	6
$t_1, ^\circ\text{C}$	Принято	150	70	70	70	60	60
$t_2, ^\circ\text{C}$	Принято	47	35	35	35	35	30
$t_0, ^\circ\text{C}$	Принято	5	5	20	20	5	5
$d_0, \text{г/кг}$	Принято	3,5	3,5	10,5	10,5	3,5	3,5
$h_0, \text{кДж/кг}$	Принято	13,8	13,8	47	47	13,8	13,8
$d_2, \text{г/кг}$	Принято	58,8	29,5	29,5	29,5	29,5	22,0
$h_2, \text{кДж/кг}$	Расчет [5]	199,7	111	111	111	111	86,4
$L_{т.}, \text{кг/кг}$	Расчет [5]	282	628	817	817	742	742
$\Delta, \text{кДж/кг}$	Принято	-1336	-1300	-1300	-800	-800	-800
$d_1, \text{г/кг}$	(1)	30,78	20,0	20,0	18,6	21,7	12,75
$h_1, \text{кДж/кг}$	Расчет [5]	237,1	123,4	123,4	119,6	117,4	93,9
$L_в, \text{кг/кг}$	(3)	176,5	348	516	571	383	516
$L_p, \text{кг/кг}$	(4)	127,5	476	387	314	734	383
$L, \text{кг/кг}$	(5)	304	824	903	885	1117	899
k_p	(6)	0,42	0,58	0,43	0,35	0,66	0,43
$h_3, \text{кДж/кг}$	(8)	91,9	70	74,5	69,4	77,95	45,05
$d_3, \text{г/кг}$	(9)	26,7	18,5	18,7	17,15	20,7	11,45
$t_3, ^\circ\text{C}$	(10)	22,64	22,34	26,45	25,25	24,8	15,75
$q_p, \text{кДж/кг}$	(11)	5210	5640	5170	4630	5090	5320
$q_0, \text{кДж/кг}$	(12)	5930	7720	5930	5160	7920	6620
$b, \%$	(13)	12,2	27,0	12,8	10,3	35,7	19,6

2. Эффект энергосбережения при рециркуляции СА определяется, в основном, параметрами наружного воздуха и сушильного агента на входе и выходе сушильной камеры. Меньшее влияние оказывают расходы теплоты непосредственно в сушильной камере и дополнительное увлажнение СА в топочном устройстве с камерой смешения.

3. Рециркуляция СА оказывается наиболее эффективной в условиях низкотемпературной сушки зерна и семян при низких температурах наружного воздуха.

4. Коэффициент рециркуляции, а также расходы наружного воздуха и сушильного агента не могут быть приняты произвольно, а должны быть рассчитаны по уравнениям (3), (4), (5), (6) и (7).

5. Коэффициент рециркуляции увеличивается:

- при снижении разности температур сушильного агента на входе и выходе сушильной камеры;
- при росте температуры и влажности отработавшего сушильного агента, что приводит к увеличению его влагосодержания;
- при уменьшении влагосодержания наружного воздуха и дополнительного увлажнения сушильного агента в топочном устройстве.
- при увеличении значения параметра A , и, следовательно, при увеличении расходов теплоты в сушильной камере.

6. Рециркуляция СА не приводит к заметному увеличению его расхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов, О.Л. Экономия энергии при тепловой сушке/ О.Л. Данилов, Б.И. Леончик. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 136 с.
2. Лебедев, П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки / П.Д. Лебедев. – М.: Энергия, 1966. – 288 с.
3. Малин, Н.И. Энергосберегающая сушка зерна/ Н.И. Малин. – М.: Колос, 2004. – 240 с.
4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник/ под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 586 с.
5. Гришин, М.А. Установки для сушки пищевых продуктов: справочник/ М.А. Гришин, В.И. Атаназевич, Ю.Г. Семенов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 215 с.
6. Жидко, В.И. Зерносушение и зерносушилки/ В.И. Жидко, В.А. Резчиков, В.С. Уколов. – М.: Колос, 1982. – 239 с.
7. Малин, Н.И. Справочник по сушке зерна/ Н.И. Малин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 159 с.
8. Справочник по теплоснабжению сельского хозяйства/ Л.С. Герасимович, А.Г. Цубанов, Б.Х. Драганов, А.Л. Синяков. – Мн.: Ураджай, 1993. – 368 с.
9. Кафаров, В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств/ В.В. Кафаров, М.Б. Глебов. – М.: Высш. школа, 1991. – 400 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОГО СТЕНДА

В.Я. Тимошенко, канд. техн. наук, доцент, А.В. Новиков, канд. техн. наук, доцент, Д.А. Жданко, аспирант (УО БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы целесообразности использования регулируемых аксиально-плунжерных насосов для торможения двигателей внутреннего сгорания и других узлов тракторов и автомобилей при обкатке в сравнении с электробалансирной машиной

Введение

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) являются наиболее сложными и ответственными частями машин, применяемых в сельском хозяйстве. Поэтому совершенствование технологии их ремонта и повышения качества приобретают первостепенное значение.

Важными завершающими операциями при капитальном ремонте ДВС являются обкатка и последующие испытания, в процессе выполнения которых происходит приработка взаимно трущихся поверхностей деталей, выявляются и устраняются дефекты, производится регулировка двигателя, и снимаются его основные характеристики в соответствии с техническими условиями. Обкатка и испытания оказывают значительное влияние на качество и долговечность ДВС.

На ремонтных предприятиях республики ДВС обкатывают на электротормозных стендах с жидкостными реостатами сопротивлений, выпуск которых был начат еще в 1957 г. Асинхронный электропривод этих стендов имеет низкий КПД, недостаточные диапазоны регулирования частоты вращения и стабильность характеристик, высокую стоимость и вес. Кроме того, эти стенды нашей республикой импортируются. Поэтому сегодня назрела необходимость со-

вершенствования обкаточно-испытательных стендов и повышения их эффективности.

Основная часть

Количественный состав тракторного парка и парка зерноуборочных комбайнов (табл. 1) начиная с 2002 года уменьшается.

Так, количество тракторов с 2000 по 2008 год снизилось с 72,9 тыс. штук до 50,4 тыс. штук (31%), зерноуборочных комбайнов с 17,1 тыс. шт до 13,0 тыс. штук (24%). Общие энергетические мощности в сельском хозяйстве за это время снизились с 23,5 млн. л.с. до 19,2 млн. л.с. (18%), энергонасыщенность земледелия при этом снизилась с 506 до 401 л.с. на 100 га посевной площади, а энерговооруженность труда – соответственно с 53,7 до 48,7 л.с. на одного среднегодового работника.

Однако совершенствование конструкции сельскохозяйственной техники, повышение культуры земледелия, применение современных сортов растений при таком значительном снижении общей энергообеспеченности сельского хозяйства позволило не только удержать, но и значительно повысить урожайность основных культур.

Таблица 1

Обеспеченность сельскохозяйственных и других организаций тракторами и зерноуборочными комбайнами

	2000г.	2001г.	2002г.	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.
Тракторы	72,9	66,9	62,3	58,8	55,3	53,6	52,6	50,4
Приходится тракторов на 1000 га пашни, шт.	15	15	14	13	13	12	11	11
Приходится на 1000 га комбайнов, шт.	7	7	6	6	6	6	6	6
Энергетическая мощность - всего, млн. л.с.	25,5	23,9	22,2	21,2	20,0	19,7	19,7	19,2
в расчете на одного среднегодового работника, л.с.	53,7	53,5	54,5	55,5	48,7	48,2	48,4	48,7
в расчете на 100 га посевных площадей, л.с.	506	472	484	467	437	424	416	401

Урожайность зерна и картофеля возросла более чем на 30% и почти на 30% – урожайность сахарной свеклы.

Снижение энерговооруженности труда почти на 10% является результатом снижения общей энергообеспеченности сельского хозяйства, которая составила 18%. Такая разница (18% и 10%) в снижении общей энергообеспеченности сельского хозяйства и энерговооруженности труда указывает на то, что за анализируемое время значительно возросла единичная мощность используемых в сельском хозяйстве тракторов и самоходных машин.

Кроме отечественной техники, на полях республики работает много мощных импортных тракторов и самоходных машин [1] (табл. 2).

Тем не менее, есть проблема с ремонтом этого двигателя, и эта проблема будет углубляться с необходимостью ремонта других мощных двигателей.

В соответствии с ТУ РБ 100163612.089-2001 ремонт двигателей заканчивается их обкаткой: холодной и на газу с определением основных технико-экономических показателей, которые вносятся в паспорт отремонтированного двигателя.

Эти показатели определяются при обкатке и испытании двигателей на обкаточно-тормозных стендах.

На отечественных мотороремонтных заводах после ремонта обкатку двигателей производят, как правило, на стендах, выполненных на базе асинхронной машины с фазным ротором, выпущенных более 20 лет назад, и мощность которых не превышает 100 кВт. Разумеется, что такие стенды не позволяют определить основные технико-экономические показатели мощных двигателей и обеспечить предусмотренные ТУ РБ 100163612.089-2001 режимы обкатки.

Таким образом, настало время готовиться к тому, что в недалеком будущем нашим ремонтным предприятиям предстоит ремонтировать мощные двигатели и предусмотреть возможность их обкатки.

Применяемые сегодня электрические обкаточно-тормозные стенды имеют ряд недостатков. Так, например, стенд КИ 5274 имеет общий вес около 2500 кг, при максимальной мощности обкатываемого двигателя до 300 кВт [2].

Для обкатки более мощных двигателей (свыше 300 кВт) с применением стендов такого типа с увеличением мощности двигателя возрастает и металлоемкость, а, следовательно, и стоимость стенда.

Преимуществом обкаточно-тормозного стенда с асинхронной машиной является [3] возможность рекуперации электрической энергии.

Однако рыночная цена электрического тормозного стенда мощностью до 100 кВт составляет около 70 тыс. долларов США.

В работах [4,5,6] изложены материалы по разработке и испытаниям обкаточно-тормозного стенда с использованием регулируемого аксиально-плунжерного гидравлического насоса и дросселя постоянного сечения.

Преимущества тормозного стенда с агрегатами гидрообъемной трансмиссии отмечены Ю. Соловьевым и другими учеными ГОСНИТИ [3,7].

Таблица 2

Используемые тракторы и самоходные машины с мощностью двигателя свыше 150 кВт

Наименование машины	Марка	Мощность двигателя, кВт
Тракторы	John Deere 9400T	259
	John Deere 8520 Power Shift	230
	Case-IHSTX325	240
	K744 P1	221
	K744 P2	257
	Беларус 2002	156
	Беларус 2502	195
	Беларус 2522	184
	Беларус 2822	205
Зерноуборочные комбайны	Беларус 3022	221
	Лидар-1300	177
	КЗС-1012	214
	Дон-1500	173
	КЗР-10	195
	КЗС-1218	243
	КЗС-14	265
	Mega 370	205
	New Holland CX880	275
Кормоуборочные комбайны	Lexion 600	390
	John Deere 9640	184
	Jaguar 830	236
	Jaguar 850	286
	Jaguar 870	322
	Jaguar 890	370
	Jaguar 900	445
	«Полесье-800»	331

Разумеется, что мощные двигатели, установленные на приведенных в табл. 2 машинах, выходят и будут выходить из строя, как в результате аварийных поломок, так и в результате естественного износа. Поэтому ремонтным предприятиям нужно быть готовым к их ремонту.

Например, на ОАО «Гомельский МРЗ» уже открыт участок по ремонту двигателей марки «Детройт». Мастер по их ремонту прошел соответствующую подготовку на заводе-изготовителе в США. Наложена оперативная поставка необходимых для ремонта запчастей и материалов.

В работе [7] дан анализ разработок обкаточно-тормозных устройств с использованием гидрообъемного привода, отмечены недостатки устройств, запатентованных в Англии в 1979 и в Германии в 1988 годах. Отмечено также, что в ГОСНИТИ в течение последних двух лет разрабатывается обкаточно-тормозной стенд с использованием объемного гидропривода мощностью до 320 кВт.

В работах [3] приводятся сравнительные характеристики динамометров ведущих мировых фирм-изготовителей для обкатки и испытания двигателей, откуда видно, что относительная металлоемкость (кг/кВт) обкаточно-тормозного стенда с гидрообъемным приводом в 6...8 раз ниже электрического.

Сотрудники кафедры Эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ совместно с ОАО «Гомельский МРЗ» провели испытания разработанного на кафедре экспериментального образца обкаточно-тормозного стенда с гидрообъемным приводом (рис. 1).

Для создания стенда использованы недорогие, надежные, массово выпускаемые детали и агрегаты гидропривода самоходных машин.

В конструкции стенда предусмотрена рекуперация тормозной энергии в тепловую.

Конструкция экспериментального стенда предусматривает использование, вместо дорогого и мощного электрического двигателя с фазным ротором, де-

шевый асинхронный электродвигатель малой мощности для холодной обкатки и пуска двигателя и аксиально-плунжерный насос для торможения при горячей обкатке. Это стало возможным с появлением на рынке частотных преобразователей, позволяющих плавно изменять частоту вращения вала двигателя. Кроме того, преобразователь имеет возможность увеличивать частоту вращения вала электродвигателя значительно выше номинальной, что позволяет использовать в конструкции стенда низкооборотистые электродвигатели с большим крутящим моментом.

При этом, важно выбрать параметры электродвигателя и передаточное отношение от его вала до вала ДВС. Отправным показателем является момент трогания коленчатого вала двигателя.

Авторами экспериментально подтверждена следующая зависимость момента трогания от рабочего объема двигателя:

$$M_c = (40...70)iV_h, \quad (1)$$

где i – число цилиндров;

V_h – рабочий объем цилиндра.

Также в результате испытаний в качестве тормозного устройства регулируемого аксиально-плунжерного насоса НП-90 с дросселями разных диаметров получены зависимости давления в напорной магистрали от тор-



Рисунок 1. Экспериментальный образец электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда

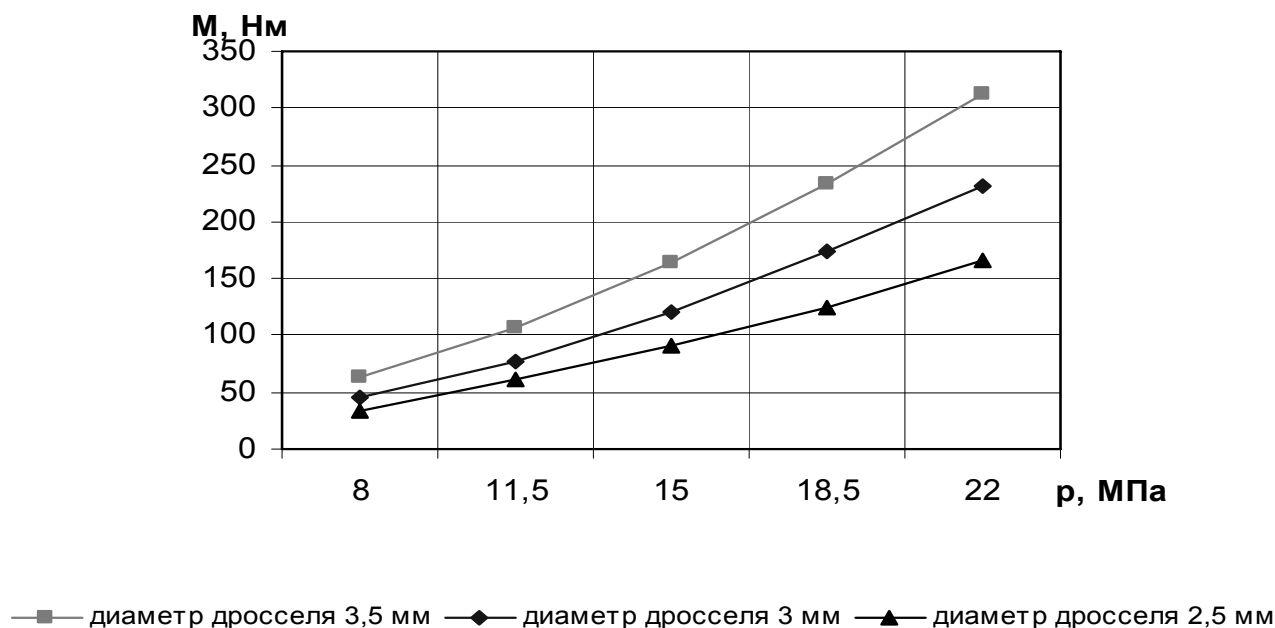


Рисунок 2. Зависимость тормозного момента на валу аксиально-плунжерного насоса от давления перед дросселем постоянного сечения и диаметра дросселя

мозного момента (рис. 2).

Эти зависимости позволяют установить связь между мощностью испытываемого ДВС, параметрами гидронасоса и площадью сечения дросселя при проектировании стенда и контролировать (устанавливать) необходимую нагрузку на валу двигателя по давлению рабочей жидкости.

Кроме того, на рынке республики представлены динамометрические бесконтактные прямо показывающие устройства, позволяющие постоянно и непосредственно контролировать крутящий момент на валу двигателя. Его применение несколько удорожает стоимость стенда, но при этом упрощает съем показаний, повышает точность измерений и позволяет автоматизировать процесс обкатки.

Заключение

Применение аксиально-плунжерных насосов в качестве тормоза при обкатке и испытаниях ДВС является перспективным направлением. Развитие этого направления позволит в короткие сроки оснастить ремонтные предприятия дешевыми, малогабаритными, универсальными, экономичными и надежными стендами, исключив при этом необходимость в импортных устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парк зерноуборочных комбайнов Беларуси. Рациональный состав и оптимальная структура/ В.Г.

Самосюк [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – №7, 2009. – С. 44-48.

2. Григорьев, П.В. Новые обкаточно-тормозные стенды для двигателей внутреннего сгорания/ П.В. Григорьев, А.А. Ермилов. – МТС. – 2006. – №1. – С. 53-54.

3. Погорелый, И.П. Обкатка и испытания тракторных и автомобильных двигателей/ И.П. Погорелый. – М.: Колос, 1973. – С. 208.

4. Жданко, Д.А. Ресурсосбережение при обкатке отремонтированных двигателей совершенствованием обкаточно-тормозного стенда/ Д.А. Жданко, А.В. Новиков, В.Я. Тимошенко// Вестник БГСХА. – №3. – 2009.

5. Жданко, Д.А. Аксиально-плунжерный насос как средство обкатки двигателей/ Д.А. Жданко, А.В. Новиков, В.Я. Тимошенко// Тракторы, автомобили, мобильные энергетические средства: проблемы и перспективы развития: материалы Межд. научно-технической конференции, Минск, 11-14 февраля 2009 г. /редкол. А.В. Кузьмицкий [и др.]. – Минск, 2009. – С. 331-334.

6. Обкаточно-тормозной стенд: пат. 4426 Респ. Беларусь, МПК G 01M 15/00/ Д.А. Жданко, В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков; заявитель Белор. гос. аграрн. технич. ун-т. – № u 20070712; заявл. 08.10.2007.

7. Соловьев, Р.Ю. Гидрообъемный привод как средство обкатки двигателей внутреннего сгорания/ Р.Ю. Соловьев, А.А. Ермилов// Ремонт, восстановление, модернизация. – 2006. – №7. – С. 8-10.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Журнал «Агропанорама» помещает достоверные и обобщенные материалы, которые имеют научное и практическое значение, отличаются актуальностью и новизной, способствуют повышению экономической эффективности агропромышленного производства, носят законченный характер.

Приказом Председателя ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика).

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять, как правило, не менее 0,35 авторского листа (14000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), что соответствует 8 стр. текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 стр. в случае печати через 1,5 интервала).

Рукопись статьи, передаваемая в издательство, должна удовлетворять основным требованиям современной компьютерной верстки. К набору текста и формул предъявляется ряд требований:

1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;

2) текст следует форматировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Cyr, Times ET);

3) знаки препинания (.,!?:;...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис«-» и длинное тире «—». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательно продолжение перенести на следующую строку;

б) буквы латинского алфавита, обозначающие: переменные, постоянные, коэффициенты, индексы и т.д., набираются курсивом;

в) элементы, обозначаемые буквами греческого и русского алфавитов, набираются шрифтом прямого начертания;

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

е) специальные символы и элементы, обозначаемые буквами греческого алфавита, использованные при наборе формул, вставляются в текст только в редакторе формул Microsoft Equation.

ж) пронумерованные формулы пишутся в отдельной от текста строке, а номер формулы ставится у правого края.

Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки в тексте.

3. Рисунки, графики, диаграммы необходимо выполнять с использованием электронных редакторов и вставлять в файл документа Word. Изображение должно быть четким, толщина линий более 0,5 пт, размер рисунка по ширине: 5,6 см, 11,5 см, 17,5 см и 8,5 см.

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии должны иметь контрастное изображение и быть отпечатаны на глянцевой бумаге размером не менее 9х12 см. В электронном виде фотографии представляются отдельно в файлах формата «tif» с разрешением 300 dpi.

Научные статьи, публикуемые в изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, должны включать:

- аннотацию;
- фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название;
- введение;
- основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);
- заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;
- список цитированных источников;
- дату поступления статьи в редакцию.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

Основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных авторами.

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Дополнительно в структуру статьи могут быть включены:

- индекс УДК;
- перечень принятых обозначений и сокращений.

5. Литература должна быть представлена общим списком в конце статьи. Библиографические записи располагаются в алфавитном порядке на языке оригинала или в порядке цитирования. Ссылки в тексте обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

6. Статьи из научно-исследовательских или высших учебных заведений направляются вместе с сопроводительным письмом, подписанным директором и приложенной экспертной справкой по установленной форме.

7. Статьи принимаются в электронном виде с распечаткой в одном экземпляре. Распечатанный текст статьи должен быть подписан всеми авторами. В конце статьи необходимо указать полное название учреждения, организации, предприятия, колхоза и т. д., ученую степень и ученое звание (если есть), а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный или домашний) каждого автора.

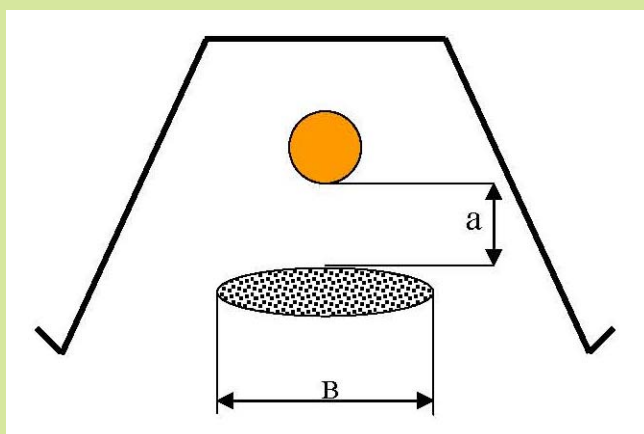
ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При предъявлении копии годовой (полугодовой) подписной квитанции на наш журнал статьи рассматриваются в режиме наибольшего благоприятствования.

Авторские материалы для публикации в журнале «Агропанорама» направляются в редакцию по адресу:
220023 Минск, пр. Независимости, 99, корп. 1, к. 333.
УО БГАТУ.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ МАШИНА-ГРЕБНЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УПГ-2,8

Предназначена для подготовки почвы под посадку картофеля с регулируемым междурядьем с одновременным глубоким рыхлением зоны развития клубней, локальным внесением минеральных удобрений на требуемую глубину, поверхностным рыхлением и отсыпкой гребней, а также для междурядной обработки посадок картофеля.



Основные технические данные

Производительность за 1 час основного времени, га/ч	1,3...2,3
Рабочая скорость, км/ч	6...8
Ширина захвата машины, м.	2,8
Ширина междурядий, м	0,7
Глубина рыхления почвы, см.	до 30
Глубина внесения удобрений a , см.	2...9
Ширина полосы удобрений b , см.	6
Норма высева удобрений, кг/га.	200...600
Габаритные размеры, мм	1800*3000*1600
Масса, кг	610

Применение универсальной комбинированной машины-гребнеобразователя в системе подготовки почвы под посадку картофеля позволит в сравнении с серийными машинами сократить в 3 раза число проходов агрегатов по полю, снизить в 2 раза расход минеральных удобрений за счет их локального внесения, уменьшить расход топлива, эксплуатационные затраты, материалоемкость и энергоемкость. А также исключает потребность дополнительного приобретения культиватора для междурядной обработки посадок картофеля.