

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЕГО РОЛЬ В ТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ АПК

Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков
Ижевской государственной сельскохозяйственной академией

*11–13 ноября 2020 года
г. Ижевск*

Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2021

УДК 631.171(06)

ББК 40.7я43

Р 17

Р 17 **Развитие** инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, 11–13 ноября 2020 года, г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 411 с.

ISBN 978-5-9620-0378-8

В сборнике представлены статьи российских ученых, отражающие результаты научных исследований в агроинженерии.

Предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей сельскохозяйственных вузов, работников научно-исследовательских учреждений и специалистов агропромышленного комплекса.

ISBN 978-5-9620-0378-8

УДК 631.171(06)
ББК 40.7я43

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021
© Авторы постатейно, 2021

ИСТОРИЯ АГРОИНЖЕНЕРНОГО ФАКУЛЬТЕТА ИЖЕВСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

Подготовка инженеров-механиков в Ижевском сельскохозяйственном институте (ИжСХИ) началась по просьбе Правительства Удмуртской АССР в 1955–1956 учебном году на базе агрономического факультета. Началась она под руководством директора института профессора Б. Г. Меньшова на базе агрономического факультета, который сам находился в стадии становления. Для обеспечения учебного процесса будущих учёных-агрономов, согласно учебному плану, требовалось их обучение по вопросам технологии и механизации производственных процессов в сельском хозяйстве. Для этого в 1955 году была создана специальная кафедра «Механизация сельского хозяйства» во главе со старшим преподавателем Е. К. Ковалёвой. В этом же году был проведен первый приём на специальность «Механизация процессов сельскохозяйственного производства» в количестве 50 человек. В 1956–1957 учебном году прошел прием студентов в количестве ста человек. На агрономическом факультете была введена должность заместителя декана по новой специальности, им стал Г. А. Кургузкин, выпускник аспирантуры Воронежского СХИ. Е. К. Ковалёва поручила ему работу по организации учебного процесса уже с двумя курсами студентов-механиков и подбор кадров преподавателей для этих и старших курсов. Возлагалась на замдекана и работа по организации дополнительных кафедр. Была создана кафедра «Физика и высшая математика» во главе с А. А. Лукшиным. Из разных вузов страны были приглашены научно-педагогические работники.

Большую помощь в становлении факультета МСХ оказало руководство Ижевского механического института, разрешив своим преподавателям работать в качестве совместителей, также была предоставлена лабораторная база по общеинженерным дисциплинам и выделены места в студенческих общежитиях.

С 1957–1958 учебного года факультет МСХ становится самостоятельным подразделением. На должность декана был избран доцент Г. А. Кургузкин.

В состав факультета вошли три кафедры: кафедра сельскохозяйственных машин, кафедра физики и высшей математики, кафедра тракторов, автомобилей и технологии металлов.

Активное участие в становлении факультета принимали студенты как факультета МСХ, так и других факультетов ИЖСХИ. Они изготавливали наглядные пособия, плакаты, макеты, стенды, лабораторные установки, монтировали поступающее лабораторное оборудование. Во дворе главного корпуса к двухэтажному корпусу факультета МСХ с помощью студентов были пристроены спортивный зал и лабораторный корпус, которые позволили существенно расширить производственные площади факультета и института.

Из хозяйств Удмуртии на кафедры факультета была передана техника: почвообрабатывающие машины – 10 наименований, посевные и посадочные машины – 8 шт., уборочные машины – 12 шт., тракторы – 10 шт. Эта техника существенным образом укрепила материально-техническую базу факультета.

В последующие годы деканами факультета работали: К. Я. Колесниченко (1969–1970 гг., 1973–1981 гг.), В. И. Логунов (1970–1971 гг.), В. Г. Власов (1971–1973 гг.), Л. М. Максимов (1981–1984 гг.), Ю. И. Сунцов (1984–2006 гг.), П. Л. Максимов (2006–2018 гг.)

Становление факультета практически завершилось к 1960 г. К этому периоду на факультете МСХ было сформировано восемь кафедр: «Физика», «Механика и высшая математика», «Детали машин и графика», «Тракторы и автомобили», «Технология металлов и ремонт машин», «Эксплуатация машинно-тракторного парка», «Электрификация и механизация животноводческих ферм», «Сельскохозяйственные машины».

В 1960 году факультет выпустил первых инженеров-механиков в количестве 49 человек. Многие хозяйства, и не только в пределах Удмуртии, но и соседних регионов, получили долгожданных инженеров-механиков, а у института появилась возможность для комплектования профессорско-преподавательского состава факультета МСХ из числа лучших выпускников. В 1978 г. на факультете было создано студенческое конструкторско-исследовательское бюро (СКИБ), оно сыграло большую роль в развитии творческой инициативы студентов. Под руководством Л. М. Максимова они изготавливали уникальные конструкции рабочих органов сельскохозяйственных машин, проводили их испытания в производственных условиях, участвовали в разработке различных конструкций малогабаритных корнеклубнеуборочных комбайнов. Полученные результаты они применяли в курсо-

вом и дипломном проектировании, докладывали о них на студенческих конференциях, а также использовали при написании и защите кандидатских и докторских диссертаций.

В 1993 г. был проведен набор студентов на специальность «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции». В последующем на базе факультета механизации сельского хозяйства был образован факультет механизации переработки сельскохозяйственной продукции, в состав которого вошли три кафедры – кафедра механизации переработки сельскохозяйственной продукции, кафедра процессов и аппаратов и кафедра технологии конструкционных материалов. Факультет возглавил доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка И. Н. Скурыгин. В 1998 г. работу факультета возглавил доцент кафедры сельскохозяйственных машин П. Л. Максимов.

В 2002 г. на факультете механизации сельского хозяйства был проведен первый набор студентов на специальность «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». В 2004 г. – на специальность «Технология продуктов общественного питания».

В 2006 г. произошло воссоединение факультетов механизации сельского хозяйства и механизации переработки сельскохозяйственной продукции, образовался агроинженерный факультет. Его работу возглавил доктор технических наук П. Л. Максимов и проработал на должности декана до 2018 г.

В настоящее время обязанности декана агроинженерного факультета исполняет доцент Р. Р. Шакиров.

За время своего существования агроинженерный факультет превратился в наиболее крупный факультет академии. Ежегодный выпуск на факультете составлял около 140 человек по очной форме обучения.

Значительным успехом преподавательского состава факультета можно считать освоение и реализацию программ подготовки бакалавров и магистров из числа наиболее успевающих студентов. Ежегодно часть магистров поступает в аспирантуру и успешно ее оканчивает.

Опытный, сложившийся коллектив преподавателей обеспечивает высокий уровень учебно-методической и научно-исследовательской работы.

Факультет объединяет шесть кафедр: «Теоретическая механика и сопротивление материалов» (заведующий кафедрой – до-

цент, кандидат технических наук А. Г. Иванов), «Тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины» (и.о. заведующего кафедрой – доцент, кандидат технических наук И. А. Дерюшев), «Эксплуатация и ремонт машин» (и.о. заведующего кафедрой – доцент, кандидат технических наук О. С. Федоров), «Физика» (и.о. заведующего кафедрой – профессор, доктор технических наук О. В. Карбань), «Безопасность жизнедеятельности» (заведующий кафедрой – доцент, кандидат технических наук С. П. Игнатъев), «Технология и оборудование пищевых и перерабатывающих производств» (и.о. заведующего кафедрой – доцент, кандидат технических наук А. Б. Спиридонов).

Обучение студентов бакалавриата ведется по следующим направлениям: «Автомобили и технические системы в агробизнесе», «Технический сервис автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин», «Машины и оборудование пищевых и перерабатывающих производств», «Безопасность технологических процессов и производств», «Технология продукции и организация общественного питания».

Обучение студентов магистратуры проводится по направлению «Технологии и технические средства производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

*С уважением, и. о. декана факультета,
кандидат технических наук, доцент
Р. Р. Шакиров*

ВОСПОМИНАНИЯ ВЫПУСКНИКОВ

Для любого человека обучение в вузе – особенное время. Время, когда ты можешь показать себя среди незнакомых людей, когда ты обретаешь друзей, которые с тобой на всю жизнь. И мы счастливы, что это время мы прожили с нашим любимым агроинженерным факультетом. Факультет стал нашим домом. Здесь мы учились и трудились, дружили и влюблялись, творили и достигали новых вершин.

Нам несказанно повезло, что во главе факультета тогда был Максимов Павел Леонидович – человек с большой буквы. Павел Леонидович был открыт каждому, внимательно относился к проблемам студентов, помогал искать варианты решения вопросов, всегда находил время для общения с нами. Именно благодаря ему на факультете был образован студенческий совет, который стал ступенькой для новых достижений многих ребят. А Павел Леонидович поддерживал нас, участвовал в наших видеороликах, играя любую предложенную роль, чем еще больше восхищал нас, студентов.

Прошло 10 лет с момента окончания вуза, но мы очень часто вспоминаем студенческую жизнь как «золотое» время – счастливое, беззаботное, радостное и яркое. Встречаясь с друзьями, вспоминаем события и людей, которые в тот момент были с нами.

Очень радуется, когда ты можешь сделать какой-либо вклад в развитие общего дела. На факультете организовали студсовет, который есть до сих пор. Для многих студсовет стал местом раскрытия талантов, местом, где обретают надежных друзей. Студсовет – это особая атмосфера, место, где находятся люди с «горящими» глазами.

Именно благодаря студсовету мы стали причастны к гимну нашего факультета. С легкой руки Касимова Николая Гайсовича появился текст песни. Поскольку он был тогда куратором, то песню должны были исполнить студенты 311 группы. Солистами стали Марат Садовников и Саша Ишкузин, представители студсовета. А студенты 311 группы были хором. Песня была исполнена на мероприятии Бал первокурсника и всем сразу понравилась. Ее стали исполнять даже на некоторых конкурсах, а на вручении дипломов впервые ее исполнили в 2011 году. Тогда и было решено, что эта песня будет исполняться на традиционном вручении ди-

пломов. В 2012 году Марат Садовников выпускался и даже не попал на свой выпускной из-за призыва в армию. Он отправил запись песни в своем исполнении заместителю декана по воспитательной работе агроинженерного факультета Копысовой Татьяне Сергеевне. Вот так с тех пор благодаря Николаю Гайсовичу и нашим маленьким стараниям появился гимн агроинженерного факультета.

Мы благодарны нашему факультету, преподавателям, сотрудникам факультета и академии за то, что помогли нам стать теми, кто мы есть. За то, что поддерживали, помогали и направляли нас. Желаем всем сотрудникам здоровья, терпения и сил в работе со студентами. Желаем, чтобы студенты заряжали вас своей энергией, бережно относились к имени нашего факультета и делали все, чтобы мы гордились им еще больше!

Марат и Вера Садовниковы

**Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев,
О. П. Васильева, Я. Л. Максимова**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭТАПЫ ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КОМАНДЫ СКИБ

Представлены основные результаты многолетней деятельности конструкторско-исследовательского бюро (СКИБ) как формы развития самостоятельного научно-технического творчества студентов вузов.

Одной из прогрессивных форм развития поисковых качеств у студента и наиболее плодотворных форм коллективного творчества обучающихся является их работа в студенческом конструкторско-исследовательском бюро (СКИБ) [5, 7]. Работающие в СКИБ студенты не только получают и углубляют свои научные и производственные знания, но и приобретают опыт и навыки труда в творческом коллективе. В процессе выполнения различных производственных задач студент незаметным образом перенимает опыт и знания от своих старших коллег, приобретает навыки конструкторской, исследовательской деятельности, учится преодолевать трудности, познаёт радость общения и коллективного труда (рис. 1).



Рисунок 1 – Команда СКИБ в работе

СКИБ в Ижевской ГСХА был организован в 1978 году на кафедре «Сельскохозяйственные машины» при факультете механизации сельского хозяйства (ныне агроинженерный факультет) [4]. Более 40 лет его научным руководителем был Леонид Михайлович Максимов (рис. 2). Доктор технических наук, профессор, призер республиканских, всесоюзных и всероссийских смотров-конкурсов новой техники, лауреат премии НТО Удмуртии 1984 и 1987 гг., за-

служенный механизатор сельского хозяйства УАССР, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный деятель науки Удмуртской Республики. Все эти успехи стали возможными во многом благодаря продуктивной работе дружной команды СКИБ под его руководством.



Рисунок 2 – Основатель СКИБ Леонид Михайлович Максимов

Творческая сознательная работа студентов в коллективе, разрабатывающем реально новые машины, является прекрасной школой для будущего специалиста сельского хозяйства. Это самый живой, эффективный, увлекательный метод обучения студентов. Слова, мысли, высказанные преподавателем-руководителем, не фиксируются на бумаге (не конспектируются), а тут же, на виду у всех, реализуются, материализуются и превращаются в конкретные устройства. Удовлетворение от совместной работы получают и обучающий, и обучаемый. Налаживается очень тесный творческий контакт между учителем и учеником. Этот дружеский контакт не угасает на протяжении многих лет.

Школу технического творчества СКИБ прошли более 500 студентов, аспирантов и преподавателей, в том числе оба сына Леони-

да Михайловича. На основе разработок скибовцев выполнено огромное количество курсовых и дипломных проектов, защищено 10 кандидатских и две докторские диссертации, 70 технических решений подтверждены авторскими свидетельствами СССР и патентами РФ.

Следует отметить тот факт, что большинство выпускников академии, члены СКИБ, работают по избранной специальности и стали успешными руководителями на различных уровнях как на производстве, так и в правительстве Удмуртской Республики. Более десяти человек после окончания вуза остались работать на факультете, продолжая развивать научные школы уже по своим направлениям.

Процесс создания новых машин в условиях учебного заведения отличается тем, что творческая работа от начала до завершения выполняется на энтузиазме «генераторов идей» и исполнителей в основном в свободное от учебных занятий время. Зачастую вузы не располагают необходимыми производственными площадями, специальным оборудованием, не имеют квалифицированных рабочих и специалистов.

На этапе становления отдельного помещения у скибовцев не было, и все работы проводились под открытым небом, в любую погоду. Чем больше появлялось вопросов, где изготовлять, кто будет делать, из чего делать, какие средства использовать, тем интереснее становились поставленные задачи.

Опыт приходит со временем через регулярную практику. На продолжении многих лет, с 1984 по 1993 год, в результате плодотворного сотрудничества с овощебазами города и пригородными хозяйствами на условиях хоздоговоров были выполнены следующие работы:

- механизация технологического процесса засолки капусты на двух овощебазах;
- модернизация пункта для разгрузки автотранспортных средств;
- разработка, изготовление и пуск в эксплуатацию установки для мелования моркови;
- разработка и изготовление переборочных столов для отделения некондиционных компонентов овощной продукции;
- механизация технологического процесса выемки почвогрунта из грядок теплиц;
- механизация посадки клонов семенной капусты;
- механизированная уборка моркови в колхозе «Родина» – 6 га;
- механизированная уборка моркови в совхозе «Правда» – 36 га;

- механизированная уборка моркови в колхозе «Юськи» – 9 га;
- механизированная уборка моркови в совхозе «Воткинский» – 12 га;
- механизированная уборка картофеля в СПК «Юськи» – 40 га.

Заработанные деньги уходили на зарплату студентам – сотрудникам СКИБ, покупку материалов, оборудования, инструментов и комплектующих для изготовления разрабатываемых конструкций.

По мере необходимости выполняли заявки разноплановых кафедр института (академии), отдельных аспирантов и преподавателей, хозчасти.

На общественных началах проводились работы, способствующие развитию факультета механизации:

- приобрели и установили металлорежущие станки и другое оборудование в токарном отделении и в мастерской СКИБ. Станки удалось приобрести с большим трудом при содействии бывших скибовцев. Оборудование было б/у, много сил и времени ушло на его ремонт и обслуживание;
- на третьем этаже, на месте туалета и прилегающей аудитории, оборудовали читальный зал;
- на втором этаже была организована и оборудована столовая;
- разработали, изготовили и установили подъемник для доставки пищевых продуктов и грузов на второй этаж в столовую;
- оборудовали павильон новой техники для демонстрации результатов научных работ ученых института и специалистов сельскохозяйственных предприятий;
- два года подряд проводились выставки-ярмарки новой техники и технологий.

В тяжёлые для страны 90-е годы, когда преподаватели и сотрудники месяцами не получали зарплату, закрывались НИИ и заводы, о государственной поддержке научной работы не могло быть и речи. На базе СКИБ было организовано отделение, занимающееся обслуживанием и ремонтом легковых автомобилей. По сути, это была первая коммерческая структура, созданная в институте (академии). Работы выполнялись быстрее, дешевле и, самое главное, качественнее существующих на тот момент авторемонтных организаций. За короткий промежуток времени постоянными клиентами стали несколько коммерческих фирм и десятки автолюбителей.

Автомобили сотрудников и студентов института (академии) обслуживались по льготной цене.

Работать приходилось по 12–14 часов, без выходных и праздничных дней, но, несмотря на трудности, команда СКИБ не прекращала научные исследования.

Был период, в начале 90-х годов, когда на оборонных заводах и НИИ резко сократились госзаказы. В это время за содействием обратились ведущие конструкторы Воткинского машзавода и НИТИ «Прогресс».

Результатом совместной работы стали первые опытные образцы картофелеуборочных комбайнов, изготовленные в заводских условиях по программе конверсии. Они демонстрировались на Всероссийской выставке «Ижтех-94» и прошли через экспертный совет ведущих специалистов машиностроительных заводов страны. Техсовет дал положительную оценку и рекомендации для устранения ряда недостатков в этих машинах. Однако из-за отсутствия дальнейшего финансирования оборонных заводов работы были прекращены. Высокотехнологичные инженеры и специалисты, оставшиеся без зарплаты, вынуждены были бедствовать или искать другую работу. Это был период больших непредвиденных потрясений для всей страны. В это время ликвидировалось головное конструкторское бюро по машинам для возделывания картофеля (г. Рязань), распались мощные всемогущие отделы по машинам для уборки картофеля и овощей ведущих НИИ страны, таких, как ВИСХОМ, ВИМ, НИПТИСХ Северо-Запада и др. Прекратилось серийное производство машин для уборки картофеля, овощных и кормовых корнеплодов.

На этом фоне СКИБ Ижевской ГСХА незаметно оказался в числе лидеров среди специалистов, занимающихся разработкой конструкций и исследованием технологий в сельскохозяйственном производстве. Сотни выпускников, прошедшие 2-х и 3-летнюю школу СКИБ и ставшие отличными специалистами во многих сферах деятельности сельскохозяйственных предприятий, оказывали всестороннюю помощь и поддержку.

В 1999 году было принято решение об организации учебно-досугового центра. Студенты в команде с молодыми преподавателями и сотрудниками академии, используя колоссальный опыт, полученный за годы активной работы на различных направлениях деятельности СКИБ, при поддержке спонсоров в свободное от учебы и работы время сделали ремонт и оборудовали пустовавшее помещение площадью 280 м².

Приказ об образовании отдела «Молодежный центр» был издан 5 мая 1999 года. Новое структурное подразделение со своим штатом из 14 сотрудников занималось подготовкой и проведением разноплановых мероприятий: конференций, семинаров, конкурсов, турниров по бильярду, КВН, награждений, встреч, торжеств, дискотек и т.д.

Приобретение нового оборудования, монтаж и обслуживание осуществлялось сотрудниками МЦ за счет средств от приносящей доход деятельности.

Более 15 лет «Молодежный центр» был популярным местом проведения досуга среди студентов и сотрудников как Ижевской ГСХА, так и других вузов и организаций Удмуртской Республики.

В результате симбиоза технической и творческой команд появилась возможность осваивать новые направления и реализовывать интересные проекты.

Так, в 2007 году был организован студенческий спортивно-технический клуб «ВЕТЛОН». К этому времени плодотворную работу скибовцев и отдела «Молодежный центр» знали уже по всей Удмуртии, благодаря чему удалось активизировать огромное количество любителей технических видов спорта.

Подготовка автомобилей, организация и проведение соревнований всегда проходили с большим энтузиазмом, тем более что помощь и поддержка была всесторонняя. Студенты в свою очередь помогали проводить соревнования юным картингистам, которые, повзрослев, поступали учиться в академию и продолжали заниматься любимым увлечением уже профессионально. Тюнингованные командой «Ветлон» автомобили неоднократно становились победителями и призерами городских, республиканских и зональных соревнований.

Дилерские центры и организации, занимающиеся продажей и предпродажной подготовкой любой техники, стояли в очередь за выпускниками академии, прошедшими школу СКИБ и МЦ, ставшими хорошими специалистами.

В связи с необходимостью выполнения возросших требований к аккредитации и лицензированию вузов, направленных на практико-ориентированное обучение, активизацию научно-исследовательских, опытно-конструкторских и других видов работ, связанных с разработкой и внедрением новой техники и технологий, в 2009 году был организован межфакультетский инновационный центр «Агроинженерные технологии».

Создание центра позволило объединить усилия наиболее активных преподавателей и сотрудников академии и привлечь большее количество студентов для решения реальных научно-технических и производственно-технологических задач, стоящих перед современным сельскохозяйственным производством.

Уже через год плодотворной работы на 3-м Российском форуме «Российским инновациям – российский капитал» две разработки завоевали золотую и серебряную медали, а в 2011 году выиграли грант по программе «Старт».

В 2010 году, исследуя технологию точного земледелия, разработали и оснастили мобильную лабораторию. При проведении испытаний столкнулись с недоверием к новым информационным технологиям со стороны руководителей предприятий и, самое главное, механизаторов [1]. Новинки всегда принимаются «в штыки», тем более в сельском хозяйстве, к «агрокосмонавтам» еще не были готовы.

Вопрос встал о создании своего технопарка, где бы в условиях действующего производства исследовались новые машины, оборудование, технологии, велась непрерывная работа по подготовке и переподготовке специалистов соответствующего уровня, выпускалась качественная продукция.

Переговоры о местоположении экспериментального предприятия велись с руководителями хозяйств различных организационно-правовых форм. Выбор был сделан в пользу крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ), находящегося в пригороде, имеющего достаточное количество земельных площадей и техники.

Персонал, работающий в КФХ во главе с руководителем – это хорошие мастера-наставники, профессионалы своего дела с большим опытом.

Провели анализ хозяйственной деятельности предприятия, изучили спрос необходимой продукции для комбината питания и учебно-опытной конюшни академии. Согласно полученным данным разработали технологические карты на производство требуемой продукции, подготовили технику и оборудование. Часть техники, ГСМ и посадочный материал предоставила академия в счет проведения практики.

В 2012 году была проведена учебно-производственная практика на базе фермерского хозяйства с целью совершенствования модели практико-ориентированного обучения.

Около 200 студентов агроинженерного факультета прошли качественную практику, выполняя работы на многих техно-

логических операциях, начиная от подготовительных мероприятий перед посевом и посадкой и заканчивая уборкой и закладкой на хранение продукции собственного производства. Применение новых технологий, использование экспериментальной техники, отлаживание механизмов взаимодействия различных структур – все это послужило хорошей практикой и для сотрудников академии. В свободное от работы время освоили строительство деревянных домов на приусадебных участках. Этот опыт пригодился бы при обустройстве инфраструктуры на территории технопарка. Строительные бригады из числа студентов и сотрудников могли строить себе жилье для временного или постоянного проживания.

Количество и качество произведенной продукции подтвердило жизнеспособность идеи создания экспериментального учебно-производственного комбината или технопарка. Используя продукцию собственного производства, сотрудники и студенты академии могли получать разнообразные качественные продукты питания по льготной цене круглый год. В 2013 году было принято решение о перепрофилировании помещения отдела «Молодежный центр» в учебно-производственное предприятие общественного питания совместно с филиалом столовой. Это позволило бы наладить механизм взаимодействия академии, фермеров, студентов и столовой в получении, переработке и реализации продукции собственного производства.

Огромная работа инновационным центром была проделана и для улучшения материально-технической базы агроинженерного факультета. Благодаря тесному сотрудничеству с организациями, занимающимися продажей и сервисным обслуживанием сельскохозяйственной техники и оборудования, команда центра организовала постоянно действующую выставку новой техники. Несколько компаний любезно предоставили трактора, комбайны, прицепные орудия, перерабатывающее оборудование и т.д.

Учебные занятия со студентами и слушателями стали проходить намного интереснее и плодотворнее, появилась возможность проводить семинары со специалистами из хозяйств. В процессе плодотворной работы была достигнута договоренность с компаниями об использовании экспонируемой на территории академии техники не только как наглядных пособий. Дилерские центры на взаимовыгодных условиях готовы были предоставлять свою технику для использования по прямому назначению в учебно-производственном комбинате с целью совершенствования технологий.

Привлечение сторонних организаций и индивидуальных предпринимателей, занимающихся производственной деятельностью и располагающих разнообразным технологическим инструментом, позволило с наименьшими затратами оборудовать и запустить лабораторию инновационных технологий. Совместными усилиями в первую очередь был изготовлен станок плазменной резки металлов с ЧПУ (рис. 3).

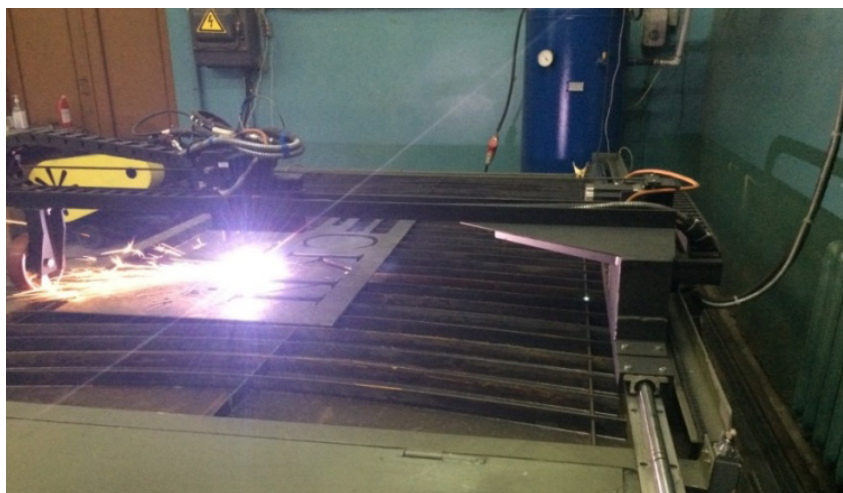


Рисунок 3 – ЧПУ станок плазменной резки металла

С появлением в рядах инновационного центра «Агроинженерные технологии» производителей и современного оборудования качество изготовления разрабатываемых конструкций вышло на заводской уровень. Подтверждением успешных результатов стало ежегодное участие в республиканских, всероссийских и международных выставках, где экспонаты под брендом Ижевской ГСХА всегда занимали призовые места или становились победителями.

Президент Удмуртской Республики А. А. Волков в 2013 году лично курировал процесс разработки, выпуска и проведения производственных испытаний экспериментальной партии двухрядных малогабаритных картофелеуборочных комбайнов (рис. 4). Специалисты из 20 хозяйств, занимающихся производством картофеля, одобрили результаты полевых испытаний, организованных министерством сельского хозяйства УР.

За два последующих года в процессе производственных испытаний был доработан однорядный малогабаритный картофелеуборочный комбайн «Кабан» [2, 3, 6]. Впервые в уборочном сезоне 2016 года пять картофелеуборочных машин (три двухрядные, две однорядные), изготовленные студентами в условиях вуза, работали в различных хозяйствах без поломок и существенных заме-

чаний. После уборки однорядный комбайн «Кабан» выиграл конкурс на участие в международной выставке «AGROSALON-2016» г. Москва, где экспонировался в одном ряду с мировыми лидерами по производству сельскохозяйственной техники (рис. 5).



Рисунок 4 – Организатор и научный руководитель СКИБ Л. М. Максимов демонстрирует Президенту Удмуртской Республики А. А. Волкову, ректору ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА А. И. Любимову образцы картофелеуборочных машин, готовых к производственным испытаниям



Рисунок 5 – Однорядный малогабаритный картофелеуборочный комбайн на международной выставке «AGROSALON-2016»

За четыре десятилетия небольшая команда единомышленников, состоящая из нескольких человек, ведомая неутомимым тружеником и энтузиастом Леонидом Михайловичем Максимовым трансформировалась в целое движение скибовцев, получив новое название – инновационный центр «Агроинженерные технологии».

На протяжении творческого пути были «перемолоты» тонны металла, изготовлены и испытаны сотни образцов различных конструкций, налажено взаимодействие с десятками предприятий различных форм собственности и видов деятельности.

Благодаря слаженному взаимодействию разноплановых кафедр и подразделений академии, а также сторонних организаций, вовлеченных в активный научный процесс, были доведены до рабочего состояния:

- комплекс для возделывания моркови, состоящий из:
- широкополосной сеялки для равномерного посева мелких овощных культур;
- бескопирное ротационное устройство для отделения ботвы моркови на корню;
- двухрядный морковоуборочный комбайн;
- двухрядный картофелеуборочный малогабаритный комбайн;
- однорядный картофелеуборочный малогабаритный комбайн;
- три устройства для сортировки картофеля [8, 9];
- автоматизированный комплекс для точного земледелия;
- универсальная мобильная платформа-раздатчик с дистанционным управлением (рис. 6);
- вакуумный смеситель с электроподогревом для получения препарата на основе бета-каротина;
- станок плазменной резки металла с ЧПУ;
- автоматизированная сушильная камера;
- станок для восстановления якорей электродвигателей с ЧПУ.



Рисунок 6 – Универсальная мобильная платформа-раздатчик с дистанционным управлением

Это лишь небольшой список проделанной работы, но он наглядно подтверждает, что студенты в процессе учебы в вузе при квалифицированном руководстве могут реализовать весьма сложные и трудоемкие технические проекты.

Наряду с научной деятельностью командой «Агроинженерные технологии» ведется работа по модернизации и обустройству аудиторий и прилегающей территории агроинженерного факультета академии:

- изготовление и обслуживание наглядных пособий и лабораторных установок в учебных аудиториях;
- ремонт и обслуживание техники, используемой для учебных и производственных целей;
- организация и обустройство трактородрома, включая ремонт и обслуживание тракторов и комбайнов;
- обустройство бетонных въездов в аудиторию и холодный ангар для крупногабаритной техники;
- разработка, обслуживание и регулярное использование открытого почвенного канала;
- взаимодействие с транспортной службой академии в вопросах ремонта, эксплуатации и обслуживания техники;
- всесторонняя помощь студентам, аспирантам и сотрудникам академии в выполнении учебной и научной работы;
- взаимодействие с опытным полем в вопросах приема-передачи, эксплуатации, ремонта и обслуживания учебно-производственной техники и оборудования.

Анализируя пройденный участок пути, можно с уверенностью сказать, что СКИБ – это удачный долгосрочный проект, способный развиваться в любых условиях и в любом направлении. Самый важный ресурс для достижения положительного результата в любом проекте – это люди, привлеченные в проект, владеющие необходимыми знаниями и умениями и совместно отвечающие за достижение цели.

Список литературы

1. Kudrin, M. R. Beef production of black-and-white breed depending on the degree of fattening / M. R. Kudrin, S. N. Izboldina, K. L. Shklyayev [et al] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 20–22 июня 2019 г. – Красноярск, 2019. – Т. 315(7). – С. 072028.
2. Максимов, Л. Л. Обоснование параметров сепарирующего устройства малогабаритного картофелеуборочного комбайна: дис.... кан. техн. наук: 05.20.01 / Л. Л. Максимов. – Саранск, 2019. – 155 с.

3. Максимов, Л. М. Картофель убирает мини-комбайн / Л. М. Максимов, Ю. Г. Корепанов, К. Л. Шкляев // Сельский механизатор. – 2007. – № 4. – С. 12–13.
4. Максимов, Л. М. Полезные реализованные изобретения по устройствам для уборки корнеклубнеплодов: монография / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов. – Ижевск: Киноград, 2009. – 134 с.
5. Максимова, Е. В. НИРС – как одна из форм формирования молодого специалиста / Е. В. Максимова, Т. В. Бабинцева // Вестник Ижевской ГСХА, 2012. – № 2 (31). – С. 83–84.
6. Патент РФ № 2332828, А01D 17/22. Картофелеуборочный комбайн, отделяющий клубни в восходящем потоке вороха / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов. – 2008. – Бюл. № 25.
7. Практико-ориентированная форма развития / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 4–5.
8. Шкляев, К. Л. Обоснование параметров и режима работы сортировки клубней картофеля роторно-винтового типа: дис. ... канд. тех. наук: 05.20.01 / Шкляев Константин Леонидович. – Киров, 2011. – 120 с.
9. Шкляев, К. Л. Машины для уборки и доработки корнеклубнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию засл. раб. с.-х. РФ, почет. раб. ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2 т. – Ижевск, 2020. – С. 156–164.

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА МАШИН В АПК, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА

УДК 631.356.022.

А. Ю. Алексеева, Д. В. Бельтюков, Ю. Г. Корепанов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОБОСНОВАНИЕ ШИРИНЫ ЗАХВАТА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ВЫКАПЫВАЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ УБОРКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

Приведена методика определения ширины захвата энергосберегающего выкапывающего рабочего органа для уборки корнеклубнеплодов. Получены уравнения для определения ширины копателя.

Актуальность. В овощеводческих хозяйствах Удмуртской Республики морковь высевается по ленточной двустрочной схеме 0,08...0,62 м, что позволяет использовать при возделывании пропашные трактора, а на уборке – переоборудованные картофелеуборочные комбайны. Низкая прочность корнеплодов на изгиб требует поиска и разработки современных способов выкапывания, не повреждающих корнеплод.

Материалы и методики. В Ижевской ГСХА предложен способ и устройство, позволяющие отделять корнеклубнеплод за счет деформации растяжения без изгиба корнеклубнеплода [12, 16]. Для исследования отрыва корнеклубнеплода разработан прибор [13, 14]. Обоснование основных параметров энергосберегающего рабочего органа, кроме ширины захвата копателя, исходя из технологий возделывания корнеклубнеплодов, изложены в статьях [1–8, 15].

Результаты исследований. В общем случае ширина захвата копателя зависит от расстояния между «строками» корнеплодов в ленте, их диаметра и траектории движения посевного и уборочного агрегата [9, 10, 17]. В реальных условиях эти траектории представляют собой периодические колебания, которые можно выразить суммой конечного числа синусоид в виде:

$$y = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_i} + \varphi_i\right), \quad (1)$$

где A_i , T_i , φ_i – амплитуда, период и фаза колебаний на i -ой частоте.

Так как при выполнении работ одним и тем же трактористом на одном и том же тракторе частота колебаний будет совпадать, рассогласование траекторий рабочих органов посевного и уборочного агрегатов можно выразить отмеченной зависимостью (1) с измененными значениями амплитуд A_i и φ_i фаз.

Для снижения повреждения корнеклубнеплодов ширину захвата копателя определяем по максимальной амплитуде колебаний посевного и уборочного агрегатов, представленных на рисунке 1.

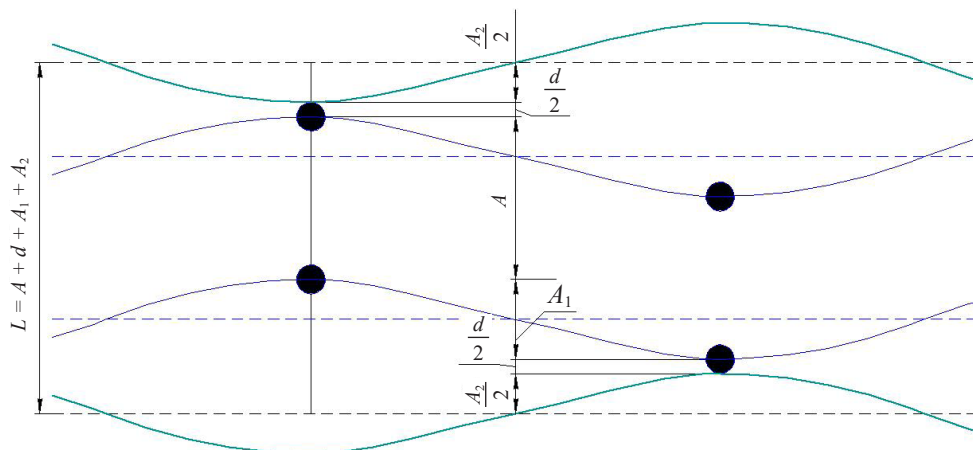


Рисунок 1 – Схема амплитуд колебаний посевного и уборочного агрегатов

С учетом этого условия ширина захвата копателя может быть описана следующим уравнением:

$$L = A + d + A_1 + A_2, \quad (2)$$

где A – расстояние между центрами корнеклубнеплодов разных строк, м;

d – диаметр корнеклубнеплода, м;

A_1 – максимальная амплитуда колебания посевного агрегата, м;

A_2 – максимальная амплитуда колебания уборочного агрегата, м.

Исследования по расположению корнеклубнеплодов проводились на посевах моркови сорта «Шантенэ». Расстояние между центрами корнеклубнеплодов разных строк составило 0,15 м при среднеквадратичном отклонении 0,0145 м, коэффициенте вариации 0,097, средний диаметр корнеклубнеплода моркови составил 0,036 м. Максимальная амплитуда колебаний посевного агре-

гата составила 0,076 м, максимальная амплитуда колебаний уборочного агрегата составила 0,05 м.

Выводы и рекомендации. Следовательно, ширина захвата копателя на указанных схемах посева должна устанавливаться в пределах 0,30...0,35 м. Уменьшение ширины захвата копателя приводит к повреждению корнеклубнеплодов, а увеличение – к забору трудносепарируемой почвы из междурядий.

Список литературы

1. Корепанов, Ю. Г. Анализ сил действующих на корнеклубнеплод спаренным двухгранным клином / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов // Наука, инновации и образование в современном АПК: м-лы Междунар. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2014. – С. 202–204.

2. Корепанов, Ю. Г. Методика исследования отрыва корнеклубненоносного пласта / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, В. Ю. Шатунов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: м-лы Всерос. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2013. – С. 92–95.

3. Корепанов, Ю. Г. Обоснование рабочего органа для выкапывания моркови / Ю. Г. Корепанов, В. Ю. Шатунов // Научное обеспечение инновационного развития АПК: м-лы Всерос. научн.-практ. конф., посвященной 90-летию государственности Удмуртии. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – С. 55–57.

4. Корепанов, Ю. Г. Прибор для исследования отрыва корнеклубненоносного пласта / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, В. Ю. Шатунов // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: м-лы юбилейной научн.-практ. конференции 55 лет высшему агроинженерному образованию в Удмуртии. Редколлегия: П. Л. Максимов, А. Г. Иванов, О. С. Федоров. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – С. 66–67.

5. Корепанов, Ю. Г. Синтез механизма колеблющего лемеха корнеклубнеуборочной машины / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов // Научное обеспечение инновационного развития АПК: м-лы Всерос. научн.-практ. конф., посвященной 90-летию государственности Удмуртии. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – С. 57–62.

6. Корепанов, Ю. Г. Систематизация выкапывающих рабочих органов корнеклубнеуборочных машин / Ю. Г. Корепанов // Исследования рабочих процессов машин в растениеводстве: сборник научных трудов. – Пермский ГСХИ им. академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1982. – С. 97–99.

7. Максимов, Л. М. Выкапывающие рабочие органы корнеклубнеуборочных машин / Л. М. Максимов, Ю. Г. Корепанов // Исследование рабочих процессов в растениеводстве: сборник научных трудов. – Пермский ГСХИ имени академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1982. – С. 90–96.

8. Методика расчета параметров энергосберегающего рабочего органа корнеклубнеуборочной машины / Ю. Г. Корепанов, А. Г. Иванов, Ф. Р. Арсла-

нов [и др.] // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Национальной научн.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшего профессионального образования РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 170–181.

9. Обоснование параметров энергосберегающего рабочего органа для выкапывания корнеклубнеплодов / Ю. Г. Корепанов, А. Г. Иванов, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Новый университет. Серия: Технические науки. – Ижевск, 2016. – № 8–9. – С. 63–70.

10. Обоснование траектории движения лемеха корнеклубнеуборочной машины / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, Н. Ю. Касаткина [и др.] // Новый университет. Серия: Технические науки. – Ижевск, 2016. – № 8–9. – С. 71–75.

11. Патент на изобретение RUS 135224 25.03.2013. Картофелекопатель / В. Ф. Первушин, А. Г. Левшин, Н. П. Зверев, М. З. Салимзянов, И. Ш. Фатыхов, Ю. Г. Корепанов, Н. Г. Касимов, Ф. Р. Арсланов.

12. Патент на изобретение RUS 2224394 13.03.2001. Комбинированное почвообрабатывающее орудие / В. Ф. Первушин, В. Г. Медведев, Ю. Г. Корепанов, В. А. Мельников, В. А. Никитин.

13. Патент на изобретение RUS 2492621 08.07.2011. Способ извлечения корнеклубнеплодов из почвы и устройство для его осуществления / Ю. Г. Корепанов, А. А. Сорокин, А. Г. Иванов, Ф. Р. Арсланов, И. Г. Пospelова.

14. Патент на полезную модель RUS 118507 23.05.2011. Прибор для исследования отрыва корнеклубненоносного пласта / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, В. Ю. Шатунов, М. Л. Феклина.

15. Патент на полезную модель RU 189315 02.11.2018. Прибор для исследования отрыва корнеклубненоносного пласта / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, А. Ю. Алексеева, А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, И. Н. Скурыгин, Д. А. Вахрамеев.

16. Патент на изобретение RU 2728643 30.07.2020. Способ извлечения корнеклубнеплода из почвы и устройство для его осуществления / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, А. Ю. Алексеева, А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, И. Н. Скурыгин, Д. А. Вахрамеев.

17. Теоретические предпосылки для обоснования параметров дискового энергосберегающего рабочего органа / Ю. Г. Корепанов, А. Г. Иванов, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: м-лы Всерос. научн.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. – С. 33–39.

Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ В АПК

Рассматриваются современные проблемы технического развития в агропромышленном комплексе России. Влияние инженерно-исследовательской деятельности на техническое переоснащение в сельскохозяйственной отрасли.

В России сельское хозяйство является одной из важных сфер агропромышленного комплекса [1, 2]. Отрасли в АПК подразделяются на растениеводство, земледелие, животноводство, отрасли заготовки и хранения, рыболовное хозяйство, овощеводство, лесное хозяйство, отрасль автотранспортной промышленности, отрасль сельскохозяйственного машиностроения и другие (рис. 1).

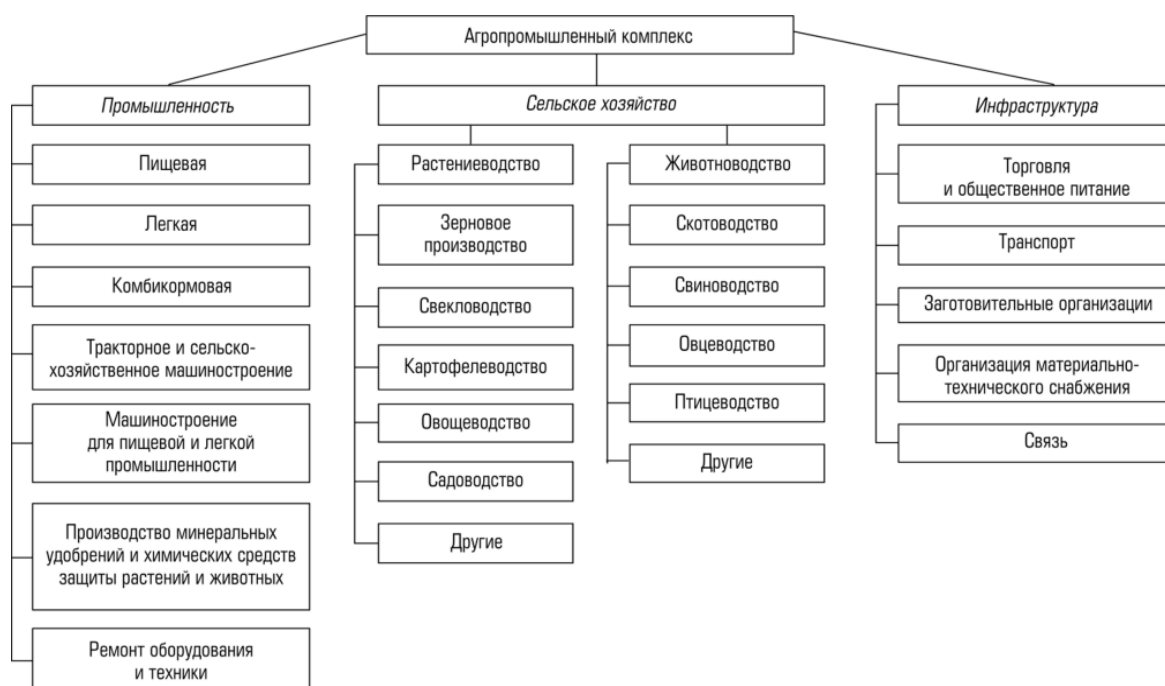


Рисунок 1 – Структура отраслей агропромышленного комплекса в России

На данный момент состояние аграрного сектора России нестабильно и находится в сложном положении. Большинство сельскохозяйственных отраслей испытывает дефицит финансирования,

современного технического оснащения, а также исчерпаны кадровые резервы [3, 6]. Нехватка профессионалов и современных технологий приводит к замедленному развитию в АПК России [4, 5].

Для улучшения технического состояния аграрного сектора необходимо подготовить квалифицированных инженеров и профессиональный рабочий резерв. Современные и компетентные специалисты смогут своими знаниями, навыками, инженерно-научными исследованиями и высокотехнологичными разработками внести значимый вклад в техническое развитие всех отраслей сельского хозяйства.

Добиться профессионального прогресса сотрудников можно следующим образом:

- направлять целеустремленных сотрудников на курсы по повышению квалификации;
- организовать возможность в получении дополнительного профессионального образования;
- направлять активных сотрудников на форумы и конференции;
- организовывать внутри предприятий обучающие тренинги, вебинары и профессиональные курсы.

Инженерно-исследовательская деятельность помогает развивать и формировать важные профессиональные качества будущего инженера. Квалифицированный инженер должен обладать такими профессиональными качествами, как креативное мышление, способность к изобретательству, научно-техническое мышление [7, 8]. Абсолютно каждый выпускающийся инженер в период обучения занимался исследовательской деятельностью:

- реферирование;
- участие в олимпиадах;
- участие в научно-студенческих конференциях и проектах;
- публикация научных статей в сборниках и журналах;
- лабораторные работы;
- подготовка докладов и презентаций;
- написание курсовых, расчетно-графических и выпускных квалификационных работ.

В настоящее время современному инженеру-механику довольно часто приходится модернизировать и оптимизировать уже известные конструкторско-технические решения; проводить анализ действующих изобретений, а также существующих механизмов и устройств [9, 10]. Для того чтобы все разрабатываемые технологии и методы решения конкретных технических задач были реали-

зованы и выполнены на высоком уровне, инженер должен провести исследования по утвержденному заданию и регламенту. В процессе исследовательской деятельности и проведенного анализа действующих рабочих технологий, механизмов, конструкций и т.д., формируется заключение, а также на основе полученных результатов обосновывается новизна предлагаемого технического решения.

Благодаря инженерно-исследовательской деятельности в сельском хозяйстве появляются следующие современные технологии и устройства:

1. Квадрокоптеры (дроны) для отслеживания местоположения сотрудников, техники, определение площадей урожайности и т.д.;
2. Применение генной инженерии, а именно изменение генотипов клеток;
3. Автоматизированные системы (доильные системы, технологические линии, умные фермы);
4. Роботизированные системы (роботы для уборки, прополки, посева и т.д.).

Применение новшеств будет способствовать автоматизации сложных процессов, уменьшению затрат на ручной труд, повышению спроса на товарную продукцию, а также улучшению качества и производительности в сельскохозяйственной отрасли.

Список литературы

1. Боднарчук, Ю. Д. Исследование технологического процесса калибрования клубней картофеля на фракции / Ю. Д. Боднарчук // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 560–564.
2. Боднарчук, Ю. Д. Исследование процесса послеуборочной доработки картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 1024–1028.
3. Боднарчук, Ю. Д. Особенности внедрения интеллектуальных систем в сельском хозяйстве / Ю. Д. Боднарчук // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 1028–1031.
4. Боднарчук, Ю. Д. Особенности функционирования рабочих органов дискового сортирующего устройства / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Межд. науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 7–10.
5. Боднарчук, Ю. Д. Анализ существующих конструкций для калибрования картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Национал. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 220–222.

6. Дородов, П. В. Применение компьютерных и автоматизированных систем при конструировании новой техники / П. В. Дородов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018 – С. 134–136.

7. Костин, А. В. Применение современных технологий в агроинженерии / А. В. Костин, Ю. Д. Боднарчук, А. Г. Иванов [и др.] // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Национал. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного ф-та, 90-летию д-ра хим. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. тех. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 360–365.

8. Костин, А. В. Влияние коэффициента трения на процесс перемещения и ориентирования клубней картофеля в пространстве при взаимодействии с дисками калибрующего устройства / А. В. Костин, Ю. Д. Боднарчук, Р. Р. Шакиров // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 3. – С. 94–98.

9. Костин, А. В. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская, 2019. – С. 214–218.

УДК 621.431.7–53:[631.372:629.3.014.2]

**Д. А. Вахрамеев¹, И. А. Дерюшев¹,
А. А. Мартюшев¹, А. А. Кавыев¹, А. И. Панков²**

¹ *ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

² *Национальный исследовательский Мордовский ГУ
им. Н. П. Огарева*

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО НАГРУЗКЕ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ

Работа опережающего регулятора по нагрузке характеризуется определенными показателями: степенью повышения нагрузки, временем опережения регулирования и максимальной цикловой подачей топлива. Дана характеристика указанных показателей.

Актуальность. По данным проведенных исследований [1–8], двигатели сельскохозяйственных тракторов 60–65 % времени работают с неустановившейся нагрузкой. Изменение нагрузки двигателя приводит к исчезновению баланса между крутящим моментом двигателя и моментом сопротивления, в результате появляется избыток или недостаток вырабатываемой двигателем энергии, что, в свою очередь, приводит к появлению переходного процесса. Когда протекает переходный процесс, снижается качество показателей работы двигателя: нарушаются процессы смесеобразования; нарушаются процессы воспламенения и сгорания рабочей смеси; изменяется тепловое состояние двигателя; растет расход топлива; увеличивается износ деталей двигателя и т. д. Особенно тяжело протекают переходные процессы, вызванные увеличением нагрузки [4–7].

В ходе исследований отмечается, что при вспашке вследствие больших колебаний нагрузки, достигающих до 30–40 % от величины крюкового усилия, мощность трактора падает на 20–30 %, а расход горючего увеличивается на 15...25 %, а по данным работы, при вспашке потери мощности составляют 17,5 %, при бороновании 6,5 % и при буксировании 7,1 % [3, 4].

На рисунке 1 представлена динамограмма тягового сопротивления почвы плужному корпусу.

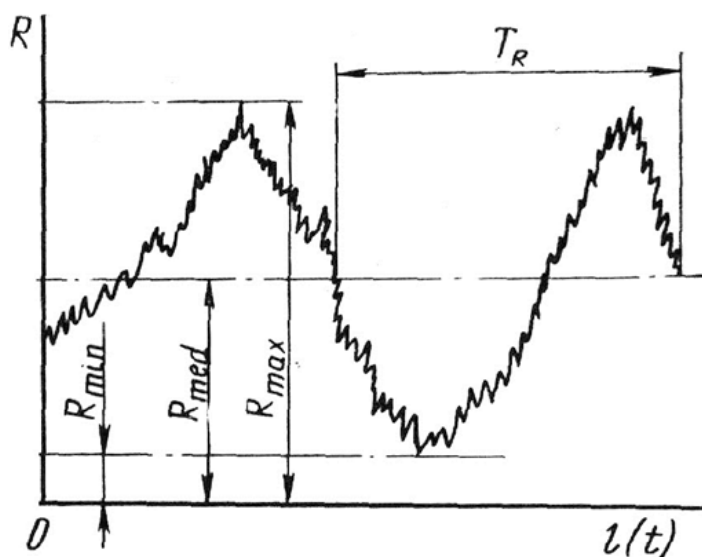


Рисунок 1 – Динамограмма тягового сопротивления почвы плужному корпусу

Динамограмма тягового сопротивления плужного корпуса представляет собой кривую с периодически чередующимися пиками и впадинами, в промежутках между которыми заметны также небольшие колебания (микроколебания). Пики и впадины обу-

словлены характером деформации почвы под воздействием корпуса (клина), а микроколебания – неоднородностью состава почвы. При этом кратковременные пиковые значения могут в 2...2,7 раза превышать средние значения.

Материалы и методика. При оценке работы опережающего регулятора по нагрузке можно выделить три основных параметра регулирования: степень повышения нагрузки, при которой происходит срабатывание регулятора по нагрузке; время опережения срабатывания регулятора и величина максимальной подачи топлива в момент срабатывания регулятора. Но надо отметить, что имеется ряд косвенных параметров регулятора по нагрузке, которые зависят от изменений основных. Эти параметры также надо учитывать и уделять им достаточное внимание [5, 9].

Степень повышения нагрузки определяется следующим математическим уравнением:

$$\sigma = (Mc_2 - Mc_1)/Mc_1, \quad (1)$$

где Mc_2 – момент сопротивления после изменения нагрузки;

Mc_1 – момент сопротивления до изменения нагрузки.

Этот параметр регулирования имеет строго определенную границу. Основной задачей при рассмотрении данного параметра регулирования является определение величины этой границы, при которой будет получен наиболее качественный переходный процесс. Колебание этой границы в ту или иную сторону может привести к различным потерям [6, 7].

Немаловажным параметром регулятора является время опережения срабатывания регулятора. В данном случае под этой величиной понимается период от момента достижения препятствия датчиком сопротивления почвы до момента соприкосновения с препятствием рабочего органа сельскохозяйственной машины:

$$t_{on} = t_3 + t_{об}, \quad (2)$$

где t_3 – время задержки сигнала при прохождении его от датчика к исполнительному элементу;

$t_{об}$ – время, необходимое двигателю для подготовки к преодолению препятствия.

Описываемый параметр можно выразить в виде относительной величины, которая более наглядно показывает эту ха-

рактеристику. В данном случае это расстояние от датчика сопротивления почвы до рабочего органа сельскохозяйственной машины (L_d). При этом необходимо учитывать скорость движения машинно-тракторного агрегата, которая ограничена агропотребованиями для выполнения данной операции [9].

Следующий параметр регулирования – величина максимальной цикловой подачи топлива ($G_{ц_{max}}$). Максимальная цикловая подача топлива определяется положением рейки топливного насоса, которое зафиксировано при помощи ограничительных болтов [3]. И естественно, рассматриваемый параметр более удобно можно представить в качестве геометрической величины (L_p), фиксирующей крайнее положение рейки топливного насоса [3].

Оценку работы регулятора необходимо проводить по показателям качества переходного процесса двигателя. В качестве этих показателей принимаются заброс угловой скорости двигателя и время регулирования [1–5].

При исследовании динамических процессов желательно более полное использование существующих показателей, чтобы получить картину переходного процесса в действительном виде. Но при исследовании переходных и неустановившихся процессов целый ряд показателей становится трудно определяемым, появляются ошибки при их определении. В результате получаемая информация о качестве процесса становится достаточно недостоверной, поэтому из всего многообразия показателей, характеризующих работу двигателя, необходимо выбрать основные, с помощью которых можно было бы с минимальными затратами средств и времени определить нарушения в процессах и изменения в выходных показателях.

Для определения функциональных зависимостей воспользуемся уравнением движения двигателя:

$$t_o \times d(\Delta n/n_o) / dt + k_o \times (\Delta n/n_o) = -(\Delta h/h_o) - O_o \times (\Delta N/N_o), \quad (3)$$

где t_o – коэффициент, характеризующий относительную инерционность регулируемого объекта;

k_o – коэффициент, характеризующий способность регулируемого объекта к самовыравниванию (коэффициент самовыравнивания);

O_o – коэффициент, характеризующий эффективность воздействия на двигатель настройки потребителя.

Результаты исследований. Частные решения уравнения движения двигателя для первой и второй фаз переходного процесса представляют математическую модель опережающего регулирования по нагрузке:

$$n = (\Delta h/h_0) \times [1 - e^{(-k\delta^*t/T\delta)}] / k_\delta, \text{ при } 0 < t < t_1, \quad (4)$$

$$n = O_\delta \times (\Delta N/N_0) \times [1 - e^{(-K\delta^*t/T\delta)}] / k_\delta, \text{ при } 0 < t < t_2 - t_1, \quad (5)$$

где t_1 и t_2 – соответственно время первой и второй фаз переходного процесса.

$$n_{max} - n_{min} \rightarrow min. \quad (6)$$

Выводы и рекомендации. Чтобы получить оптимальные значения параметров регулирования, необходимо, чтобы разница между максимальным и минимальным значениями частоты вращения была наименьшей.

Список литературы

1. Шакиров, Р. Р. Совершенствование технико-экономических показателей двс при работе на неустановившихся режимах / Р. Р. Шакиров, А. П. Иншаков, Д. А. Вахрамеев // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 4. – С. 28–31.
2. Шакиров, Р. Р. Особенности работы машинно-тракторного агрегата на неустановившихся режимах / Р. Р. Шакиров, Д. А. Вахрамеев // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики АНТЭ–2009: м-лы V Всерос. научн.-техн. конф. – Казань, 2009. – Т. 2 – С. 16–18.
3. Шакиров, Р. Р. Определение оптимальных параметров регулирования по нагрузке в переходных процессах / Р. Р. Шакиров, Д. А. Вахрамеев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4 (18). – С. 125–126.
4. Вахрамеев, Д. А. Зависимость мощности двигателя от сопротивления почвы пахотному агрегату / Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров, Н. Д. Давыдов // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2016. – С. 16–18.
5. Вахрамеев, Д. А. Повышение производительности и экономичности машинно-тракторного агрегата улучшением динамических характеристик двигателя: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства», 05.04.02 «Тепловые двигатели»: дис. ... канд.т.наук / Вахрамеев Дмитрий Александрович. – Казань, 2000. – 232 с.

6. Вахрамеев, Д. А. Зависимость мощности двигателя от сопротивления почвы пахотному агрегату / Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров, Н. Д. Давыдов // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 16–18.

7. Вахрамеев, Д. А. Характер нагружения двигателей тракторов и комбайнов / Д. А. Вахрамеев, Е. Н. Струна, И. В. Лукиных // Наука, инновации и образование в современном АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 190–192.

8. Халиуллин, Ф. Х. Математическая модель определения эксплуатационных показателей энергетических установок мобильных машин в неустановившихся режимах работы / Ф. Х. Халиуллин, В. М. Медведев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 1 (35). – С. 71–74.

9. Шакиров, Р. Р. Особенности работы машинно-тракторного агрегата на неустановившихся режимах / Р. Р. Шакиров, Д. А. Вахрамеев // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики АНТЭ–2009: м-лы V Всерос. науч.-техн. конф. – Казань, 2009. – Т. 2 – С. 16–18.

10. Вахрамеев, Д. А. Совершенствование процесса топливоподачи тракторного дизеля на режиме максимальной мощности / Д. А. Вахрамеев, О. Б. Крыль, Н. В. Ворончихин // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2003. – С. 135–137.

УДК 664.3

С. В. Владимиров, В. Г. Корнийчук

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ОБЪЕМНЫХ ДОЗАТОРОВ ДЛЯ СЫПУЧИХ КРУПНОКУСКОВЫХ ТЕЛ

Изложены уравнения, позволяющие находить оптимальные скорости истечения продукта из вертикальных труб различных видов объемных дозаторов, что позволит создавать дозаторы повышенной точности.

Дозирование продукции, как известно, является распространенной и важной технологической операцией в пищевых производствах. Оборудование, предназначенное для осуществления данной технологической операции, – дозаторы, призванные увели-

чить выпуск фасованных товаров, расширить применение новых видов упаковочных материалов, обеспечивающих длительное сохранение и снижение потерь пищевой продукции.

Особое место занимает фасовка круп типа бобовых. Специфика фасовки данного вида продукции в мелкую тару заключается в большой величине отношения объема, занимаемого единицей фасуемого продукта, к общему объему порции; высокой точности дозирования, соизмеримой с массой одного зерна; в сложной геометрической форме.

Все это ограничивает использование для указанной цели ранее разработанных дозаторов для фасовки сыпучих тел, поэтому был создан ряд конструкций, основанных на весовом и комбинированном способах отмеривания доз. Однако известные машины или металлоемки, дороги и не надежны в работе, или обладают низкой точностью отмеривания масс-доз, что требует дополнительных затрат на их корректировку [1, 2].

Перечисленные недостатки особенно остро ощущаются на предприятиях средней и малой мощности.

Анализ возможных направлений создания машин для фасовки бобовых, исключая недостатки ранее разработанных конструкций, показал, что наиболее эффективны комбинированные машины, состоящие из объемного дозатора и устройства для взвешивания. Вместе с тем, применяемые объемные дозаторы имеют низкую точность отмеривания масс-доз, что значительно влияет на производительность, габаритные размеры, стоимость и металлоемкость всей машины.

Рационально для фасовки данного вида круп применять горизонтальные объёмные дозаторы с вибростабилизацией насыпной массы. Причём мерная ёмкость неподвижна, а вибратор размещён под мерной ёмкостью.

Проведённая скоростная съёмка показала, что стабилизация массы в мернике интенсивно протекает при свободном падении сыпучего тела в мерной емкости, то есть ускорение вибратора должно незначительно превышать ускорение свободного падения крупы.

Отсутствие аналитических изысканий в значительной степени сдерживает создание эффективных дозаторов для круп, поэтому исследования были направлены на определение пути прохождения порции продукта в мернике, что важно как для расчёта вибратора, так и определения времени выгрузки отмеренной дозы.

При аналитических исследованиях было принято, что:

- характер движения пельменей под действием вибрации подчиняется ранее рассмотренному закону;
- сопротивление воздуха незначительно влияет на скорость перемещения тела, так как ее величина мала;
- отсутствует поворот частиц при взаимодействии их со стенкой в связи с тем, что при этом необходимо преодолеть не только силы трения, но и нормальные силы со стороны окружающих частиц;
- движение начинается из состояния покоя;
- оптимальное ускорение вибратора такое, при котором касание его с продуктом происходит в средней точке движения;
- сыпучее тело подчиняется закону Гука.

Аналитические изыскания, направленные на получение зависимости, позволяющей находить величину этого фактора, проводили в двух направлениях. В одном случае считали, что скорость падения продукта изменялась от 0 до некоторой постоянной величины, а в другом, что сила сопротивления перемещению уменьшалась от максимума до минимума, а затем оставалась постоянной на протяжении всего пути.

В первом случае, помимо ранее отмеченных ограничений, примем еще одно: сила сопротивления продвижению среды уменьшается пропорционально ее скорости до некоторой постоянной величины. Тогда уравнение движения слоя пельменей можно записать:

$$M \frac{d^2x}{dt^2} = Mg - f 2\pi RH \frac{dx}{dt}, \quad (1)$$

где M – масса дозы, кг ;

$$M = \pi R^2 H \gamma ;$$

где γ – насыпная масса, кг/м³;

f – коэффициент сопротивления на единицу площади соприкосновения, $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^3}$;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

R – радиус мерной ёмкости, м;

H – высота мерной ёмкости, м (рис. 1).

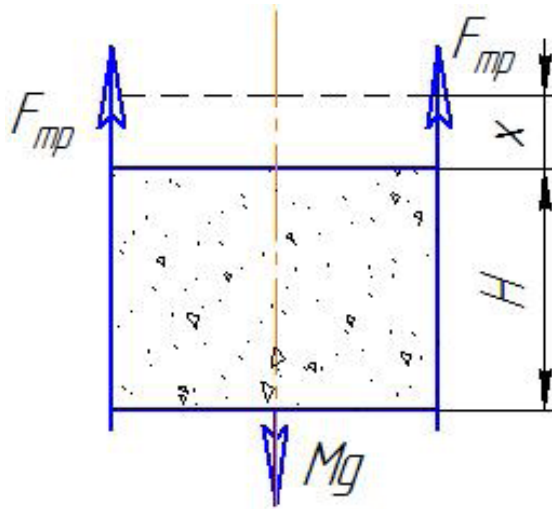


Рисунок 1 – Силовое взаимодействие продукта,двигающегося под действием гравитационных сил, с мерной емкостью

В качестве начальных условий возьмем следующие:

$$X(0) = 0; \left(\frac{dx}{dt}\right) = 0, \quad (2)$$

Уравнение (1) можно записать

$$\frac{d^2x}{dt^2} = g - \alpha \frac{dx}{dt}, \quad (3)$$

где

$$\alpha = \frac{2\pi RHf}{M}, \text{ c}^{-1}$$

Используя преобразование Лапласа:

$$X = \int_0^{\infty} x(t)e^{-pt} dt, \quad (4)$$

к уравнению (3) с учетом условий (4). Тогда

$$px^2 = \frac{g}{P} - \alpha P. \quad (5)$$

Отсюда: для изображения функций $X(t)$ будем иметь:

$$X = \frac{g}{P^2(P + \alpha)}. \quad (6)$$

Так как

$$\frac{g}{P^2(P+\alpha)} = \frac{g}{\alpha} \cdot \frac{1}{P^2} - \frac{g}{\alpha^2} \cdot \frac{1}{P} + \frac{g}{\alpha^2} \cdot \frac{1}{P+\alpha},$$

то, переходя к оригиналу, получим расчетную формулу для пути прохождения порцийпельменей в мернике:

$$x(t) = -\frac{g}{\alpha^2}(1 - e^{-\alpha t}) + \frac{g}{\alpha}t. \quad (7)$$

Если длина мерника равна L , то время t – пребывания слоя продукта в нем определяется из трансцендентного уравнения

$$L = \frac{g}{\alpha^2}t - \frac{g}{\alpha^2}(1 - e^{-\alpha t}). \quad (8)$$

Для длинных мерников $e^{-\alpha t} \ll 1$;

$$t = \frac{\alpha}{g} \left(L + \frac{g}{\alpha^2} \right). \quad (9)$$

Для мерников с малым коэффициентом трения скольжения

$$1 - e^{-\alpha t} \approx 0;$$

и, следовательно:

$$t = \frac{L \cdot \alpha}{g}. \quad (10)$$

Результаты могут быть применены к любой мерной емкости, не обязательно с круговым сечением.

Коэффициент сопротивления движения находится из условия $\frac{d^2X}{dt^2} = 0$, т.е. тело приобретает постоянную скорость.

Из уравнения (1) получаем:

$$f = \frac{Mg}{2\pi RHv_x} \quad (11)$$

где v_x – скорость установившегося движения, м/с. Величина коэффициента α с учетом полученного уравнения для

$$\alpha = \frac{g}{v_x}.$$

Расчетное уравнение для определения пути, пройденного слоем продукта за единицу времени, найдено из формулы (7) путем подстановки значения α .

$$x(t) = v_x \left[t_1 - \frac{v_x}{g} \left(1 - e^{-\frac{g}{v_x} t_1} \right) \right]. \quad (12)$$

Выводы и рекомендации. На оптимальное ускорение вибратора в значительной степени влияет отношение между диаметром и высотой мерной емкости. С уменьшением диаметра снижается и его величина. Такое же влияние оказывает на данную величину коэффициент трения скольжения и угол естественного откоса исследуемого сыпучего тела.

Зная размеры мерной ёмкости, можно легко определить время выгрузки отмеренной дозы.

В дальнейшем аналитические изыскания с учётом полученной формулы будут направлены на определение рационального ускорения вибратора.

Список литературы

1. Вибрация в технике: справочник. В 6 т. Т. 4. Вибрационные процессы и машины / под. ред. Э. Э. Левендела. – М.: Машиностроение, 1981. – 352 с.
2. Рогинский, Г. А. Дозирование сыпучих материалов / Г. А. Рогинский. – М.: Химия, 1978. – 178 с.

К. Г. Волков, А. Г. Ипатов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

К ОБОСНОВАНИЮ СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТАРЕЛОК КЛАПАНОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Рассмотрены возможные дефекты головки клапана двигателя внутреннего сгорания. Проанализированы способы нанесения восстановительных покрытий на поверхностях тарелок клапанов. Рассмотрены составы и номенклатура присадочных порошковых материалов, применяемых при нанесении покрытий. Теоретически обоснован наиболее оптимальный способ нанесения восстановительного покрытия – лазерная наплавка порошковых материалов. На основе анализа обоснован состав присадочного порошкового материала для нанесения покрытия. В качестве материалов выбран хромоникелевый сплав 15Е и кобальт-хром-никелевый сплав 18С.

Наиболее распространенные силовые агрегаты – это двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Они применяются как на автомобилях, тракторах, так и в промышленных машинах. Для своевременного очищения камеры сгорания от выхлопных газов и заполнения камеры рабочей смесью в ДВС используют газораспределительный механизм (ГРМ). На данный механизм приходится до 27 % поломок двигателя [4]. Большая часть поломок, согласно рисунку 1 [6], приходится на сопряжение клапан-седло.



Рисунок 1 – Процентное соотношение изнашивания узлов ГРМ

Клапанные механизмы подвержены высоким температурным воздействиям (до 1100 °С) и значительным скоростям истечения продуктов сгорания (ПС) (1000 м/с). Эти факторы негативно воздействуют на сопрягаемую поверхность клапана и вызывают появление различных дефектов [1, с. 91].

На рисунке 2 приведен клапан в полностью исправном состоянии.



Рисунок 2 – Исправный клапан

На представленном рисунке 2 видно, что клапан новый (либо восстановленный). Рабочая фаска шлифована (для новых клапанов) либо притерта (для восстановленных). На поверхности рабочей фаски не наблюдаются сколы, трещины и нежелательные отложения.

А на рисунке 3 изображен клапан, подвергшийся прогару под воздействием высокотемпературных высокоскоростных продуктов сгорания топлива.



Рисунок 3 – Прогоревший клапан

На рисунке 3 видно, что под воздействием скоростного потока высокотемпературных газов поверхность рабочей фаски и тело головки клапана подверглось термическому окислению и интенсивно-

му изнашиванию. Данная ситуация происходит в случае отсутствия зазора между коромыслом и торцом стержня, попадания загрязняющих частиц в зону контакта «клапан-седло», повышенной температуры продуктов сгорания при чрезмерно богатой смеси [13, с. 234].

Существуют случаи образования трещин на головке клапана (рис. 4) в результате воздействия высоких температур, возникающих из-за неправильной смеси топлива (например, вследствие неисправного распылителя форсунки дизеля), перехода на газомоторное топливо и т. д. [8].



Рисунок 4 – Трещины на головке клапана

Также встречаются случаи износа, выработки рабочей фаски клапана. В этом случае наблюдается отклонение образующей фаски от прямой линии, образуется вогнутость. Они могут быть вызваны нарушениями в работе привода клапанов, неправильными фазами газораспределения, перегревом двигателя. Данный дефект представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Изношенная рабочая фаска клапана

Все перечисленные дефекты связаны с отклонением формы, размеров рабочей фаски клапанов от номинальных значений сверхдопустимых пределов. Как в странах СНГ, так и в западных странах, в некоторых случаях прибегают к восстановлению клапана.

В отечественной практике производят притирку клапана к седлу при помощи притирочных паст. На западе же используют шлифовальные станки, на которые устанавливаются клапаны под углом 45° либо 35° (в зависимости от угла рабочей фаски) и шлифуются алмазным кругом [12, с. 33], [13, с. 245].

Восстановление, в случае высокой стоимости нового клапана или отсутствия его в продаже, будет единственным вариантом обеспечения работоспособности двигателя. Особое внимание уделим случаям прогара клапанов, которые встречаются довольно часто.

Учитывая вышесказанное, основной целью данной работы является обоснование наиболее оптимального способа нанесения восстановительного покрытия на поверхности тарелки клапана.

Способы нанесения покрытий.

Одним из способов восстановления рабочей фаски клапана может быть нанесение на ее поверхность керамического покрытия, металла, стеллита и т.д. Рассмотрим различные методы нанесения покрытий на подготовленную поверхность изделия [11, с. 3].

Газопламенное напыление проволоки или стержня.

Схема установки газопламенного напыления проволоки или стержня представлена на рисунке 6.

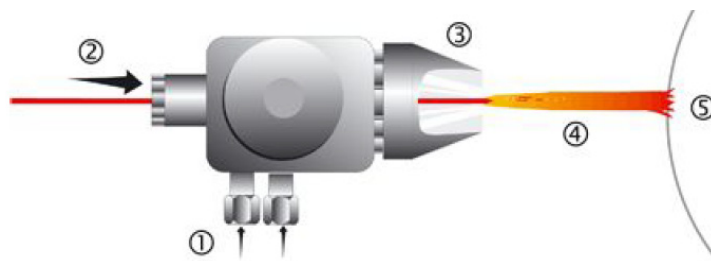


Рисунок 6 – Схема установки газопламенного напыления проволоки или стержня

1 – подвод ацетилена, кислорода; 2 – подача проволоки (стержня); 3 – сопло;
4 – пламя с напыляемым материалом; 5 – деталь

Здесь в камеру сгорания подается ацетилен и кислород для поддержания постоянного пламени, куда непрерывно подается проволока (стержень), где оплавляется и уносится ацетиленкислородным пламенем через сопло на обрабатываемую поверхность.

Достоинства метода: тепловая энергия до 3160°C ; скорость истечения до 200 м/с; производительность до 8 кг/ч.

Недостатки метода: толщина покрытия от 50 мкм, покрытие требует механической обработки, высокая стоимость технологической подготовки, невозможность обработки мелких деталей.

Сверхзвуковое газопламенное напыление.

Данный способ основан на горении газа в паре с кислородом в камере сгорания (КС) под большим давлением, что способствует получению высоких скоростей истечения (до 9М) через профилированное сопло. В КС подается порошкообразный материал, который оплавляется и подается струей газа на поверхность детали.

Схема установки для данного метода изображена на рисунке 7.

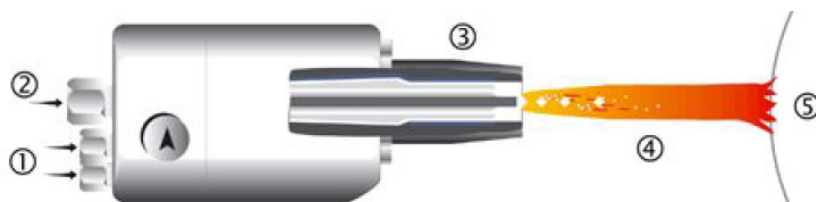


Рисунок 7 – **Схема сверхзвукового газопламенного напыления**
1 – горючий газ, кислород; 2 – порошок; 3 – профилированное сопло;
4 – пламя с напыляемыми частицами; 5 – деталь

Достоинства метода: тепловая энергия до 3160 °С; скорость истечения до 550 м/с; производительность до 8 кг/ч.

Недостатки метода аналогичны предыдущему способу.

Детонационное напыление.

Данный способ напыления носит прерывистый периодический характер. Схема установки представлена на рисунке 8.

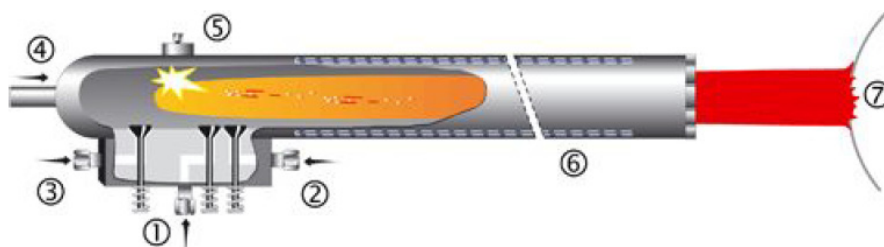


Рисунок 8 – **Схема устройства детонационного напыления**
1 – ацетилен; 2 – кислород; 3 – азот; 4 – напыляемый порошок;
5 – воспламенительное устройство; 6 – охлаждаемая выходная труба; 7 – деталь

В камеру сгорания детонационной пушки подается газовая смесь и порошок. Устройство воспламенения поджигает горючую смесь, что приводит к образованию ударной волны, которая разгоняет частицы покрытия по трубе в направлении детали. После каждого импульса устройство продувается азотом. При данном способе покрытия отличаются высоким качеством нанесения.

Достоинства метода: тепловая энергия до 3160 °С; скорость истечения до 600 м/с; производительность до 6 кг/ч.

Недостатки метода: толщина покрытия от 10 мкм, высокая стоимость.

Плазменное напыление. В данной схеме (рис. 9) порошок плавится плазменной струей, которой переносится на поверхность детали. Плазма генерируется электрической дугой в среде аргона, гелия, азота, водорода или их смеси. Использование профилированного сопла позволяет достигать сверхзвуковых скоростей истечения плазменной струи с частицами покрытия.

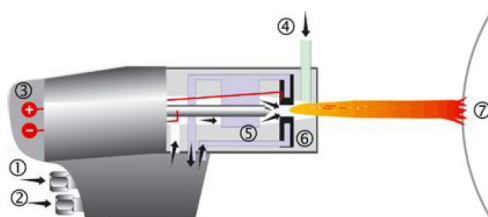


Рисунок 9 – Схема плазменного напыления

1 – инертный газ; 2 – вода для охлаждения; 3 – источник постоянного тока;
4 – порошок; 5 – катод; 6 – водоохлаждаемый анод; 7 – деталь

Достоинства метода: тепловая энергия до 6000 °С; производительность до 8 кг/ч; скорость потока до 1800 м/с.

Недостатки: минимальная толщина покрытия более 50 мкм, высокая стоимость, необходима последующая механическая обработка покрытия.

Лазерное напыление. В этой схеме (рис. 10) лазерным лучом порошкообразный материал покрытия переносится на поверхность детали. Подача порошка производится через специальное сопло. При воздействии луча порошок и часть подложки (несколько мкм) плавятся и металлургически соединяются. Сварочная ванна защищена инертным газом.

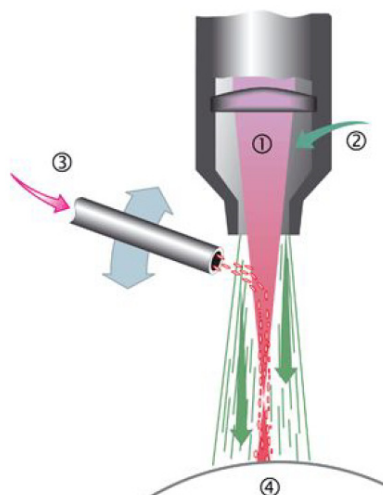


Рисунок 10 – Схема лазерного напыления

1 – лазерный луч; 2 – защитный газ; 3 – порошок; 4 – деталь

Толщина покрытий достигает 10 мкм. Тепловая энергия до 10 000 °С; скорость истечения до 1 м/с; производительность 1–2 кг/ч.

Достоинства метода: минимальная толщина покрытий начинается от нескольких микрометров и достигает 10 мкм; тепловая энергия до 10 000 °С; высокое качество покрытия; невысокая стоимость.

Недостатки метода: низкая производительность до 2 кг/ч; низкая скорость истечения до 1 м/с.

Электродуговая металлизация.

Данная схема (рис. 11) основана на плавлении двух проволок, одинаковых или разных по составу электрической дугой между ними. Полученный расплав уносится подаваемым в зону плавления газом через сопло на деталь. Возможно применение лишь электропроводящих материалов. В среде азота или аргона окисление материалов не происходит.

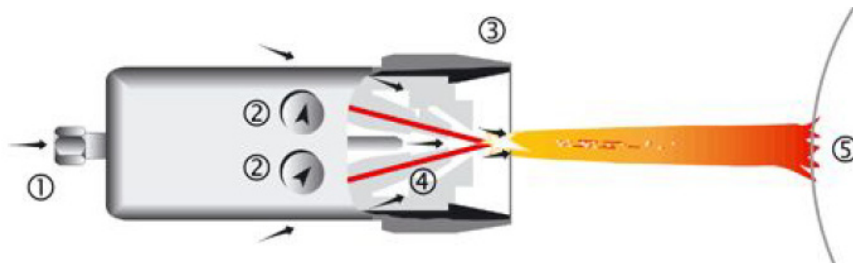


Рисунок 11 – Схема электродуговой металлизации

1 – распыляющий газ; 2 – регулируемая подача проволок; 3 – сопло;
4 – электропроводящая проволока; 5 – деталь

Достоинства метода: толщина покрытия от 10 мкм; скорость истечения до 300 м/с; производительность до 30 кг/ч.

Недостатки: необходимость использования токопроводящих материалов; невозможность использования порошковых составов; высокие требования к поверхности проволоки.

Материалы восстановительных покрытий.

Материалы покрытий должны иметь стойкость к разрушению, коррозии, эрозии, износу, температурному воздействию, а также не должны вызывать выработку поверхности седла. Материалом седла является серый чугун -марок СЧ 24-48, СЧ 15-32, СЧ 28-48, СЧ 21-40 [10]. Материалами покрытий в этом случае могут выступать следующие составы:

– 15Е Хромоникелевый сплав. В его состав входит Ni=70,5 %; Cr=17,0 %; V=3,5 %; Si=4,0 %; Fe=4,0 %; C=1,0 %. Покрытия на основе данного сплава имеют хорошую стойкость к износу, коррозии, хорошо воспринимают ударные нагрузки и температурное воздействие.

Низкий коэффициент трения. Никель способствует повышенной температурной стойкости, а также лучшему восприятию ударных нагрузок вследствие высокой пластичности и вязкости. Хром в этом составе необходим для стойкости материала коррозии, а также получения высоких значений твердости. Малое содержание железа позволяет избежать сильных изменений механических свойств покрытия при работе в зоне высоких температур. После нанесения необходима притирка клапана к седлу. Твердость покрытия достигает 60 HRC.

– 18С Сплав кобальт-никель-хром. Состав: Ni = 26,8 %; Cr = 18,0 %; В = 3,0 %; Si = 3,5 %; Fe = 2,5 %; C = 0,2 %; Co = 40,0 %; Mo = 6,0 %. Достоинства данного материала схожи с предыдущим: хорошая коррозионная стойкость, износостойкость при высоких температурах, воспринимаемость ударных нагрузок. Твердость достигает 50HRC. Значительное содержание кобальта увеличивает вязкость сплава, делает его более восприимчивым к ударным воздействиям [11, с. 13], [5, с. 129].

Обоснование способа нанесения покрытия.

Среди перечисленных ранее способов отдельно выделим лазерное напыление. С помощью данного метода возможно получать различные толщины покрытий от сотых долей миллиметра до 10, что позволяет производить как восстановление дефектных поверхностей клапана, так и наносить тонкие защитные покрытия. Также для данного метода характерна хорошая адгезия напыляемого материала с подложкой детали.

Для окончательного выбора метода напыления произведем сравнение рассмотренных способов по коэффициенту долговечности:

$$K_d = f(K_u K_v K_{cu}), \quad (1)$$

где K_u – коэффициент износостойкости;

K_v – коэффициент выносливости;

K_{cu} – коэффициент сцепляемости.

Расчеты проведены в среде Excel. Результаты и исходные данные внесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Исходные данные и результаты расчетов

Методы	K_u	K_v	K_{cu}	K_d
Газопламенное напыление	1,30	1,0	0,25	0,33
Плазменное напыление	1,50	1,3	0,45	0,88
Лазерное напыление	0,85	0,95	1	0,81
Электродуговая металлизация	1,30	1,0	0,25	0,33

Проходным значением коэффициента долговечности для дальнейших расчетов является значение, равное 0,8 или более, поэтому далее произведем технико-экономический анализ плазменного и лазерного способов напыления [9, с. 119] на основе критерия экономического эффекта:

$$\frac{C_B}{K_D} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где C_B – себестоимость восстановления поверхности руб.:

$$C_B = C_y \times S, \quad (3)$$

где C_y – удельная себестоимость восстановления, руб./дм²;
 S – площадь восстанавливаемой поверхности, дм².

Расчетное значение площади примем равное площади пояска рабочей фаски выпускного клапана двигателя Д-243. Данные для расчета использованы из [2], где представлен чертеж (фрагмент изображен на рисунке 12). Искомое значение определим по формуле:

$$S = \pi \times L(R + r), \quad (4)$$

где L – длина образующей фаски, дм;

R – больший радиус фаски, дм;

r – малый радиус фаски, дм.

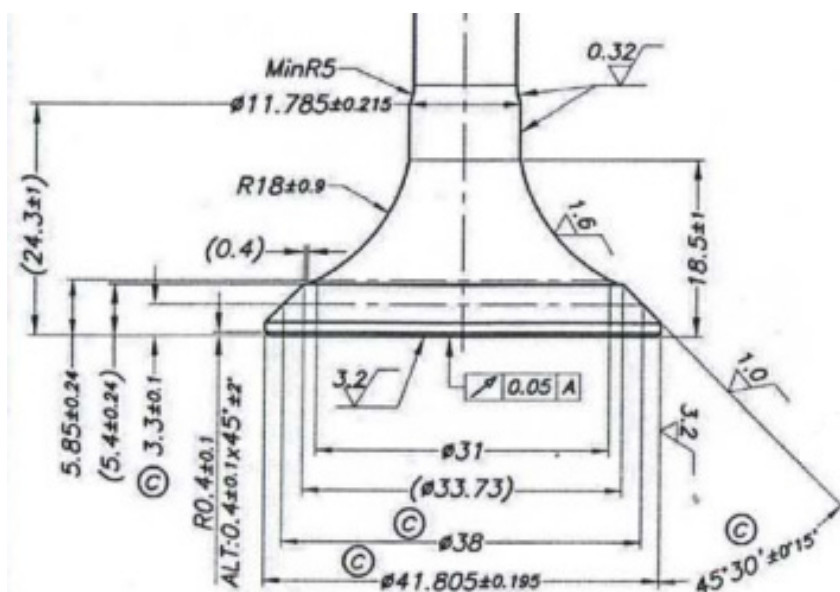


Рисунок 12 – Фрагмент чертежа выпускного клапана Д-243:

ϕ – угол рабочей фаски, град.

$$S = 3,14 \times 0,057(0,205 + 0,165) = 0,66 \text{ дм}^2.$$

Исходные данные и результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные и результаты технико-экономического расчета

Методы	C_y , руб./дм ²	K_d	C_v , руб.	C_v/K_d
Плазменное напыление	20	0,88	13,2	41,90
Лазерное напыление	12	0,81	7,92	9,80

Из таблицы 2 видим, что отношение стоимости нанесения покрытия к коэффициенту долговечности минимально для лазерного способа напыления, что делает его использование обоснованным для данного случая.

Лазерная наплавка, как способ получения тонких восстановительных и функциональных покрытий, находит широкое применение в условиях машиностроения и ремонтного производства [3, 4]. Отличительной особенностью лазерной наплавки является возможность контролирования процесса синтеза покрытия за счет дозирования подаваемой энергии, что обеспечивает минимальные термические воздействия на поверхность восстанавливаемого изделия, отсутствие выгорания легирующих элементов и контролируемый процесс структурообразования.

Выводы. В данной работе было произведено обоснование способа нанесения покрытия из сплавов 15Е Хромоникелевый сплав и 18С Сплав кобальт-никель-хром. В результате был выбран лазерный метод напыления, так как он обладает наилучшим технико-экономическим показателем $C_v/K_d = 9,80$. Помимо этого лазерное напыление имеет ряд качественных преимуществ перед остальными рассмотренными методами в данной работе.

Список литературы

1. Автомобильный двигатель ЗИЛ 130 / под ред. А. М. Кригера. – М.: Машиностроение, 1973. – 264 с.
2. Андрей, Предко. Официальное письмо ОАО «Минский моторный завод». – Минск: ОАО «ММЗ», 2020.
3. Ипатов, А. Г. Некоторые проблемы восстановления подшипниковых сопряжений турбокомпрессоров / А. Г. Ипатов, С. М. Стрелков, А. Н. Давыдов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1. – С. 32–34.

4. Ипатов, А. Г. Формирование тонких пористых покрытий лазерной обработкой ультрадисперсных порошковых материалов / А. Г. Ипатов, С. М. Стрелков, В. Ю. Кузнецов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2012. – № 1. – С. 41–43.
5. Меськин, В. С. Основы легирования стали. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1959. – 690 с.
6. Морозов, А. В. Анализ причин и характера износа отверстия коромысла клапана ГРМ двигателя КАМАЗ 740.11-240 / А. В. Морозов, В. А. Фрилинг, В. Б. Салов // Техника и технологии: пути инновационного развития. – 2011. – С. 93–96.
7. Пашков, П. В. Ремонт деталей газораспределительного механизма двигателя КАМАЗ-740 / П. В. Пашков, А. С. Германович, А. Е. Ломовских // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 229.
8. Русинов, П. Официальное письмо представительства CUMMINS Inc в России. – Набережные Челны: ЗАО «КАМИНЗ-КАМА», 2020.
9. Повышение износостойкости и восстановление деталей машин и аппаратов / С. И. Богодухов. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 298 с.
10. Попов, Д. А. О целесообразности применения аустенитного марганцовистого чугуна для седел клапанов ДВС, работающих на газомоторном топливе / Д. А. Попов, И. Е. Поляков, А. И. Третьяков // Современные проблемы науки и образования. – Пенза: Академия Естествознания, 2014.
11. Практическое применение газотермических технологий нанесения защитных покрытий. Руководство для инженеров. М.: ООО «Термал-Спрей-Тек», 2009. – 72 с.
12. Engine Troubleshooting and Overhaul. Chapter 4. Port Hueneme: CSFE NRTC, 2011. – 72 p.
13. Tim Gilles. Automotive Engines: Diagnosis, Repair and Rebuilding. Santa Barbara: Delmar, 2011. – 753 p.

Н. В. Ворончихин, А. Н. Никоноров

*Военная академия материально-технического обеспечения,
г. Санкт-Петербург*

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ СООТНОШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРОДУКТОВ ИЗНАШИВАНИЯ В РАБОТАВШЕМ МАСЛЕ

Приведена методика, позволяющая производить диагностирование дизеля с использованием эмиссионного спектрального анализа масла (ЭСАМ) с использованием системного подхода, основой которого является комплексное рассмотрение свойств и состояний системы.

Сложность физических и химических процессов, происходящих в дизеле и моторном масле, их тесная взаимосвязь и взаимное влияние друг на друга, определяют необходимость использования специфичной системы, которая позволила бы объединить эти процессы в единый комплекс. Наиболее полное представление о взаимосвязях между этими процессами с учетом трения, смазки, изнашивания, физико-химических превращений в работающем масле можно получить при изучении системы «дизель – моторное масло». В этой системе масло выступает как самостоятельный, неотъемлемый и конструктивный элемент двигателя, призванный обеспечивать в процессе эксплуатации заданные показатели его надежности. При диагностировании дизеля работавшее масло служит источником диагностической информации.

При разработке методики диагностирования дизеля с использованием эмиссионного спектрального анализа масла (ЭСАМ) целесообразно использование системного подхода, основой которого является комплексное рассмотрение свойств и состояний системы.

Система «дизель – моторное масло» может быть отнесена к сложным техническим системам, которые имеют следующие признаки:

- наличие большого числа составных частей, образующих единое целое конструктивно или в процессе функционирования;
- разветвленный характер связей между этими частицами;
- проявление свойств, при взаимодействии с внешней средой, которая оказывает влияние на их формирование;

- наличие элементов случайности в реакции системы на внешние воздействия;

- изменчивость, тенденция к ухудшению характеристик.

Все этих признаки в полной мере соответствуют системе «дизель – моторное масло»:

- система имеет большое количество составных частей – узлов, систем и механизмов дизеля, куда входит и само моторное масло;

- связи, возникающие между деталями дизеля и работающим маслом, в процессе работы;

- реагирование физических и химических процессов в масле и дизеле на изменение внешних условий;

- случайный (вероятностный) характер изменения свойств работающего масла в зависимости от технического состояния дизеля;

- ухудшение характеристик системы в результате изнашивания деталей, ухудшение физико-химических свойств работающего масла, а также при взаимодействии с окружающей средой.

При определении структуры системы «дизель – моторное масло» целесообразно применение функционального описания дизеля на уровне самостоятельных конструктивных подсистем. В структуру системы включены подсистемы, обеспечивающие функционирование дизеля, находящиеся во взаимодействии с моторным маслом и оказывающие влияние на процессы изменения его свойств:

- кривошипно-шатунный механизм (КШМ);

- цилиндропоршневая группа (ЦПГ);

- газораспределительный механизм (ГРМ);

- система питания топливом (СПТ);

- система питания воздухом (СФВ);

- система фильтрации масла (СФМ);

- система охлаждения (СО);

- моторное масло (ММ).

Анализируя основные функции моторного масла, возможно установить прямые и обратные связи между маслом и другими элементами системы. Прямые связи возникают между маслом и соответствующей подсистемой дизеля и обеспечивают её функционирование благодаря комплексу свойств, заложенных в масле. Прямые связи претерпевают изменения и оказывают влияние на работоспособность систем, механизмов и узлов двигателя. Обратные связи – это связи, вызывающие изменения в работавшем масле, об-

условленные работой подсистемы. Они характеризуются параметрами работы системы, её техническим состоянием и вносят в масло информацию о техническом состоянии соответствующих подсистем дизеля.

Процессы изменения показателей свойств масла и их взаимосвязь с техническим состоянием дизеля в реальных условиях эксплуатации могут быть описаны посредством вероятностной модели.

В вероятной модели процессы изменения свойств системы «дизель – моторное масло» зависят от наличия случайных факторов и характеризуются статистическими характеристиками.

Изменение технического состояния дизеля (рис. 1) от воздействия эксплуатационных факторов представлено в виде входных сигналов – случайных функций времени $X_i(t)$:

- $X_1(t)$ – изнашивание деталей КШМ, ЦПГ, ГРМ дизеля;
 - $X_2(t)$ – техническое состояние СПТ;
 - $X_3(t)$ – техническое состояние СФВ и СФМ;
 - $X_4(t)$ – техническое состояние СО;
 - $X_5(t)$ – качество ММ;
 - $X_6(t)$ – качество топлива;
 - $X_7(t)$ – эксплуатационные режимы.
- Выходные сигналы $Y_i(t)$ – изменение показателей физико-химических свойств масла:
- $Y_1(t)$ – соотношение концентраций продуктов изнашивания (ПИ);
 - $Y_2(t)$ – содержание топлива;
 - $Y_3(t)$ – содержание ОЖ.

Входные сигналы E_i – являются неуправляемыми (природно-климатические условия, конструктивные параметры, качество технических воздействий при ТО и ремонте и т.п.).

Разделение состояния системы «дизель – моторное масло» на два состояния: исправное и неисправное, дает возможность определить законы распределения входных и выходных сигналов и их численные характеристики, выявить взаимосвязь между ними и определить номинальные и предельные значения диагностических сигналов – показателей свойств работающего масла и содержание в нём соотношений концентраций ПИ деталей дизеля.

Интенсивность изнашивания деталей, лимитирующих моторесурс двигателей, изменяется в процессе эксплуатации в сторону резкого увеличения, как правило, из-за возникновения неисправ-

ностей в системах и механизмах дизеля, а также вследствие изменения условий и нарушения правил эксплуатации военной автомобильной техники (ВАТ).



Рисунок 1 – Схема воздействия эксплуатационных факторов на изменение показателей физико-химических свойств масла

Для формирования диагностической модели технического состояния деталей, лимитирующих моторесурс дизеля, определены диагностические параметры на основе соотношений концентраций ПИ в работающем масле:

- k_1 – коэффициент соотношения концентраций свинца к меди как диагностический параметр, определяющий техническое состояние вкладышей подшипников КШМ;
- k_2 – коэффициент соотношения концентраций кремния к алюминию как диагностический параметр, определяющий техническое состояние поршней ЦПГ.

Значения коэффициентов соотношений концентраций ПИ в работающем масле изменяются в зависимости от эксплуатационных факторов.

Основу методики составляет экспериментально-статистическое моделирование основных эксплуатационных факторов, оказывающих влияние на изменение диагностических параметров при эксплуатации дизеля.

В качестве факторов рассматриваются:

- снижение давления начала подъёма иглы форсунки и изменение угла опережения впрыскивания топлива как характерные неисправности СПТ;
- увеличение тепловых зазоров как характерная неисправность ГРМ;
- нарушение герметичности впускного тракта как характерная неисправность СПВ.

Для представления диагностической модели используются математические модели состояния вкладышей подшипников КШМ и поршней ЦПГ дизеля в виде системы уравнений диагностических параметров от параметров технического состояния основных систем и механизмов дизеля:

$$\begin{cases} k_1 = f(\Delta P_{\phi_0}; \Delta\theta; \Delta\delta_3; A), \\ k_2 = f(\Delta P_{\phi_0}; \Delta\theta; \Delta\delta_3; A), \end{cases} \quad (1)$$

где ΔP_{ϕ_0} – снижение давления начала подъёма иглы форсунки;
 $\Delta\theta$ – изменение угла опережения впрыскивания топлива;
 $\Delta\delta_3$ – увеличение тепловых зазоров;
 A – нарушение герметичности впускного тракта.

Полученная диагностическая модель позволяет представить неисправности систем и механизмов дизеля в виде совокупностей неравенств диагностических параметров:

$$\begin{cases} k_1 \leq 1 \\ k_2 \leq 1. \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, выражение (2) представляет собой диагностическую модель дизеля (рис. 2), реализуемую при найденных зависимостях для определения технического состояния дизеля на основе ЭСАМ, по соотношению концентраций ПИ, их предельным концентрациям, а также по результатам физико-химического анализа работавшего масла.

Определение технического состояния дизеля производится путём сравнения полученных значений соотношений концентраций ПИ с их допустимыми значениями.

На основании полученных данных составляется диагностическая карта на каждый дизель, в соответствии с которой опреде-

ляется программа технических воздействий при техническом обслуживании автомобиля.

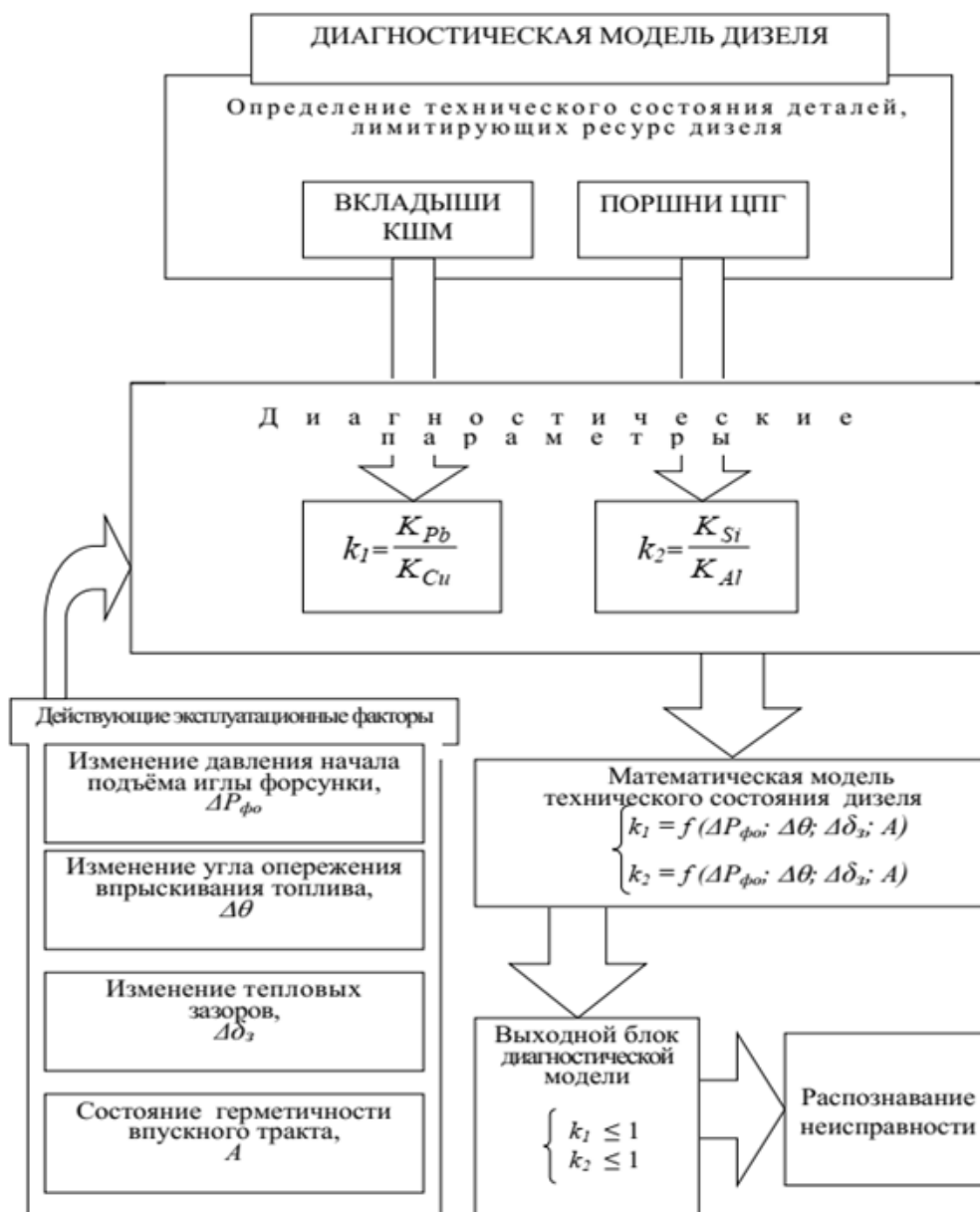


Рисунок 2 – Схема диагностической модели дизеля

Таким образом, предлагаемая методика позволяет определить техническое состояние дизеля путём сравнения полученных значений соотношений концентраций ПИ с их допустимыми значениями.

Список литературы

1. Афанасьев, А. С. Диагностирование военной автомобильной техники / А. С. Афанасьев, Ю. В. Михалев. – СПб.: ВА МТО, 2013.
2. Гриб, В. В. Диагностические модели изменения технического состояния механических систем / В. В. Гриб, Р. В. Жуков. – М.: МАДИ, 2007.

В. А. Кириченко, С. В. Громов

*ГО ВПО «Донецкий национальный университет
экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»*

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА ПОДДЕРЖКИ ХОЛОСТОЙ ВЕТВИ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА

Представлены результаты модернизации механизма поддержки холостой ветви ленты конвейера с целью повышения его производительности.

Актуальность. Крутонаклонные конвейеры с перегородками на ленте по сравнению с наклонными ленточными конвейерами позволяют значительно сократить длину транспортирования различных грузов при одинаковой высоте подъёма. Известны конструкции конвейеров с закреплёнными на ленте подпорными элементами: фасонными перегородками, поперечными перегородками и гофрированными бортами. Последние обеспечивают транспортирование грузов при углах наклона до $45...50^\circ$. Благодаря волнистой форме бортов ленты обеспечивается возможность ее деформации при огибании концевых барабанов. Зачастую холостая ветвь ленты опирается своими краями на дисковые ролики или поддерживается неприводным контуром дополнительной ленты. Недостатками конвейеров для больших углов наклона с высокими перегородками на ленте, способных перемещать грузы под углом наклона до 60° , является усложнение конструкции и возможность просыпания частиц груза. Но самый главный недостаток таких конвейеров – ненадежная поддержка холостой части ленты [1].

Постоянно ведутся работы по совершенствованию и созданию новых конструкций ленточных крутонаклонных конвейеров, обеспечивающих транспортирование грузов под большими углами наклона. Количество предложенных типов крутонаклонных конвейеров довольно значительное, однако нельзя считать, что уже созданы достаточно проверенные и несложные конструкции, которые отвечают соответствующим требованиям.

Цель работы. Цель этой работы – создание надежного в работе ленточного крутонаклонного конвейера с высокими перегородками для перемещения сыпучих грузов под большими углами

(до 60°) наклона, что даст возможность увеличить производительность конвейера.

Результаты. Поставленная цель достигается тем, что крутонаклонный ленточный конвейер (рис. 1) предлагается изготавливать с установленными на опорной раме нижними поддерживающими ленту блоками в виде набора отдельных быстросъемных опорных роликов, расположенных с определенным шагом и закрепленных пружинными скобами на боковых дисках, которые оборачиваются как на своих осях, так и на общей оси блока [2].

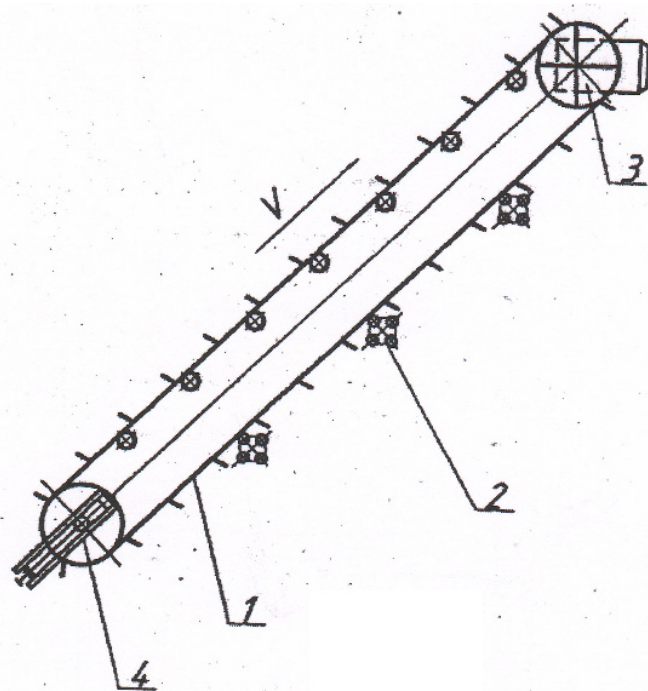


Рисунок 1 – Ленточный конвейер для больших углов наклона:
1 – лента, 2 – поддерживающие блоки, 3 – барабан приводной,
4 – барабан натяжной

На ленте имеются перегородки 7 (рис 2), удерживающие подвижный груз от сползания при увеличении угла наклона конвейера больше критической величины транспортируемого груза на ленте.

Высота перегородок на ленте зависит от необходимой производительности конвейера. Форма перегородок зависит от формы поперечного сечения желоба ленты верхней грузовой ветви конвейера. Рабочая ветвь ленты конвейера опирается на трехроликовую опору 6. Также опоры могут быть 2-х или 5-роликовыми. Эти роликоопоры закрепляются на раме. Холостая ветвь ленты опирается на специальные поддерживающие блоки, установленные на раме конвейера.

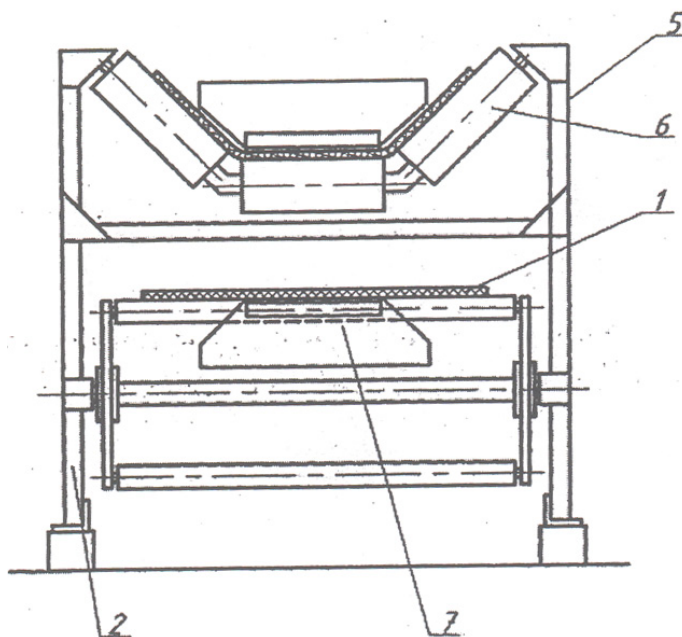


Рисунок 2 – Поперечное сечение ленточного конвейера для больших углов наклона

1 – лента, 2 – левая стойка, 5 – правая стойка,
6 – трехроlikовая опора, 7 – перегородка

Нижние поддерживающие блоки (рис. 3 и 4) выполняются из двух боковых дисков 8, имеющих ось 9 и подшипниковые узлы 10. На боковых дисках 8 с помощью пружинных скоб (или других крепежных деталей) закреплены четыре опорных ролика 11, которые могут оборачиваться вокруг своей оси. Шаг перегородок 7, их высота и другие размеры регламентируются углом наклона конвейера и его производительностью.

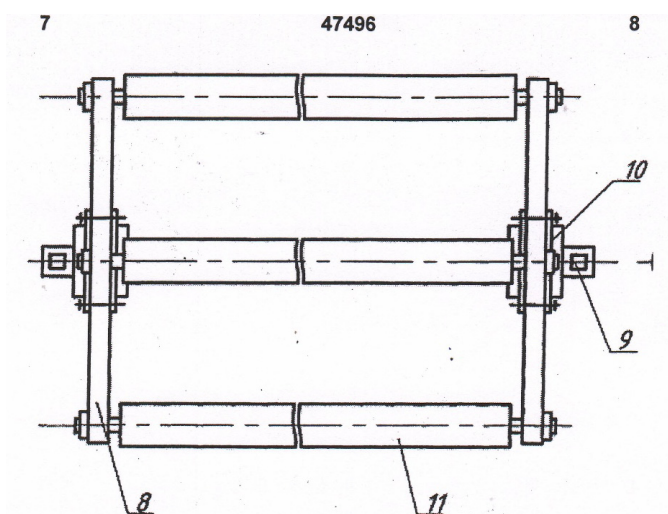


Рисунок 3 – Поддерживающий блок холостой ветви ленты конвейера для больших углов наклона

8 – диск, 9 – ось, 10 – узлы подшипников, 11 – ролик

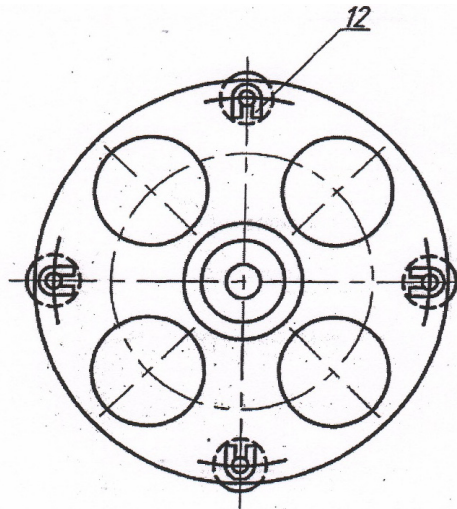


Рисунок 4 – Ролик

Крутонаклонный ленточный конвейер в модернизированном варианте работает следующим образом.

Холостая ветвь ленты 1 (рис. 2) конвейера надвигается на нижние поддерживающие блоки 2, при этом высокие перегородки ленты входят в свободное пространство, образованное расположенными на внешних дисках четырьмя опорными роликами, захватывают эти ролики и вращают поддерживающий блок.

Лента 1 опирается на ролики 11 (рис. 3), которые оборачиваются при движении ленты. В это время поддерживающий блок может стоять без вращения и только при подходе следующей перегородки он поворачивается.

Возникающие во время работы конвейера вертикальные колебания ленты, величина которых зависит от диаметра роликов 11 и их количества, дополнительно приводит к улучшению очищения ленты от налипшего груза. Диаметр расположенных поддерживающих роликов 11 по периметру боковых дисков блока зависит от высоты перегородок на ленте.

Выводы и рекомендации. Модернизация механизма поддержки холостой ветви ленты конвейера упрощает поддержку движущейся нижней ветви ленты конвейера и исключает возможность аварийных ситуаций. Кроме того, предложенная конструкция нижних поддерживающих блоков позволяет увеличивать высоту перегородок на ленте, что, в свою очередь, позволяет увеличить угол наклона конвейера и тем самым снизить его длину и капитальные затраты, или увеличить производительность крутонаклонного конвейера. При этом ширина ленты и скорость его движения остаются неизменными.

Список литературы

1. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий: учебное пособие для студентов вузов / В. И. Галкин, В. Г. Дмитриев, В. П. Дьяченко [и др.] . – 2-е изд. – М.: Горная книга, 2011. – 544 с.
2. Патент. на пол. модель Украины № 47496, МПК В65G 15/00 (2009). Ленточный конвейер для больших углов наклона / Барышев А. И., Громов С. В., Панченко И. С.; заявитель и патентообладатель: Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского – и 200907755; заявл. 23.07.2009; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 3–4 с. ил.

УДК 621.81

Н. В. Гусева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В СТУПЕНЧАТЫХ ДЕТАЛЯХ С ПОДНУТРЕНИЕМ УГЛОВ

Определен эмпирический коэффициент концентрации напряжений в угловых зонах ступенчатой детали с поднутрением, который составил 1,51. В сравнении с закругленными углами, их поднутрение привело к снижению концентрации напряжений на 12 %. Результаты исследования могут быть использованы при расчетах напряженного состояния конструктивных элементов сельхозмашин.

Актуальность. Концентрацией напряжений называется увеличение напряжений в малых областях, примыкающих к местам с резким изменением формы поверхности тела, размеров его сечения, в зоне контакта твердых тел, с локализованной неоднородностью материала внутри тела [1–3]. Реальные конструкции всегда имеют зоны, в которых проявляется локальная концентрация напряжений. Конструкционные особенности деталей, вызывающие концентрацию напряжений, принято называть концентраторами напряжений. В современных сельскохозяйственных машинах широко применяются рабочие органы и детали, ослабленные различными внутренними и внешними концентраторами напряжений. Теоретическое решение задач по определению напряжений возле концентраторов напряжений связано со значительными математическими трудностями, кроме того, сами контактные напряжения являются граничными условиями для расчета напря-

женного состояния внутри деталей, которые должны быть некоторым образом заданы [6–12]. Так, контактные напряжения можно определить экспериментально на оптически прозрачных моделях деталей при помощи лазерного полярископа. Данный метод основан на том, что большинство прозрачных изотропных материалов под действием напряжений (деформаций) могут приобретать способность к двойному лучепреломлению (оптической анизотропии). Величина двойного лучепреломления, связанная с возникающими напряжениями, может быть измерена оптическим методом при просвечивании модели поляризованным светом лазера [4, 5].

Обозначим через g_τ функцию распределения максимальных касательных напряжений

$$g_\tau = 2 \tau_{max} / \sigma_n,$$

где σ_n – номинальное напряжение в детали без концентратора напряжений, найденное по примерным формулам науки о сопротивлении материалов.

Коэффициент концентрации напряжений

$$\alpha_\tau = |g_\tau|_{max}.$$

Целью работы является экспериментальное исследование напряжений на лазерном полярископе.

Методика эксперимента. Для исследования полей максимальных касательных напряжений используется лабораторный лазерный полярископ ЛП-1 (рис. 1).

Величина максимальных касательных напряжений τ_{max} в исследуемой точке модели детали определяются по следующей зависимости [4, 6, 7]:

$$\tau_{max} = \tau_0 \left(\arcsin \sqrt{\frac{A}{A_{max}}} - \theta \right),$$

где A – величина тока на фотоприемнике;

A_{max} – максимальное значение тока, задаваемое при тарировке прибора;

τ_0, θ – тарировочные постоянные.

Здесь $\tau_0 = 2,3$ МПа, $A_{max} = 38$ мкА, $\theta = 0,274$.

Результаты исследований. На рисунке 2 представлена расчетная схема модели ступенчатой детали с поднутрением углов переходной поверхности при $r/t = 0,07$.

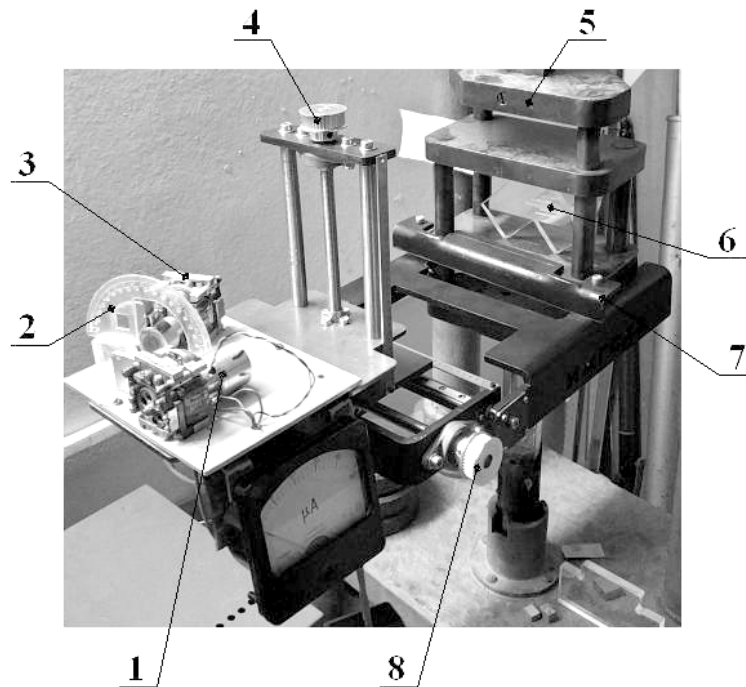


Рисунок 1 – Исследование напряженного состояния на лазерном полярикопе ЛП-1:

- 1 – лазерный модуль; 2 – шкала отсчета угла наклона плоскости поляризации;
- 3 – модуль фотоприемника; 4 – регулятор вертикального перемещения луча лазера;
- 5 – нагрузочное устройство установки; 6 – модель детали из плексигласа;
- 7 – крепление ЛП-1 к нижней неподвижной плите нагрузочного устройства;
- 8 – регулятор горизонтального перемещения луча лазера

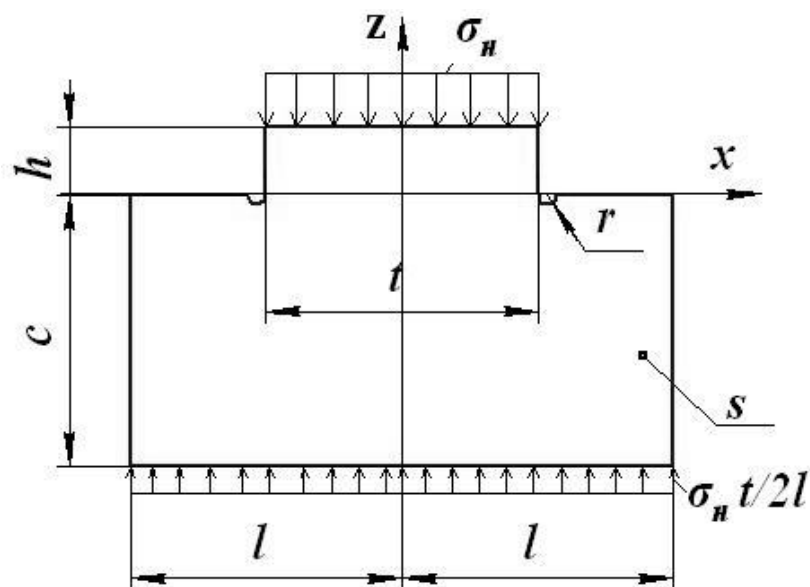


Рисунок 2 – Расчетная схема плоской модели элемента ступенчатой детали с поднутрением углов:

$t = 27$ мм; $s = 7,17$ мм; $r/t = 0,07$; $c/t = 1,2$; $h/t = 0,7$; $l/t = 2,2$; $\sigma_H = 7,5$ МПа

Результаты экспериментальных исследований и их анализ приведены в таблице 1 и на рисунках 3, 4.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований напряжений в плоской модели ступенчатой детали с поднутрением углов при $r/t = 0,07$, $\sigma_H = 7,5$ МПа, $t = 27$ мм, $x \geq 0$

Координаты точек модели		Функция распределения напряжений
$2x/t$	$2z/t$	g_r
0	0,074074	0,565145
0,148148	0,074074	0,616553
0,296296	0,074074	0,649209
0,444444	0,074074	0,741488
0,592593	0,074074	0,910531
0,740741	0,074074	1,164749
0,888889	0,074074	0,81375
0	0	0,582645
0,148148	0	0,59977
0,296296	0	0,616553
0,444444	0	0,741488
0,592593	0	0,827837
0,740741	0	1,164749
0,814815	0	1,50618
0	-0,07407	0,54723
0,148148	-0,07407	0,54723
0,296296	-0,07407	0,565145
0,444444	-0,07407	0,59977
0,592593	-0,07407	0,680815
0,740741	-0,07407	0,896929
0,814815	-0,07407	1,40801
1,185185	-0,07407	0
0	-0,22222	0,509969
0,296296	-0,22222	0,490509
0,592593	-0,22222	0,490509
0,888889	-0,22222	1,164749
1,185185	-0,22222	0,381325
1,481481	-0,22222	0,188693

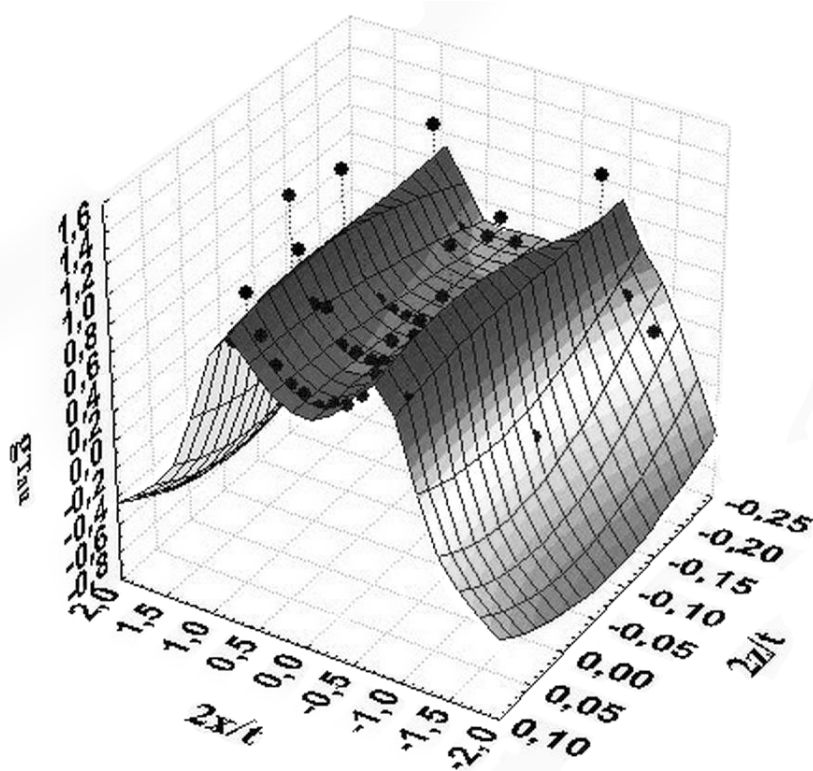


Рисунок 3 – Эпюра функции g_τ при $r/t = 0,07$, $\sigma_{н} = 7,5$ МПа, $t = 27$ мм

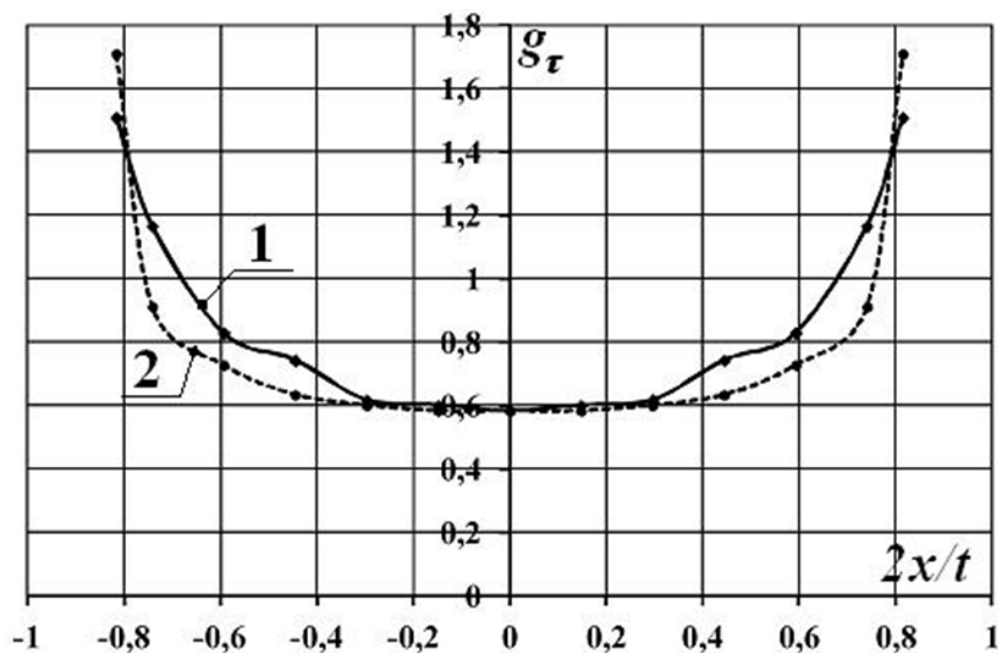


Рисунок 4 – Эпюра функции g_τ при $r/t = 0,07$, $\sigma_{н} = 7,5$ МПа, $t = 27$ мм, $z = 0$:
1 – поднутрение углов; 2 – закругление углов

Вывод. Эмпирический коэффициент концентрации максимальных касательных напряжений $\alpha_\tau = 1,51$. В сравнении с закругленными углами ($\alpha_\tau = 1,71$ [4]) их поднутрение привело к снижению концентрации напряжений на 12 %.

Список литературы

1. Дородов, П. В. Потеря несущей способности задней подвески модернизированного автомобиля газон NEXТ / П. В. Дородов, Р. А. Жуйков, В. А. Бабушкин // Современному АПК – эффективные технологии: м-лы Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ В. М. Макаровой. – Ижевск, 2019, – С. 19–25.
2. Дородов, П. В. Прикладная механика / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 22 с.
3. Дородов, П. В. Пути повышения износостойкости поверхностей трения / П. В. Дородов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 42–47.
4. Дородов, П. В. Разработка и применение лазерного полярископа-интерферометра для исследования напряжений в моделях деталей машин: монография / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 148 с.
5. Дородов, П. В. Разработка системы управления поляризационно-оптической установки для исследования напряженного состояния в моделях деталей машин / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Национальной научн.-практ. конф., посв. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин Агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшего профессионального образования РФ Б. Д. Зонova. – Ижевск, – 2020. – С. 345–347.
6. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова. – Ижевск, 2020. – С. 61–66.
7. Ерохин, М. Н. К вопросу о концентрации напряжений и оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов, А. С. Дорохов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2020. – № 3. – С. 45–55.
8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019663489, 17.10.2019 Российская Федерация. Программа оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала: заявка № 2019662424 от 09.10.2019 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019664971, 15.11.2019 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при растяжении-сжатии: заявка № 2019663959 от 05.11.2019 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

10. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020612388, 20.02.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при изгибе: заявка № 2020611402 от 11.02.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

11. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020615639, 27.05.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при растяжении-сжатии: заявка № 2020614718 от 12.05.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

12. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020663352, 27.10.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при изгибе: заявка № 2020662565 от 20.10.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

УДК 539.3

П. В. Дородов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ДИНАМИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ ПЛАСТОБЕТОНА

Представлены результаты исследования механических свойств образцов из пластобетона – полимерно-песчаной смеси (ППС) при ударе и циклическом нагружении. Так, прочность при ударной нагрузке образцов из ППС в 3,5...13,7 раз выше серого чугуна и соизмерима с некоторыми марками углеродистой конструкционной стали. Удельная усталостная прочность ППС более чем в 4,8 и в 2,3 раза ниже углеродистой конструкционной стали и серого чугуна соответственно.

Актуальность. Сегодня для снижения материалоемкости производства постепенно внедряются дешевые, лёгкие, прочные и долговечные композитные материалы, например, полимерно-песчаные смеси (ППС) или пластобетоны, которые вытесняют с рынка устаревшие аналоги, производимые из бетона и металла (рис. 1).

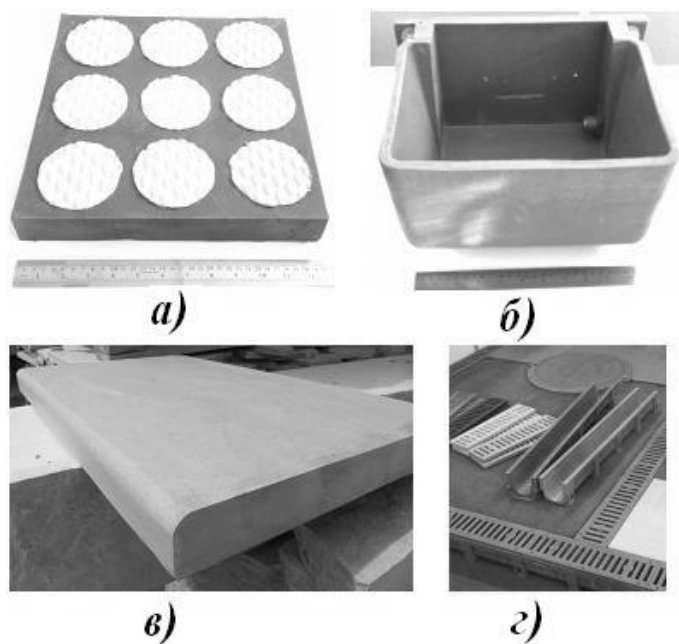


Рисунок 1 – Конструкционные элементы из полимерно-песчаной смеси:
 а – плитка для стойла КРС; б – чаша поилки для КРС;
 в – строительные элементы; г – элементы водоотведения

К основным преимуществам ППС можно отнести: высокую коррозионную и химическую стойкость; возможность использования в условиях повышенной влажности, сезонных и суточных температурных перепадов; возможность поставки в виде отдельно собранных, легко транспортируемых, заменяемых и наращиваемых модульных конструкций; снижение расходов на изготовление изделий, их монтаж и эксплуатацию. Они изготавливаются из дешевого сырья: измельченных полимерных бытовых отходов и речного песка. Ожидаемый срок службы каждой такой детали составляет не менее 10 лет при эксплуатации в самых сложных условиях. Однако внедрение таких изделий, в том числе на предприятиях АПК, требует исследования и подтверждения их свойств соответствующим нормативным требованиям [1].

Целью работы является исследование динамической прочности полимерно-песчаных образцов.

В связи с поставленной целью в работе определены следующие **задачи исследования**: провести испытания образцов из ППС при переменных нагрузках; выполнить ударную пробу; рассчитать механические характеристики и дать оценку конструкционной эффективности материала [2–4, 6, 8].

Методы механических испытаний регламентированы государственными стандартами, и лабораторные исследования ППС прове-

дены в соответствие с ними [1–3, 7, 8]. Образцы ППС были изготовлены из плитки для стойла животноводческих помещений (рис. 1 а).

Результаты исследования. Испытания на удар проводились на маятниковом копре КМ-30 при температуре 20–25 °С над партией однотипных образцов, в количестве 6 штук, длиной $l = 84,4...100,2$ мм, диаметром $d_0 = 14,46...17,76$ мм (рис. 2).

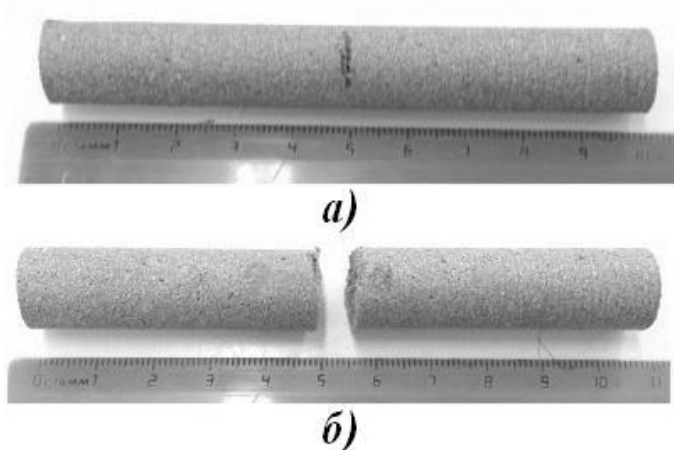


Рисунок 2 – Исследуемый образец на ударную пробу:
а – до удара; б – после удара

Полученная величина ударной вязкости a для исследуемого материала находится в пределах 242,3...548,3 кДж/м².

Испытания на усталость. Для определения усталостной долговечности испытывалась серия образцов (рис. 3 а) рабочей длиной $l = 102,0...105,0$ мм и диаметром $d_0 = 17,7...17,8$ мм в количестве 10 штук до полного их разрушения (рис. 3 б) на машине УКИ-10 М (рис. 4).

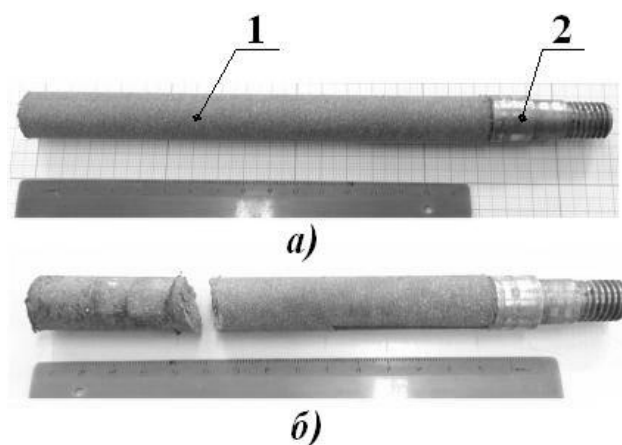


Рисунок 3 – Образец для исследования на усталость:
а – до разрушения; 1 – исследуемый материал; 2 – головка под подшипник с серьгой для гирь; б – после разрушения

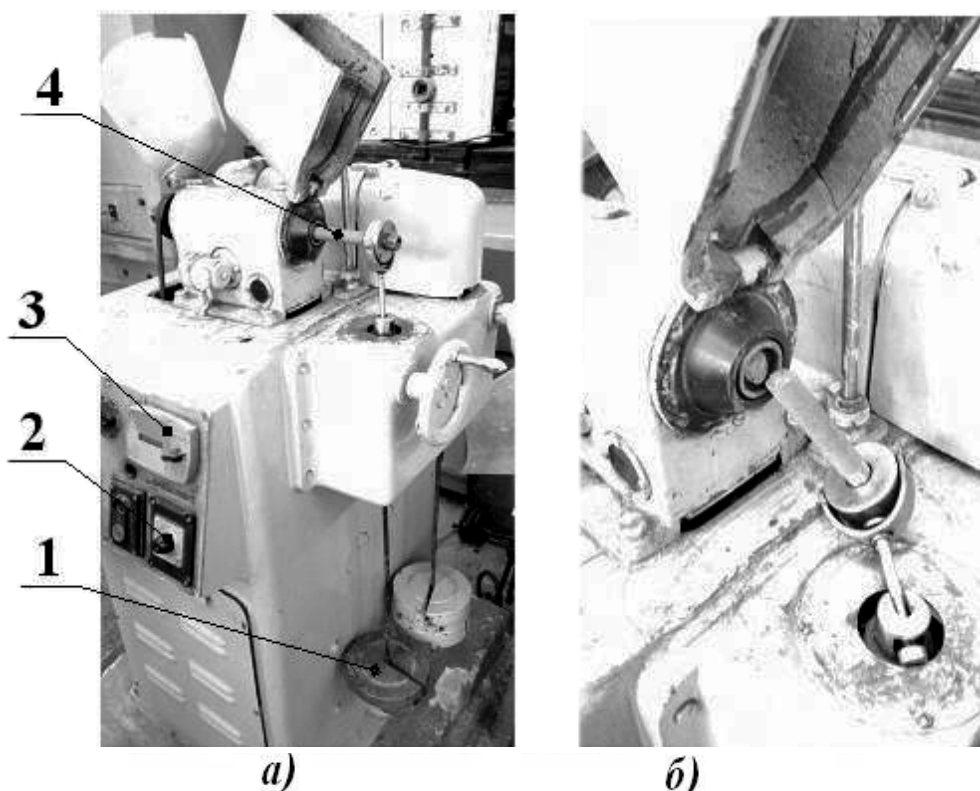


Рисунок 4 – Усталостные испытания:

а – испытательная машина УКИ-10 М; 1 – гиря; 2 – тумблер для выбора скоростного режима; 3 – счетчик числа оборотов (циклов); 4 – нагруженный образец; б – разрушенный образец

По результатам испытаний строилась диаграмма максимальных напряжений σ в зависимости от числа циклов до разрушения N (кривая усталости), изображенная на рисунке 5.

Максимальные напряжения для консольно-нагруженного образца в жесткой заделке определялись по формуле [4, 5]

$$\sigma = \frac{32P_i l}{\pi d_0^3},$$

где P_i – вес гири;

l – длина образца;

d_0 – диаметр образца.

Для построения теоретической кривой усталости использовалось известное ее представление в виде уравнения [8]

$$\sigma^m N = C,$$

где m , C – постоянные и для $N = 1$ принято значение условного предела текучести $\sigma_{0,2} = 17,4 \dots 19,6$ МПа.

Исследования уравнения (1) в контрольных точках экспериментальных значений (на рисунке 5 отмечены маркерами), позволило рассчитать предельные значения постоянных: $m = 15,1 \dots 19,43$; $C = 3,26 \cdot 10^{19} \dots 1,27 \cdot 10^{24}$ Па.

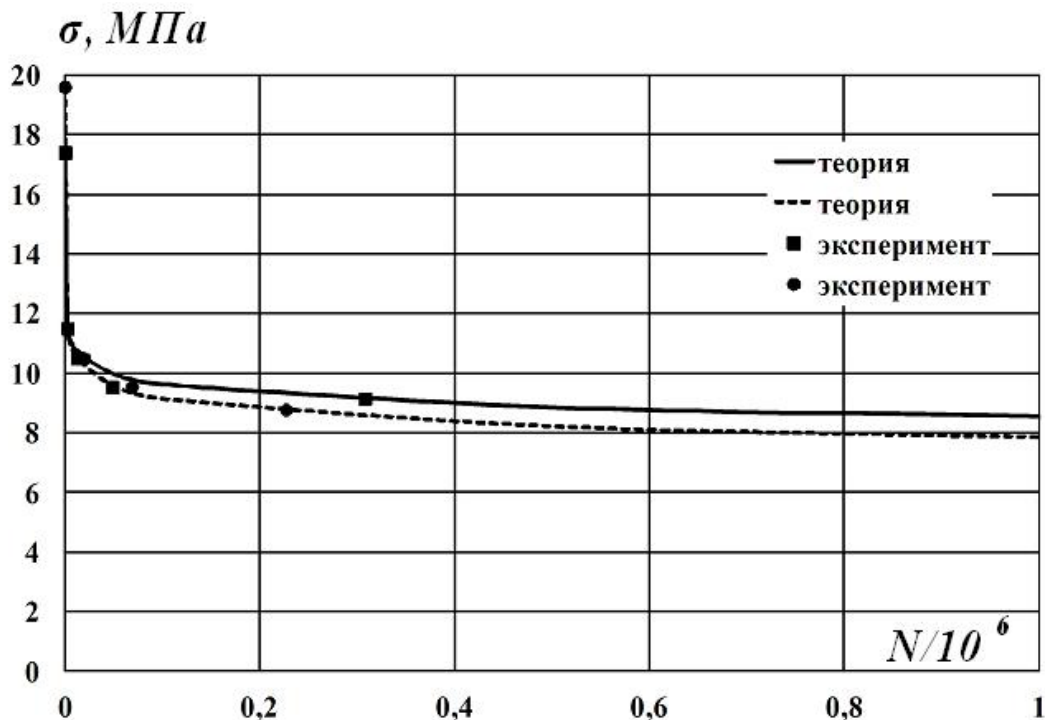


Рисунок 5 – Диаграмма усталости

Тогда из уравнения (1) можно рассчитать предел выносливости при симметричном цикле σ_{-1} , задавшись базовым числом N_{σ} . В сравнении со стальными образцами, для которых принято $N_{\sigma} = 10^7$ циклов, получаем $\sigma_{-1} = 5,78 \dots 6,74$ МПа. Таким образом, можно записать эмпирическое соотношение между пределом выносливости и условным пределом прочности в виде

$$\sigma_{-1} = (0,19 \dots 0,26)\sigma_B^V.$$

Для стали принято следующее соотношение $\sigma = (0,4 \dots 0,5)\sigma_B$.

Выводы и рекомендации.

1. Ударная вязкость образцов из ППС находится в пределах $242,3 \dots 548,3$ кДж/м², что в $3,5 \dots 13,7$ раз выше серого чугуна и соизмерима с некоторыми марками углеродистой конструкционной стали.

2. Удельная усталостная прочность σ_{-1}/ρ ППС более чем в 4,8 и в 2,3 раза ниже углеродистой конструкционной стали и серого чугуна соответственно.

Исследованные механические свойства и полученные механические характеристики необходимо использовать при расчете и проектировании изделий из ППС при различных видах сопротивления [9–14].

Список литературы

1. ГОСТ 14359-69. Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования. – Москва: Изд-во стандартов, 1970. – 19 с.
2. Дородов, П. В. Комплексный метод расчета и оптимального проектирования деталей машин с концентраторами напряжений: монография / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 316 с.
3. Дородов, П. В. Повышение надежности сельскохозяйственных машин путем оптимизации формы их деталей: дисс. док. техн. наук: 05.20.03 / Дородов Павел Владимирович. – Москва, 2015. – 327 с.
4. Дородов, П. В. Потеря несущей способности задней подвески модернизированного автомобиля газон NEXТ / П. В. Дородов, Р. А. Жуйков, В. А. Бабушкин // Современному АПК – эффективные технологии: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ В. М. Макаровой. – Ижевск, 2019. – С. 19–25.
5. Дородов, П. В. Прикладная механика / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 22 с.
6. Дородов, П. В. Пути повышения износостойкости поверхностей трения / П. В. Дородов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 42–47.
7. Дородов, П. В. Разработка и применение лазерного полярископа-интерферометра для исследования напряжений в моделях деталей машин: монография / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 148 с.
8. Дородов, П. В. Исследование физико-механических свойств полимерно-песчаной смеси для полов коровников / П. В. Дородов, М. Р. Кудрин, А. В. Костин, В. А. Николаев // Вестник Башкирского ГАУ. – 2019. – № 4 (52). – С. 116–122.
9. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова. – Ижевск, 2020. – С. 61–66.
10. Ерохин, М. Н. К вопросу о концентрации напряжений и оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов,

А. С. Дорохов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2020. – № 3. – С. 45–55.

11. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019663489, 17.10.2019 Российская Федерация. Программа оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала: заявка № 2019662424 от 09.10.2019 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

12. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019664971, 15.11.2019 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при растяжении-сжатии: заявка № 2019663959 от 05.11.2019 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

13. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020612388, 20.02.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при изгибе: заявка № 2020611402 от 11.02.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

14. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020615639, 27.05.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при растяжении-сжатии: заявка № 2020614718 от 12.05.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

УДК 621.798.34

**А. Г. Иванов¹, Д. В. Аширов²,
Ф. Р. Арсланов¹, Ю. Г. Корепанов¹**

¹ ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

² ООО «Агромолтехника»

РАСЧЕТ ФИКСАТОРА МЕШКОТАРЫ

Представлена схема универсального клещевого фиксатора мешкотары, описан принцип его работы. Описана методика определения усилий в звеньях механизма и усилие рабочего на рукоятке. Показаны результаты расчетов, которые подтверждают работоспособность конструкции.

Актуальность. В технологических линиях по переработке и расфасовке зерна применяется оборудование, обеспечивающее быстрое и качественное заполнение различной тары. Наиболее удобным оказалось использование бумажной мешкотары, которая обеспечивает хорошую сохранность продукции и не пылит. Одна-

ко мелкие товарные предприятия с небольшими объемами производства продукции не могут позволить себе купить оборудование в виде готового решения «под ключ». Им приходится самостоятельно изготавливать его из подручных средств и с нестандартными размерами. Возникает проблема комплектования фасовочного оборудования нестандартными и недорогими фиксаторами мешкотары, что приобретает особую актуальность в современных рыночных условиях при удорожании любой продукции из-за рубежа.

Материалы и методы. Для выбора конструкции фиксатора мешкотары использовался метод критического анализа, при расчетах основных параметров устройства применялись методы теоретической механики.

Результаты исследований. Был проведен анализ рынка устройств, которые обеспечивают фиксацию мешкотары на трубопроводах и зернопроводах в различных технологических линиях. Такие устройства используются в линиях по производству кормов и в фасовочных установках [1–5].

Было установлено, что наиболее используемой конструкцией является клещевой захват, обеспечивающий простую и надежную фиксацию, отличную эргономику. На основе выбранной концепции была разработана схема клещевого фиксатора мешкотары с ручным приводом, которая может быть разработана и изготовлена для любого размера прямоугольного трубопровода по требованию заказчика (рис. 1).

Захват работает следующим образом: при опущенном вниз рычаге 4, силовая пружина 11 прижимает двустороннее коромысло 6 к зернопроводу 1. Тяга 7 передает аналогичное прижимающее усилие одностороннему коромыслу 8. Коромысла 6 и 8, как клещами, прижимают к бортам зернопровода мешкотару 10 при помощи двусторонних зажимов 10, изготовленных из мягкой губчатой резины с высоким коэффициентом трения, что не позволяет упасть мешку с зерном. Удержание происходит только под действием силовой пружины, рабочий не прикладывает никаких усилий со своей стороны. При необходимости высвободить заполненный мешок с зерном и установить пустую мешкотару на зернопровод рабочий поднимает вверх рычаг 4 и, посредством шатуна 5, обеспечивает подъем коромысла 6. При этом преодолевается начальное поджатие пружины, она переходит положение максимального удлинения и начинает своей силой упругости удерживать механизм в открытом положении (рис. 2).

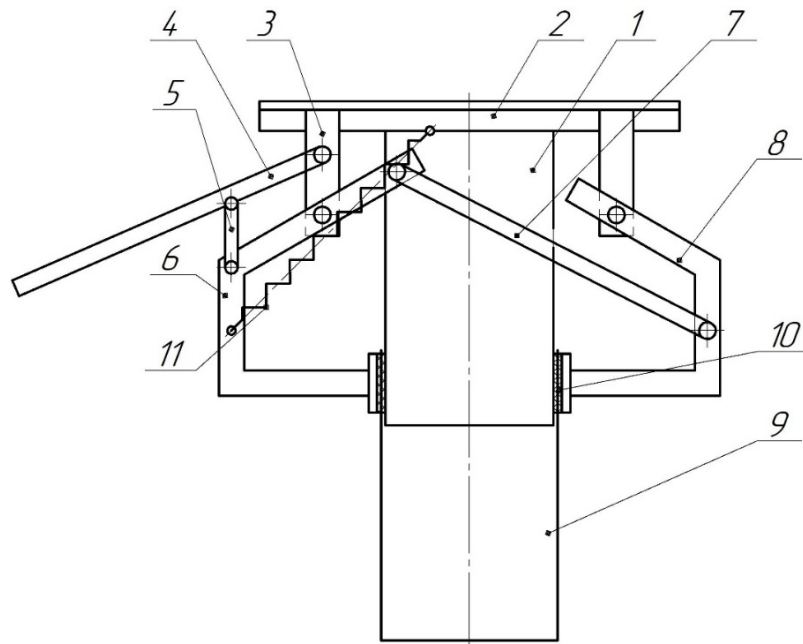


Рисунок 1 – Схема фиксатора мешкотары клещевого типа:

- 1 – прямоугольный зернопровод; 2 – сварная уголковая рама; 3 – опора рычагов;
 4 – рычаг оператора; 5 – шатун; 6 – коромысло двустороннее; 7 – тяга;
 8 – коромысло одностороннее; 9 – мешкотара; 10 – зажимы из губчатой резины;
 11 – силовая пружина

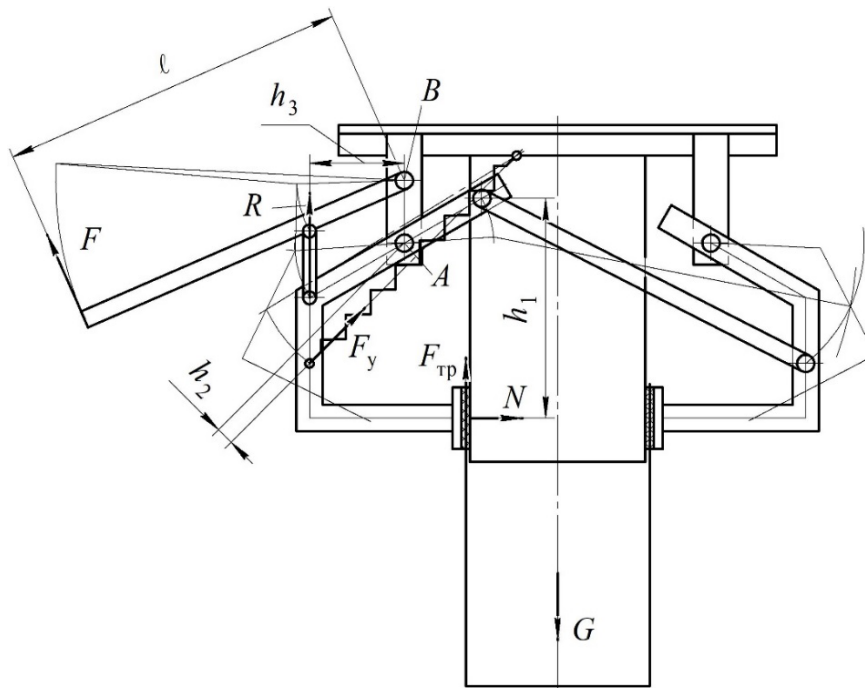


Рисунок 2 – Положение фиксатора мешкотары в открытом и закрытом состоянии и действующие силы

Определим основные соотношения между силами в механизме, обеспечивающие надежную фиксацию мешкотары. На мешок действует сила тяжести G , которая стремится сдвинуть мешок

вниз. На месте мешок удерживается силами трения $F_{тр}$, которые возникают между мешком и зажимами, покрытыми губчатой резиной. При этом следует учесть, что мешок с каждой стороны имеет две поверхности трения, поэтому условие равновесия можно записать так:

$$F_{mp} = 2fN \geq G,$$

где f – коэффициент трения, $f=0,8$ для губчатой резины [6, 7];
 N – нормальное усилие прижатия коромысла к зернотрубке, Н.
 Выразим необходимое минимальное усилие прижатия N :

$$N \geq \frac{G}{2f}. \quad (1)$$

Из уравнения равновесия в виде моментов относительно точки A [6] выразим необходимое усилие пружины F_y :

$$\sum M_A(\vec{F}) = 0 \Rightarrow N \times h_1 = F_y \times h_2, \quad (2)$$

где h_1 и h_2 – плечи сил, показанные на рисунке 2.

С учетом выражения (1) из (2) получаем

$$F_y = N \frac{h_1}{h_2} = \frac{G}{2f} \times \frac{h_1}{h_2}, \quad (3)$$

Вычислив значение силы упругости пружины, а также, зная длины пружины в закрытом положении механизма и при наибольшем удлинении (измерив размеры со схемы), можем по типовым методикам подобрать параметры пружины и проволоки, из которой она изготовлена [7–11].

Определим усилие F рабочего на рукоятке при открытии клещевого фиксатора. Учтем в первом приближении, что шатун 5 (рис. 1) можно представить в виде невесомого стержня с двумя шарнирами по концам. Тогда реакция R между рукояткой 4 и коромыслом 6 (рис. 1 и 2) будет направлена вдоль шатуна 5. На схеме (рис. 2) показаны плечи сил R и F . Уравнения равновесия будут выглядеть так:

$$\sum M_A(\vec{F}) = 0; F_y \times h_2 - R \times h_3 = 0 \Rightarrow R = F_y \times \frac{h_2}{h_3}, \quad (4)$$

$$\sum M_B(\vec{F}) = 0; R \times h_3 - F \times l = 0 \Rightarrow F = R \times \frac{h_3}{l}. \quad (5)$$

Для примера представлены результаты расчета по формулам (3–5) при следующих параметрах: $G = 60$ Н; $f = 0,8$; $h_1 = 0,18$ м; $h_2 = 0,037$ м; $h_3 = 0,069$ м; $l = 0,2$ м.

$$F_y = \frac{60}{2 \times 0,8} \times \frac{0,18}{0,037} = 182 \text{ Н},$$

$$R = 182 \times \frac{0,037}{0,069} = 97,6 \text{ Н},$$

$$F = 97,6 \times \frac{0,069}{0,2} = 33,7 \text{ Н}.$$

Выводы и рекомендации. Представленная схема механизма клещевого фиксатора мешкотары достаточно простая, содержит незначительное количество звеньев, и макетный образец может быть изготовлен под размеры заказчика силами небольших мастерских без привлечения сложного оборудования. Предложенная методика расчета позволяет оценить усилие в звеньях механизма и усилие рабочего. Усилие пружины оказывается не очень большим, что позволяет подобрать какую-либо покупную пружину либо заказать её у специализированной фирмы. Усилие рабочего составляет не более 35 Н, что соответствует требованиям СанПиН и не превышает регламентируемых законодательством по охране труда усилий при ручном труде.

Список литературы

1. Голубков, А. Н. К вопросам дозирования сыпучих компонентов комбинированных кормов / А. Н. Голубков, О. С. Федоров, А. А. Антонов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры ЭРМ. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 23–26.
2. Федоров, О. С. Особенности дозирования компонентов комбинированных кормов / О. С. Федоров, А. Н. Голубков // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. мол. учен. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 285–288.
3. Savinyh, P. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product / P. Savinyh, V. Shirobokov, O. Fedorov, S. Ivanovs // Engineering for Rural Development. Proceedings. – 2018. – С. 131–136.

4. Бастригов, А. Г. Автоматическое управление задвижкой модернизированной дробилки зерна / А. Г. Бастригов, В. И. Ширококов, В. А. Баженов, А. Г. Ипатов // Инновационные направления развития энергетики АПК: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию ФЭЭ. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 29–37.

5. Лебедев, Л. Я. Пневмотранспорт для механизации погрузочно-разгрузочных работ с сельскохозяйственными сыпучими грузами / Л. Я. Лебедев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 47–53.

6. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для вузов. – 12-е изд., стер. / С. М. Тарг. – М.: Высшая школа, 2002. – 416 с.

7. Костин, А. В. Механика. Проектирование привода лебедки / А. В. Костин, Л. Я. Лебедев, А. Г. Иванов [и др.] – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019.

8. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК / Л. Я. Лебедев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2018.

9. Лебедев, Л. Я. Проектирование механизмов грузоподъемных и транспортирующих машин: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев, Р. Р. Шакиров. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017.

10. Детали машин и основы конструирования: учеб. пособ. / Л. Я. Лебедев [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014.

11. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции: 3 том. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 214–218.

УДК 631.3:635.21

А. Г. Иванов¹, К. И. Шубин¹, Р. Р. Шакиров¹, Д. А. Марков²

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²Министерство сельского хозяйства УР

КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В ХОЗЯЙСТВАХ МАЛЫХ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ

Представлена система машин для возделывания и уборки картофеля, предназначенная для работы на малоконтурных участках малых форм собственности при агрегатировании с тракторами тягового класса 0,6 тс.

Актуальность. Картофель является важной сельскохозяйственной культурой, которая имеет большое народно-хозяйственное значение как пищевая и техническая культура. Но его возделывание сконцентрировано в крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйствах (около 89 % посевных площадей и не менее 90 % валового сбора, по данным Министерства сельского хозяйства УР) [1–3], крупные сельхозтоваропроизводители не заинтересованы в выращивании картофеля на больших площадях. При этом культура очень требовательна к качественной обработке почвы перед посадкой, хорошей междурядной обработке. Уборка картофеля также представляет собой энергоёмкую операцию, связанную с перемещением и сепарацией большого объема почвы. Поэтому развитие средств малой механизации, пригодных для использования на малоконтурных участках крестьянско-фермерских и личный подсобных хозяйств (КФХ и ЛПХ), является актуальной задачей.

Материалы и методы. Для научных исследований использовался метод критического анализа и теория поиска инженерных решений.

Результаты исследований. Личные подсобные хозяйства используют под возделывание картофеля, который потом могут реализовать, не более 2...5 га. При меньших площадях лучше использовать мотоблоки со шлейфом техники под данное средство механизации. В крестьянско-фермерских хозяйствах занимаемые картофелем площади составляют 20...70 га.

При средней урожайности 300...600 ц/га получают большие объёмы продукции, которые невозможно вырастить без использования тракторов и сельскохозяйственных машин специального назначения. Однако крупные заводы по производству сельскохозяйственных машин ориентируются на выпуск техники большой производительности, которая может обеспечить возделывание картофеля на площадях более 100 га. При этом обязательным является использование мощных энергонасыщенных тракторов тягового класса не ниже 3,0 тс. Капитальные затраты на покупку всей линейки техники составляют десятки миллионов рублей, что является неоправданно высокой суммой для КФХ и ЛПХ. При этом необходимо обеспечить снижение себестоимости производства картофеля. В 2017–2020 годы закупочная цена картофеля «с поля» составляла 3...5 руб./кг при себестоимости производства 4...7 руб./кг [1, 4].

Хозяйства малых форм собственности используют трактора тягового класса 0,6...1,4 тс, которые имеют сравнительно небольшую

стоимость и высокую ремонтпригодность [5–7]. Линейка техники для возделывания картофеля на малоконтурных участках, предлагаемая производителями, имеет несогласованные параметры по производительности и ширине междурядья. Предлагается система машин, увязанных друг с другом по операциям и производительности.

Для подготовки почвы к посадке или после уборки картофеля применяется почвенная фреза с шириной захвата $B = 1,2$ м (рис. 1).



а

б

Рисунок 1 – Почвенная прицепная фреза:

а – вид спереди; б – вид сзади

Почвенная фреза предназначена для механического крошения почвы на глубину 10...15 см при образовании мелкокомковатой структуры, наиболее приспособленной для выращивания растений. При этом также измельчаются корни сорняков, образуя естественную питательную среду для развития почвенной микрофлоры. Привод осуществляется от трактора тягового класса не ниже 0,6 тс через ВОМ. Рабочая скорость фрезерования 4...5 км/ч, производительность 0,6...0,7 га/ч.

Для посадки картофеля можно использовать двурядную картофелесажалку с цепным приводом, схема которой представлена на рисунке 2 [8].

Машина навешивается на трактор тягового класса 0,6 тс. При работе картофелесажалка опускается на землю, сошник 4 погружается в почву и при движении формирует борозду для высадки картофеля. Колеса 3 катятся по поверхности и заставляют вращаться звездочки 5 и 7 цепного транспортера 6 с чашками 9. Они захватывают клубни из бункера 2 и перемещают их в трубу картофелепровода 8. Клубни поступают в борозду, сформированную сошником, и засыпаются прикатывающими дисками 10. Кар-

тофелесажалка имеет возможность регулировать ширину между-
рядья и за счет сменных звездочек изменяется шаг посадки.

Общий вид машины представлен на рисунке 3.

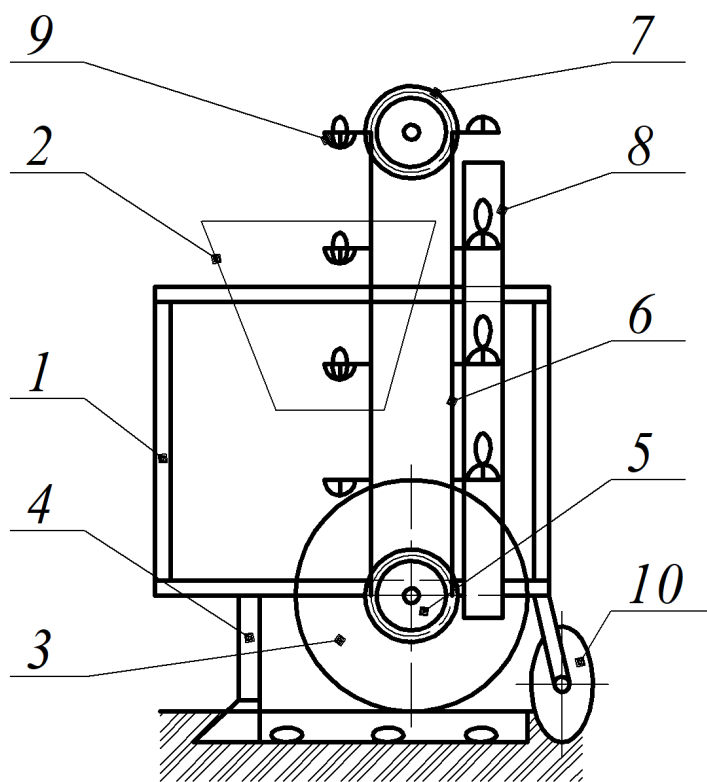


Рисунок 2 – Схема двурядной картофелесажалки:

1 – рама; 2 – бункер для семенного картофеля; 3 – опорноприводные колеса;
4 – сошник; 5 – ведущая звездочка; 6 – цепь; 7 – ведомая звездочка;
8 – картофелепровод; 9 – чашечка; 10 – прикатывающий диск



а



б

Рисунок 3 – Общий вид картофелесажалки:

а – вид спереди, б – вид сбоку

Одной из проблем является эффективная междурядная обработка посадок картофеля [8–13]. Для ухода за посадками картофеля используется комбинированный агрегат, который производит плоскорезную обработку междурядья и поверхностную обработку гребней (рис. 4).

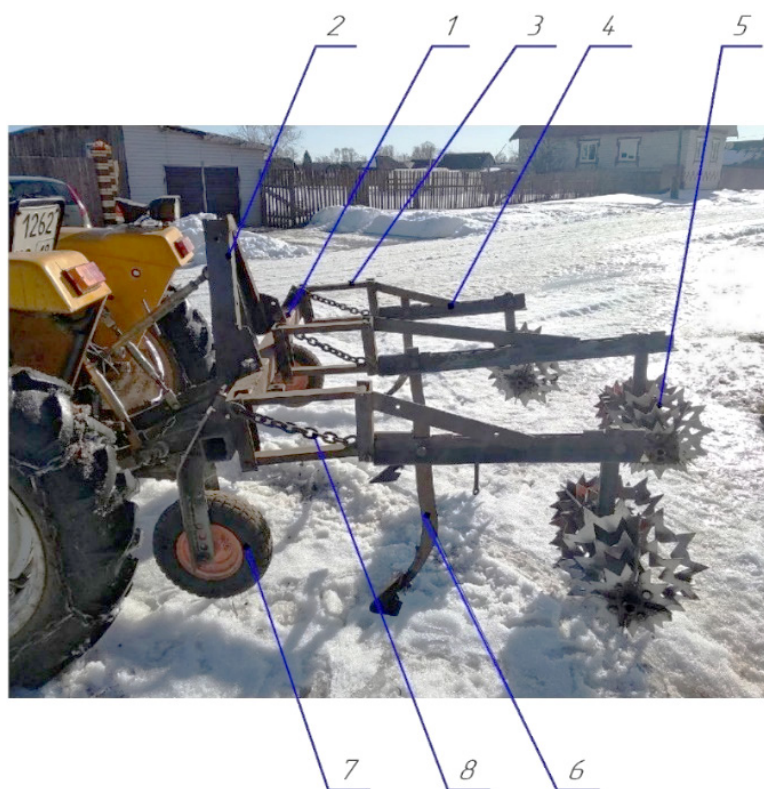


Рисунок 4 – Разработанное устройство для междурядной обработки картофеля

Устройство содержит раму 1 с треугольником для навески на трактор 2, копирующий параллелограммный механизм подвеса 4 с установленными на нем ротационными боронками 5 и культиваторными стойками 6, опорные колеса 7 и предохранительные цепи 8 предназначены для удерживания параллелограммного механизма в рабочем положении. Подвесы имеют регулировку ширины междурядной обработки, что позволяет использовать устройство при разной ширине посадки картофеля 70, 75, 90 и 100 см. На культиваторные стойки могут устанавливаться различные рабочие органы. При установке отвалов обеспечивается окучивание картофеля. Если установлены плоскорезы, или, как на рисунке 5, стрельчатые лапы, то обеспечивается рыхление междурядья и одновременное подрезание корней сорняков.

Машина навешивается на трактор тягового класса не ниже 0,6 тс. При работе тракторист опускает орудие при помощи ги-

дравлики задней навески трактора. Скорость движения составляет 6...8 км/ч. Культиваторная лапа на стойках производит рыхление междурядья, предотвращая переуплотнение почвы и уничтожение сорняков.

Также мелкокомковатая структура почвы в междурядье способствует сохранению почвенной влаги. Ротационные боронки (ежи) производят рыхление почвенной корки на гребнях. При этом конусность подобрана так, чтобы поддерживать форму поперечного сечения гребней. Зубчатые рабочие органы имеют достаточно большую площадь обработки одним зубом, что обеспечивает перекрытие рабочих зон обработки соседних зубьев. Это обстоятельство выгодно отличает звездообразные рабочие органы от спицевых или стержневых, которые имеют существенно меньшую площадь обработки одним пальцем.

Для подрезания ботвы картофеля перед уборкой применяется ротационный ботвоудалитель (рис. 5).



а
б
Рисунок 5 – Ротационный ботвоудалитель:
а – вид спереди; б – рабочие органы

Ботвоудалитель срезает и измельчает ботву картофеля перед уборкой. Данная операция проводится за 3...7 дней до уборки, что позволяет клубням картофеля, находящимся в земле, укрепить свою кожуру и подготовиться к закладке на хранение. Ширина захвата машины составляет 1,5 м, что позволяет обрабатывать два рядка. Рабочая скорость агрегата 5...7 км/ч, трактор должен иметь тяговый класс 0,6 тс.

Уборка картофеля осуществляется однорядным картофелекопателем с пассивным лемехом и активным встряхивателем пруткового элеватора (рис. 6).



а



б

Рисунок 6 – Однорядный картофелекопатель с прутковым элеватором:
а – вид спереди; б – рабочие органы

Активный встряхиватель позволяет интенсивно просеивать почву и разрушать комки в самом начале пруткового элеватора, благодаря чему снижаются энергозатраты на транспортировку почвы, уменьшаются потери урожая. Встряхиватели неплохо зарекомендовали себя на двухрядных картофелекопателях типа КТН-2В и других. Но вследствие большой массы самих прутковых полотен при колебаниях они интенсивно изнашиваются, изнашиваются звездочки встряхивателя. Однорядный картофелекопатель менее подвержен износу из-за меньшей массы полотна элеватора. При этом шаг звездочек оптимизирован и потери клубней картофеля составляют не более 1...2 %. Однорядная машина позволяет агрегатировать её с трактором тягового класса 0,6 тс при рабочей скорости 2...4 км/ч. Сравнительно высокая скорость и малые сопротивления перемещению машины позволяют обеспечить рентабельный уровень расхода топлива на данной энергоёмкой операции.

Выводы и рекомендации. Анализ рынка техники для возделывания и уборки картофеля позволил понять, что готовый шлейф машин производится только под нужды крупных хозяйств с площадями под картофель более 100 га. Для хозяйств малых форм собственности также производится разнообразная техника, но она не имеет взаимной увязки по возможностям и производительности, может быть предназначена только для фиксированного междурядья. При этом сильно страдает качество изделий, которые производят без соблюдения требований эргономики и надежности. Получается, что, покупая предлагаемую на рынке технику для малых хозяйств, приходится дополнительно вкладываться, чтобы довести её до работоспособного состояния. Нами рассмотрена систе-

ма машин (шлейф техники), которая позволяет использовать недорогой и маломощный трактор тягового класса 0,6 тс. При этом обеспечивается выполнение всего комплекса операций по возделыванию и уборке картофеля.

Список литературы

1. Марков, Д. А. Анализ региональной структуры посевных площадей и урожайность картофеля (на материалах муниципальных районов Удмуртской Республики) / Д. А. Марков, А. Г. Иванов, Р. Р. Шакиров // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: м-лы Нац. науч.-практ. конф. мол. ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 246–250.

2. Сравнительная продуктивность сортов картофеля на госсортоучастках Удмуртской Республики / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Ф. Р. Арсланов, М. Н. Хомицкая // Эффективность адаптивных технологий в сельском хозяйстве: м-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию СХПК им. Мичурина Вавожского района УР. – Ижевск, 2016. – С. 105–108.

3. Техничко-экономическая оценка технологий возделывания картофеля в фермерских и личных подсобных хозяйствах / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, Н. Г. Касимов [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2012. – № 1 (30). – С. 44–47.

4. Иванов, А. Г. Оборудование для подготовки картофеля к кормопроизводству / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, д.с.-х. н., проф. А. И. Любимова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 96–103.

5. Первушин, В. Ф. Повышение эффективности механизированной технологии возделывания картофеля в условиях малых форм хозяйствования: монография / В. Ф. Первушин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2011.

6. Первушин, В. Ф. Усовершенствованная технология возделывания картофеля в фермерских и личных подсобных хозяйствах / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – № 4. – С. 29–31.

7. Повышение уровня механизации производства картофеля в условиях малых форм хозяйствования (фермерские и личные подсобные хозяйства) / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов, А. Г. Иванов // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: м-лы юбилейной науч.-практ. конф. 55 лет высшему агроинженерному образованию в Удмуртии. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – С. 70–76.

8. Иванов, А. Г. Возделывание картофеля на кормовые цели / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, д.с.-х. н., проф. А. И. Любимова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 71–76.

9. Первушин, В. Ф. Совершенствование технологических операций по уходу за растениями картофеля / В. Ф. Первушин, Н. Г. Касимов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина. – 2004. – № 4 (9). – С. 75–77.

10. Классификация ротационных рабочих органов сельскохозяйственных машин / В. Ф. Первушин, А. Г. Левшин, М. З. Салимзянов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3 (44). – С. 38–43.

11. Касимов, Н. Г. Анализ рабочих органов для ухода за посадками картофеля / Н. Г. Касимов, О. В. Данилов, Ф. З. Минагулов // Наука Удмуртии. – 2009. – № 9. – С. 80–84.

12. Касимов, Н. Г. Влияние рабочих органов пропашных культиваторов на создание условий для благоприятного роста картофеля / Н. Г. Касимов // Устойчивому развитию АПК – научное обеспечение: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2004. – С. 393–396.

13. Касимов, Н. Г. Обоснование конструкции экспериментального культиватора / Н. Г. Касимов // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2003. – С. 171–173.

УДК 621.1-1/-9+62-25

А. Г. Иванов¹, Р. Ф. Валеев²

¹ ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

² АСПЕК-Центр Тойота

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТА ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ

Описана методика лабораторного определения момента трения в подшипниках вращающихся валов, представлены результаты определения момента трения в подшипниках скольжения вала турбокомпрессора до восстановления и после восстановления.

Эффективность и качество работы узлов трения различных вращающихся деталей принято оценивать по величине потерь энергии на трение или по коэффициенту полезного действия. Современные подшипниковые узлы обладают высокой эффективностью и практически сопоставимы по величине коэффициента полезного действия, поэтому наиболее достоверным показателем остается величина момента трения в подшипниковых узлах.

Рассматриваемая методика опирается на закон динамики вращательного движения [1–3]:

$$M = I \times \varepsilon = I \times \frac{\omega_0 - \omega_1}{t}, \quad (1)$$

где M – момент трения в подшипниковых узлах вращающейся детали, Н·м;

I – момент инерции вращающейся детали относительно оси вращения, кг·м²;

ε – угловое ускорение вращающейся детали, рад/с²;

ω_0, ω_1 – угловая скорость в начальный и конечный момент времени соответственно, рад/с;

t – время проведения измерений, с.

При проведении опытов исследуемую конструкцию в сборе фиксируют и раскручивают сторонним приводом вал до некоторой частоты вращения n_0 (об./мин.), причем известно соотношение $\omega = \pi \times n/30$. Затем отсоединяют привод и обеспечивают свободный выбег вала под действием момента трения в подшипниковых узлах. Одновременно с этим фиксируется время и частота вращения. По окончании опыта определяется момент трения:

$$M = I \times \frac{(\pi \times (n_0 - n_1))}{30 \times t}, \quad (2)$$

где n_0, n_1 – угловая скорость в начальный и конечный момент времени соответственно, об./мин.

В рассматриваемой методике предполагается, что момент инерции вращающегося узла в сборе I известен. На современном этапе его можно определить, построив и собрав 3D сборку узла в любом программном продукте (КОМПАС, SolidWorks и пр.), определив размерно-массовые характеристики изделия [4, 5]. В случае, если существует сборочная единица, то её момент инерции можно найти известным способом, используя маятник Обербека [2].

В формулах (1) и (2) предполагается, что момент трения в подшипниковых узлах постоянен в заданном диапазоне скоростей и не зависит от момента трогания. Это характерно для подшипниковых опор на подшипниках качения. Для таких конструкций можно рекомендовать оценивать время до полной остановки вала ($n_1 = 0$). В случае использования опор с подшипниками скольжения, работающими в гидродинамических условиях смазки, следует принять, что момент страгивания больше собственного мо-

мента трения в подшипниковых узлах. Для определения последнего следует оценивать время не до полной остановки, а до некоторой конечной частоты вращения ($n_1 \neq 0$). При этом в подшипниковые узлы необходимо обеспечить подачу смазки, соответствующей условиям эксплуатации [3, 6].

Если рассматривать подшипниковые узлы турбокомпрессоров автомобильных двигателей, то мы говорим о частоте вращения 1000...1500 об./мин. в режиме раскрутки вала. Однако этого недостаточно, чтобы обеспечить рабочие условия в узлах трения, номинальные скорости которых достигают десятков тысяч оборотов в минуту. Но данный режим позволяет исследовать переходные процессы граничного трения при недостаточных условиях смазки, характерные для частичных нагрузок ДВС с нестационарными режимами [7]. Именно в этих режимах обеспечивается повышенный износ узлов трения и их уплотнений. Данная методика позволяет оценить износостойкость посадочных мест валов и втулок подшипников не зависимо от температурного режима, опираясь только на трибологические свойства функциональных покрытий валов. Также не исследуется вопрос о моменте страгивания, так как он наблюдается в очень короткий промежуток времени запуска двигателей, составляющий менее 1 % от срока службы машины. Основной износ происходит при работе именно в переходных режимах.

Исследования проводились на турбокомпрессоре ТКР 7С- 6, используемой в двигателях КамАЗ Евро2 740.30; 740.51; 740.13; 740.14 автомобилей КамАЗ 740.11-240; 740.13-260; 740.51-320; 740.50-360; 740.30-260 (рис. 1). Момент инерции вала с крыльчатками составляет $I = 4,23 \cdot 10^{-5}$ кг·м².



а



б

Рисунок 1 – Установка турбокомпрессора на лабораторный стенд (а) и его маркировка (б)

После установки турбокомпрессора в тиски лабораторного стенда и подключения к внешнему двигателю производится настройка системы управления на отключение счетчика времени в момент достижения частоты вращения $n_1 = 500$ об./мин. при свободном выбеге вала. Затем проводят измерения в 10-тикратной повторности для получения достоверных и значимых результатов. При вращении вала в канал системы смазки обеспечивают подачу масла КАМАЗ SAE 15W40 API CI-4/SL K10-40.50, которое соответствует спецификации завода-изготовителя.

В таблице 1 приведены результаты определения момента трения в изношенных подшипниках вала турбокомпрессора. В таблице 2 приведены результаты определения момента трения в восстановленных подшипниковых узлах (новые втулки и функциональное самовосстанавливающееся покрытие вала) турбокомпрессора [6, 8–14].

Таблица 1 – Результаты измерения времени выбега и расчета момента трения в изношенных подшипниках турбокомпрессора ТКР 7С-6

№ п/п	Начальная частота n_0 , об./мин.	Конечная частота n_1 , об./мин.	Время выбега t , с	Момент трения M , Н·м	Квадрат разности $M_i - M_{cp}$
1	1401	500	1,68	2,3690	0,0001
2	1393	500	1,69	2,3465	0,0002
3	1390	500	1,47	2,6774	0,1015
4	1391	500	1,81	2,1775	0,0329
5	1388	500	1,57	2,4997	0,0198
6	1384	500	1,59	2,4624	0,0107
7	1394	500	1,79	2,2135	0,0211
8	1395	500	1,66	2,3862	0,0007
9	1398	500	1,89	2,1066	0,0636
10	1400	500	1,70	2,3494	0,0001
Сред. знач	1393,4	500	1,69	2,3588	0,0251

Таблица 2 – Результаты измерения времени выбега и расчета момента трения в восстановленных подшипниковых узлах турбокомпрессора ТКР 7С-6

№ п/п	Начальная частота n_0 , об./мин.	Конечная частота n_1 , об./мин.	Время выбега t , с	Момент трения M , Н·м	Квадрат разности $M_i - M_{cp}$
1	1347	500	2,16	1,7398	0,0002
2	1350	500	2,29	1,6476	0,0061
3	1348	500	2,00	1,8780	0,0232
4	1347	500	2,22	1,6905	0,0012
5	1356	500	2,18	1,7362	0,0001

№ п/п	Начальная частота n_0 , об./мин.	Конечная частота n_1 , об./мин.	Время выбега t , с	Момент трения M , Н·м	Квадрат разности $M_i - M_{cp}$
6	1373	500	2,24	1,7231	0,0000
7	1376	500	2,45	1,5834	0,0202
8	1348	500	2,64	1,4219	0,0922
9	1370	500	1,92	2,0097	0,0807
10	1368	500	2,11	1,8255	0,0100
Сред. знач	1358,3	500	2,22	1,7256	0,0234

Установим величину доверительного интервала, который позволяет с вероятностью $\gamma = 95\%$ указать диапазон, в который попадает значение момента трения M [15]:

$$\bar{M}_B - t_\gamma \cdot \frac{S}{\sqrt{m}} < M < \bar{M}_B + t_\gamma \cdot \frac{S}{\sqrt{m}}, \quad (3)$$

где \bar{M}_B – выборочное среднее значение момента трения в данном диапазоне значений, Н·м;

t_γ – значение аргумента функции Лапласа $\Phi(t)$, выбирается по таблице с заданной надежностью $\gamma = 0,95$ и числом измерений m ;

S – корень из дисперсии или среднеквадратичное отклонение, Н·м.

Среднеквадратичное отклонение S определяют по формуле математической статистики:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^m (M_i - \bar{M}_B)^2}{m}},$$

где M_i – значение момента трения в подшипнике в i -том измерении, Н·м.

По данным из справочника [15], нашим расчетам имеем:

– для таблицы 1 – $\bar{M}_B = 2,36$ Н·м, $S = 0,1583$ Н·м, $t_\gamma = 2,26$, тогда

$$t_\gamma \cdot \frac{S}{\sqrt{m}} = 2,26 \cdot \frac{0,1583}{\sqrt{10}} = 0,1131 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

– для таблицы 2 – Н·м, $S = 0,15830$ Н·м, $t_\gamma = 2,26$, тогда

$$t_{\gamma} \cdot \frac{S}{\sqrt{m}} = 2,26 \cdot \frac{0,1530}{\sqrt{10}} = 0,1093 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Значения моментов трения в подшипниковых узлах турбокомпрессора с вероятностью 95 % находится в диапазонах $M = 2,3588 \pm 0,1131 \text{ Н} \cdot \text{м}$ до обработки вала и $M = 1,7256 \pm 0,1093 \text{ Н} \cdot \text{м}$ после обработки вала. Таким образом, используя указанное функциональное покрытие вала, произошло снижение момента трения в подшипниковых узлах турбокомпрессора ТКР 7С- 6 в 1,37 раза или на 37 %. Снижение величины момента сопротивления должно положительно сказаться на чувствительности турбокомпрессора, то есть его способности повышать частоту вращения вала во время увеличения подачи топлива. Указанное обстоятельство позволяет снизить время действия так называемой «турбоямы» во время набора скорости транспортного средства.

После определения момента трения в подшипниках в режиме свободного выбега следует наиболее перспективные варианты покрытий валов проверить в реальных условиях эксплуатации.

Список литературы

1. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для вузов. – 12-е изд., стер. / С. М. Тарг. – М.: Высшая школа, 2002. – 416 с.
2. Лабораторные работы по теории механизмов и машин: электр. учеб. пособие / составители: Ю. А. Боровиков [и др.]. – Ижевск, 2014.
3. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / составители: Л. Я. Лебедев [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014.
4. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции: 3 том. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 214–218.
5. Дородов, П. В. Определение несущей способности полурамы на базе трактора ЛТИ / П. В. Дородов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – Белгород, 2018. – С. 65–69.
6. Ипатов, А. Г. Повышение износостойкости подшипников скольжения сверхтвердыми материалами / А. Г. Ипатов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2019. – № 10. – С. 16–20.
7. Вахрамеев, Д. А. Улучшение технико-экономических показателей двигателя машинно-тракторного агрегата путем совершенствования динамических ха-

рактеристик двигателя / Д. А. Вахрамеев, Е. А. Потапов, Ф. Р. Арсланов // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казанский ГАУ; Ижевская ГСХА, 2018. – С. 53–59.

8. Ипатов, А. Г. Реализация технологии ФАБО при нанесении антифрикционных покрытий / А. Г. Ипатов, В. И. Ширококов, С. Н. Шмыков // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: м-лы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – Белгород, 2018. – С. 314–318.

9. Ипатов, А. Г. Особенности модификации трибообъектов геомодификаторами на основе серпентинита / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2018. – № 1(54). – С. 52–58.

10. Ипатов, А. Г. Модификация антифрикционных покрытий на основе оловянистой бронзы короткоимпульсной лазерной обработкой / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 133. – С. 220–226.

11. Стрелков, С. М. Некоторые проблемы восстановления подшипниковых сопряжений турбокомпрессоров / С. М. Стрелков, А. Г. Ипатов, А. Н. Давыдов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2014. – № 1(38). – С. 32–34.

12. Шмыков, С. Н. Экономическая оценка способов восстановления вала турбокомпрессора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, С. М. Стрелков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2014. – № 2(39). – С. 44–46.

13. Ипатов, А. Г. Триботехнические свойства сверхтвердых функциональных покрытий на основе карбида и нитрида бора / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский // Трение и износ. – 2019. – Т. 40. – № 6. – С. 776–782.

14. Ипатов, А. Г. Перспективы реализации тонкопленочных покрытий в ремонтном производстве / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2019. – № 3(59). – С. 54–58.

15. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятности и математической статистике / В. Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2004. – 404 с.

А. Г. Ипатов¹, С. Н. Шмыков¹, С. М. Стрелков²

¹ *ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

² *Международная Славянская академия*

ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Рассмотрены вопросы состояния традиционных технологических процессов наращивания восстановительных покрытий в современном ремонтном производстве. Описаны их технологические возможности и недостатки при получении восстановительных покрытий. Представлены современные требования к восстановительным покрытиям и способы их достижения. Рассмотрены результаты исследований по получению тонких керамических восстановительных покрытий методом высокочастотной лазерной обработки порошковых композиций. Полученные результаты дают возможность утверждать о высокой эффективности анализируемых покрытий в тяжелых условиях эксплуатации.

Актуальность. Вопросам восстановления изношенных поверхностей деталей машин посвящено огромное количество научных и исследовательских работ, которые успешно внедрены и обладают высокой технической и экономической эффективностью в условиях массового ремонтного производства [7, 9, 13, 14]. Восстановление работоспособности изношенных поверхностей сопряжено с обеспечением необходимых линейных параметров изделий, шероховатости и физико-механических свойств поверхности, что обеспечивает необходимую прочность и минимальную интенсивность изнашивания контактирующих поверхностей. Формирование нужных характеристик восстановительных покрытий достигается за счет правильного подбора присадочных материалов, источника энергии и вида механической и финишной обработки. В традиционных технологических процессах наращивания восстановительных покрытий используют материалы, по своим физико-механическим свойствам подобные материалу подложки. Такой подход обеспечивает необходимый ресурс восстанавливаемой детали и оптимальную интенсивность изнашивания в эксплуатационных условиях, благоприятно сказывается на адгезионной прочности покрытия и антиокислительных свойствах. Однако такой подход ограничивает возможность повышения или изменения свойств контактирующих поверхностей, особенно в условиях

высоких температур эксплуатации, ограниченной смазки и высоких контактных нагрузок.

Материалы исследований. Современное машиностроение при изготовлении деталей машин не в состоянии обеспечить свойства поверхностей деталей машин в узком диапазоне физико-механических нагрузок, поскольку опирается на «универсальные» материалы, такие, как стали, чугуны и т.д., которые более технологичны и рентабельны в производстве. Проанализируем основные физико-механические свойства материалов, применяемых при изготовлении или модификации деталей машин (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-механические свойства некоторых материалов

Материал	Теплостойкость, °С	Предел прочности при изгибе, МПа	Микротвердость, НВ	Коэффициент теплопроводности, Вт/м*К
Углеродистая сталь	200–240	1900–2200	250–380	31–32
Среднелегированная сталь	250–300	2000–2500	200–420	27–29
Высоколегированная сталь	350–400	2000–3000	450–600	18–20
Компаунд из минералокерамики	1100–1500	325–700	1500	3
Покрытие из нитрида бора	1300–1500	700–1500	8500–9500	25–60

Представленные свойства материалов не могут в полной мере охарактеризовать их физико-механические свойства, однако позволяют определить тенденцию изменения свойств от строения и структуры материалов, в частности, металлические сплавы, основанные на структуре твердых растворов (стали) обладают высокой прочностью на изгиб, имеют хорошую теплопроводность, но уступают по твердости и теплостойкости. Характеристики твердости и теплопроводности предельно важны при эксплуатации деталей машин в условиях высоких температур и отсутствия интенсивной смазки.

Повышение в структуре материалов химических соединений (легирование материалов) и переход на керамику значительно повышает термостойкость и твердость материалов, но снижает их прочность и теплопроводность [4, 10]. Использование керамических материалов до последнего времени было ограничено инструментальным производством, что связано с малой технологичностью, недостаточной прочностью при знакопеременных, ударных нагруз-

ках и отсутствием экономически и технологически доступных процессов. Несмотря на сложность использования керамических материалов при изготовлении деталей машин, ряд зарубежных и отечественных разработчиков предлагают иной подход – получение функциональных покрытий на поверхностях деталей машин из керамических соединений [1–6, 12]. Данное направление в машиностроении используется при упрочнении поверхностей деталей машин за счет диффузионного насыщения керамическими соединениями или получения внешних покрытий из готовых керамических композиций. Учитывая положительный опыт использования керамических функциональных покрытий в различных областях машиностроительного производства, следует ожидать такого же эффекта и в ремонтном производстве.

Современное массовое ремонтное производство, к сожалению, утратило научный и технологический потенциал, и зачастую процесс восстановления машин и механизмов сводится к замене изношенного изделия на новый, без учета рентабельности и эффективности такого подхода ремонта. Поэтому опыт создания функциональных покрытий на деталях машин может послужить толчком для перспективного развития технологических процессов наращивания восстановительных покрытий в ремонтном производстве. Однако слепое копирование технологических процессов получения функциональных покрытий из машиностроения в ремонтное производство невозможно по ряду причин, среди которых наиболее актуальна – характеристики покрытий по толщине, механическим и физическим свойствам.

Традиционные технологии получения восстановительных покрытий обеспечивают толщину покрытия от 0,5 мм и выше, а большинство наплавочных процессов имеет среднюю толщину покрытия 2–4 мм (табл. 2), при этом состояние поверхности наплавочного слоя гребнистое и имеет припуск на механическую обработку для большинства способов свыше 1,0 мм. Увеличенный припуск и высокая шероховатость поверхности требует длительной механической обработки при доводке поверхностей, что негативно сказывается на себестоимости и производительности восстановительного процесса деталей машин.

Как известно, в зависимости от вида изнашивания величина предельного износа деталей машин колеблется в широких пределах от 0,01 до 10 мм. При этом 80–85 % сопряжений имеют предельную величину износа, не превышающую 0,3 мм (рис. 1).

Таблица 2 – Технологические характеристики способов восстановления

Характеристика объекта обработки	НУГ	ВДН	НСФ	ДМ	ГН	КН	РН	ЭИЭ	ХГДН
Толщина наносимого покрытия, мм									
минимальная	0,5	0,5	1,5	0,3	0,3	0,10	1,0	0,005	0,1
максимальная	3,5	3,0	5,0	8,0	1,5	1,5	6,0	0,5	10,0
Припуск на механическую обработку	1,2–1,6	1,2–1,6	1,6–2,4	0,4–1,0	0,4–1,2	1,4–2,0	3–4	0,05–0,2	1–1,8

Примечание: НУГ – наплавка в среде углекислого газа; ВДН – вибродуговая наплавка; НСФ – наплавка под слоем флюса; ДМ – дуговая металлизация; ГН – газопламенное напыление; КН – контактная наплавка; РН – ручная наплавка; ЭИЭ – электроискровая наплавка; ХГДН – холодное газодинамическое напыление порошков.

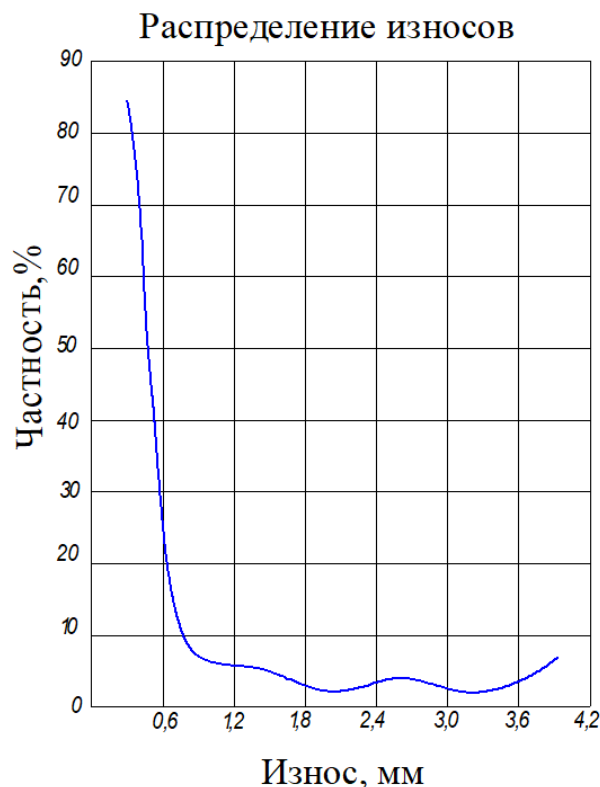


Рисунок 1 – Распределение износов деталей сельскохозяйственных машин

Исходя из этого, напрашивается закономерный вывод о том, что большинство традиционных технологических процессов восстановления деталей машин утратили свою эффективность. Другой негативной стороной традиционных процессов восстановления является высокое термическое воздействие на поверхность деталей машин, достигающее 20 мм вглубь. Основная причина высокого термического воздействия связана с низкой плотностью энергии источника тепла.

Развитие современных технологий наращивания восстановительных покрытий должно идти по пути уменьшения толщины покрытия, повышения производительности процесса наращивания и обеспечения необходимых физико-механических свойств восстановительных покрытий применительно к конкретным условиям эксплуатации.

Уменьшение толщины восстановительного покрытия и снижение негативного термического воздействия на структуру изделия возможно за счет использования источников тепла с высокой плотностью энергии, к которым относятся лазерное излучение, электронный луч, электронно-дуговое излучение. Использование концентрированных источников энергии позволяет реализовывать адаптивные технологии синтеза покрытий, что в свою очередь дает возможность получать градиентные структуры на поверхностях изношенных деталей машин [2, 3, 12].

Наиболее привлекательно использование короткоимпульсного лазерного излучения в процессе синтеза восстановительных покрытий из порошковых композиций.

На кафедре «Эксплуатация и ремонт машин» совместно с учеными Удмуртского государственного университета разработаны технологические процессы синтеза послойных покрытий с использованием керамических порошковых композиций методом лазерного высокочастотного оплавления [8–12]. Результаты исследований в условиях трибологических испытаний дают наглядное представление об эффективности синтезируемых восстановительных покрытий в условиях высоких динамических и кинематических нагрузок (табл. 3).

Представленные результаты получены при скорости трения в 5м/с и ограниченной смазки с реализацией граничного трения. Все пары трений проанализированы за одинаковый промежуток времени и при постоянных режимах нагружения.

Таблица 3 – Сравнительные характеристики работоспособности керамических восстановительных покрытий

Анализируемые сопряжения	Предельная несущая способность, МПа	Коэффициент трения, μ	Термостойкость, °С
Сталь 45-БрАЖ	17	0,17	115
Сталь 45-АЧС	24	0,21	175
Сталь 45-керамическое покрытие	115	0,12	395

Синтезируемые керамические покрытия обладают отличными свойствами и могут эксплуатироваться при высоких температурах, динамических и кинематических нагрузках и отсутствии интенсивной смазки. При этом толщина колеблется от 10 до 500 мкм в зависимости от количества слоев. Шероховатость поверхности по параметру R_a колеблется от 0,14 до 32 и определяется режимами обработки.

Выводы. В представленной работе произведен критический анализ способов наращивания восстановительных покрытий с определением их основных недостатков и областей использования в ремонтном производстве. Обоснована необходимость поиска прогрессивных технологических процессов наращивания восстановительных покрытий, основанных на синтезе отличных по своим свойствам покрытий методом высокочастотного лазерного излучения.

Список литературы

1. Erdemir A. Formation of ultralow friction surface films on boron carbide / A. Erdemir, C. Bindal, G. R. Fenske // *Appl. Phys., Lett.* (1996). – № 68. – p. 1637–1639.
2. Ipatov, A. G. An analysis of the functional properties of super hard coatings on boron carbide synthesized by short-pulse laser processing / G.Ya. Ostaev, S. N. Shmykov, L.Ya. Novikova, I. A. Deryushev // *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development.* – 2019. – Т. 9. – № 2. – p. 921–928.
3. Ipatov, A. G. Analysis and synthesis of functional coatings by high-speed laser processing of ultrafine powder compositions / S. N. Shmykov, I. A. Deryushev, L. Ya Novikova., V. A. Sokolov // *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development.* – 2019. – Т. 9. – № 3. – p. 421–430.
4. Ipatov, A. G. The Tribological Properties of Superhard and Functional Coatings Based on Carbide and Boron Nitride / A. G. Ipatov, E. V. Kharanzhevskiy // *Journal of Friction and Wear.* – 2019. – Vol. 40. – No. 6. – p. 588–592.
5. Larsson, P., Tribofilm formation on boron carbide in sliding wear / P. Larsson, N. Axen, S. Hogmark // *Wear* 236. – 1999. – p. 73–80.
6. Bhowmick, S. Low friction behaviour of boron carbide coatings (B₄C) sliding against Ti–6Al–4V / S. Bhowmick, G. Sun, A. T. Alpas // *Surface & Coatings Technology.* – 2016. – № 308. – p. 316–327.
7. Величко, С. А. Экономическая эффективность ремонта гидроагрегатов методом электроискровой обработки / С. А. Величко, П. В. Чумаков, А. В. Мартынов // *Сельский механизатор.* – 2018. – № 1. – С. 18–20.
8. Новая технология лазерной модификации поверхностей низкоскоростных тяжело нагруженных опор скольжения / В. И. Гольдфарб, Е. С. Трубочев, Е. В. Харанжевский [и др.] // *Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова.* – 2017. – Т. 20. – № 2. – С. 112–117.

9. Патент 2497978 Российская Федерация, МПК С23С 24/08, В22F 3/105. Способ формирования покрытия и установка для его осуществления: № 2011130871/02, 2011.07.22: заявл. 2011.07.22: опубл. 2013.11.10/ Ипатов А. Г., Стрелков С. М., Стрелков С. С., Харанжевский Е. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ижевская государственная сельскохозяйственная академия".

10. Ипатов, А. Г. Повышение износостойкости подшипников скольжения сверхтвердыми материалами / Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2019. – № 10. – С. 16–20.

11. Ипатов, А. Г. Модификация антифрикционных покрытий на основе оловянистой бронзы короткоимпульсной лазерной обработкой / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 133. – С. 220–226.

12. Синтез композитных покрытий при высокоскоростном лазерном спекании металлических порошковых смесей / М. Д. Кривилев, Е. В. Харанжевский, В. Г. Лебедев [и др.] // Физика металлов и металловедение. – 2013. – Т. 114. – № 10. – С. 871–893.

13. Рафиков, И. А. Опыт восстановления деталей плазменной наплавкой в переменном магнитном поле / И. А. Рафиков, Р. Н. Сайфуллин // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 111. – № 2. – С. 202–205.

14. Шмыков, С. Н. Экономическая оценка способов восстановления вала турбокомпрессора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, С. М. Стрелков // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 44–46.

УДК 621.431.7.068:631.3

**А. А. Кавыев, И. А. Дерюшев, Н. Д. Давыдов,
А. А. Мартюшев, Р. Р. Шакиров**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ТОКСИЧНОСТЬ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ В ПЕРИОД ПУСКА

Пуск теплового двигателя требует обязательной операции – прогрева. При низких температурах в результате некачественного сгорания топлива с отработавшими газами в атмосферу выбрасывается огромное количество токсичных веществ. В работе рассмотрена зависимость выброса токсичных газов от температуры двигателя.

Актуальность. Одним из неотъемлемых этапов работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является процесс прогре-

ва. ДВС относится к типу тепловых двигателей, и поэтому только при достижении оптимального температурного режима достигаются все номинальные установленные параметры его работы, в том числе и степень токсичности отработавших газов.

Процесс прогрева наиболее интересен именно с точки зрения исследования характера изменения концентрации токсичных компонентов в отработавших газах. Сразу после пуска двигателя, особенно при отрицательных температурах, происходит выброс оксидов азота (NO_x), монооксида углерода (СО), различных углеводородов (C_xH_x) и многих производных соединений, которые, смешиваясь между собой, могут образовывать еще более опасные токсичные вещества [1–8]. При этом в период, когда цилиндро-поршневая группа еще недостаточно нагрета, моторное масло слабо снимается со стенок цилиндра маслоъемными кольцами, происходит его горение совместно с топливовоздушной смесью, что способствует увеличению выбросов токсичных газов в атмосферу.

Материалы и методика. Как известно, моторное масло содержит достаточно широкий перечень присадок, горение которых сопровождается выделением ядовитых компонентов. Образующаяся при этом сажа хорошо переносит данные вещества, которые впоследствии откладываются в виде пыли внутри навесов и гаражей, химически разрушая конструкционные элементы, либо оседает на растениях, что в конечном итоге приводит к попаданию вредной пыли в дыхательные пути человека и животных. В дополнение ко всему вышесказанному следует отметить и тот факт, что процесс прогрева двигателя характеризуется сильным износом его деталей и немалым расходом топлива, сопровождаемыми дополнительными финансовыми издержками [3].

Таким образом, процесс прогрева сопровождается множеством всевозможных негативных факторов, поэтому его необходимо, в идеальном случае, вообще исключить из этапов работы двигателя внутреннего сгорания. В реальных условиях полностью исключить процесс прогрева нельзя, но есть возможность существенно уменьшить его период путем применения тепловой подготовки [6–8].

Результаты исследований. На базе одного из передовых сельскохозяйственных предприятий Удмуртской Республики были проведены исследования процесса прогрева тракторного дизеля. Объектом исследования стал двигатель Д-243 трактора МТЗ-82. Целью испытаний был замер содержания основных токсичных

компонентов отработавших газов двигателя в процессе прогрева в зависимости от его температуры. Пуск двигателя производился при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам обработки полученных данных были получены следующие зависимости (рис. 1).

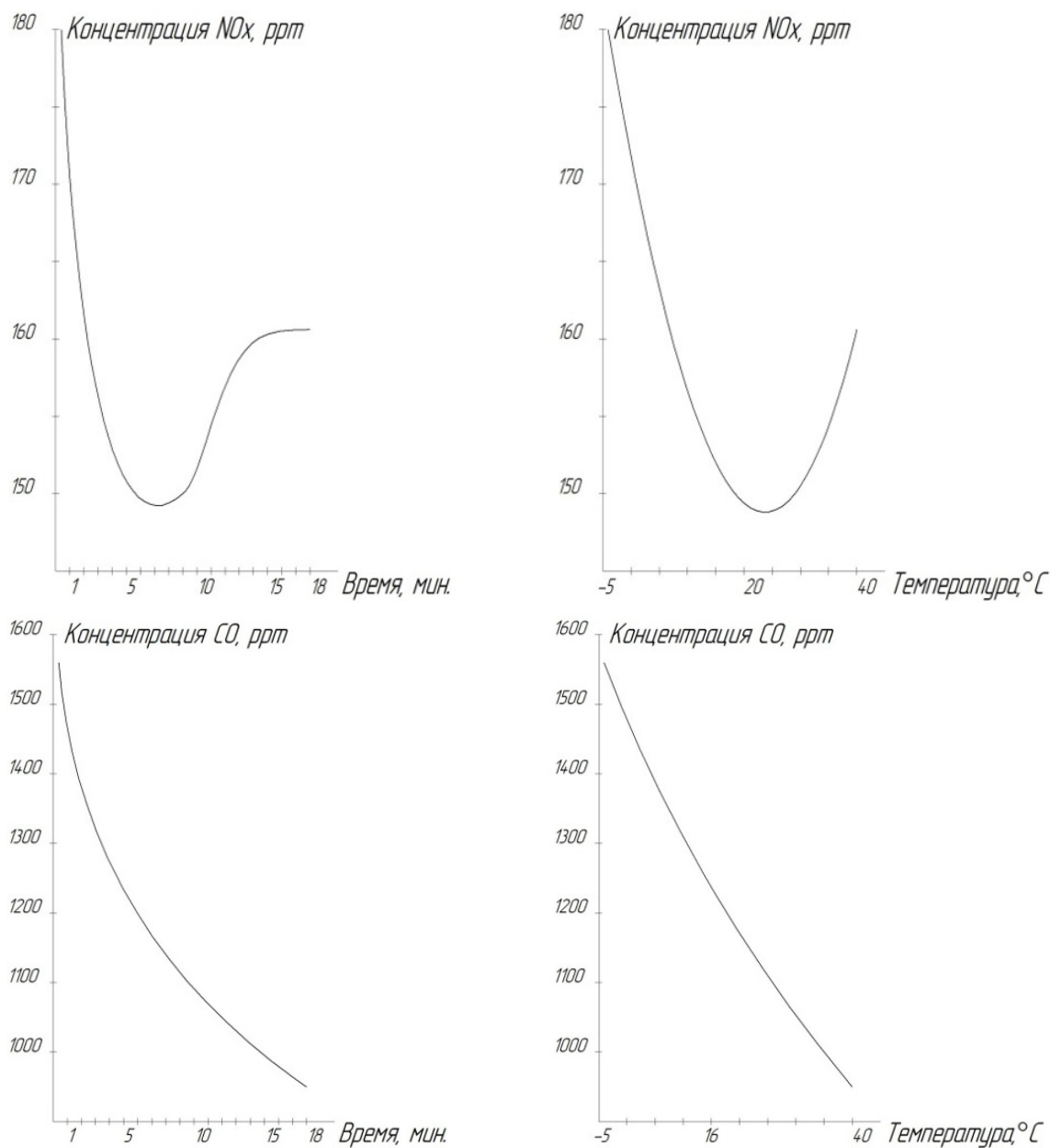


Рисунок 1 – Изменение концентрации токсичных компонентов отработавших газов в процессе прогрева двигателя Д-243

Из представленных графиков видно, что сразу после пуска двигателя наблюдается высокая концентрация в отработавших газах монооксида углерода (CO) и оксидов азота (NO_x). Это объясняется очень плохим смесеобразованием топливовоздушной смеси в цилиндрах двигателя ввиду низких температур процесса.

Но при этом в процессе горения такой смеси образуются местные очаги с очень высокой температурой, для которой характерно интенсивное образование NO_x . По мере прогрева двигателя качество смеси улучшается, результатом чего является снижение концентрации в газах CO и NO_x . При достижении температуры двигателя $20\text{ }^\circ\text{C}$ концентрация NO_x вновь начинает возрастать. Это объясняется общим увеличением температуры цикла работы двигателя [8].

Таким образом, для существенного снижения токсичных выбросов двигателя Д-243 его температура в момент пуска должна составлять минимум $20\text{ }^\circ\text{C}$. Данные результаты можно распространить и на другие типы двигателей.

Выводы и рекомендации. Для тепловой подготовки двигателей внутреннего сгорания можно использовать всевозможные автономные подогреватели, электрические встраиваемые нагреватели и многие другие средства [6], но наиболее энергоэффективным и безопасным для окружающей среды является применение тепловых аккумуляторов (термосов), накапливающих тепловую энергию рабочих жидкостей при работе двигателя, сохраняющих ее в процессе межсменного хранения и передающих тепловую энергию двигателю непосредственно перед следующим пуском [6–8].

Установка тепловых аккумуляторов на тракторах, грузовых автомобилях и специализированной технике не составит затруднений ввиду наличия пространства для установки подобных устройств. Стоит также отметить и то, что при установке тепловых аккумуляторов не требуется существенная доработка штатной системы охлаждения.

При установке тепловых аккумуляторов на легковые автомобили возможны некоторые затруднения в плане наличия свободного пространства в моторном отсеке. Все же на большинстве моделей такое пространство для установки имеется. При массовом внедрении подобных устройств экологический эффект будет значительным. Будет существенна и экономия горюче-смазочных материалов, что говорит о быстрой окупаемости от установки теплового аккумулятора.

Список литературы

1. Потапов, Е. А. Снижение токсичности отработавших газов дизельного двигателя в период пуска / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Современные проблемы экологии: доклады XIX Междунар. научн.-техн. конф. – Тула, 2017. – С. 3–6.

2. Потапов, Е. А. Экологическая безопасность двигателей машинно-тракторных агрегатов на неустановившихся режимах работы / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4 (29). – С. 49–50.

3. Вахрамеев, Д. А. Повышение производительности и экономичности машинно-тракторного агрегата улучшением динамических характеристик двигателя: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства», 05.04.02 «Тепловые двигатели»: дис. .. канд.т.наук / Вахрамеев Дмитрий Александрович. – Казань, 2000. – 232 с.

4. Потапов, Е. А. Снижение содержания токсичных веществ в отработавших газах двигателя машинно-тракторного агрегата путем применения комплексных систем / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: материалы X Междунар. научн.-практ. конф. Наука – Технология – Ресурсосбережение. – Киров, 2017. – С. 14–17.

5. Потапов, Е. А. Комплекс систем для снижения токсичности отработавших газов дизельного двигателя / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров [и др.] // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 3. – С. 95–100.

6. Потапов, Е. А. Анализ перспективных методов снижения содержания токсичных веществ в отработавших газах двигателей машинно-тракторных агрегатов / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века. Вклад молодых ученых-исследователей: матер. Всерос. научн.-практ. конф. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017. – С. 252–254.

7. Потапов, Е. А. Анализ методов предпусковой подготовки двигателя машинно-тракторного агрегата / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Динамика механических систем: матер. I Междунар. научн.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2018. – С. 79–84.

8. Потапов, Е. А. Предпусковой подогрев двигателя трактора как эффективный способ снижения токсичных компонентов в отработавших газах / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: матер. Междунар. научн.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Т. 3. – С. 172–175.

М. М. Киселев*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

КОНЦЕНТРАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СТУПЕНЧАТЫХ ДЕТАЛЯХ ПРИ ВНЕЦЕНТРАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ

Представлена методика определения напряжений в деталях переменного сечения при сложном сопротивлении на моделях из оптически прозрачных материалов при помощи лазерного полярископа-интерферометра. Эмпирический коэффициент концентрации напряжений в угловых зонах ступенчатой детали при ее внецентральном нагружении изменяется в пределах от 1,53 до 1,6.

Актуальность. Теоретическое решение задач по определению напряжений возле различных внешних и внутренних концентраторов напряжений связано со значительными математическими трудностями. Зачастую необходимо решать интегральные уравнения с нерегулярными методами исследования, которые относятся к числу нелинейных задач механики деформируемого твердого тела. Кроме того, сами краевые напряжения возле концентраторов напряжений являются граничными условиями для расчета напряженного состояния внутри деталей, которые должны быть некоторым образом определены [1, 7, 9–14]. Так, краевые напряжения можно исследовать экспериментально на оптически прозрачных моделях деталей при помощи лазерного полярископа-интерферометра. Данный метод основан на том, что большинство прозрачных изотропных материалов под действием напряжений (деформаций) могут приобретать способность к двойному лучепреломлению (оптической анизотропии). Величина двойного лучепреломления, связанная с возникающими напряжениями, может быть измерена оптическим методом при просвечивании модели поляризованным светом лазера [5, 6, 8].

Обозначим через g_τ функцию распределения максимальных касательных напряжений τ_{max}

$$g_\tau = 2 \tau_{max} / \sigma_n = (\sigma_1 - \sigma_2) / \sigma_n,$$

где σ_1, σ_2 – главные напряжения;

σ_n – номинальное напряжение в детали без концентратора напряжений, найденное по примерным формулам науки о сопротивлении материалов.

Коэффициент концентрации напряжений

$$\alpha_\tau = |g_\tau|_{max}.$$

Целью работы является экспериментальное исследование напряжений в модели ступенчатой детали при внецентральном сжатии на лазерном полярископе.

Методика эксперимента. Для исследования полей максимальных касательных напряжений используется лабораторный лазерный полярископ-интерферометр ЛПИ-2 (рис. 1).

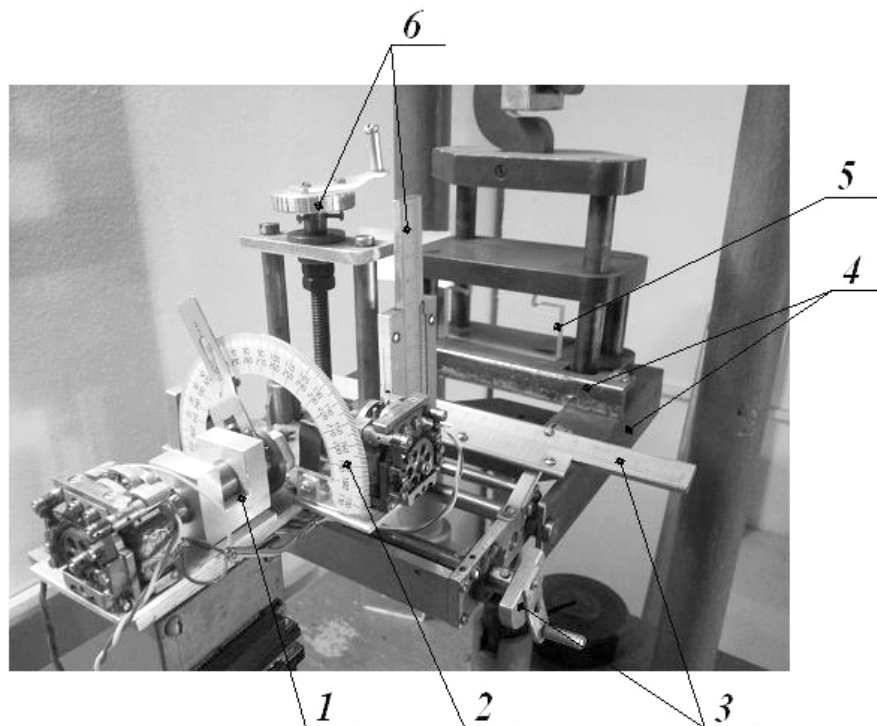


Рисунок 1 – Исследование напряженного состояния на лазерном полярископе-интерферометре ЛПИ-2:

- 1 – лазерный модуль; 2 – шкала отсчета угла наклона плоскости поляризации; 3 – регулятор и шкала горизонтального перемещения луча лазера; 4 – устройство крепления ЛПИ-2 к нижней неподвижной плите нагрузочного устройства; 5 – модель; 6 – регулятор и шкала вертикального перемещения луча лазера

Величина главных и максимальных касательных напряжений в исследуемой точке модели детали определяется по следующей зависимости [5–9]:

$$\sigma_1 = \sigma_0 \left(\frac{4}{\pi} \left(\arcsin \sqrt{\frac{A}{A_{max}}} - \theta \right) - \frac{m}{m_{max}} \right),$$

$$\sigma_2 = -\sigma_0 \left(\frac{4}{\pi} \left(\arcsin \sqrt{\frac{A}{A_{\max}}} - \theta \right) + \frac{m}{m_{\max}} \right),$$

$$\tau_{\max} = \tau_0 \left(\arcsin \sqrt{\frac{A}{A_{\max}}} - \theta \right).$$

где A – величина тока на фотоприемнике;

m – количество интерференционных полос при плавном нагружении модели;

A_{\max}, m_{\max} – максимальные значения тока и количества интерференционных полос, задаваемое при тарировке прибора;

τ_0, σ_0, θ – тарировочные постоянные.

Здесь $\sigma_0 = 1,8$ МПа, $\tau_0 = 2,3$ МПа, $A_{\max} = 38$ мкА, $m_{\max} = 15$; $\theta = 0,274$.

Результаты исследований. На рисунке 2 представлена расчетная схема модели ступенчатой детали при внецентральном сжатии.

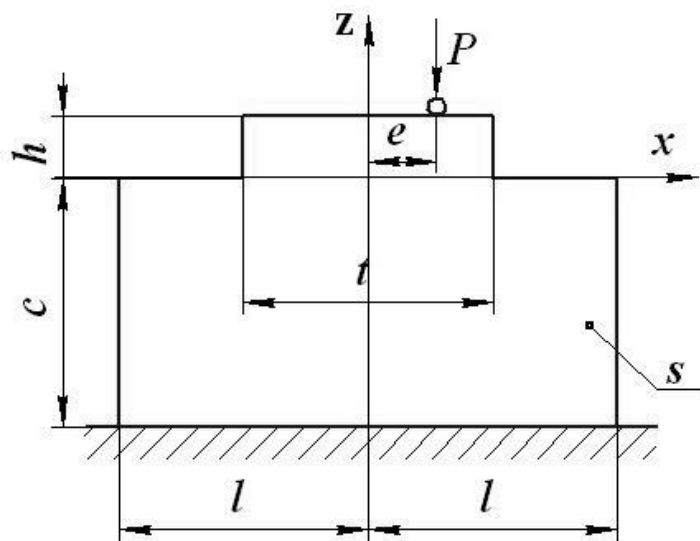


Рисунок 2 – Расчетная схема плоской модели элемента ступенчатой детали при внецентральном сжатии:

$$t = 23 \text{ мм}; s = 7,17 \text{ мм}; c/t = 1,5; h/t = 0,9; l/t = 3; e/t = 0,14; P = 677 \text{ Н}$$

Для определения номинальных напряжений при внецентральном сжатии использовалась известная теоретическая зависимость из курса сопротивления материалов [1, 3]:

$$\sigma_n = -\frac{P}{ts} \left(1 + \frac{6e}{t} \times \frac{2x}{t} \right) = -4 \left(1 + 0,84 \times \frac{2x}{t} \right), \left| \frac{2x}{t} \right| \leq 1.$$

Результаты экспериментальных исследований приведены на рисунках 3, 4.

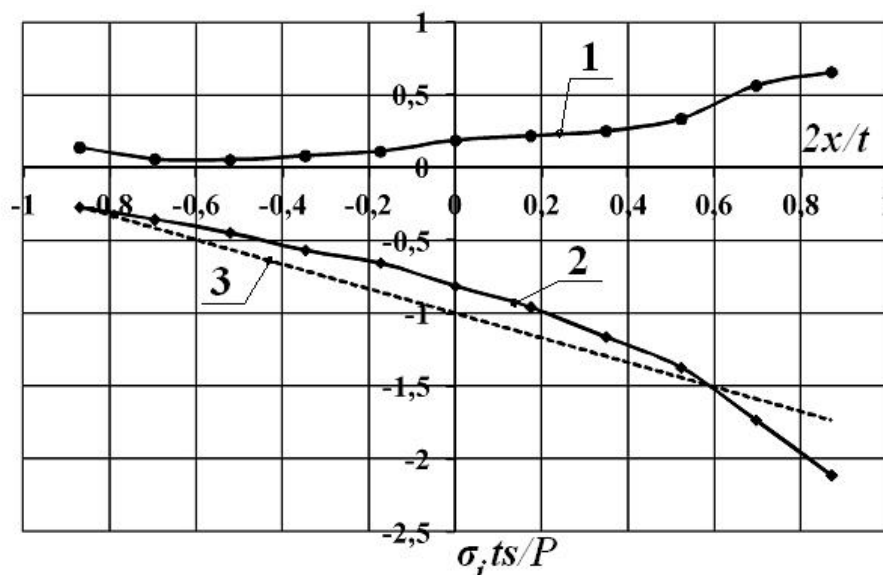


Рисунок 3 – Эпюры главных напряжений в безразмерных величинах при $e/t = 0,14$, $P = 677$ Н, $t = 23$ мм, $s = 7,17$ мм, $z = 0$:
 1 – экспериментальная кривая σ_1 ; 2 – экспериментальная кривая σ_2 ;
 3 – теоретическая зависимость σ_2

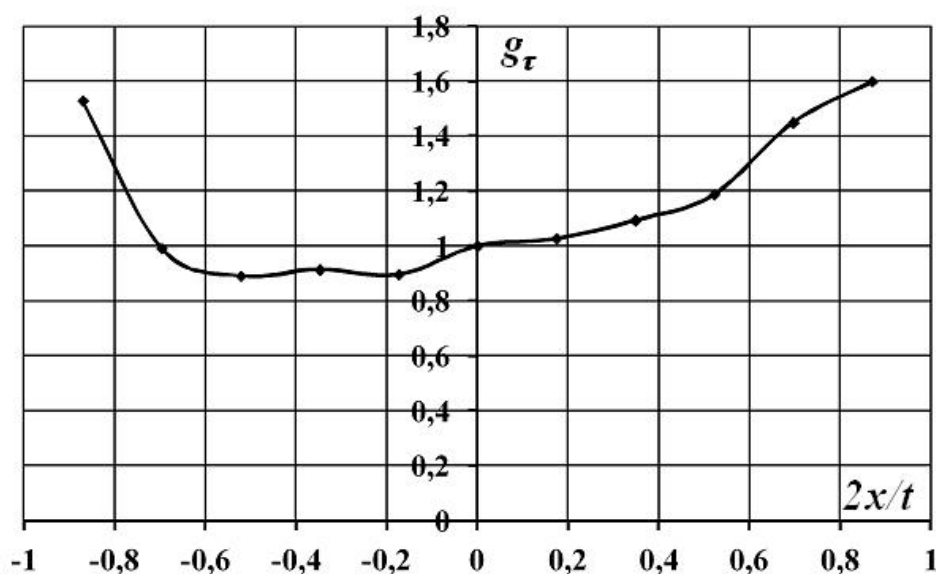


Рисунок 4 – Эпюра функции g_τ при $e/t = 0,14$, $P = 677$ Н, $t = 23$ мм, $s = 7,17$ мм, $z = 0$

Вывод. Эмпирический коэффициент концентрации максимальных касательных напряжений у левого угла $\alpha_\tau = 1,53$, у правого – $\alpha_\tau = 1,6$. Полученный результат может быть использован при расчетах несущей способности элементов инженерных конструкций и машин [1, 2, 4, 7, 9–14].

Список литературы

1. Дородов, П. В. Расчет деталей машин с концентраторами напряжений и оптимизация их формы: монография / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 182 с.
2. Дородов, П. В. Потеря несущей способности задней подвески модернизированного автомобиля газон NEXT / П. В. Дородов, Р. А. Жуйков, В. А. Бабушкин // Современному АПК – эффективные технологии: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ В. М. Макаровой. – Ижевск, 2019. – С. 19–25.
3. Дородов, П. В. Прикладная механика / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 22 с.
4. Дородов, П. В. Пути повышения износостойкости поверхностей трения / П. В. Дородов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 42–47.
5. Дородов, П. В. Разработка и применение лазерного полярископа-интерферометра для исследования напряжений в моделях деталей машин: монография / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 148 с.
6. Дородов, П. В. Разработка системы управления поляризационно-оптической установки для исследования напряженного состояния в моделях деталей машин / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Национальной научн.-практ. конф., посв. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин Агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 345–347.
7. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова. – Ижевск, 2020. – С. 61–66.
8. Концентрация напряжений в стыках конструкционных элементов сельхозмашин / П. В. Дородов, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 38–40.
9. Ерохин, М. Н. К вопросу о концентрации напряжений и оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов, А. С. Дорохов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2020. – № 3. – С. 45–55.

10. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019663489, 17.10.2019 Российская Федерация. Программа оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала: заявка № 2019662424 от 09.10.2019 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

11. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019664971, 15.11.2019 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при растяжении-сжатии: заявка № 2019663959 от 05.11.2019 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

12. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020612388, 20.02.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при изгибе: заявка № 2020611402 от 11.02.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

13. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020615639, 27.05.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при растяжении-сжатии: заявка № 2020614718 от 12.05.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

14. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020663352, 27.10.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при изгибе: заявка № 2020662565 от 20.10.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

УДК. 629.3.027.415.083

**Ю. Г. Корепанов, А. С. Марков,
Ф. Р. Арсланов, О. Ю. Корепанова**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ШКВОРНЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПОТОЧНЫХ ЛИНИЯХ

Рассмотрена возможность диагностирования шкворневых соединений рулевого привода грузовых автомобилей и тракторов на поточных линиях для повышения производительности работ.

Актуальность. Диагностирование ходовой части автомобилей заключается в систематической проверке зазоров в шкворневых соединениях. Имеется ряд устройств, с помощью которых

проводится определение зазоров в шкворневых соединениях. Так, контроль радиального и осевого зазоров в шкворневых соединениях осуществляют перемещением цапфы относительно бобышки передней оси, которые фиксируются индикатором, закрепленным на балке переднего моста. Зазоры замеряются в двух положениях колеса: в вывешенном и после опускания колеса на пол. Поскольку база замера примерно в два раза больше длины шкворня, то величина радиального зазора шкворня будет в два раза меньше величины зафиксированного индикатором. Осевой зазор замеряют плоским щупом, вставленным между верхней пружины поворотной цапфы и бобышкой передней оси.

Материалы и методики. Известно устройство, состоящее из подвижных площадок и домкрата. Принцип измерения основан на вывешивании колес домкратом, а затем опускание их на подвижные площадки, которые, перемещаясь в поперечном направлении через соответствующие датчики и вычисления, указывают величину зазора.

Известен гидравлический люфтомер-детектор ДЛ–003, позволяющий измерить зазор через перемещение управляемых колес подвижными площадками. Известен подъемник для вывешивания автомобиля, содержащий смонтированное на фундаменте неподвижное основание, на котором закреплена поперечина с поворотными подхватами для вывешивания элементов автомобиля.

Известен подъемник, в котором подхваты выполнены в виде поворотной катушки с резиновыми ободками, с жестко закрепленным на катушке храповым колесом, а на поперечине имеется собачка для взаимодействия с храповым колесом. Данный подъемник позволяет производить техническое обслуживание одной марки автомобиля. В связи с тем, что на предприятиях используются автомобили различных марок, то для проведения диагностики и технического обслуживания переднего моста необходим универсальный подъемник для вывешивания передних колес грузового автомобиля.

Результаты исследований. Для повышения производительности диагностирования шкворневых соединений на поточных линиях предлагается стенд. Стенд относится к диагностическому гаражному оборудованию и может быть установлен на поточную линию ТО или на диагностическом посту общего диагностирования Д–1. Стенд состоит из катушечного подъемника с бесступенчатым изменением высоты подъема и блоков измерительных площадок. Для повышения производительности предусмотрено автоматиче-

ское снятие величины зазоров в шкворневых соединениях при проезде через предлагаемый подъемник с помощью блоков измерительных площадок. На рисунке 1 представлена схема стенда, состоящего из катушечного подъемника и четырех измерительных площадок, по две на каждую сторону автомобиля. Катушечный подъемник состоит из катушки 1, которая шарнирно установлена на эксцентрическую ось 2, эксцентрическая ось установлена в подшипниках, закрепленных на фундаменте. На эксцентрической оси на шлицах устанавливаются диски с отверстиями 3, с помощью которых, во-первых, ограничивается перемещение катушки вдоль оси, а во-вторых, изменяется высота подъема за счет поворота эксцентрической оси. К корпусам подшипников закреплены кронштейны 4 с фиксаторами 5 для фиксации эксцентричной оси в нужном положении. Измерительные площадки состоят из нижней неподвижной площадки 6 с неподвижной катушкой 7 и подвижной площадкой 8 со штоком 9, между площадками установлен шариковый подшипник 10.

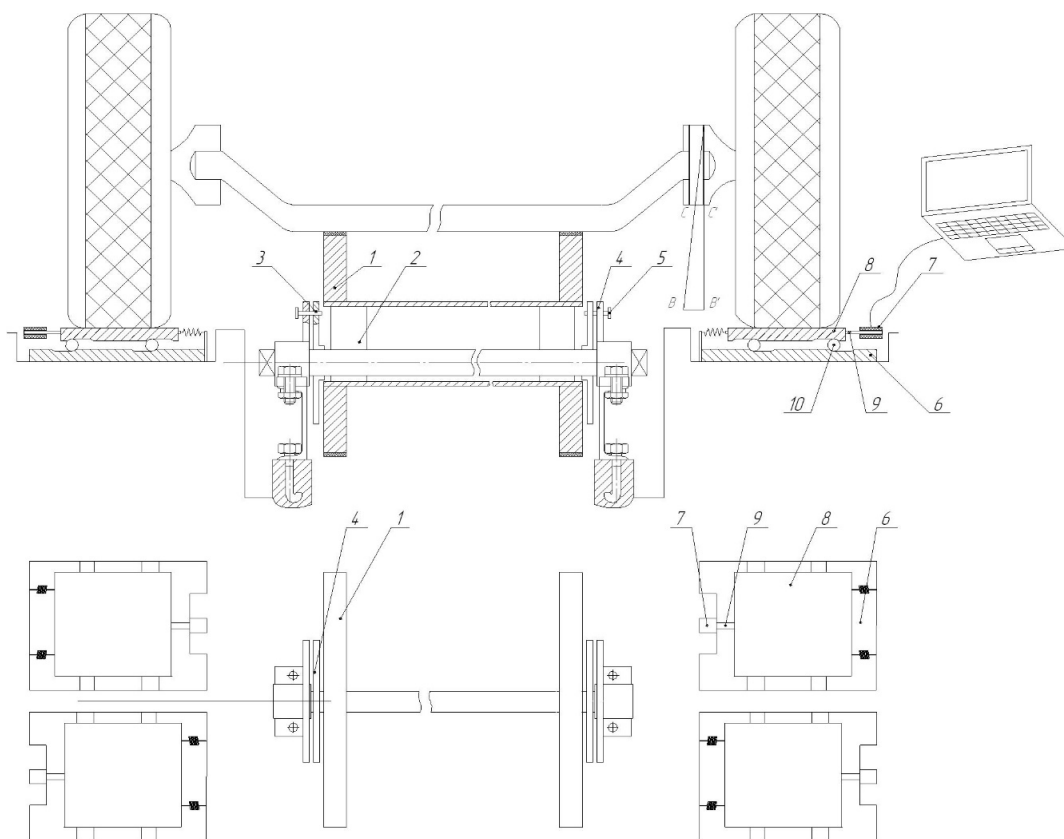


Рисунок 1 – Схема катушечного подъемника и четырех измерительных площадок

Стенд работает следующим образом: катушка поворотом эксцентрической оси устанавливается на необходимую высоту, соглас-

но марке автомобиля. Автомобиль, двигаясь вперед, наезжает передней балкой на катушку, которая, поворачиваясь, поднимает переднюю ось автомобиля, при этом зазоры в шкворневых соединениях выбираются, а колеса автомобиля тянут площадки внутрь, перемещая сердечник в катушку. Сигнал о перемещении поступает в компьютер. При дальнейшем движении колеса автомобиля полностью вывешиваются и площадки возвращаются в исходное положение с помощью возвратных пружин. Перемещаясь далее, автомобиль передними колесами опускается на другой блок площадок, при этом зазоры опять выбираются, перемещением колес площадки передвигаются наружу, сердечник входит в катушку и сигнал измерения зазора поступает в компьютер.

В компьютер предварительно вводится марка автомобиля и производится перевод перемещения площадок в зазор шкворневых соединений.

Выводы и рекомендации. Таким образом, предложенный стенд позволяет производить диагностирование шкворневых соединений на поточных линиях.

Список литературы

1. Совершенствование измерения схождения управляемых колес тракторов и грузовых автомобилей / Ю. Г. Корепанов, А. С. Марков, Ф. Р. Арсланов, О. Ю. Корепанова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Национальной научн.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зюнова. – Ижевск: Ижевская ГСХА. –2020. – С. 55–58.

2. Совершенствование катушечного подъемника для диагностики и технического обслуживания машин / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, О. Ю. Корепанова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 88–89.

3. Корепанов, Ю. Г. Совершенствование технических осмотров самоходных машин / Ю. Г. Корепанов, А. С. Марков, Ф. Р. Арсланов // Наука, инновации и образование в современном АПК: м-лы Междунар. научн.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – С. 204–207.

4. Организация технического обслуживания и инструментальный контроль машинно–тракторного парка : методические указания / сост. М. З. Салимзянов [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014.

5. Эксплуатация машинно-тракторного парка: практическое пособие для изучения эксплуатационных свойств тракторов, сельскохозяйственных машин и комплектования машинно-тракторных агрегатов / сост. Ю. Г. Корепанов [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010.

6. Электрифицированный агрегат для диагностики технического обслуживания машин / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, О. Ю. Корепанова, В. А. Баженов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. научн.–практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2018. – С. 51–54.

УДК 663.479.1:664.64.014

В. Ф. Купряшкин, А. Ю. Гусев, П. В. Борисов
ФГБОУ ВО МГУ им. Н. П. Огарёва

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СЪЕМНЫХ МОДУЛЕЙ С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ДЛЯ СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

Произведен анализ конструкций почвообрабатывающих съемных модулей с активными рабочими органами для средств малой механизации и представлена кинематическая схема фрезерного почвообрабатывающего агрегата на базе мотокультиватора.

Для обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур на индивидуальных садовых и приусадебных участках населением страны широко используются различные средства малой механизации и, в частности, фрезерные мотокультиваторы (рис. 1) и мотоблоки с фрезерными насадками (рис. 2), имеющими активные рабочие органы (АРО) [1, 2].

Работа данных средств механизации имеет свои принципиальные отличительные особенности. В частности, фрезерные мотокультиваторы перемещаются за счет реакции на АРО при резании почвы, т.е. рабочие органы выполняют роль рыхлителей почвы и движителей одновременно. Мотокультиватор МК-200 «НЕВА» (рис. 1) относится к средствам малой механизации и предназначен для культивации окультуренной почвы, ее рыхления, выравнивания, а также и некоторых других агротехнических операций [3].

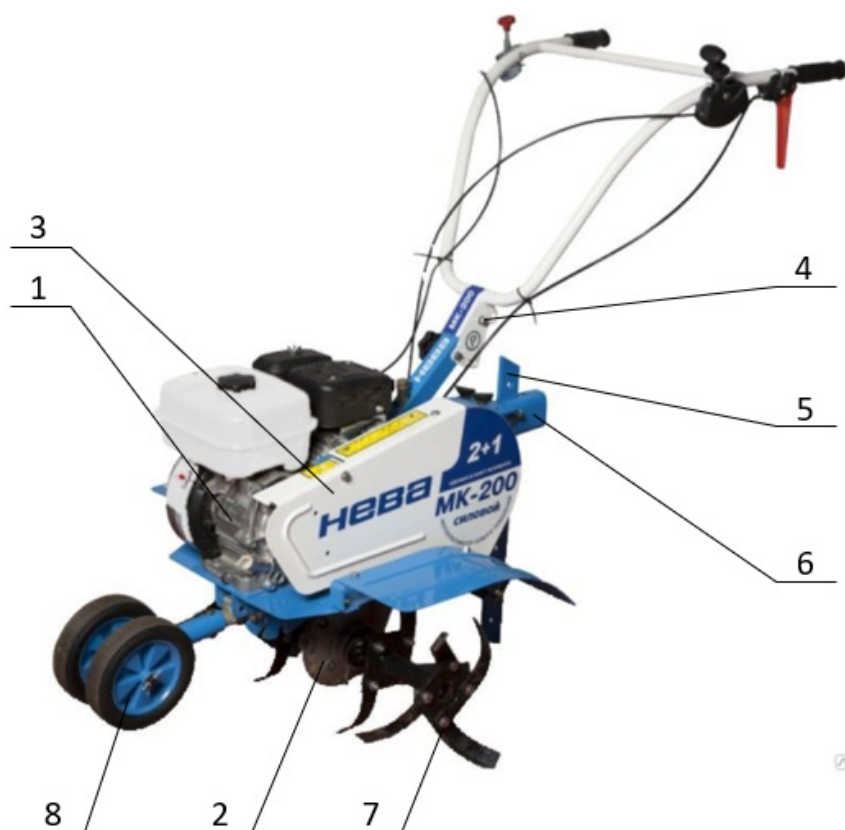


Рисунок 1 – Мотокультиватор МК-200 «НЕВА» с фрезерными АРО
 1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – шестеренчато-цепной редуктор с коробкой скоростей; 3 – клиноременная передача с муфтой сцепления в виде натяжного ролика; 4 – рулевая колонка с органами управления; 5 – ограничитель глубины; 6 – кронштейн сцепки; 7 – фрезы-культиваторы или ведущие колеса; 8 – опорное транспортное колесо с кронштейном

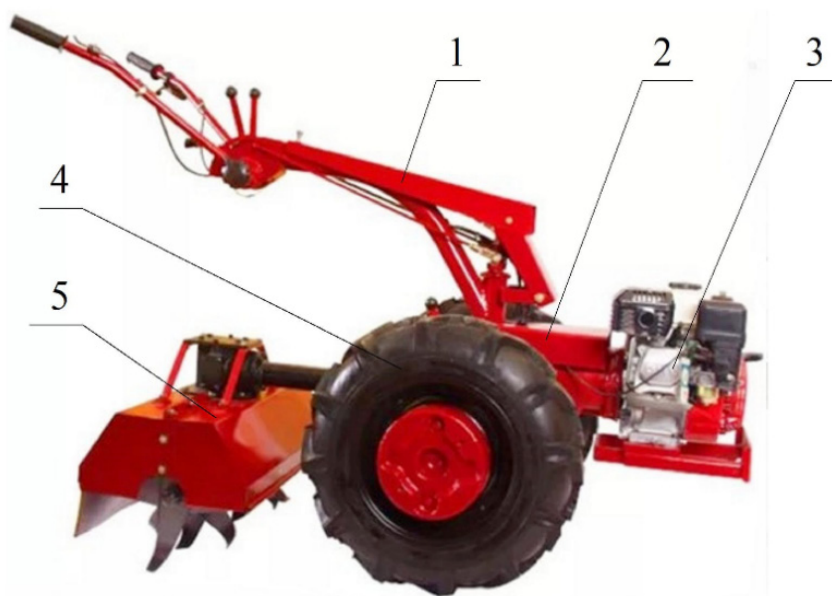


Рисунок 2 – Мотоблок с фрезерной насадкой
 1 – реверсивная рулевая штанга; 2 – силовая передача;
 3–4-тактный карбюраторный двигатель; 4 – одноосное двухколесное шасси;
 5 – почвенная фреза

Для обеспечения достаточного качества обработки почвы, согласно рекомендациям [1], требуется два взаимно перпендикулярных прохода почвообрабатывающего агрегата. Указанная особенность обработки почвы фрезерными мотокультиваторами отрицательно сказывается на их эффективности функционирования, а именно на производительности, но, благодаря относительно их простой конструкции, они отличаются невысокой стоимостью и, следовательно, пользуются большим спросом у населения.

Другой вид почвообрабатывающего агрегата мотоблок (рис. 2), представляет собой универсальный одноосный двухколесный мини-трактор, который агрегируется с полным набором прицепного и навесного оборудования.

Мотоблок в комплекте с сельскохозяйственными орудиями можно использовать для выполнения различных работ на пахоте, фрезеровании почвы, сенокошении, уборке снега и транспортировке грузов и других видов работ.

Дополнительное оснащение мотокультиватора ходовыми колесами или грунтозацепами позволяет использовать его в качестве энергосредства с тяговыми или тягово-приводными орудиями. При этом, как было отмечено ранее, в агрегате с мотоблоками используются почвообрабатывающие орудия, имеющие АРО – почвенные фрезы (рис. 3).

Почвенная фреза (рис. 3), которой оснащается мотоблок, предназначена для обработки почвы на глубину до 8 см в садах и огородах коллективного или индивидуального пользования. Применение почвенной фрезы в агрегате с мотоблоком позволяет обеспечить более высокое качество обработки почвы в сравнении с фрезерным мотокультиватором. Также данный почвообрабатывающий агрегат позволяет обеспечивать лучшую устойчивость машины, тем самым облегчая условия работы оператора. Однако стоимость как самого мотоблока, так и сменных орудий и, в частности, почвенной фрезы значительно превышает стоимость фрезерного мотокультиватора, что ограничивает сегмент потребителей.

Из сравнительного анализа рассмотренных средств малой механизации следует, что для обеспечения достаточно высокого качества обработки почвы более простыми конструкциями машин возникает необходимость расширить функциональные возможности существующих мотокультиваторов за счет использования в них съемных модулей с АРО [4, 5, 6]. Однако для выбора наиболее оптимальной конструкции съемного фрезерного модуля требу-

ется провести анализ существующих и предлагаемых перспективных их конструкций.

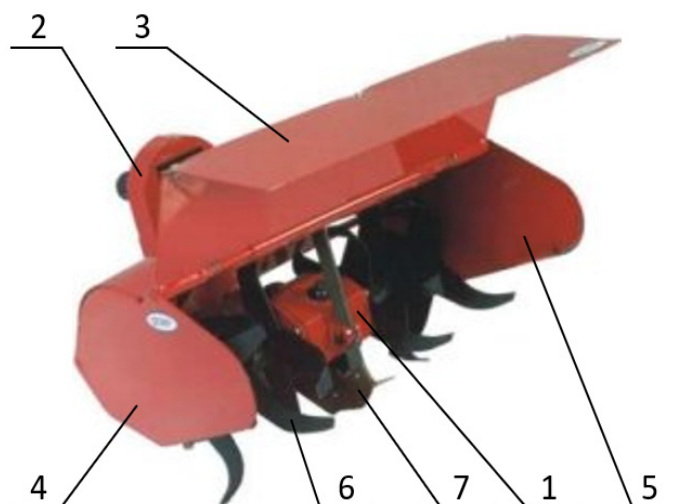


Рисунок 3 – Почвенная фреза

1 – конический редуктор; 2 – универсальная навеска; 3 – кожух; 4, 5 – боковины;
6 – два ротора с Г-образными ножами; 7 – бороздодел

В настоящее время для использования со средствами малой механизации предлагаются различные конструкции съемных модулей с АРО.

Рассмотрим ряд предлагаемых конструкций и особенности их функционирования.

Съемный модуль с активными рабочими органами (почвенная фреза) (рис. 3), которым оснащаются мотоблоки «АГРО» и МТЗ-09 «БЕЛАРУС», предназначена для предпосевной и предпосадочной обработки почвы.

Фреза представляет собой сборную конструкцию, состоящую из конического редуктора 1, на который крепятся: универсальная навеска 2, кожух 3 с боковинами 4 и 5, два ротора с Г-образными ножами 6 и бороздодел 7.

Модуль крепится к мотоблоку с помощью вала универсальной навески, который устанавливается в корпус продольного ВОМ мотоблока и фиксируется пальцем.

В редукторе на шарикоподшипниках установлена коническая пара шестерен. Навеска универсальная представляет собой цепной редуктор. Одна звездочка установлена на валу, который устанавливается в корпус ВОМ мотоблока, а вторая – на вал-шестерне конического редуктора.

Ротеры представляют собой насаженные на шестигранный вал Г-образные симметричные ножи с дистанционными втулка-

ми. В данном случае активные рабочие органы имеют вращение «сверху-вниз», однако при смене крепления ножей на противоположное направление, а также и вращения приводного вала, можно обеспечить вращение активных рабочих органов «снизу-вверх».

Основными недостатками данной конструкции являются возможность агрегатирования с мотоблоками, имеющими только задний продольный ВОМ и сложность конструкции привода, включающий в себя цепной и конический редукторы, что, как было отмечено ранее, отрицательно сказывается на стоимости съемного модуля.

Кроме рассмотренного съемного модуля для использования в агрегате с мотоблоками и мотокультиваторами исследователи предлагают конструкцию модуля с комбинированным вращением активных рабочих органов, включающего центральный редуктор и разнотипные роторы (рис. 4) [5].

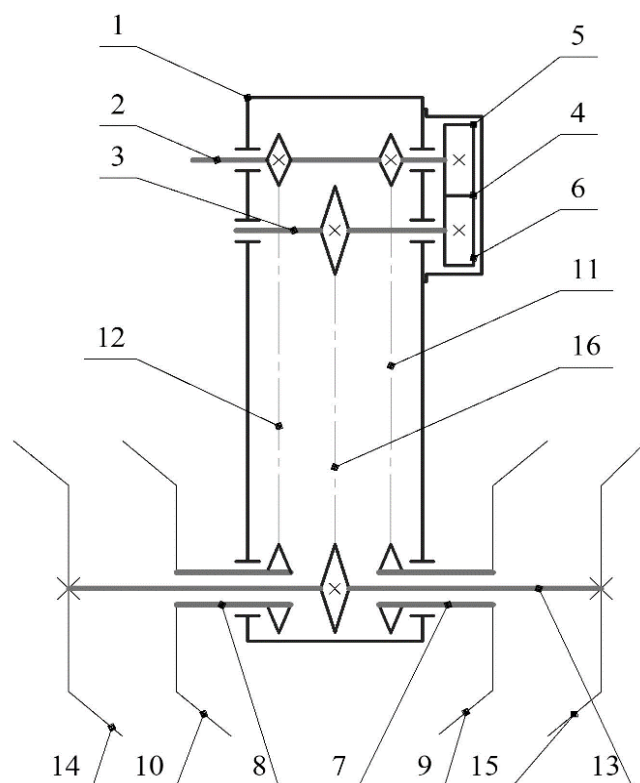


Рисунок 4 – Съемный модуль с комбинированным вращением роторов
 1 – корпус; 2 – ведущий вал; 3 – промежуточный вал; 4 – зубчатая цилиндрическая передача; 5, 6 – сменные зубчатые колеса; 7, 8 – полые приводные валы;
 9, 10 – роторы; 11, 12, 16 – цепные передачи; 13 – центральный приводной вал;
 14, 15 – роторы

Съемный модуль с комбинированным вращением роторов работает следующим образом: при установленном режиме почвообрабатывающего агрегата вращение от вала отбора мощности мотобло-

ка передается на ведущий вал 2, откуда через цепные передачи 11 и 12 на полые приводные валы 7 и 8, обеспечивая тем самым вращение установленных на них активных рабочих органов 9 и 10 в одну сторону. Кроме этого, с ведущего вала 2 через зубчатую цилиндрическую передачу 4 вращательное движение передается также и на промежуточный вал 3, откуда через цепную передачу 16 на центральный вал 13, обеспечивая тем самым вращательное движение установленных на нем роторов 14 и 15. При этом вращение роторов 14 и 15 происходит в противоположном направлении вращения роторов 9 и 10.

Достоинствами данного устройства является возможность его использования со средствами малой механизации, в частности, с одноосными мотокультиваторами и мотоблоками, имеющими боковой ВОМ и обеспечение высокого уровня устойчивости обработки почвы. Однако сложность конструкции центрального редуктора, на наш взгляд, как и в предыдущем случае, отрицательно скажется на стоимости рассматриваемого модуля.

Таким образом, учитывая особенности рассмотренных конструкций съемных модулей и их характеристики, приходим к выводу, что для достижения более простой конструкции съемного модуля для мотоблоков и мотокультиваторов, имеющих боковой ВОМ, обладающим и невысокой стоимостью, необходимо использовать цепные редукторы с роторами, имеющими направление вращения АРО «сверху-вниз» или «снизу-вверх». Кинематическая схема предлагаемого съемного модуля с АРО представлена на рисунке 5.

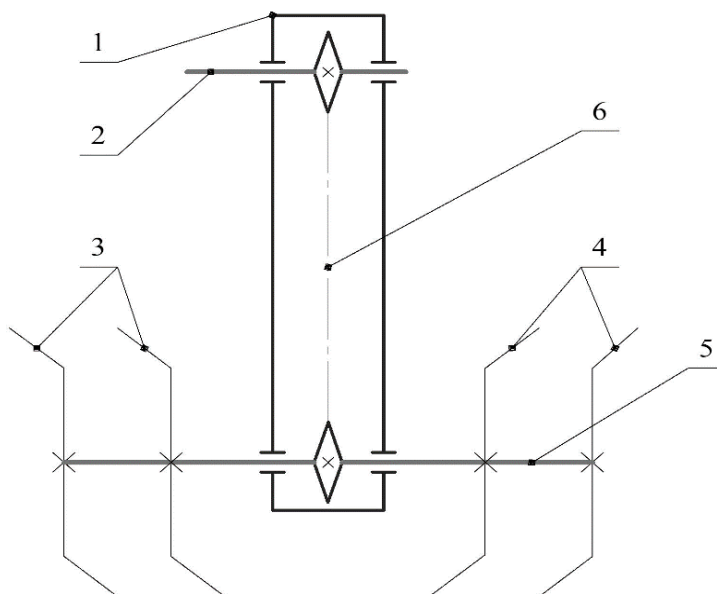


Рисунок 5 – Съемный модуль с активными рабочими органами
1 – корпус; 2 – ведущий вал; 3, 4 роторы; 5 – приводной вал; 6 – цепные передачи

Предлагаемая конструкция съемного модуля с вращением АРО действует следующим образом: при установившемся режиме почвообрабатывающего агрегата вращение от вала отбора мощности мотоблока или мотокультиватора передается на ведущий вал 2, откуда через цепные передачи 6 на приводной вал 5, обеспечивая тем самым вращение установленных на них роторов 3 и 4 с активными рабочими органами 9 и 10.

Учитывая расположение рабочих элементов мотокультиватора МК-200 «НЕВА» (двигатель, ременная передача, сцепное устройство) [5] и кинематическую схему предлагаемого съемного модуля с АРО (рис. 5), составим общую кинематическую схему самоходного почвообрабатывающего агрегата, включающую привод ходовых колес 1 и привод фрезерных АРО 2 (рис. 6).

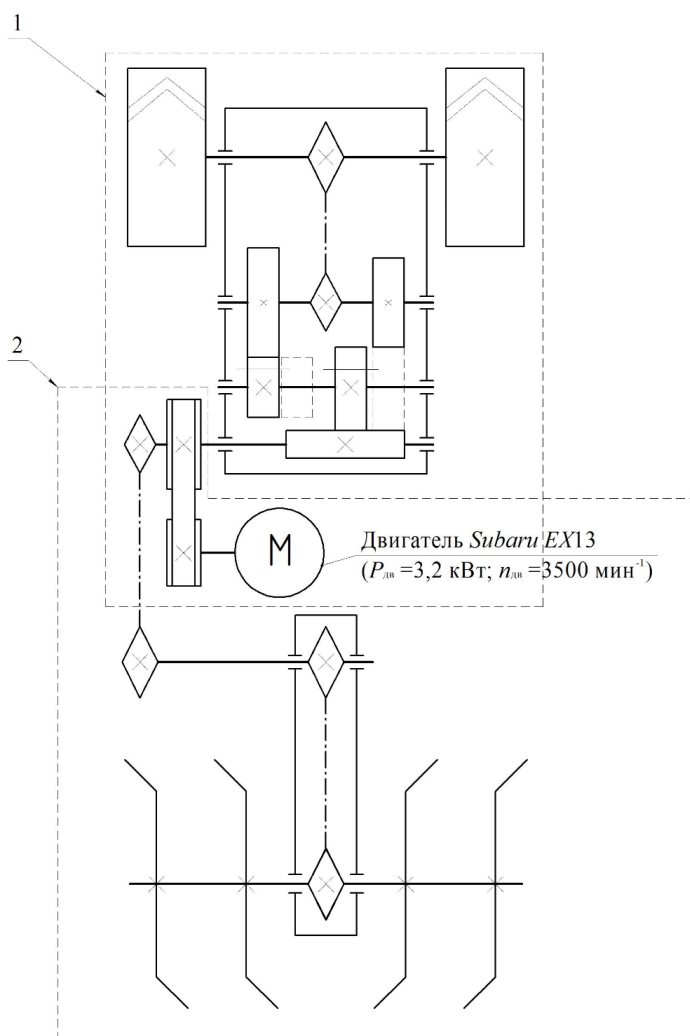


Рисунок 6 – Кинематическая схема мотокультиватора МК-200 «НЕВА» со съемным фрезерным модулем

- 1 – привод ведущих колес мотокультиватора;
2 – привод съемного фрезерного модуля

Таким образом, на наш взгляд, предлагаемая конструкция съемного фрезерного модуля на агрегате с существующими мотокультиваторами, в частности, с МК-200 «НЕВА», позволяет расширить их функциональные возможности и обеспечить их достаточно высокую производительность и качество обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур на индивидуальных садовых и приусадебных участках.

Список литературы

1. Купряшкин, В. Ф. Устойчивость движения и эффективное использование самоходных почвообрабатывающих фрез. Теория и эксперимент : монография / В. Ф. Купряшкин. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 140 с.
2. Чаткин, М. Н. Кинематика и динамика ротационных почвообрабатывающих машин: монография / М. Н. Чаткин. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. – 316 с.
3. Руководство по эксплуатации мотокультиватора «Нева» МК-200 и его модификаций. Закрытое акционерное общество «Красный Октябрь – Нева». – Санкт-Петербург, 2011. – С. 11.
4. Гусев, А. Ю. Обоснование кинематической схемы почвообрабатывающей фрезы с комбинированным вращением активных рабочих органов / А. Ю. Гусев, В. Ф. Купряшкин, М. Г. Шляпников [и др.] // Журнал E-SCIO [Электронный ресурс] – 2019. – № 12. – URL: <http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2019/12/%D0%93%D1%83%D1%81%D0%B5%D0%B2.pdf>.
5. Купряшкин, В. Ф. Обоснование параметров и режимов работы самоходной почвообрабатывающей фрезы с комбинированным вращением активных рабочих органов / В. Ф. Купряшкин, А. Ю. Гусев // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. – Саранск. – 2020. – № 2. – С. 1–9.
6. Пат. 188609 Российская Федерация, МПК А 01 В 33/02; 39/22. Почвообрабатывающая фреза с комбинированным вращением роторов / В. Ф. Купряшкин, А. Ю. Гусев, Н. И. Наумкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва». – № 2019102898; заявл. 01.02.2019; опубл. 17.04.2019, Бюл. № 11. – 4 с. : ил.

Л. Я. Лебедев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ ПРИ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

Рассмотрена технология пневматического транспортирования в зерноперерабатывающем предприятии. Представлена схема, технология и расчёт пневмотранспорта.

Современное производство и переработка с/х продукции выполняется поточным способом с использованием механизированных линий, которые основаны на передаче сырьевых ресурсов от одной технологической операции к другой.

Целью работы является анализ движения двухкомпонентной смеси для комплексной механизации и автоматизации процесса разгрузки и доставки сыпучих грузов от железнодорожного транспорта в цех производства готовой продукции.

Процесс перемещения исходного сырья – солода для безалкогольной и слабоалкогольной продукции рассмотрим на примере Сарапульского дрожжепивзавода.

Для достижения цели решены следующие **задачи**:

1. Изучена возможность предприятия для замены существующих транспортирующих механизмов на пневмотранспорт.
2. Представлен расчет всасывающей пневмотранспортной установки.

Предприятие закупает солод, который поступает железнодорожным транспортом. По прибытии вагона к нему подают передвижной ленточный транспортер, на который высыпается солод. Далее он подается к ковшовому элеватору и поднимается вверх, а затем по желобу самотеком поступает в бункер-накопитель (силос). Подача солода в производственный цех осуществляется выгрузным шнеком в тележку трактора, который везут в приемный бункер дробильной камеры. Этот кропотливый труд занимает много времени, используется трактор и грузчики, при этом неизбежны потери сырья и запыленность территории предприятия.

В целях сокращения потерь продукции, уменьшения запыленности и снижения себестоимости доставки сырья предлагается

использовать пневмосистемы для разгрузки и транспортирования его в цех изготовления готовой продукции (рис. 1).

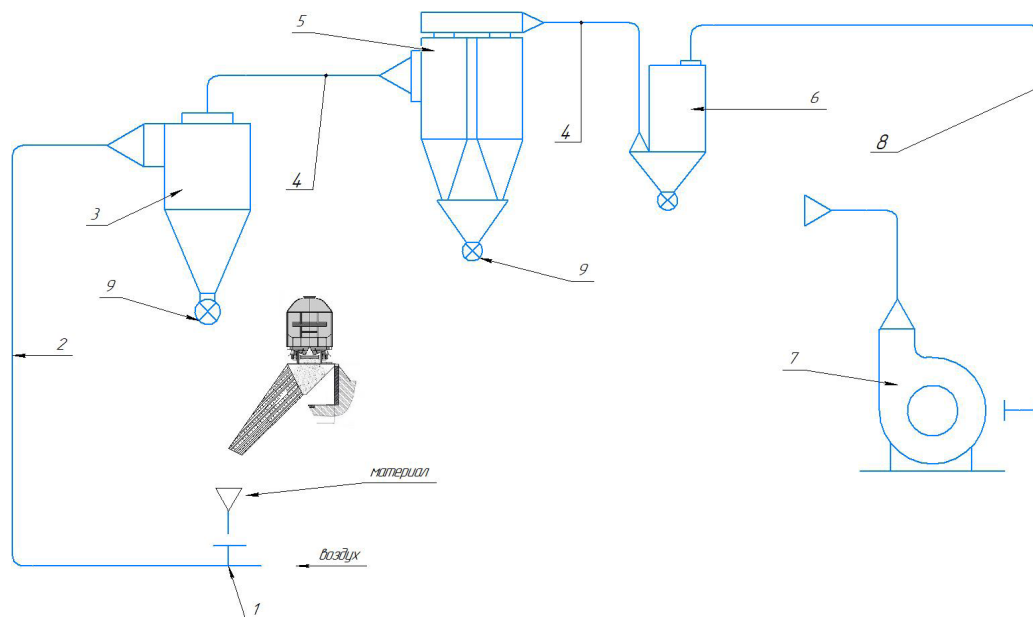


Рисунок 1 – Схема всасывающей пневмотранспортной установки:
 1 – пневмоприёмник, 2 – материалопровод (продуктопровод), 3 – отделитель груза (циклон–разгрузитель), 4 – воздухопровод (пылевоздуховод),
 5 – циклон – первая ступень очистки запылённого воздуха, 6 – фильтр – вторая ступень для окончательной очистки воздуха, 7 – вентилятор (воздуходувная машина), 8 – соединительные воздуховоды, 9 – шлюзовые затворы

Пневматическое транспортирование – это процесс перемещения двухкомпонентной среды, состоящей из твердых частиц и воздуха по трубопроводу. Транспортирование осуществляется в результате аэродинамического воздействия воздушного потока на твердые частицы. Этот режим характеризуется высокими скоростями несущей среды, значительно превышающими скорость «витания» твердых частиц. Это скорость воздуха, при которой частицы груза находятся в состоянии «витания», т.е. около некоторого положения, или равномерно движутся в восходящем вертикальном потоке. Она экспериментально определена для различных видов груза, в частности, для зерна $V_{вит} = 9...12$ м/с.

Для забора груза из ж/д вагона необходимо использовать трубопровод диаметром 100 мм с горизонтальным и вертикальным направлениями до производственного цеха, в котором устанавливается циклон для отделения груза и очистки запылённого воздуха. Движение материала по трубопроводу создаётся с помощью вентилятора, который удаляет воздух из пневмосистемы, обеспечивая понижение давления (разряжение) для перемещения аэросмеси.

Последовательность расчета всасывающей пневмотранспортной установки представлена ниже.

Расчётная нагрузка пневмоустановки G зависит от производительности транспортирования G_{mp} , но с запасом, коэффициент которого зависит от физико-механических свойств материала.

$$G = k_3 \cdot G_{mp} \text{ (кг/час)}, \quad (1)$$

где $k_3 = 1,2 \dots 1,5$ коэффициент запаса для скорости пневмотранспортирования.

Расчётная скорость воздуха в материалопроводе, м/сек:

$$V = k_3 (10,5 + 0,57 \times V_{\text{вит}}), \quad (2)$$

где $V_{\text{вит}}$ – средняя скорость витания частиц перемещаемого продукта; $V_{\text{вит}} = 9 \dots 12$ м/с.

Массовая расходная концентрация твердого компонента аэросмеси:

$$\mu = G/\rho \times Q, \quad (3)$$

где ρ – плотность воздуха, при нормальных условиях $\rho = 1,2$ кг/м³.

Q – Расход воздуха в трубе материалопровода, м³/час

$$Q = 3600 \times F \times V. \quad (4)$$

Площадь сечения трубопровода, м²:

$$F = \pi \times D^2/4. \quad (5)$$

В качестве расчётного диаметра D принимается внутренний диаметр материалопровода.

Расчёт сводится к определению итоговых потерь давления для данного диаметра и подбору вентилятора соответствующего давления.

Потери давления в материалопроводе складываются из нескольких показателей:

1. Потери давления в приёмном устройстве, Па:

$$H_{np} = \xi_{np} \times \rho \times (V_{np}^2)/2, \quad (6)$$

где ξ_{np} – коэффициент сопротивления приёмного устройства для зерна, $\xi_{np} = 1,5$

V_{np} – скорость воздуха в приёмном устройстве, м/с.

$$V_{np} = V \times F/F_{np}, \quad (7)$$

где F_{np} – площадь проходного сечения пневмоприёмника м².

2. Потери давления на сообщение перемещаемому продукту необходимой скорости, т. е. на «разгон» продукта, Па:

$$H_{разг} = i \times G, \quad (8)$$

где i – потери на разгон при производительности транспортирования 1 т/час, (Па):

$$i = z \times V/D^2, \quad (9)$$

где z – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства продукта. Для грубых продуктов: целое и дроблёное зерно, продукты переработки зерна крупяных культур, коэффициент $z = 0,324...0,35$.

3. Потери давления на трение аэросмеси в прямых вертикальных участках, Па:

$$H_{трв} = H_q \times (1 + K_g \times \mu), \quad (10)$$

где H_q – потери давления от трения при движении чистого воздуха, Па:

$$H_q = R \times L_g, \quad (11)$$

где L_g – длина участка, м;

R – потери на трение в 1 метре длины, Па/м:

$$R = (\lambda/D) \times \rho \times (V^2/2), \quad (12)$$

где λ – коэффициент трения, $\lambda = 0,15...0,22$.

4. Потери давления на трение аэросмеси в прямых горизонтальных участках, Па:

$$H_{трг} = H_q \times (1 + K_g \times \mu), \quad (13)$$

где H_u определяется как в п.3: $H_u = R \times L_2$, где L_2 – длина горизонтального участка, м.

5. Потери давления на подъём продукта по вертикали, Па:

$$H_{под} = 1,2 \times \mu \times S \times 9,806, \quad (14)$$

где S высота подъёма (м) – расстояние по вертикали от точки приёма продукта до входа в циклон-разгрузитель.

Общие потери давления в материалопроводе складываются, Па:

$$H_{мп} = H_{пр} + H_{разг} + H_{трв} + H_{трз} + H_{под}. \quad (15)$$

6. Подбор отделителя груза. Площадь сечения входного патрубка циклона-разгрузителя:

$$F_{ур} = Q_{ур} / 3600 \times V_{ex}, \text{ м}^2, \quad (16)$$

где $Q_{ур}$ – количество входящего в разгрузитель воздуха, м³/час:

$$Q_{ур} = Q \times \rho \text{ м}^3/\text{час}, \quad (17)$$

где $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха.

Скорость воздуха V_{ex} во входном патрубке циклона-разгрузителя следует принимать по рекомендуемой входной скорости в циклон $V_{ex} = 8...10 \text{ м/сек}$ для зерна, $V_{ex} = 14...20 \text{ м/сек}$. для продуктов размола.

Потери давления в разгрузителе, Па:

$$H_{ур} = \xi_{ур} \times \rho_{ур} \times (V_{ex}^2 / 2), \quad (18)$$

где $\xi_{ур} = 3,7 \dots 4,5$ – коэффициент сопротивления циклона-разгрузителя;

ρ – плотность входящего в разгрузитель воздуха, кг/м³.

7. Для очистки воздуха после разгрузителя применяют установки циклонов, фильтры, фильтры-циклоны. Циклоны подбирают по количеству входящего воздуха Q_u и скорости воздуха V_u во входном патрубке.

Матерчатый фильтр подбирают по количеству проходящего воздуха $Q_{ф}$ (м³/час) и удельно-допустимой нагрузке на ткань q (м³/мин. м²). Рассчитывается необходимая площадь фильтрации (м²).

Удельную нагрузку на ткань фильтра принимают по технической характеристике оборудования и фильтрующего материала в зависимости от содержания и вида пыли. В размольном процессе $q = 1,0-1,25$; в зерноочистительном отделении $q = 1,25-1,5$ ($\text{м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$).

8. Расчёт вентилятора (воздуходувной машины).

Вентилятор или воздуходувную машину подбирают по аэродинамической характеристике по расчётному расходу воздуха $Q_{\text{расч}}$ и по давлению $P_{\text{расч}}$.

Расчётное давление воздуходувки или вентилятора, Па:

$$P_{\text{расч}} = H_{\text{расч}} \times 1,2 / \rho, \quad (19)$$

где ρ – плотность воздуха, входящего в вентилятор, $\text{кг}/\text{м}^3$,

$H_{\text{расч}}$ – потери давления пневмотранспортёра, Па.

$$H_{\text{расч}} = H_{\text{мпр}} + H_{\text{возд}} + H_{\text{неучт}}, \quad (20)$$

где $H_{\text{возд}}$ – потери давления в соединительных воздуховодах (после разгрузителя и пылеотделителя) принять $H_{\text{возд}} = 500-1\,000$ Па, в зависимости от их длины и сложности, или уточнить расчётом.

$H_{\text{неучт}}$ – неучтённые потери давления: при $H_{\text{мпр}}$ менее 6 кПа принять $H_{\text{неучт}} = 800$ Па; при $H_{\text{мпр}}$ выше 6 кПа принять $H_{\text{неучт}} = 1\,500$ Па.

Мощность электродвигателя воздуходувки, кВт:

$$N_{\text{расч}} = (Q_{\text{расч}} \cdot H_{\text{расч}}) / (3\,600 \times 1\,000 \times \eta_{\text{в}} \times \eta_{\text{прив}} \times \eta_{\text{подш}}), \quad (21)$$

где $\eta_{\text{в}}$ – КПД вентилятора по аэродинамической характеристике;

$\eta_{\text{прив}}$ – КПД привода вентилятора: КПД = 0,98 при соединении вала вентилятора и двигателя через муфту; КПД = 0,95 при использовании клиноремённой передачи;

$\eta_{\text{подш}} = 0,98-0,99$ – КПД подшипников.

Установленную мощность электродвигателя принимают с коэффициентом запаса:

$$N_{\text{у}} = 1,2 \times N_{\text{расч}}, \text{ кВт}. \quad (22)$$

Выводы. Для замены устаревшего оборудования в виде ковшовых и винтовых конвейеров на предприятии возможна установка пневмотранспорта, которая позволит снизить энерго- и материальные затраты, улучшить экологию на территории.

Метод расчёта применим для пневмотранспорта сырья и продуктов зерноперерабатывающих предприятий в соответствии с отраслевыми рекомендациями.

Список литературы

1. Ерохин, М. Н. Проектирование и расчет подъемно-транспортных машин сельскохозяйственного назначения / Под ред. М. Н. Ерохина и А. В. Карпа. – М.: Колос, 1999. – 228 с.
2. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2018. – 185 с.
3. Лебедев, Л. Я. Проектирование механизмов грузоподъемных и транспортирующих машин: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев, Р. Р. Шакиров. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017. – 92 с.
4. Лебедев, Л. Я. Проектирование и расчет приводов технологического оборудования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. – 216 с.
5. Лебедев, Л. Я. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. В. Костин, А. Г. Иванов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – 204 с.
6. Лебедев, Л. Я. Проектирование и расчет приводов технологического оборудования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2012. – 76 с.
7. Лебедев, Л. Я. Проектирование подъемно-транспортных машин: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – 68 с.
8. Смеситель для приготовления биологических активных добавок при кормлении животных / Л. Я. Лебедев, А. Г. Иванов, И. А. Охотникова, З. В. Горшков // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – 32–33 с.

УДК 664.7.05:631.374

**Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов,
Ю. Г. Корепанов, М. А. Витвинова**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ МАШИН ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПОГРУЗО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрены технические устройства для транспортирования грузов в сельскохозяйственном предприятии. Представлены устройства и схема работы.

Современное производство и переработка с/х продукции выполняется поточным способом с использованием механизированных линий, которые основаны на передаче сырьевых ресурсов от одной технологической операции к другой.

Целью работы является: обзор транспортирующих машин для повышения эффективности процесса транспортирования при погрузо-разгрузочных работах.

Задачей данного обзора является выявление оптимального оборудования для погрузо-разгрузочных операций на сельскохозяйственных предприятиях.

К транспортирующим машинам относятся: ленточные, цепные, элеваторы, транспортирующие машины без гибкого тягового органа (винтовые, инерционные, роликовые и шагающие конвейеры), пневматический, гидравлический и спиральный транспорт.

Ленточный конвейер (рис. 1) имеет станину 6, на концах которой установлены два барабана: передний 7 – приводной и задний 1 – натяжной. Вертикально замкнутая лента 5 огибает эти концевые барабаны и по всей длине поддерживается опорными роликами, называемыми роlikоопорами – верхними 4 и нижними 10, укрепленными на станине 6. Иногда вместо роликов применяют настил. Приводной барабан 7 получает вращение от привода 11 и приводит в движение ленту вдоль трассы конвейера.

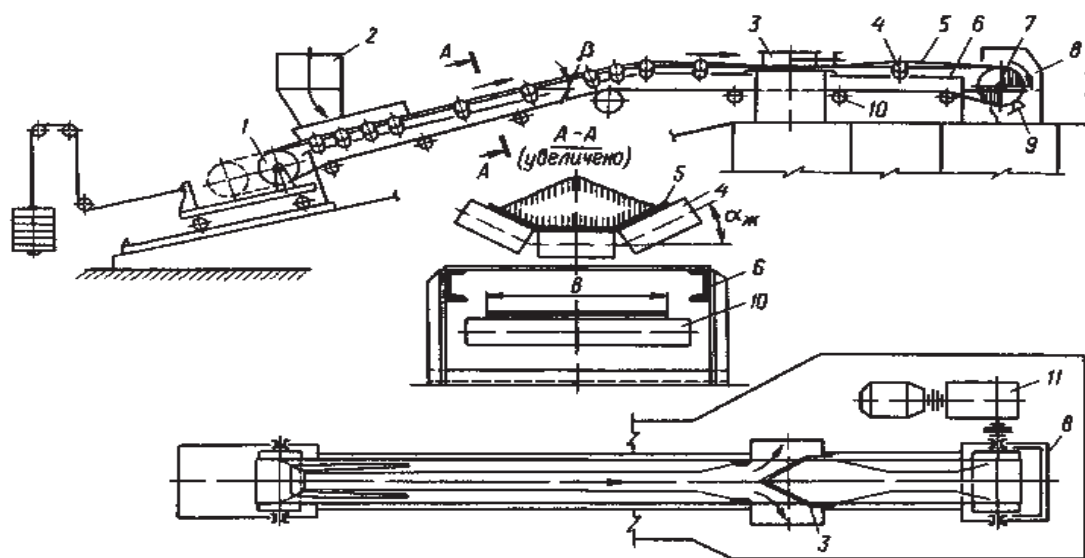


Рисунок 1 – Ленточный конвейер

- 1 – натяжной барабан; 2 – загрузочный воронку; 3 – разгрузочное устройство;
 4 – роlikоопора; 5 – замкнутая лента; 6 – станина; 7 – приводной барабан;
 8 – воронка; 9 – очистное устройство; 10 – роlikоопора

Лента загружается через одну или несколько загрузочных воронок 2, размещенных на конвейере. Транспортируемый груз перемещается на верхней (грузонесущей, рабочей) ветви ленты, а нижняя ветвь является возвратной (обратной). Возможно также транспортирование грузов одновременно на верхней и нижней ветвях ленты в разных направлениях.

Груз выгружается на переднем барабане 7 через разгрузочную воронку 8 или в промежуточных пунктах конвейера при помощи разгрузочных устройств: плужковых 3 или барабанных разгрузителей. Наружная поверхность ленты очищается от прилипших к ней частиц груза очистным устройством 9, установленным у переднего барабана 7.

Ленточные конвейеры применяют для перемещения в горизонтальном и пологонаклонном направлениях разнообразных насыпных и штучных грузов, а также для межоперационного транспортирования изделий при поточном производстве.

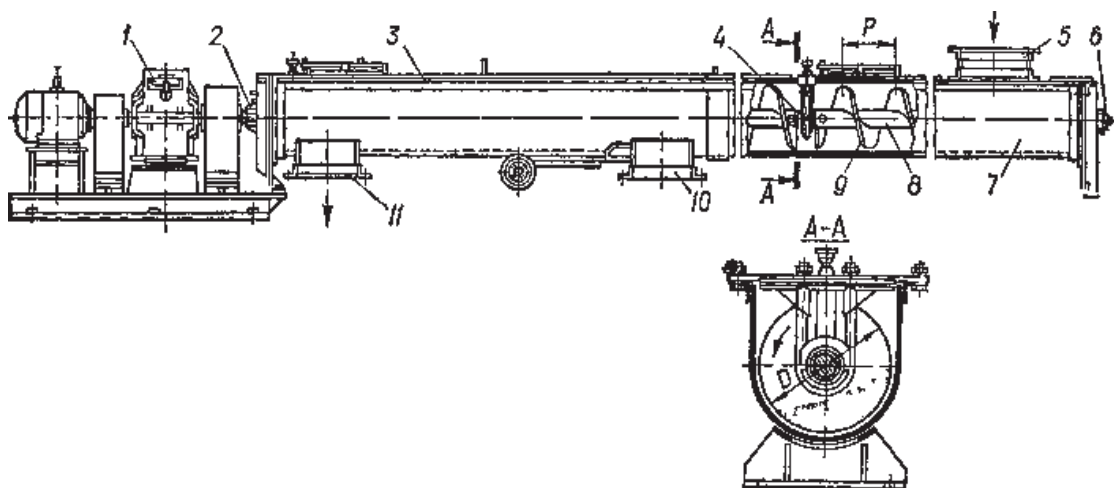


Рисунок 2 – Винтовой конвейер

1 – привод; 2 – концевой подшипник; 3 – корпус; 4 – промежуточный подшипник;
5 – люк; 6 – концевой подшипник; 7 – желоб; 8 – вал; 9 – винт;
10 – промежуточная воронка; 11 – концевая воронка

Винтовой конвейер (рис. 2) состоит из неподвижного желоба 7 с полуцилиндрическим днищем, вала 8 с укрепленным на нем винтом 9 и привода 1. Вал установлен в концевых подшипниках 2, 6. Так как вал большой длины, то его выполняют составным, и в местах соединения он поддерживается промежуточными подшипниками 4, подвешенными к поперечным планкам желоба. В одной из концевых опор винта установлен упорный подшипник, воспринимающий продольные усилия в винте. Желоб закрыт крышкой 5; в некоторых конструкциях предусмотрен песочный затвор. Насып-

ной груз подается через люк в крышке 5 и перемещается винтом по желобу к разгрузочным воронкам – промежуточной 10 или концевой 11, перекрытых шиберными затворами.

Желоб состоит из отдельных секций длиной 2 и 4 м, изготовленных из листовой стали толщиной 3...6 мм. По числу спиралей винты бывают одно-, двух- и трехзаходные с правым и левым направлением навивки. Производительность многоходовых винтов больше, чем одноходовых.

Выбор оптимального типа транспортирующей машины определяют следующие технические факторы.

Характеристика подлежащего транспортированию груза. Подробный анализ физико-механических свойств подлежащего перемещению груза может сразу значительно сузить перечень возможных к применению типов машин. При учете этого фактора необходимо принимать во внимание размеры частиц груза, требования его сохранности (например, некоторые машины вызывают крошение, дробление груза) и надежности работы машины (влажные, липкие грузы многими машинами не транспортируются), обеспечение благоприятных условий труда (герметичность устройств, транспортирующих пылящие грузы) и т. п.

Потребная производительность машины. Каждая машина имеет свои пределы оптимальных скоростей и производительности. При заданной производительности с увеличением скорости соответственно уменьшается количество груза на единице длины конвейера, и машина получается более компактной. Например, ленточный конвейер, допускающий скорость движения груза, в 5–6 раз большую, чем скребковый, и в 10 раз большую, чем винтовой конвейер, имеет значительно большую производительность, чем перечисленные конвейеры при равных габаритных размерах поперечного сечения.

Направление, длина и конфигурация пути (трасса) перемещения груза. Каждая машина имеет разные оптимально возможные длины и трассы. Необходимо выбрать такую машину, которая обеспечивала бы выполнение задания по возможности единым ставом при отсутствии или минимальном числе промежуточных перегрузок.

Способы загрузки и разгрузки грузов. Целесообразно применять машину с самозагрузкой и максимально возможной автоматизацией погрузочно-разгрузочных операций без дополнительного ручного труда.

Характеристика производственных процессов, сочетаемых с перемещением грузов – изделий. Выбранная машина должна обеспечивать надежное совмещение транспортных и технологических операций в заданных условиях.

Производственные и климатические условия окружающей среды, в которых должна работать машина. Машина может быть установлена в помещении (одноэтажном, многоэтажном, отапливаемом или неотапливаемом) или на открытой местности. В последнем случае необходимо учитывать климатические условия района нахождения предприятия и их влияние на обслуживание и смазку механизмов зимой, набор соответствующих материалов, выбор исполнения машины – для северного (С) или умеренного (У) климата и т. п. Окружающая среда может быть пожаро- или взрывоопасной; в этих случаях выбранная машина должна иметь соответственно пожаро- или взрывобезопасное исполнение.

На выбор типа машины оказывают влияние также условия обеспечения унификации и однотипности оборудования на предприятии, возможности дальнейшего расширения предприятия, длительность его действия (временное, постоянное), вопросы охраны труда, техники безопасности и удобства эксплуатации.

Экономические факторы выбора машины. Для машин или систем механизации выбранных типов, полно удовлетворяющих рассмотренным техническим факторам, необходимо провести технико-экономический анализ, чтобы определить оптимальный вариант как по техническим, так и по экономическим факторам. При оценке экономической эффективности применения нескольких вариантов машин или комплексных систем машин, сравнивают следующие экономические показатели:

а) капитальные затраты (первоначальную стоимость) на приобретение и установку каждой машины или системы механизации;

б) эксплуатационные расходы и себестоимость переработки 1 т груза;

в) численность и производительность рабочих, занятых на погрузочно-разгрузочных работах;

г) сроки окупаемости капитальных затрат.

Из двух рассматриваемых конвейеров выбираем винтовой конвейер, так как он больше всего подходит к выполнению этой операции:

– по габаритному положению занимает меньше места;

- меньше расходов на эксплуатацию;
- герметичность конструкции.

Винтовые конвейеры предназначены для транспортирования на небольшие расстояния пылевидных и зернистых насыпных грузов, а также вязких и тестообразных в горизонтальном (реже в наклонном и вертикальном) направлении. Винтовые конвейеры непрерывного действия выполняют одновременно технологическую (перемешивание) и транспортную функции. Иногда их используют как питатели, например, в погрузочных и других машинах. По направлению транспортирования грузов винтовые конвейеры бывают горизонтальные и вертикальные.

Преимущества винтовых конвейеров: простота конструкции; несложное обслуживание; надёжность в эксплуатации; герметичность – транспортирование грузов происходит в закрытом желобе, что обеспечивает защиту цехов от пылящих, газирующих и горячих материалов; небольшие габаритные размеры; разгрузка может осуществляться в любом месте конвейера.

Недостатки: дополнительное дробление хрупкого груза; повышенный расход энергии вследствие трения транспортируемого груза о желоб и лопасти винта; сравнительно небольшая производительность (до 200 м³/ч); малая длина транспортирования на один привод 30–40 м (до 75 м).

Аналогичным принципом действия обладает спиральный транспортер.

Транспортер (рис. 3) состоит из приемного бункера с приводом, трубопровода со шнеком, узла разгрузки. Рабочим органом транспортной системы является шнек, выполненный в виде гибкой спирали из высокопрочной коррозионно-стойкой стали.

В качестве транспортной трубы применяются из пищевого ПВХ или других синтетических материалов, а для продуктов с повышенной абразивностью – трубы из углеродистой неискрящей стали или нержавеющей стали.

Принцип транспортирования продуктов гибким шнеком аналогичен транспортированию жестким шнеком, но имеет существенное отличие в том, что продукты перемещаются не только в зоне спирали, но и по всему сечению транспортной трубы.

В процессе работы шнек вращается, продвигает продукт внутри транспортной трубы, однако, учитывая, что шнек является гибким элементом – это практически пружина, то по мере того, как происходит достижение упругой устойчивости шнека, он на-

чинает совершать волновое пульсирующее движение вдоль оси вращения.

Основные достоинства данной установки:

- Спиральный транспортер обладает возможностью транспортировки продукта на значительные расстояния,
- Имеют простую конструкцию,
- Герметичны, практически бесшумны,
- Сравнительно дешевы по сравнению с пневмо- и аэрозольным транспортом.

– Шнек, являясь гибким элементом, позволяет обеспечивать подачу продукта по трассам, имеющим изгиб до 90° (табл. 1).

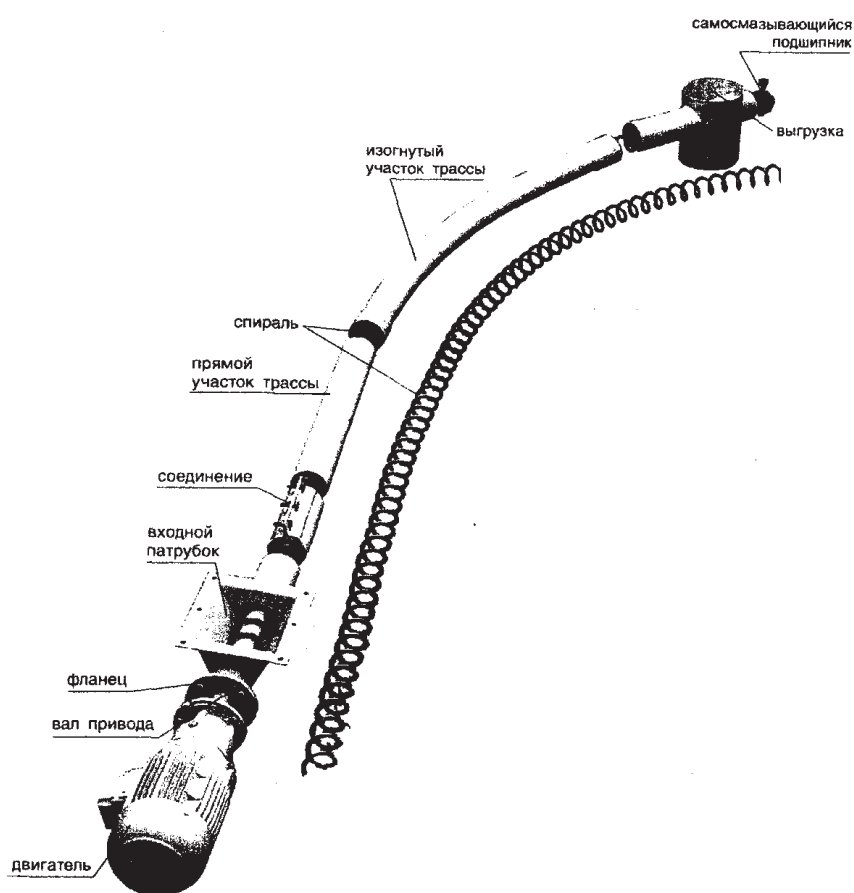


Рисунок 3 – Спиральный транспортер

Таблица 1 – Техническая характеристика спирального транспортера

№	Параметры транспортера	Значение
1	Диаметр трубопровода, мм	90
2	Максимальный угол наклона, град.	90
3	Максимальная длина прямой трассы (с одним питателем), м	30
4	Максимальная длина одного прямого участка, м	3
5	Максимальная длина изогнутой трассы (с одним питателем), м	20

№	Параметры транспортера	Значение
6	Максимальная длина изогнутого участка трассы, м	1,2
7	Максимальный перепад высоты подъема, м	10
8	Минимальная температура окружающей среды, °С	-10
9	Мощность электродвигателя, кВт	2,2
10	Производительность, т/ч	1,27

Вывод: проведя анализ существующих транспортирующих машин, можно сделать заключение о том, что наиболее оптимальным оборудованием для погрузо-разгрузочных работ с сыпучими грузами является спиральный транспортер, который позволяет снизить энергозатраты, не меняя физико-механических свойств груза.

Список литературы

1. Ерохин, М. Н. Проектирование и расчет подъемно-транспортирующих машин сельскохозяйственного назначения / Под ред. М. Н. Ерохина, А. В. Карпа, Н. А. Выскребенцева. – М.: Колос, 1999. – 228 с.
2. Витвинова, М. А. Разработка устройства для отделения примесей из зернового вороха. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019.
3. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2018. – 185 с.
4. Лебедев, Л. Я. Проектирование механизмов грузоподъемных и транспортирующих машин: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев, Р. Р. Шакиров. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017. – 92 с.
5. Лебедев, Л. Я. Проектирование и расчет приводов технологического оборудования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. – 216 с.
6. Лебедев, Л. Я. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. В. Костин, А. Г. Иванов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – 204 с.
7. Лебедев, Л. Я. Проектирование и расчет приводов технологического оборудования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2012. – 76 с.

Н. Н. Лебедева, А. А. Славянский, Д. П. Митрошина
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ)»

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ САХАРОЗЫ

Рассмотрены процесс кристаллизации сахарозы и различные способы уваривания утфеля первой кристаллизации. На основе математического моделирования процесса формирования центров кристаллизации сахарозы и производственных экспериментов в этом направлении уточнены технологические условия их самопроизвольного образования и предложен новый способ приготовления затравки.

Актуальность. Процесс промышленной кристаллизации в вакуум–аппаратах периодического действия состоит из 5 основных стадий (рис. 1). Все эти элементы включены в типовую технологию уваривания утфеля первой кристаллизации [7].

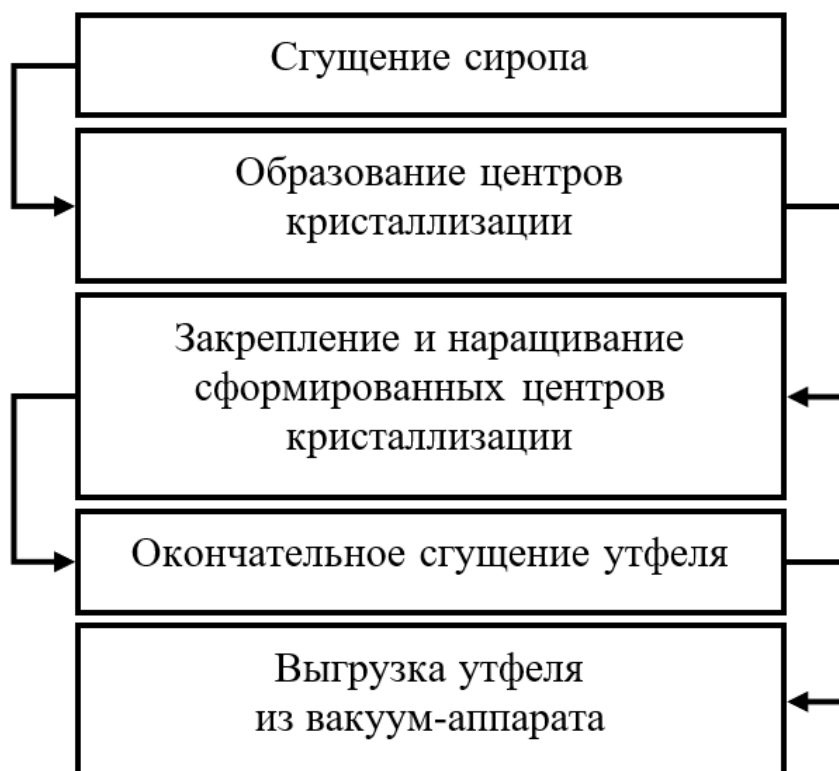


Рисунок 1 – Основные стадии кристаллизации сахарозы в вакуум-аппарате

В производственных условиях уваривание утфеля первой кристаллизации осуществляют в вакуум-аппаратах различных кон-

струкций, соединенных с общей системой разрежения при остаточном давлении 0,02–0,015 МПа. При этом кристаллизация сахарозы протекает в межкристальном растворе утфеля наиболее интенсивно при условии, если скорость испарения воды близка к скорости роста кристаллов в данных условиях [6, 12].

На первой стадии процесса происходит выпаривание воды из набранного в аппарат сиропа предварительно сульфитированного в смеси с клеровкой сахаров II и III кристаллизаций. Эта технологическая операция необходима для достижения пересыщения, обеспечивающего образование центров кристаллизации сахарозы [10, 11].

По типовой технологии сироп сгущается под разрежением при температуре 70–72 °С до пересыщения 1,25–1,30 (содержание сухих веществ 82,5–83,5 %). При этих условиях система неустойчива и становится возможным самозарождение кристаллов. В современной практике уваривания утфелей центры кристаллизации заводят введением сахарной пудры, суспензии или кристаллической пасты [1, 8, 9].

Промежуток времени, следующий непосредственно за заводкой кристаллов, называют периодом закрепления заведённых кристаллов. В течение этого периода пересыщение межкристального раствора поддерживают в пределах 1,10–1,12, то есть переводят процесс уваривания в метастабильную зону. Это даёт возможность возникшим центрам кристаллизации укрепиться, а самым мелким из них раствориться.

С ростом кристаллов увеличивается их площадь поверхности, уменьшается среднее расстояние между кристаллами и коэффициент пересыщения межкристального раствора постепенно повышают до 1,12–1,14, регулируя его подкачками сиропа. Температуру утфеля в вакуум-аппарате выдерживают на уровне 74–76 °С.

После того как в вакуум-аппарат вводят последнее количество сиропа, утфель начинают окончательно сгущать до содержания в нем 92,0–92,5 % сухих веществ. К концу завершения процесса уваривания утфеля температура его не превышает 73 °С.

Общее содержание кристаллов в утфеле на первой ступени кристаллизации не должно быть более 56 %, что вызвано его высокой вязкостью и слабой текучестью. Поэтому выгрузка его в утфелемешалку и последующее центрифугирование может быть сильно затруднено. Обычно утфель из приемной утфелемешалки сразу направляют на центрифугирование.

Примерная продолжительность отдельных операций цикла уваривания утфеля первой кристаллизации с кристаллами сахара среднего размера представлена в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Продолжительность уваривания утфеля первой кристаллизации

№ п/п	Наименование операции цикла уваривания утфеля	Время операции, мин.
1.	Набор и сгущение сиропа до заводки кристаллов	30
2.	Заводка центров кристаллизации	5
3.	Закрепление и наращивание кристаллов	110
4.	Сгущение утфеля	15
5.	Спуск утфеля из аппарата	10
6.	Вспомогательные операции (пропаривание вакуум-аппарата и др.)	10
Итого:		180

Отличительной особенностью каждой последующей после первой ступени кристаллизации является то, что заводка и наращивание кристаллов происходят в условиях ухудшения качества (чистоты) увариваемых в утфель продуктов. При этом, если готовый утфель I кристаллизации (по типовой технологии) имеет концентрацию сухих веществ в диапазоне 92,0–92,5 %, то утфель II – уже 93 %, а последней ступени кристаллизации – 94,0–95,0 %. Массовое содержание кристаллов снижается от 54–56 % в утфеле I кристаллизации до 42–45 % в утфеле последней кристаллизации [5].

Вместе с тем следует отметить, что возможны различные способы уваривания утфеля первой кристаллизации, эффективность которых определяется качеством исходного сырья и технологией уваривания.

Материалы и методы. На основе математического моделирования процесса формирования центров кристаллизации сахарозы и производственных экспериментов в этом направлении были уточнены технологические условия их самопроизвольного образования.

Результаты исследований. В основу исследований был взят способ получения затравочной суспензии [2, 4], предусматривающий приготовление насыщенного сахаросодержащего раствора при 105–108 °С с последующим его охлаждением до образования центров кристаллизации.

Особенностью данного способа является то, что насыщенный сахарный раствор для получения затравочных центров де-

лят на две части в соотношении 1:2–1:3. При этом меньшую часть охлаждают под разрежением до 45–50 °С с образованием в ней 40–50 % кристаллов. После этого ее смешивают с большей частью сахарного раствора и нагревают до температуры 80–95 °С. При этом содержание в ней затравочных кристаллов доводят до 25–30 %.

Предварительные эксперименты позволили установить сложность обеспечения однородности кристаллов сахара с использованием затравочных кристаллов, полученных по данной технологии. Особенно такая ситуация была характерна при поступлении в переработку сиропов чистотой более 91 %.

Поэтому особое внимание при разработке новой технологии было уделено проблеме однородности затравочных кристаллов и диапазону их размеров.

В ходе исследований были также уточнены параметры процесса формирования центров кристаллизации, температурные диапазоны наращивания затравочных кристаллов, требования к их размеру и содержанию в затравочной суспензии. В результате был разработан и предложен новый способ приготовления затравочных центров кристаллизации сахарозы [1, 3].

В соответствии с предлагаемой технологией получения затравочной суспензии для уваривания утфеля I кристаллизации вначале готовится насыщенный сахаросодержащий раствор при температуре 105–108 °С. Затем его делят на две части, как в ранее разработанном способе [2]. При этом одну из этих частей охлаждают под разрежением до температуры в диапазоне 40–50 °С с образованием в ней кристаллов сахарозы в количестве 40–50 % по массе раствора. Особенностью данной технологии является то, что образованные центры кристаллизации подвергают двухстадийному фракционированию в центрифугах периодического действия. Причем фракционирование проводят при температуре 80–85 °С с оставлением в жидкой фазе кристаллов в размерном диапазоне 50–80 мкм. По окончании фракционирования разделенные части снова смешивают и начинают наращивать уже имеющиеся в смеси кристаллы при снижении температуры с 80–85 °С до 70–74 °С. При этом наращивание затравочных центров ведут с 50–80 мкм до 120–150 мкм, а их содержание в затравочной суспензии выдерживают в пределах 20–30 % к общей ее массе.

На основе этой затравочной суспензии уваривали утфель I кристаллизации. Его чистота, в зависимости от параметров суспензии, составляла 91,7–92,0 %, содержание сухих веществ коле-

балось от 92,2 до 92,7 %, процентное содержание кристаллов находилось в пределах 53,2–53,8 %. При этом физико-химические показатели качества кристаллического белого сахара изменялись в следующем диапазоне: цветность – 0,70–0,75 усл. ед.; мутность – 12,5–15,2 физ.ед.; содержание редуцирующих веществ – 0,037–0,040 % и золы 0,022–0,024 %. Гранулометрические показатели кристаллического белого сахара имели следующие значения: средний размер кристаллов 0,70–0,82 мм, коэффициент неоднородности – 22,1–23,8 %.

Выводы и рекомендации. Сравнительный анализ результатов уваривания с использованием новой технологии заводки центров кристаллизации и известной технологии показал, что применение предложенного способа повышает процентное содержание кристаллов в утфеле примерно на 2,8 %, сокращает время уваривания утфеля на 10 %, снижает потери сахара в кристаллизационном отделении на 0,025–0,040 %. Кроме того значительно улучшаются физико-химические показатели качества кристаллического белого сахара и его гранулометрический состав.

Список литературы

1. Лебедева, Н. Н. Разработка эффективной технологии уваривания утфеля первой кристаллизации: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.05 / Лебедева Наталья Николаевна. – М., 2013. – 199 с.
2. Патент РФ 2014362, МПК С13 F1/02. Способ получения утфеля / А. А. Славянский, А. З. Морев, А. И. Сорокин, А. Р. Сапронов, Е. В. Ивченко – № 4936454/13, заявлен 14.05.1991; опубл. 15.06.1994. Бюл. № 11. – 5 с.
3. Патент РФ 2480527, МПК С13 В30/02. Способ получения затравочной суспензии для уваривания утфеля / А. А. Славянский, Е. В. Семенов, А. В. Карамзин, Н. Н. Лебедева – № 2011152052/13, заявлен 21.12.2011; опубл. 27.04.2013. Бюл. № 12. – 4 с.
4. Получение кристаллического затравочного материала в кристаллизаторе с охлаждением / С. М. Петров, С. Л. Филатов, Н. М. Подгорнова и др. // Сахар. – 2009. – № 5. – С. 56–61.
5. Семенов, Е. В. Моделирование процессов кристаллизации и центрифугирования (на примере сахарного и крахмалопаточного производства) / Е. В. Семенов, А. А. Славянский. – М.: Спутник+, 2015. – 218 с.
6. Славянский, А. А. Промышленное производство сахара: учебное пособие. – М.: МГУТУ им. К. Г. Разумовского, 2015. – 255 с.
7. Славянский, А. А. Сахар: назначение, свойства и производство: учебное пособие. – М.: МГУТУ, 2012. – 213 с.

8. Славянский, А. А. Повышение выхода и качества сахара в продуктовом отделении сахарного завода / А. А. Славянский, С. П. Гольденберг, М. Б. Мойсейк. – М.: МГУПП, 2009. – 172 с.
9. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. Часть 2 / В. О. Штангеев, В. Т. Кобер, Л. Г. Белостоцкий и др. – Киев: Цукор України, 2004. – 320 с.
10. Bressan. C. Thermodynamic activity of water and sucrose and stability of crystalline sugar / C. Bressan, M. Mathluothi // Zuckerindustrie. – 1994. – V. 119. – № 8. – P. 652.
11. Gharsallaoui. A. Water – disaccharides interactions in saturated solution and the crystallisation condition / A. Gharsallaoui, B. Roge, M. Mathluothi // Food Chemistry. – 2008. – V. 106. – P. 1329–1339.
12. San, L. Sucrose crystallization and water structure / L. San, M. Bento // Sugar Industry / Zuckerindustrie. – 2009. – V. 134. – № 12. – P. 743–746.

УДК 620.17(075)

А. Б. Максимов, И. С. Ерохина
*ФГБОУ ВО «Керченский государственный
морской технологический университет»*

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА МЕТИЗОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Исследована возможность поштучного контроля метизов неразрушающим методом – с помощью коэрцитиметра СИЛА. Приведены сравнительные данные по контролю твердости с помощью твердомера и коэрцитиметра. Показано, что корреляция между твердостью и коэрцитивной силой в зависимости от марки стали и вида метизов составляет 0,8–0,98. С целью повышения качества выхода товарной продукции предложено режимы термической обработки корректировать в зависимости от углеродного эквивалента стали.

Актуальность. Определение механических свойств стальных деталей с достаточно высоким уровнем надежности осуществляется феррозондовым неразрушающим методом [1, 2].

Крепежные детали являются важными элементами конструкций и в значительной мере определяют их жесткость и прочность. Вследствие этого в особо важных конструкциях и механизмах, например, для стальных металлических большепролетных ферм, башмаков гусеничной транспортной техники и др. для снижения

уровня возможности разрушения необходимо контролировать каждую крепежную деталь (болты и гайки).

В настоящее время на метизных заводах контроль крепежных изделий производится выборочно. Сдаточной характеристикой метизов является уровень твердости. Применение методов определения твердости по Бринеллю или Роквеллу принципиально невозможно для каждой детали, так как ввиду сложной формы изделия (болт, гайка, шайба) вначале необходимо изготовить из него шлиф, а затем измерить твердость, поэтому эти изделия выбраковываются из товарной продукции.

Для осуществления 100 % контроля качества метизов необходимо применять неразрушающие методы. Учитывая, что метизы имеют сравнительно небольшие размеры, массовое и поточное производство из неразрушающих методов контроля наиболее приемлемыми являются токовихревой и магнитный.

Целью настоящей работы являлось определение возможности разбраковки метизов по группам твердости в зависимости от уровня коэрцитивной силы.

Материалы и методика. При исследовании использовали феррозондовый метод, реализуемый структурным импульсным локальным анализатором (СИЛА). Накладной феррозондовый датчик имеет рабочую поверхность размером 10×10 мм, информационный параметр – коэрцитивная сила.

Математическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы «Excel» на ПК.

Результаты исследований. Исследование болтов (M20×1,5) и гаек (M20×1,5) по ГОСТ 15526-70 из стали 35.

Болты из стали 35 термически обрабатываются на твердость: НВ 241-354 – первая группа и НВ 225-300 – вторая группа. На «сырых» (не термически обработанных) и термически обработанных болтах измеряли твердость по Бринеллю и коэрцитивную силу на цилиндрической части. На рисунке 1а представлена зависимость между коэрцитивной силой и твердостью.

Аналитически эта зависимость имеет вид:

$$(HB) = 4 \times 10^{-4}(H_c)^2 - 0,43H_c + 295,33 , \quad (1)$$

где HB – значения твердости по Бринеллю;

H_c – значения коэрцитивной силы.

Коэффициент корреляции составляет 0,98.

Гайки из стали 35 проходят аналогичную термическую обработку с получением твердости по стандарту HB 241-341.

На рисунке 1 б представлена зависимость между коэрцитивной силой и твердостью для гаек. Корреляционное уравнение имеет вид:

$$(HB) = -3 \cdot 10^{-4}(H_c)^2 + 0,85H_c - 222,71 . \quad (2)$$

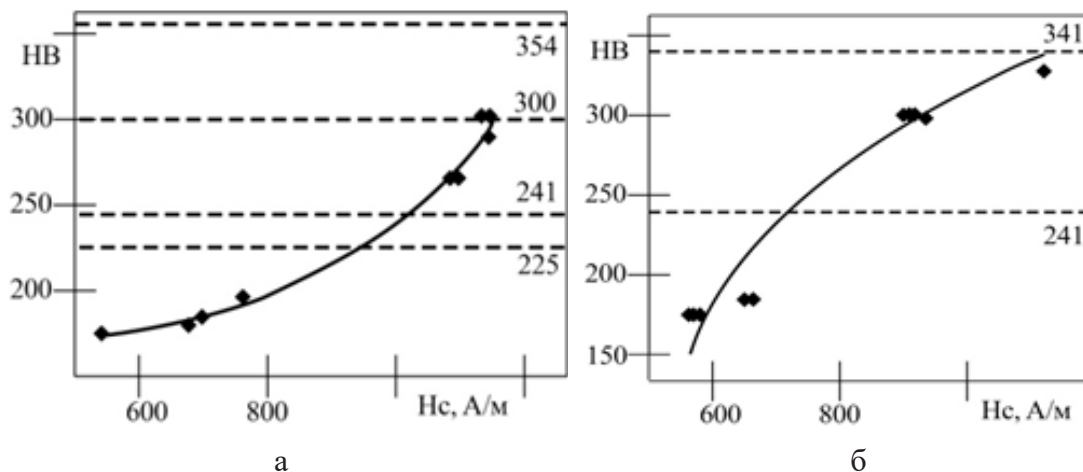


Рисунок 1 – Зависимость твердости (HB) от коэрцитивной силы (Hc) для болтов (а) и гаек (б)

Коэффициент корреляции составляет 0,98.

На график нанесены уровни твердости по группам. Видно, что с помощью измерения коэрцитивной силы возможно отбраковывать болты и гайки из стали 35 на нижних и верхних пределах. Так, для болтов первой группы, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 15526-70, интервал по значениям коэрцитивной силы составляет (1 000–1 200) А/м, а для второй группы – (950–1150) А/м. Коэрцитивная сила гаек, удовлетворяющих требованиям стандарта, имеет интервал (750–1 100) А/м.

Числа на графике – нижний и верхний пределы твердости по стандарту.

Исследование болтов (М20×1,5) из стали 45Х (ГОСТ 22353-77) с шестигранной или круглой головкой.

Болты из стали 40Х термически обрабатывают на различную твердость по группам: первая – высокопрочные с твердостью HB(302-388), вторая – с твердостью HB(286-364), третья – болты башмака гусеницы трактора с твердостью HB (269-363). Твердость измеряется на цилиндрической части болта.

До термической обработки («сырое» состояние) болты имеют твердость в интервале (165–190) HB, а значения коэрцитивной

силы в интервале (750–900) А/м. Термическая обработка включает закалку в масле с последующим отпуском. На рисунке 2 представлена зависимость твердости от коэрцитивной силы на цилиндрической части болтов после термической обработки и в «сыром» состоянии.

Корреляционное уравнение имеет вид:

$$(HB) = -2 \times 10^{-4}(H_c)^2 + 0,59H_c - 168. \quad (3)$$

Коэффициент корреляции составляет 0,8.

Для всех трех групп твердости возможно разделение по нижним пределам стандарта. В связи с тем, что в данной партии болтов максимальное значение твердости не превышало HB 340–345, не удалось установить разделение групп по верхнему пределу.

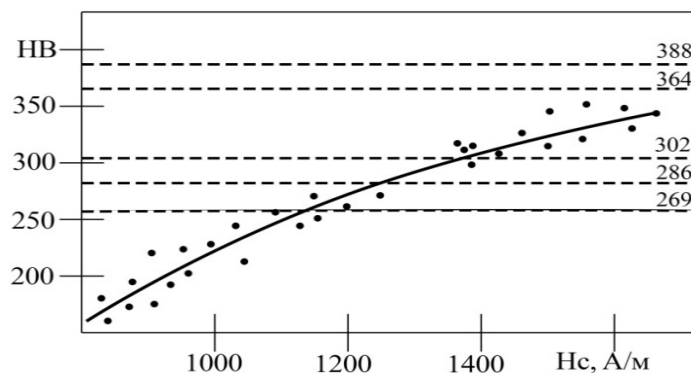


Рисунок 2 – Зависимость твердости (HB) от коэрцитивной силы (Hc) для болтов из стали 40X

По первой группе твердости нижний предел, значения коэрцитивной силы составляет 1 150 А/м, для второй – 1 250 А/м, для третьей – 1 350 А/м.

Исследование шайб пружинных из стали 65Г.

Шайбы пружинные из стали 65Г подвергаются закалке (температура нагрева под закалку 860 °С) в масле с последующим отпуском при температуре 400 °С на твердость HRC₃=41–51.

Результаты экспериментов обобщены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения твердости и коэрцитивной силы для шайб и

Состояние изделий			Характеристика
«сырое»	закаленное	закалка+отпуск при 400 °С	
<41	>51	41–51	Твердость, HRC ₃
1200–1650	>2100	1650–2100	Коэрцитивная сила, H _c А/м

Результаты исследований. В основном готовые изделия имеют определенный интервал соответствующих значений механических свойств в соответствии со стандартами. При соблюдении значений параметров технологических режимов большинство изделий удовлетворяет требованиям стандарта, однако часть образцов имеет более высокий уровень твердости, а часть – меньший уровень твердости, чем предусмотренные стандартом. По исследованной группе изделий отбраковка по уровню твердости составляла порядка 9 %, причем практически одинаково как для групп с пониженной твердостью, так и с повышенной.

Исследования показали, что зависимость уровня твердости исходных изделий до термической обработки («сырое» состояние) в зависимости от значений углеродного эквивалента соответствует нормальному распределению. Установлено, что изделия, изготовленные из стали с углеродным эквивалентом на нижнем пределе для данной марки стали, при термообработке по существующим режимам имеют уровень твердости несколько ниже нижней границы требований стандарта. В то же время образцы, изготовленные из стали с углеродным эквивалентом на верхнем пределе, как правило, после термической обработки по существующим режимам технологии имеют более высокий уровень твердости, чем верхняя граница требований стандарта.

На основании этих данных был сделан вывод, что для повышения выхода годной товарной продукции необходимо исходные изделия (в «сыром» состоянии) разделить на три группы в зависимости от значений углеродного эквивалента: «мягкие», «нормальные» и «твердые» (табл. 2). Режимы термической обработки необходимо назначать дифференцировано для каждой группы изделий. Например, для «мягких» изделий необходимо понизить температуру отпуска или, не изменяя температуру отпуска, уменьшить его время. Для «твердых» изделий необходимо повысить температуру отпуска или увеличить его время.

Таблица 2 – Распределение сталей по группам в зависимости от величины углеродного эквивалента

Марка стали	Значения углеродного эквивалента		
	«мягкие»	«нормальные»	«твердые»
Сталь 35	0,45–0,47	0,48–0,55	0,56–0,58
Сталь 40Х	0,60–0,62	0,63–0,76	0,77–0,80
Сталь 65Г	0,86–0,88	0,89–0,97	0,98–1,00

Наиболее приемлемым с технологической точки зрения является изменение времени отпуска.

Применение дифференцированного подхода при назначении режимов термической обработки изделий невозможно без использования неразрушающего контроля.

Для повышения качества товарной продукции можно использовать систему управления качеством [3]. На рисунке 3 представлена принципиальная блок-схема системы управления качеством. Система позволяет после каждой технологической операции контролировать уровень твердости изделий и своевременно отбраковывать изделия, не удовлетворяющие заданным свойствам. Изделия, не удовлетворяющие требованиям стандарта, либо переводятся в другую группу товарной продукции, либо назначаются на повторную термическую обработку.

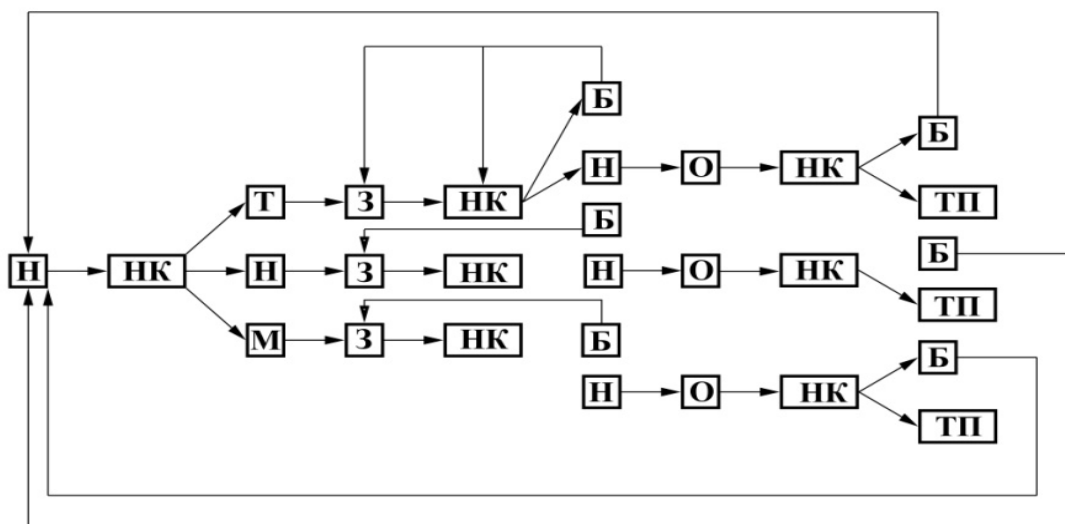


Рисунок 3 – Блок-схемы системы управления качеством:
 И – исходные изделия; НК – неразрушающий контроль; З – закалка;
 О – отпуск; Т – «твердые» изделия; М – «мягкие» изделия;
 Н – нормальные изделия; Б – брак; ТП – товарная продукция

Применение неразрушающего контроля после каждой термической обработки позволяет контролировать процессы и работу оборудования для нагрева и охлаждения изделий.

При параллельном поштучном измерении твердости и коэрцитивной силы отбраковка изделий в первом случае составила 9 %, а во втором случае 10 %. Причем отбраковка в нижних и верхних пределах практически одинаковая в обоих случаях. При партионном контроле измерения твердости брак составляет 7 %. Таким образом, применение неразрушающего поштучного контроля изделий уменьшает риск потребителя на 3 %.

Выводы и рекомендации:

1. Установлена возможность разделения метизов по группам твердости с помощью коэрцитиметра СИЛА. Рекомендованы интервалы коэрцитивной силы для групп твердости в соответствии со стандартом для болтов и гаек из сталей 35 и 40Х и пружинных гаек из стали 65Г.

2. Для повышения выхода годной продукции рекомендовано дифференцировать детали в «сыром» состоянии на «мягкие», «нормальные» и «твердые» в зависимости от значений углеродного эквивалента марки стали.

3. Показано, что поштучный контроль метизов снижает возможность получения потребителем нестандартной продукции.

Список литературы

1. Гаркунов, Э. С. Контроль качества отпущенных изделий из среднеуглеродистой стали с использованием приставных электромагнитов / Э. С. Гаркунов // Дефектоскопия. – 1987. – № 2. – С. 30–32.

2. Максимов, А. Б. Определение механических свойств арматурной стали неразрушающим методом / А. Б. Максимов // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 70–73.

3. Максимов, А. Б. Система управления качеством производства остряковых рельсов / А. Б. Максимов, Л. Д. Гофман, А. А. Кибалов / Нові матеріали і нові технології в металургії та машинобудуванні. – 2008. – № 1 – С. 125–128.

УДК 631.3:635.21

В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ УДАЛЕНИЯ БОТВЫ КАРТОФЕЛЯ

Обобщены результаты производственных исследований машин для удаления ботвы картофеля, приводятся возможности модернизации существующих ботводробителей.

Актуальность. Выбор машины при уборке картофеля зависит от многих факторов, а именно в зависимости от существующей и наличия техники в хозяйстве техники, выбора технологии убор-

ки, зрелости картофельных растений и влияния погодных условий, что сказывается на работоспособности машин [12].

Одной из важных технологических операций уборки картофеля является удаление ботвы, что снижает нагрузку на элеваторы картофелеуборочных машин, а ремонт элеваторов сложный, трудоемкий процесс [14].

Опыт широкой механизированной уборки, накопленный в прошлые годы, выявил эффективность предуборочного удаления ботвы картофеля, которое имеет следующие преимущества: предотвращают забивание рабочих органов картофелеуборочных машин при уборке картофеля с сильноразвитой ботвой, что снижает простои техники и облегчает их работу. Кроме того, предварительное удаление ботвы способствует повышению физиологической зрелости клубней, их устойчивости к механическим повреждениям при уборке, транспортировке, послеуборочной доработке и сохранности их в хранилищах, поэтому эффективность предуборочного удаления ботвы доказана, и нам следует идти в этом направлении [4, 9].

Цель исследования. Повышение полноты удаления ботвы перед выкапыванием картофеля.

Материалы и методы. Объектами исследования являются рабочие органы для измельчения ботвы картофеля и состояние поля к моменту ее уборки. Исследования проводились в полевых условиях и подразумевали использование как обычных измерительных инструментов и приборов: мерная линейка, штангенциркуль, рулетка 10м, тахометр СК тип 751, секундомер, весы лабораторные ВЛКТ- 500-М, весы РН-50 Ш 13П-1, так и разработанных нами экспериментальных ботвоизмельчителей [9].

Характеристика состояния поверхности почвы определялось по ГОСТ 20915-75. Размещение растений в поле, полеглость, биологическая урожайность ботвы, влажность её и засоренность участка сорняками оказывают также большое влияние на многие конструктивные особенности уборочных и других машин, как и само влияние размеров гребня замерялось и учитывалось, что отражено в источниках [6, 7, 9].

Результаты исследования. В настоящее время во многих хозяйствах Удмуртской Республики большое применение получили ботводробители (рис. 1) с вертикальной осью вращения рабочих органов от привада ВОМ [1, 4, 7, 9, 13].

Ботводробитель работает следующим образом: при поступательном движении трактора цепи за счет центробежных сил принимают горизонтальное положение и под действием инерционных

сил сбивают ботву, которая в последующем, за счет многократного воздействия цепи, измельчается и ложится в измельченном виде на поверхность поля. Низкая полнота удаления ботвы менее 85 %.

Обоснование параметров и режимов работы ботвоизмельчителей объяснялось в наших трудах теоретически и уточнялось опытным путем [1–11]. Далее был изготовлен и исследован экспериментальный ботводробитель с горизонтальной осью вращения рабочего органа (рис. 2), на котором были исследованы рабочие органы разных вариантов исполнения.

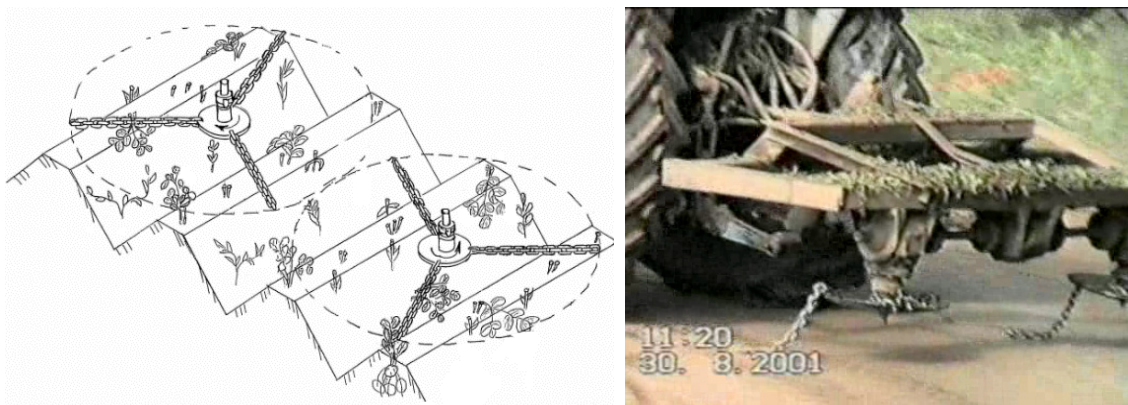


Рисунок 1 – Ботводробитель с вертикальной осью вращения

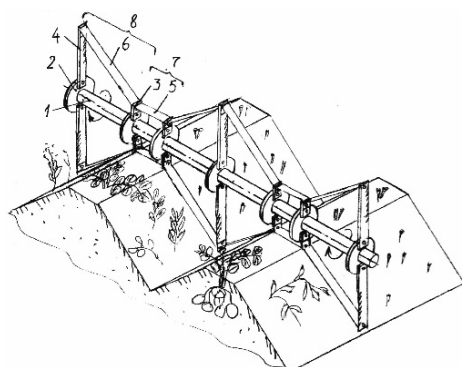
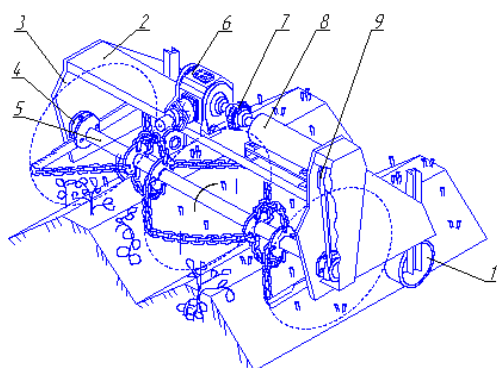


Рисунок 2 – Ботводробитель с горизонтальной осью вращения и различными рабочими органами:

- а – с подвешенными цепями над междурядьем в виде дуги окружности;
- б – с шарнирно подвешенными ножами-лентами над междурядьем

После сравнения результатов вышеприведенных экспериментальных машин и рабочих органов было решено создать комбинированный ботводробитель, сочетающий в себе принципы работы ботводробителей с рабочими органами как с горизонтальной осью вращения, так и с вертикальной осью вращения [4, 7].

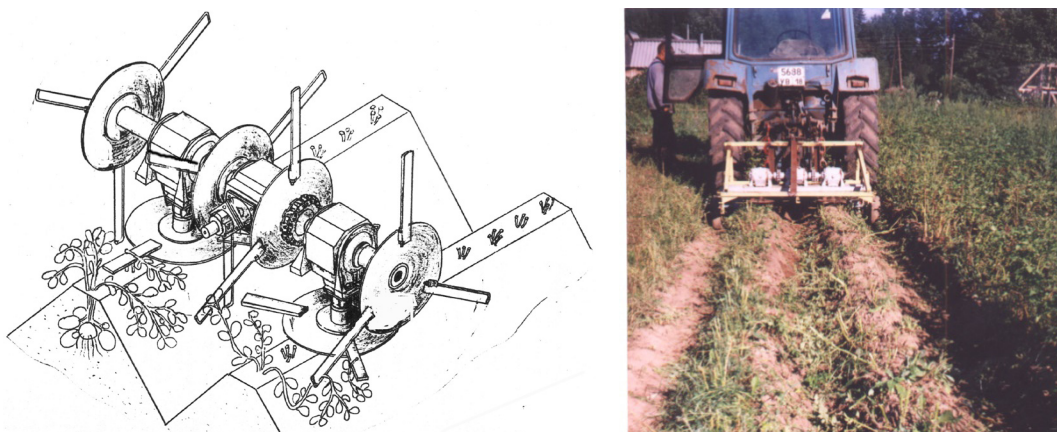


Рисунок 3 – Комбинированный ботвоизмельчитель с осью вращения как с вертикальной, так и с горизонтальной

Агротехническая оценка ботводробителей проводилась в уборочный период, соответствующий агротехническим условиям для уборки картофеля, с ботводробителями трех вариантов:

- цепной с вертикальной осью вращения рабочих органов (рис. 1);
- цепной и ножевой с горизонтальной осью вращения рабочих органов (рис. 2);
- комбинированный с вертикальной и горизонтальной осями вращения рабочих органов (рис. 3).

Исследования проводились в два этапа, согласно методике полевого опыта, при массе ботвы 91,4 ц/га и её полеглости 74 % [2, 3, 5, 6, 8]:

- с различной линейной скоростью ножа V_n (14; 20; 26 м/с) при скорости трактора 1,94 м/с;
- с различной скоростью трактора V_m (1,02; 1,39; 1,94; 2,61; 3,02 м/с на различных передачах) при линейной скорости ножа 26 м/с.

Анализ результатов экспериментов показан в виде графиков (рис. 4, рис. 5).

К недостаткам следует отнести забивание (сгруживание) растительных материалов в местах соединений сборочных единиц рабочих элементов. Поэтому было решено устранить указанный не-

достаток путём конструктивных изменений данного рабочего органа за счет изменения угла наклона τ лезвий коротких ножей Г-образной формы, что обеспечило вынос ботвы, не образуя скапливания (забивания) её на рабочем органе, и провести исследования по оптимизации технологического процесса измельчения таким рабочим органом [2, 10–12].

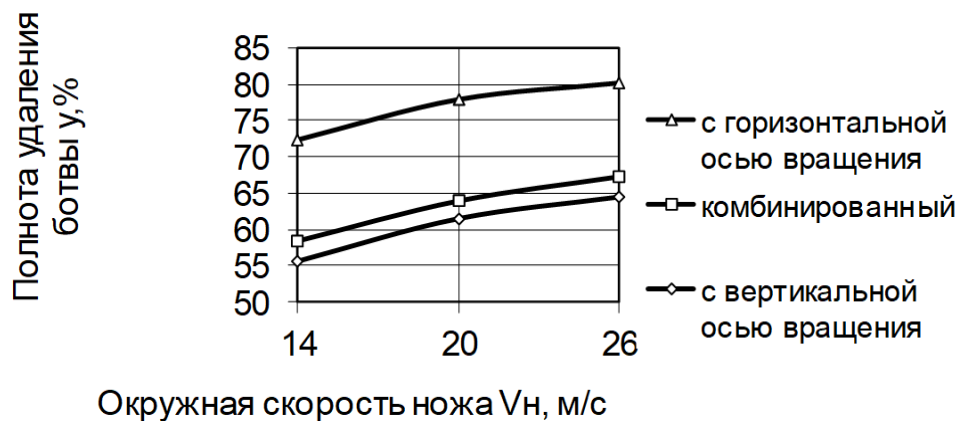


Рисунок 4 – Полнота удаления ботвы ботводробителей в зависимости от линейной скорости ножа при скорости трактора 1,94 м/с

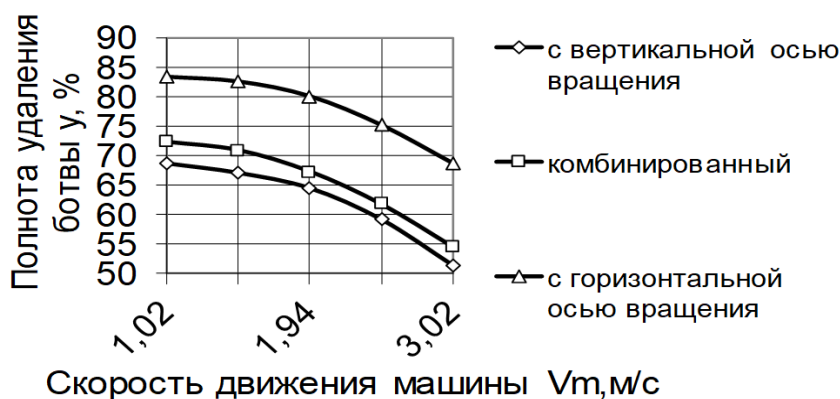


Рисунок 5 – Полнота удаления ботвы рабочими органами ботводробителей в зависимости от скорости трактора и линейной скорости ножа $V_n = 26$ м/с

Выводы. Высокие качественные показатели по удалению ботвы опробированы ботвоизмельчителем с горизонтальной осью вращения рабочих органов в виде ножей-лент, облегаяющих трапецеидальный профиль гребня, при этом получена полнота удаления ботвы 68,7...83,4 %

Список литературы

1. К обоснованию схемы конструкции ботвоуборочной машины / В. Ф. Первушин, В. Г. Медведев, Ю. Г. Корепанов [и др.] // Тезисы докладов к науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА. – 1998.

2. Первушин, В. Ф. Моделирование измельчителя ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, М. З. Салимзянов // Механизация и электрификация с.-х. – 2010. – № 6. – С. 2–3.
3. Первушин, В. Ф. Определение частоты вращения ротора измельчителя ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, М. З. Салимзянов // Механизация и электрификация с.-х. – 2010. – № 9. – С. 4–5.
4. Салимзянов, М. З. Полнота удаления ботвы картофеля – основа безотказной и качественной работы картофелеуборочных машин / М. З. Салимзянов // Адаптивные технологии в растениеводстве. Итоги и перспективы: матер. Всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию каф-ры растен-ва Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2003. – С. 164–167.
5. Салимзянов, М. З. Обоснование скорости среза ботвы картофеля рабочим элементом / М. З. Салимзянов // Устойчивому развитию АПК – научное обеспечение: матер. Всеросс. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2004. – С. 367–369.
6. Салимзянов, М. З. Методика проведения экспериментов по удалению ботвы картофеля / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин // Молодые ученые – агропромышленному комплексу: матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, 6–7 апреля 2004 г. – Казань, «Фан» Академия наук РТ, – 2004. – С. 105–109.
7. Салимзянов, М. З. Результаты исследований технологического процесса удаления ботвы картофеля / М. З. Салимзянов // Молодые ученые в XXI веке: матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. – С. 239–245.
8. Салимзянов, М. З. Кинематический анализ процесса удаления ботвы картофеля / М. З. Салимзянов // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. – С. 463–467.
9. Салимзянов, М. З. Обоснование конструктивно-геометрических параметров и режимов работы рабочего органа для измельчения ботвы: дис. ... канд. техн. наук / М. З. Салимзянов; ГУ ЗНИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого – Киров, 2006. – 155 с.
10. Салимзянов, М. З. Влияние кинематических параметров ботвоизмельчителя на длину резки / М. З. Салимзянов // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – Т III. – С. 44–48.
11. Салимзянов, М. З. Элементы теории и расчета измельчителя ботвы картофеля с шарнирно закрепленными ножами / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, Н. Г. Касимов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2013. – С. 111–115.
12. Салимзянов, М. З. Современные проблемы науки и производства в агроинженерной сфере: учеб. пособ. / сост.: М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 59 с.
13. Способы и рабочие органы для удаления ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов, С. А. Дубовцев // Аграрная наука – сельско-

хозяйственному производству: матер. Международн. науч.-практ. конф. 12–15 фев. 2019 г. – Ижевск, 2019. – Т. 3. – С. 119–124.

14. Большаков, В. И. Ремонт и восстановление деталей машин сваркой и наплавкой: учеб. пособ. / В. И. Большаков, О. С. Федоров. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – 83 с.

УДК 620.17

В. А. Петров

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В МОДЕЛИ ДЕТАЛИ НА ЛАЗЕРНОМ ПОЛЯРИСКОПЕ

Представлены результаты экспериментального исследования контактных напряжений от действия жесткого штампа на упругое основание, проведенного на оптически прозрачной модели при помощи лазерного полярископа. Определен коэффициент концентрации напряжений в угловых зонах под жестким штампом, который находится в пределах 1,56...1,82. Результаты исследования могут быть использованы при расчетах напряженного состояния конструктивных элементов сельхозмашин.

Актуальность. Исследование контактных напряжений является актуальной задачей механики деформируемого твердого тела, так как контактные зоны относятся к внешним концентраторам напряжений, вблизи границ, которых часто возникают факторы потери несущей способности деталей, такие как значительные остаточные деформации (смятие) или развитие усталостных трещин [1, 3]. Теоретическое решение задач по определению напряжений возле концентраторов напряжений связано со значительными математическими трудностями, кроме того, сами контактные напряжения являются граничными условиями для расчета напряженного состояния внутри деталей, которые должны быть некоторым образом заданы [6, 7–11]. Так, контактные напряжения можно определить экспериментально на оптически прозрачных моделях деталей при помощи лазерного полярископа. Данный метод основан том, что большинство прозрачных изотропных материалов под действием напряжений (деформаций) приобретают способность к двойному лучепреломлению (оптической анизотропии). Величина двойного лучепреломления, связанная с возникающими напряжения-

ми, может быть измерена оптическим методом при просвечивании модели поляризованным светом лазера [4, 5].

Обозначим через g_τ функцию распределения максимальных касательных напряжений

$$g_\tau = 2 \tau_{max} / \sigma_n,$$

где σ_n – номинальное напряжение в детали без концентратора напряжений, найденное по примерным формулам науки о сопротивлении материалов.

Коэффициент концентрации напряжений

$$\alpha_\tau = |g_\tau|_{max}.$$

Целью работы является экспериментальное исследование контактных напряжений на лазерном полярископе.

Методика эксперимента. Для исследования полей максимальных касательных напряжений нами был разработан и изготовлен лабораторный лазерный полярископ ЛП-1 (рис. 1).

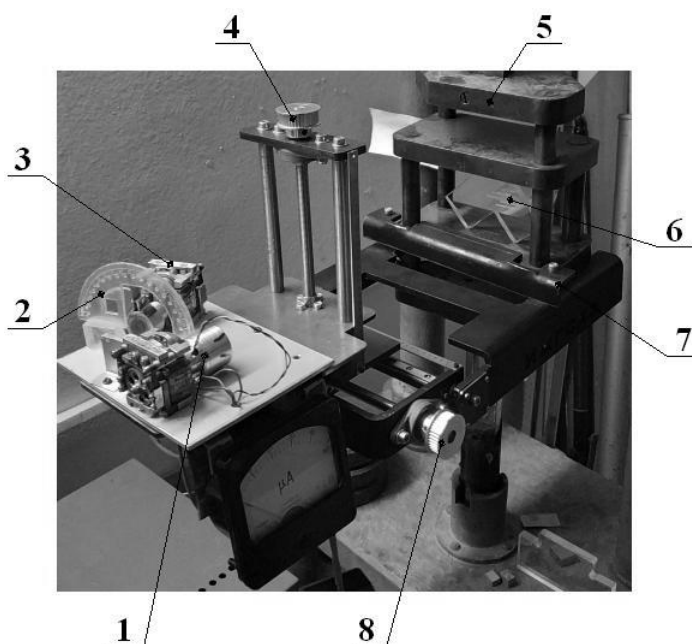


Рисунок 1 – Исследование напряженного состояния на лазерном полярископе ЛП-1:

- 1 – лазерный модуль; 2 – шкала отсчета угла наклона плоскости поляризации;
- 3 – модуль фотоприемника; 4 – регулятор вертикального перемещения луча лазера;
- 5 – нагрузочное устройство установки; 6 – модель детали из плексигласа;
- 7 – крепление ЛП-1 к нижней неподвижной плите нагрузочного устройства;
- 8 – регулятор горизонтального перемещения луча лазера

Величина максимальных касательных напряжений τ_{max} в исследуемой точке модели детали определяются по следующей зависимости [4, 6, 7]:

$$\tau_{max} = \tau_0 \left(\arcsin \sqrt{\frac{A}{A_{max}}} - \theta \right),$$

где A – величина тока на фотоприемнике;

A_{max} – максимальное значение тока, задаваемое при тарировке прибора;

τ_0, θ – тарировочные постоянные.

Здесь $\tau_0 = 2,3$ МПа, $A_{max} = 38$ мкА, $\theta = 0,274$.

Результаты исследований. На рисунке 2 изображена расчетная схема плоской модели упругой детали (плексиглас), нагруженная жестким прямоугольным штампом (дюралюминий).

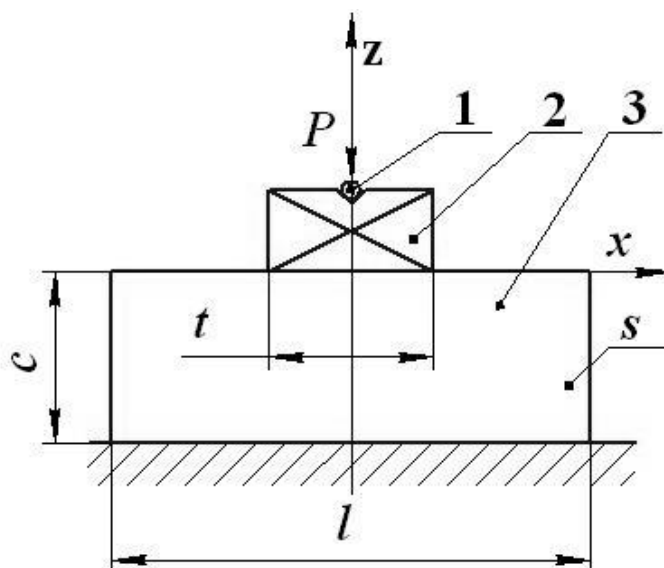


Рисунок 2 – Расчетная схема взаимодействия упругой детали с жестким штампом:

1 – цилиндрический индентор; 2 – жесткий штамп (дюралюминий);

3 – упругая полоса из плексигласа

Нагружение жесткого штампа 2 силой P происходит через цилиндрический индентор 1, положение которого фиксируется V – образной выточкой на верхней грани штампа. Здесь $P = 1600$ Н, $s = 7,17$ мм $t = 24$ мм, $c/t = 2$, $l/t = 5,6$.

За номинальные напряжения принимается [2]

$$\sigma_n = \frac{P}{st} = 9,3 \text{ МПа.}$$

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице и на рисунке 3.

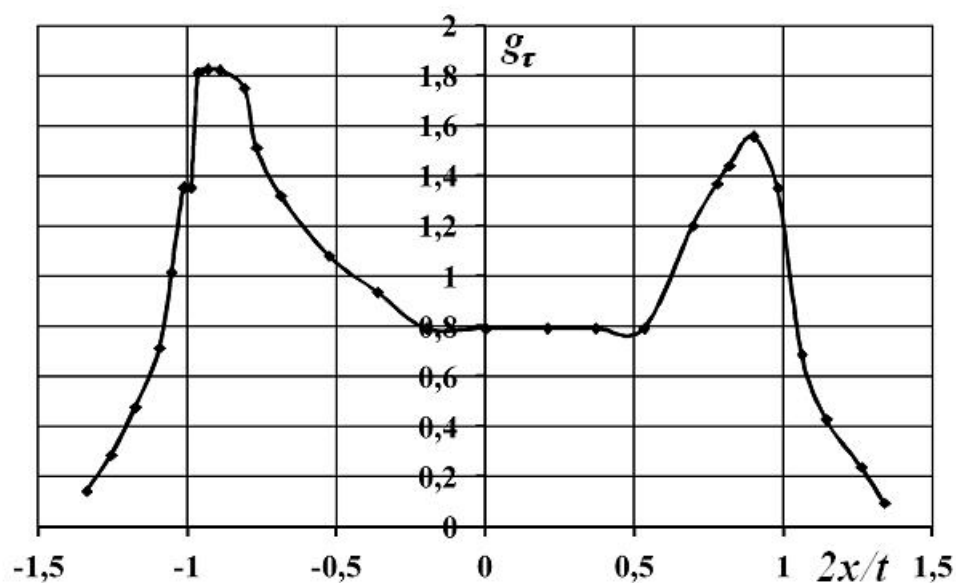


Рисунок 3 – Эпюра функции g_τ при $\sigma_H = 9,3$ МПа, $t = 24$ мм, $2z/t = -0,04$

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований контактных напряжений в модели упругой детали при действии жесткого прямоугольного штампа при координате $z = -0,5$ мм ($\sigma_H = 9,3$ МПа, $t = 24$ мм, $c/t = 2$, $l/t = 5,6$)

Координаты точек модели		Функция распределения напряжений
$2x/t$	$2z/t$	g_τ
-1,3374	-0,04 065	0,143 129
-1,2561	-0,04 065	0,286 676
-1,1748	-0,04 065	0,478 031
-1,0935	-0,04 065	0,713 851
-1,05 285	-0,04 065	1,015 548
-1,0122	-0,04 065	1,352 955
-0,9878	-0,04 065	1,352 955
-0,96 341	-0,04 065	1,810 589
-0,93 089	-0,04 065	1,824 022
-0,89 024	-0,04 065	1,820 783
-0,80 894	-0,04 065	1,749 285
-0,76 829	-0,04 065	1,512 027
-0,68 699	-0,04 065	1,320 918
-0,52 439	-0,04 065	1,080 627
-0,36 179	-0,04 065	0,935 994
-0,19 919	-0,04 065	0,791 465
0	-0,04 065	0,791 025
0,207 317	-0,04 065	0,792 256
0,369 919	-0,04 065	0,791 726

Координаты точек модели		Функция распределения напряжений
$2x/t$	$2z/t$	g_{τ}
0,53 252	-0,04 065	0,791 726
0,695 122	-0,04 065	1,200 737
0,776 423	-0,04 065	1,368 662
0,817 073	-0,04 065	1,440 281
0,898 374	-0,04 065	1,557 365
0,979 675	-0,04 065	1,351 656
1,060 976	-0,04 065	0,688 111
1,142 276	-0,04 065	0,430 111
1,260 163	-0,04 065	0,238 977
1,337 398	-0,04 065	0,095 404

Вывод. Эмпирический коэффициент концентрации контактных напряжений $\alpha_{\tau} = 1,56...1,82$. Асимметрия эпюры вызвана перекосом штампа вследствие неидеального характера нагружения.

Список литературы

1. Дородов, П. В. Потеря несущей способности задней подвески модернизированного автомобиля газон NEXТ / П. В. Дородов, Р. А. Жуйков, В. А. Бабушкин // Современному АПК – эффективные технологии: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ В. М. Макаровой. – Ижевск, 2019. – С. 19–25.
2. Дородов, П. В. Прикладная механика / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 22 с.
3. Дородов, П. В. Пути повышения износостойкости поверхностей трения / П. В. Дородов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 42–47.
4. Дородов, П. В. Разработка и применение лазерного полярископа-интерферометра для исследования напряжений в моделях деталей машин: монография / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 148 с.
5. Дородов, П. В. Разработка системы управления поляризационно-оптической установки для исследования напряженного состояния в моделях деталей машин / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национальной науч.-практ. конф., посв. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин Агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандида-

та технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 345–347.

6. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова. – Ижевск, 2020. – С. 61–66.

7. Ерохин, М. Н. К вопросу о концентрации напряжений и оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов, А. С. Дорохов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2020. – № 3. – С. 45–55.

8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019663489, 17.10.2019 Российская Федерация. Программа оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала: заявка № 2019662424 от 09.10.2019 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019664971, 15.11.2019 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при растяжении-сжатии: заявка № 2019663959 от 05.11.2019 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

10. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020612388, 20.02.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при изгибе: заявка № 2020611402 от 11.02.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

11. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020615639, 27.05.2020 Российская Федерация. Исследование напряженного состояния в элементе детали с внешними симметричными поперечными вырезами при растяжении-сжатии: заявка № 2020614718 от 12.05.2020 / П. В. Дородов; правообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИК-НАГРЕВ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПОЧВЫ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Представлены исследования на установке для обеззараживания почвы ИК-излучением, на которой проведены опыты по измерению температуры почвы на глубину до 10 см при изменении таких факторов, как время нагрева, высота рамы над землей и мощность горелок.

Актуальность. Почва является благоприятной средой для обитания множества микроорганизмов, болезнетворных бактерий, спор грибов, яиц насекомых в связи с наличием в ней питательных веществ и влаги. Наиболее обильно населен поверхностный слой (глубина 1...10 см), так как он постоянно обогащается питательными веществами за счет отмерших растительных и животных организмов, сточных вод.

Чтобы предотвратить болезни рассады и растений, проводят обеззараживание почвы различными способами [2, 3, 7]. Для этих целей можно использовать ИК-нагрев. Использование энергии электромагнитного поля инфракрасного (ИК) диапазона является одним из эффективных путей интенсификации нагрева материалов, позволяющих значительно сократить длительность процесса и повысить качество обработки [5, 6].

Интенсивность излучения зависит главным образом от температуры излучателя, а количество поглощенной энергии – от степени черноты нагреваемой поверхности, а также от расстояния до излучателя.

При инфракрасном нагревании, если степень черноты полимера достаточно высока, количество теплоты q , передаваемой через единицу площади, равно

$$q = \sigma F_s (T_n^4 - T_n^4).$$

где σ – постоянная Стефана–Больцмана;

T_n, T_n – температура нагревателя и поверхности почвы;

F_s – коэффициент лучеиспускания;

$$F_s = \frac{\varepsilon_n \varepsilon_H}{(\varepsilon_n + \varepsilon_H - \varepsilon_n \varepsilon_H)},$$

где ε_n и ε_H – коэффициенты поглощения лучистой энергии поверхности почвы и нагревателя.

При нагреве с поверхности почвы удаляется влага смачивания (механически удерживаемая вода), что способствует равномерному прогреву почвы [5, 6].

Материалы и методика. Исследования проводились на установке для обеззараживания почвы ИК–излучением (рис. 1) [1, 4].

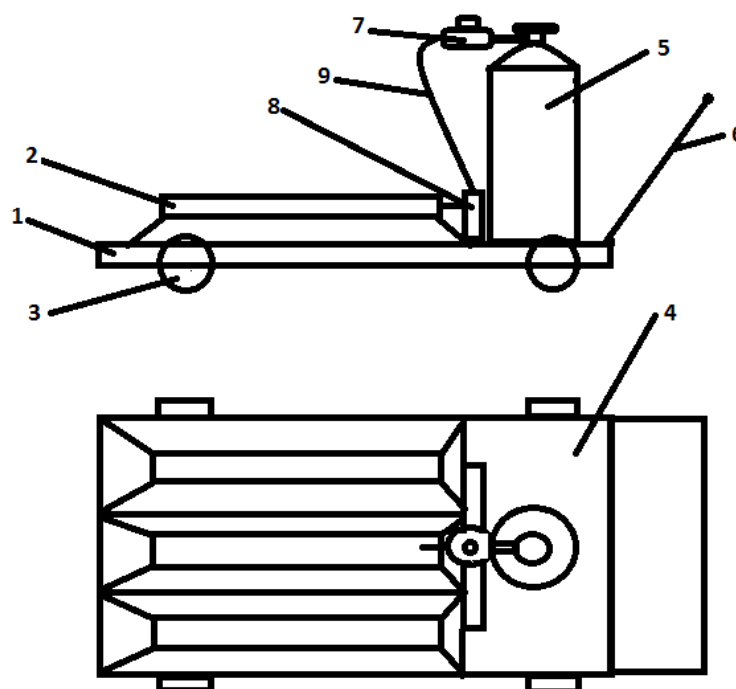


Рисунок 1 – Установка для обеззараживания почвы ИК–излучением:
главный вид (а) и вид сверху (б)

- 1 – рама; 2 – ИК–горелки; 3 – колеса; 4 – платформа для газового баллона; 5 – газовый баллон; 6 – ручка для перемещения рамы; 7 – редуктор;
8 – распределительная гребенка; 9 – резиновые армированные газовые шланги, соединяющие распределительную гребенку с ИК–горелками

Измерялась температура почвы на глубину до 10 см при изменении таких факторов, как время нагрева, высота рамы над землей и мощность горелок.

Результаты исследований. Почва прогревалась до температуры 64...70 °С в течение не менее 120 с. Наиболее оптимальная мощность ИК–горелок оказалось в пределах 10...15 кВт.

Выводы и рекомендации. Полученные результаты, если сравнивать их с литературными источниками, позволяют обеззара-

зить почву от различных микроорганизмов. Данная работа требует доработки и исследований почвы после обеззараживания ИК-нагревом на микробиологический состав.

Список литературы

1. Vorobev, V. L. Nanoscale layers formed on the surface of a titanium alloy by the ion-beam mixing of carbon with a substrate / V. L. Vorobev, F. Z. Gilmutdinov, P. V. Bykov [and all] // Journal of Surface Investigation: X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2019. – Т. 13. – № 5. – Рр. 979–984.

2. Касаткин, В. В. Тепломассообмен в сублимационных сушильных установках непрерывного действия с СВЧ- и УЗИ-источниками при непрерывном потоке газа / В. В. Касаткин, Н. Ю. Литвинюк, И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 7. – С. 75–77.

3. Касаткин, В. В. Новые методы исследований электротехнологических процессов при переработке сельскохозяйственной продукции / В. В. Касаткин, Н. Ю. Литвинюк, И. Ш. Шумилова [и др.] // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства. Межрегиональный сборник статей Научно-практической конференции, посвященный 50-летию факультета механизации сельского хозяйства. – 2005. – С. 240–246.

4. Поспелова, И. Г. Устройство для обеззараживания почвы ИК-излучением / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов, И. М. Новоселов // Патент на полезную модель RU № 197 880 U1 Опубликовано: 03.06.2020 Бюл. № 16. Заявка: 2019141928, 13.12.2019.

5. Поспелова, И. Г. ИК-нагрев – экологически чистый способ обеззараживания почвы в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: матер. Междунар. научн.-практ. конф. В 3-х томах. – Ижевск, 2020. – С. 66–68.

6. Поспелова, И. Г. Повышение безопасности при проведении обеззараживания почвы ИК-излучением / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: матер. Национальной научн.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшего профессионального образования РФ Б. Д. Зюнова. – Ижевск, 2020. – С. 368–370.

7. Шумилова, И. Ш. Методы оценки эффективности мер по энергосбережению / И. Ш. Шумилова, В. В. Касаткин, И. Г. Поспелова, Н. И. Собин // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: матер. Всерос. научн.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. – С. 591–594.

**Е. А. Потапов¹, А. А. Мартюшев², Д. А. Вахрамеев²,
А. А. Кавыев², Н. Д. Давыдов²**

¹ АО «ИЭМЗ «Купол»

² ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ ПРЕДПУСКОВОЙ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Приведен анализ выбора методов предпусковой тепловой подготовки двигателей внутреннего сгорания. Представлены первоочередные факторы, обеспечивающие гарантированный пуск двигателей, работающих на бензине и дизельном топливе в условиях низких температур, и обоснован выбор оптимальных методов предпусковой тепловой подготовки.

Актуальность. На сегодняшний день широкое применение получили два типа двигателей внутреннего сгорания: двигатели, работающие на бензине и двигатели, работающие на дизельном топливе (дизельные двигатели). При этом доля применения дизельных двигателей постоянно растет ввиду большего коэффициента полезного действия в сравнении с бензиновыми двигателями и лучшими эксплуатационными характеристиками, что обусловлено максимальным крутящим моментом при низкой частоте вращения коленчатого вала. Вместе с тем стоит отметить, что дизельные двигатели характеризуются повышенными требованиями к возможности нормальной эксплуатации в условиях низких температур.

Материалы и методики. В рамках данной работы проанализируем методы и средства предпусковой тепловой подготовки автотракторных двигателей [7]. Прежде отметим, что данные системы особенно актуальны для дизелей ввиду специфики их работы, заключающейся в принципе воспламенения топливовоздушной смеси под действием высокой температуры в камере сгорания. Но в процессе «холодного пуска» данная температура не достигается и без применения специальных средств подогрева запуск дизеля невозможен. Что же касается двигателей, работающих на бензине, то здесь стоит отметить, что холодный пуск в данном случае происходит без затруднений до температуры $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$

при условии исправной стартерной батареи. На практике современные синтетические моторные масла обеспечивают пуск бензинового двигателя без применения средств предпускового подогрева до температуры $-35^{\circ}\text{C} \dots -40^{\circ}\text{C}$. Но здесь следует отметить, что в процессе прогрева при низких температурах на стенках цилиндра образуется конденсат, состоящий из едких кислот, разъедающих защитную масляную пленку, что приводит к интенсивному износу цилиндрико-поршневой группы. Кроме того, в процессе прогрева в камеру сгорания в больших количествах поступает моторное масло ввиду «холодных зазоров» маслосъемных и компрессионных колец поршня, что приводит к образованию токсичных компонентов [5] и отложений в нейтралитическом катализаторе системы выпуска.

Результаты исследований. Для обоснования выбора методов предпускового подогрева для бензиновых и дизельных двигателей [2,4] обратимся к следующим теоретическим зависимостям:

Температура воздуха в цилиндре двигателя в конце такта сжатия в процессе пуска двигателя:

$$T_e = K_1 \times K_2 \times T \times \varepsilon k_1^{-1}, \quad (1)$$

где T – температура воздуха в цилиндре двигателя в процессе такта впуска, $^{\circ}\text{K}$, примем $T = 258^{\circ}\text{K}$ – средняя температура января в средней полосе России;

K_1 – коэффициент теплопередачи, учитывающий снижение температуры воздушного заряда в связи с передачей тепловой энергии холодным деталям двигателя в процесс пуска, примем $K_1 = 0,8$ при $T = 258^{\circ}\text{K}$;

K_2 – коэффициент, учитывающий пониженное значение давления в цилиндре при пуске, примем значение $K_2 = 0,7$ при $T = 258^{\circ}\text{K}$;

ε – степень сжатия, $\varepsilon = 11$ – для бензиновых двигателей, $\varepsilon = 17$ – для дизельных двигателей;

k_1 – показатель адиабаты сжатия, для процесса пуска двигателя, примем $k_1 = 1,376$.

Проведем сравнительный численный расчет для бензинового и дизельного двигателя. Базовые геометрические параметры двигателей заимствуем от дизеля серии Д-240.

– для бензинового двигателя:

$$T_e = 0,8 \times 0,7 \times 258 \times 2,9016 = 356^{\circ}\text{K} \text{ или } 83^{\circ}\text{C}$$

– для дизельного двигателя:

$$T_{\epsilon} = 0,8 \times 0,7 \times 258 \times 2,9016 = 419 \text{ }^{\circ}\text{K или } 146 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Масса воздушного заряда, поступающего в цилиндр двигателя в процессе впуска:

$$M_{\epsilon} = V_{\epsilon} \times \rho \times \eta_{\nu}, \quad (2)$$

где V_{ϵ} – рабочий объем цилиндра двигателя, м³, для сравнительного расчета примем $V_{\epsilon} = 0,0011$ м³;

ρ – плотность воздуха при температуре 258 °К, $\rho = 1,342$ кг/м³;

η_{ν} – коэффициент наполнения, при пуске двигателя $\eta_{\nu} = 0,95$.

$$M_{\epsilon} = 0,0011 \times 1,342 \times 0,95 = 0,0015 \text{ кг}.$$

Цикловую подачу топлива в процессе пуска двигателя принимаем $g_{\epsilon} = 120$ мм³/цикл ($0,00012 \times 10^{-3}$ м³/цикл).

Масса топлива цикловой подачи:

$$M_m = g_{\epsilon} \times \rho_m \quad (3)$$

где ρ_{τ} – плотность дизельного топлива, 850 кг/м³;

ρ_m – плотность бензина, 850 кг/м³.

– для бензиновых двигателей:

$$M_m = 0,000145 \times 10^{-3} \times 850 = 0,0001 \text{ кг};$$

– для дизельных двигателей:

$$M_m = 0,000145 \times 10^{-3} \times 850 = 0,0001 \text{ кг}.$$

Температура топливовоздушной смеси в процессе пуска двигателя

$$T_{см} = (C_{\rho\epsilon} \times M_{\epsilon} \times T_{\epsilon} + C_{\rho m} \times M_m \times T_m) / (C_{\rho\epsilon} \times M_{\epsilon} + C_{\rho m} \times M_m), \quad (4)$$

где $C_{\rho\epsilon}$ – удельная теплоемкость воздуха, $C_{\rho\epsilon} = 1015$ Дж/(кг×град) при $T_{\epsilon} = 427$ °К;

$C_{\rho m}$ – удельная теплоемкость топлива, при $T_m = 258$ °К,

- для бензина $C_{рт} = 2050$ Дж/(кг×град),
- для дизельного топлива $C_{рт} = 2200$ Дж/(кг×град).

Расчет для бензинового двигателя:

$$T_{см} = (1015 \times 0,0015 \times 356 + 2050 \times 0,0001 \times 258) / (1015 \times 0,0015 + 2050 \times 0,0001) = 344 \text{ °K} = 71 \text{ °C}.$$

Расчет для дизельного двигателя:

$$T_{см} = (1015 \times 0,0015 \times 419 + 2200 \times 0,0001 \times 258) / (1015 \times 0,0015 + 2200 \times 0,0001) = 399 \text{ °K} = 126 \text{ °C}.$$

По полученным в результате расчета данным видно, что температура топливовоздушной смеси в конце такта сжатия при пуске бензинового двигателя при температуре окружающей среды -15 °C составляет $+71 \text{ °C}$, что достаточно для нормальной испаряемости бензина и воспламенения от свечи зажигания. Что же касается дизельных двигателей, то здесь наблюдается обратная ситуация. Температура в конце такта сжатия при пуске составляет всего $+126 \text{ °C}$, что недостаточно, так как минимальная температура самовоспламенения смеси составляет $+240 \text{ °C}$.

Таким образом, для гарантированного пуска бензинового двигателя, необходимо обеспечить в первую очередь номинальную пусковую частоту вращения коленчатого вала для обеспечения минимальной температуры в конце такта сжатия (1), при которой наблюдается высокая испаряемость бензина и воспламенение от искры легких фракций. Это условие обеспечивается двумя факторами:

- обеспечение исправного состояния стартерной аккумуляторной батареи;
- обеспечение низкой вязкости моторного масла при низкой температуре путем подбора соответствующего индекса вязкости или предпускового теплового подогрева.

Чтобы обеспечить гарантированный пуск дизельного двигателя, в первую очередь необходимо производить подогрев поступающего в двигатель воздуха и топлива согласно выражению (4). Данные мероприятия обеспечат существенное повышение температуры в конце такта сжатия. Производители дизельных двигателей рекомендуют производить процесс пуска без применения средств предпускового подогрева от $+5 \text{ °C}$. В случае пуска дизеля при $+5 \text{ °C}$

температура топливовоздушной смеси в конце такта сжатия составит 276 °С (1–4). Данная температура выше минимальной температуры самовоспламенения для зимнего дизельного топлива. Поэтому пуск двигателя будет гарантированным при надлежащем качестве топлива. Стоит добавить, что в выражении (1) при данном расчете коэффициенты K_1 и K_2 приняты соответственно 0,9 и 0,8. Точное определение данных коэффициентов в зависимости от температуры требует дополнительных исследований и является темой будущих исследовательских работ.

Выводы и рекомендации. Для подведения итогов данной статьи отметим, что предпусковая тепловая подготовка предназначена для двух основных целей [6]:

- обеспечение гарантированного пуска двигателя;
- снижение пусковых износов и снижение риска аварии в процессе принятия стартовой нагрузки [8].

Для оптимального выбора метода предпусковой тепловой подготовки [3, 7] необходимо руководствоваться, прежде всего, условиями, обеспечивающими гарантированный пуск двигателя и уже далее увеличивать набор опций, которым должны обладать выбранные устройства для тепловой подготовки.

Список литературы

1. Вахрамеев, Д. А. Тепловой аккумулятор для подготовки к работе узлов трансмиссии тракторов, автомобилей, машинно-тракторных агрегатов и специализированной техники / Д. А. Вахрамеев, Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Н. Д. Давыдов // Мобильная энергетика в сельском хозяйстве: состояние и перспективы развития: материалы Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения профессора, доктора технических наук Медведева Владимира Ивановича, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. – Чебоксары, 2018. – С. 433–438.
2. Денисов, Р. В. Перспективы использования автономных предпусковых подогревателей в условиях ужесточающихся экологических требований к двигателям автомобилей / Р. В. Денисов, М. Ю. Петухов // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика: матер. науч.-практ. конф.: в 2 т. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. – Т. 2. – С. 120–126.
3. Каллимуллин, Р. Ф. Эффективность предпускового подогрева автомобильного двигателя // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 1 (41). – С. 11–16.
4. Ловцов, И. А. Применение современных инженерных решений в методах предпускового подогрева автомобильных двигателей / И. А. Ловцов, В. И. Коз-

ликин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016): сборник статей VIII Междунар. научн.-технич. конф. – 2016. – С. 236–239.

5. Марков, В. А. Токсичность отработавших газов дизелей. 2-е изд. перераб. и доп. / В. А. Марков, Р. М. Баширов, И. И. Габитов. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 376 с., ил.

6. Неговора, А. В. Современная концепция тепловой подготовки автотракторной техники в условиях низких температур / А. В. Неговора, М. М. Рязанов, С. З. Инсафудинов // Вестн. Башкир. гос. аграр. ун-та. – Уфа. – 2018. – № 4 (48). – С. 135–141.

7. Потапов, Е. А. Анализ методов предпусковой подготовки двигателя машинно-тракторного агрегата / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Динамика механических систем: матер. I Междунар. научн.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2018. – С. 79–84.

8. Рязанов, М. М. Снижение рисков отказа мобильной сельскохозяйственной техники и транспортных средств в условиях низких температур / М. М. Рязанов, Д. А. Гусев // Реновация машин и оборудования: материалы Всерос. научн.-практ. конф. – 2017. – С. 160–166.

УДК 621.431.7.036.17

**Е. А. Потапов¹, А. В. Афонин¹, А. А. Мартюшев²,
Д. А. Вахрамеев², Ю. Г. Корепанов²**

¹ АО «ИЭМЗ «Купол»

² ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДПУСКОВОЙ ТЕПЛОЙ ПОДГОТОВКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ

Приведен анализ расчета экономической эффективности применения предпусковой тепловой подготовки автотракторных двигателей и агрегатов трансмиссии. Анализом установлены основные критерии, обеспечивающие снижение затрат на эксплуатацию подвижного состава машинно-тракторных парков и автотранспортных предприятий.

Актуальность. В условиях российского климата, где среднегодовая температура составляет $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а средняя температура января месяца в средней полосе страны находится на уровне $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, эксплуатация автотракторной техники без применения предпуско-

вой тепловой подготовки оказывается трудновыполнимой задачей. Несмотря на приведенные аргументы на сегодняшний день нет единого стандарта, регламентирующего средства, условия и методы выполнения тепловой подготовки автотракторных двигателей и агрегатов трансмиссии [3].

Материалы и методика. В настоящий период усовершенствованию средств предпусковой тепловой подготовки не уделяется должного внимания. Применение подогрева повышает качество работы техники, а также ведет к улучшению условий труда для человека [1]. Здесь следует отметить и высокую экономическую эффективность, основными критериями которой являются:

- снижение расхода горюче-смазочных материалов;
- увеличение периода между техническим обслуживанием;
- снижение износа деталей и узлов;
- увеличение времени полезной работы за смену;
- снижение стоимости строительства и обслуживания сооружений для межсменного хранения техники.
- снижение требований к характеристикам технических жидкостей и аккумуляторным стартерным батареям.

Рассмотрим более детально каждый из представленных критериев и проанализируем методику расчета.

Снижение расхода горюче-смазочных материалов возможно рассчитать по следующей зависимости:

$$C_{гсм} = T_{пр} \times K \times G_{ч.хх} \times Ц_m, \quad (1)$$

где $T_{пр}$ – время прогрева двигателя до температуры, обеспечиваемой предпусковым подогревом, ч;

K – поправочный коэффициент, учитывающий повышенный расход топлива в процессе прогрева двигателя (для различных моделей двигателя, частоты вращения коленчатого вала в процессе прогрева и условий окружающей среды K может варьироваться от 1,2 до 1,7, в большинстве расчетов принимается $K = 1,5$);

$G_{ч.хх}$ – часовой расход топлива на холостом ходу двигателя, л/ч.

$Ц_m$ – цена 1 литра топлива, руб.

Анализируя зависимость (1) нужно отметить, что чем выше эффективность устройства предпускового подогрева, тем выше конечная температура прогрева двигателя. Соответственно увеличивается экономия топлива, а вместе с тем и экономическая эффективность.

Период между техническим обслуживанием выражается следующей зависимостью:

$$T_{mo} = T_n \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5, \quad (2)$$

где T_n – нормативный период технического обслуживания, установленный заводом-изготовителем подвижного состава;

K_1 – коэффициент, учитывающий интенсивность работы техники;

K_2 – коэффициент, учитывающий качество дорог или особенности рельефа;

K_3 – коэффициент, учитывающий агрессивные условия окружающей среды;

K_4 – коэффициент, учитывающий режим работы;

K_5 – коэффициент, учитывающий прочие факторы, влияющие на снижение периода ТО.

Как видно из зависимости (2), фактический период технического обслуживания существенно отличается от того, что заложен заводом – изготовителем в качестве базового. Значения коэффициентов в большинстве реальных условий эксплуатации имеют значения от 0,7 до 0,9.

В данном случае обратим внимание на коэффициент K_3 , который учитывает агрессивные условия окружающей среды, в том числе и негативное воздействие низких температур. При применении предпускового подогрева двигателя и агрегатов трансмиссии значение коэффициента можно принять $K_3 = 1$, соответственно период технического обслуживания с предпусковым подогревом может увеличиваться до 20 %:

$$T_{mo\ nn} = T_n \times K_1 \times K_2 \times K_4 \times K_5, \quad (3)$$

Тогда снижение затрат на техническое обслуживание:

$$C_{mo} = C_{сто} \times T_{mo\ nn} / T_{mo}, \quad (4)$$

где $C_{сто}$ – стоимость технического обслуживания, руб.

Увеличение времени полезной работы за смену возможно определить по следующей зависимости:

$$C_{впр} = Ц_{рч} \times T_{пр}, \quad (5)$$

где $C_{рч}$ – стоимость одного часа работы, руб.;

$T_{пр}$ – время прогрева двигателя до температуры, обеспечиваемой предпусковым подогревом, ч.

Для определения экономического эффекта от снижения стоимости строительства и обслуживания сооружений для межсезонного хранения техники стоит учесть следующий фактор – подвижной состав, оснащенный средствами предпускового подогрева, возможно, хранить в неотапливаемом помещении или под навесом. В этом и заключается смысл данного пункта.

Экономический эффект от разности стоимости строительства отапливаемого и неотапливаемого помещения или навеса:

$$C_c = C_{он} - C_{нп}, \quad (6)$$

где $C_{он}$ – стоимость строительства отапливаемого помещения, руб.;

$C_{нп}$ – стоимость строительства неотапливаемого помещения (навеса), руб.

Экономический эффект от снижения затрат на эксплуатацию помещения можно принять как исключение стоимости оплаты за отопление:

$$C_{эн} = C_o, \quad (7)$$

где C_o – затраты на отопление, руб.

Экономический эффект от снижения требований к характеристикам технических жидкостей и аккумуляторным стартерным батареям рассчитывается по следующей зависимости:

$$C_{стж} = C_{тж1} - C_{тж2}, \quad (8)$$

где $C_{тж1}$ – стоимость технических жидкостей и стартерных аккумуляторных батарей, подобранных для зимних условий эксплуатации без применения теплового предпускового подогрева;

$C_{тж2}$ – стоимость технических жидкостей и стартерных аккумуляторных батарей, подобранных для зимних условий эксплуатации с применением теплового предпускового подогрева.

Стоит добавить, что есть еще ряд факторов положительного влияния предпусковой тепловой подготовки двигателей и агрегатов трансмиссии автотракторной техники, которые достаточно сложно рассчитать. Это:

- снижение износа и увеличение срока службы деталей и узлов;
- снижение риска аварии при принятии стартовых нагрузок;
- уменьшение вредного воздействия на организм человека в связи со снижением количества токсичных выбросов в отработавших газах, а также снижению уровня шумов и вибраций [2].

Результаты исследований. Составить расчетную формулу для определения экономического эффекта от трех вышеуказанных факторов при применении предпусковой тепловой подготовки достаточно проблематично, так как данное направление требует либо базу сформированных статистических данных для конкретных условий эксплуатации, либо целый комплекс исследований, требующих достаточно существенных финансовых вложений.

Таким образом, после проведения анализа представленных критериев, имеется возможность представить обобщенную формулу для расчета экономической эффективности от применения предпусковой тепловой подготовки автотракторных двигателей и агрегатов трансмиссии:

$$C = C_{гсм} + C_{то} + C_{впр} + C_c + C_{эн} + C_{стж} . \quad (9)$$

В заключение стоит добавить, что основные затраты на использование систем предпусковой тепловой подготовки включают в себя:

- затраты на приобретение системы;
- затраты на установку системы;
- затраты на потребляемые системой ресурсы (топливо либо электроэнергия);
- затраты на техническое обслуживание.

Таким образом, выражение для определения общих затрат имеет вид:

$$З = З_n + З_y + З_p + З_{то} . \quad (10)$$

При выборе систем и устройств предпусковой тепловой подготовки необходимо наряду с техническими требованиями к системе руководствоваться и сроком окупаемости. То есть, исходя из анализа выражений (9) и (10) становится очевидным, что чем меньше значение общих затрат, тем меньше срок окупаемости.

Рассмотрим основные методы предпусковой тепловой подготовки автотракторных двигателей [4], распространенные на сегодняшний день (рис. 1).



Рисунок 1 – Средства облегчения пуска автотракторных двигателей

Выводы и рекомендации. Из представленной схемы самым энергосберегающим методом является тепловое аккумулярование. Применение данного метода не требует дополнительных ресурсов [5] и дорогостоящего технического обслуживания. Стоимость подобных систем ниже, чем у автономных жидкотопливных подогревателей. В данном случае выражение (10) принимает вид:

$$Z = Z_n + Z_y + Z_{mo} . \quad (11)$$

Поэтому экономически целесообразнее применять именно метод теплового аккумулярования в качестве предпусковой тепловой подготовки автотракторных двигателей и агрегатов трансмиссии.

Список литературы

1. Денисов, Р. В. Перспективы использования автономных предпусковых подогревателей в условиях ужесточающихся экологических требований к двигателям автомобилей / Р. В. Денисов, М. Ю. Петухов // Экология и научно-технический прогресс. урбанистика: матер. науч.-практ. конф.: в 2т. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. – Т. 2. – С. 120–126.

2. Егоров, Н. М. Снижение вибрации и шума механических транспортных средств / Н. М. Егоров, Ф. Х. Халиуллин // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 105–107.

3. Неговора, А. В. Повышение эффективности работы жидкостного предпускового подогревателя / А. В. Неговора, М. М. Рязанов, Н. А. Шерстнев // Технологии реновации машин и оборудования: матер. Всерос. научн.-практ. конф. в рамках XI Промышленного салона и специализированных выставок «Промэкспо, станки и инструмент», «Сварка, контроль, диагностика», 2016. – С. 184–188.

4. Потапов, Е. А. Анализ методов предпусковой подготовки двигателя машинно-тракторного агрегата / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Динамика механических систем: матер. I Междунар. научн.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2018. – С. 79–84.

5. Потапов, Е. А. Тепловой аккумулятор для предпусковой подготовки двигателя машинно-тракторного агрегата / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ю. Г. Корепанов [и др.] // Динамика механических систем: материалы I Междунар. научн.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2018. – С. 84–90.

УДК 621.43.018

С. Е. Селифанов, В. М. Федоров
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСОВ МАШИН

Проводится обоснование параметров новой сельскохозяйственной техники с учетом адаптивной системы земледелия.

Методология создания и внедрения новой конкурентно способной техники должна включать не только технические и сельскохозяйственные аспекты, но и новые факторы реформирования взаимоотношений между товаропроизводителями на всех уровнях производства.

Цель – подход к созданию новой техники с комплексным рассмотрением всех аспектов и этапов, начиная от формирования социального заказа до гарантированного эффекта у пользователя и производителя машин при минимальной техногенной нагрузке на окружающую среду.

Структура методологических основ создания новой сельскохозяйственной техники по Баранову А. А. [1] представлена на рисунке 1.

Реализация принципов адаптивного землепользования определяет общую стратегию взаимоотношений всех субъектов системы человек – общество – природа. Например, ориентация на сохранение естественного оптимума соотношений природных ресурсов и площадей под сельскохозяйственными угодьями предусматривает смещение приоритета с получения максимума продукции ценой дестабилизации окружающей среды на долговременное стабильное производство с поддержанием и умножением естественного плодородия почвы и получение оптимума продукции с минимальным ее химическим загрязнением. При этом определяется оптимум видов и объемов сельскохозяйственных работ и выявляются региональные приоритеты по производству определенной продукции.

Принцип ограничения техногенной нагрузки на окружающую среду обязывает учитывать при компоновке агрегатов экологическую совместимость их с почвой, снижать выброс токсичных составляющих газовой эмиссии двигателей внутреннего сгорания, сокращать использование химических средств защиты растений и т.д. [2]. Снижение выброса токсичных веществ возможно за счет использования модернизированных дизельных двигателей [3, 8–11].

Региональные особенности и требования к машинному производству продукции формируют систему машинных технологий производства с.-х. продукции, пакет агро-зоотехнических требований к технике, приоритетные типажи и комплексы машин, и их технико-экономическую эффективность у производителя и у потребителя.

Для НЧЗ, к которой, в частности, относится и Удмуртская Республика, характерными особенностями являются:

- холмистая местность, обуславливающая сложноконтурность пахотных;
- низкая несущая способность почвы в весенний и осенний периоды выполнения с.-х. работ, связанная с ее переувлажненностью из-за частых дождей.

Эти особенности предъявляют дополнительные требования к сельскохозяйственным агрегатам (СХА) в плане снижения их массы и давления движителей на почву, ограничения ширины за-

хвата, повышения маневренности и т.д. [2, 3, 6, 7]. Особенно жесткие требования должны предъявляться к МТА, предназначенных для использования в фермерских хозяйствах и малых сельскохозяйственных предприятиях из-за ограниченного количества машин в этих хозяйствах и решающего влияния каждой машины на общий результат работы [4, 5]. В частности, если в крупном хозяйстве может быть одновременно задействовано несколько механизаторов со специальными агрегатами для выполнения отдельных операций, то для фермера – это недопустимо. В этом случае один механизатор с помощью универсального МТА должен выполнять весь цикл работ [8].



Рисунок 1 – Структура методологических основ создания новой сельскохозяйственной техники

Вывод. При обосновании параметров комплексов необходимо исходить из того, что для НЧЗ требуются преимущественно МТА, способные эффективно использоваться на мелкоконтурных участках со сложным рельефом и сложными погодными условиями; для южных регионов страны наряду с машинами ограниченной производительности существует потребность и в широкозахватных высокопроизводительных агрегатах.

Список литературы

1. Баранов, А. А. Машиностроение. Энциклопедия. Том IV – 16. Сельскохозяйственные машины и оборудование / А. А. Баранов. – М.: Машиностроение, 1998. – С. 680–764.
2. Хвостов, В. А. Экологические показатели машин для возделывания и уборки овощей в фермерских хозяйствах / В. А. Хвостов, С. Е. Селифанов // Тракторы и сельхозмашины. – 1992. – № 10. – С. 2–4.
3. Селифанов, С. Е. Исследование параметров трактора Т- 25 при использовании в качестве энергоустановки бензинового двигателя с повышенной степенью сжатия / С. Е. Селифанов, В. М. Федоров, С. А. Юферев // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Международной научно-практической конференции 12–15 февраля 2013 года. Т. 2. – 2013. – С. 105–109.
4. Хвостов, В. А. Справочник конструктора машин для уборки и послеуборочной обработки овощей и корнеплодов / В. А. Хвостов, Э. С. Рейнгарт, Н. Н. Колчин. – М. – С.-П.-Павловск: Изд.СЗНИИМЭСХ, 1998. – 200 с.
5. Селифанов, С. Е. Мобильные агрегаты для механизированного производства корнеклубнеплодов: Теория, конструкция, расчет: монография / С. Е. Селифанов, Э. С. Рейнгарт. – Ижевск: ФГОУ ВПО УдГУ, 2010. – 108 с.
6. Селифанов, С. Е. Устойчивость движения машины для уборки моркови на базе модульного энергетического средства. Деп. рук. ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, № 1502. – С. 92.
7. Хвостов, В. А. Организация крестьянского (фермерского) хозяйства / В. А. Хвостов, Э. С. Рейнгарт, С. Е. Селифанов. – М.: ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1992. – 43 с.
8. Федоров, В. М. Разработка переподжатого газового двигателя, реализующего цикл дизеля / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов / Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.- 2018. – С. 194–196.
9. Федоров, В. М. Проблемы выбора степени сжатия для переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики Григория Андреевича Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Бориса Дмитриевича Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 88–95.

10. Федоров, В. М. Исследование конвертированного на природный газ двигателя д-120 на режимах пуска / С. Е. Селифанов, В. М. Федоров // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 43–47.

11. Федоров, В. М. Принцип адаптации переподжатого газового двигателя с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием к использованию на тракторе / С. Е. Селифанов, В. М. Федоров // Научное обоснование технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: м-лы Международной научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 67–83.

УДК 631.171

**А. А. Терехов, И. А. Шемонаев,
И. В. Кулешов, В. О. Черешнев**
ФГБОУ ВО Тамбовский ГТУ

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ НАВОЗОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ СВИНОТОВАРНОЙ ФЕРМЫ

Описана разработка, в ходе которой была создана мобильная навозоуборочная машина для свиноварной фермы. Проект создан для решения проблемы уборки навоза из свиноварника и снижения ручного труда. В процессе выполнения научно-исследовательской опытно-конструкторской работы произведен теоретический обзор на основе патентно-информационного поиска. Выявлены основные требования к мобильной навозоуборочной машине свиноварной фермы для снижения ручного труда. Произведены расчеты параметров разрабатываемой машины, выполнено проектирование мобильной навозоуборочной машины.

Актуальность. Автоматизация технологических процессов (АТП) – это высокий уровень комплексной автоматизации и электрификации сельскохозяйственного производства, при котором человек-оператор полностью или частично заменен специальными техническими средствами контроля и управления.

Проблема рационального использования навоза как удобрения при одновременном соблюдении требований защиты окружающей природы от загрязнений имеет важное народнохозяйственное значение. Эффективное решение данной проблемы предусматривает системный подход, включающий рассмотрение во взаимосвязи всех производственных операций: удаление навоза из по-

мещений, транспортирование его, переработку, хранение и использование. Технологию и наиболее эффективные средства механизации для удаления и утилизации навоза следует выбирать на основе технико-экономического расчета с учетом вида и системы (способа) содержания животных, размеров ферм, производственных условий и почвенно-климатических факторов.

Многообразие технологий содержания животных вызывает необходимость использования различных систем уборки навоза в помещениях. Наиболее широко применяют три системы удаления навоза: механическую, гидравлическую и комбинированную (щелевые полы в сочетании с подпольным навозохранилищем или каналами, в которых размещены механические средства уборки).

Механическая система предопределяет удаление навоза из помещений всевозможными механическими средствами: навозными транспортерами, бульдозерными лопатами, скреперными установками, подвесными или наземными вагонетками.

Средства для удаления навоза подразделяют на мобильные и стационарные. Мобильные средства применяют в основном при беспривязном содержании скота с использованием подстилки. В качестве подстилки обычно используют солому, торф, мякину, опилки, стружку, опавшие листья и хвою деревьев.

В животноводстве широко применяют навозоуборочные транспортеры ТСН-160А, ТСН-160Б, ТСН-3Б, ТР-5, ТСН-2Б, продольные скреперные установки УС-Ф-170А или УС-Ф250А в комплекте с поперечными УС-10, УС-12 и УСП-12, скреперные продольные транспортеры ТС-1ПР в комплекте с поперечным ТС-1ПП, скреперные установки УС-12 в комплекте с поперечной УСП-12, шнековые транспортеры ТШН-10.

Скребокковые транспортеры ТСН-3Б и ТСН-160А кругового действия предназначены для удаления навоза из животноводческих помещений с одновременной погрузкой его в транспортные средства.

Материалы и методика. По результатам патентных исследований была выбрана и модернизирована машина для разбрасывания подстилки и удаления навоза, которая имеет ряд преимуществ перед своими конкурентами. Она мобильна, мало габаритна, экономична и может легко перемещаться по свинарнику. Также позволяет очищать площадь пола, прилегающую непосредственно к каналу.

Машина для разбрасывания подстилки и уборки навоза из стойл бункер 6 для подстилки установлен на раме 2. Средство

выгрузки подстилки выполнено в виде лопастного рыхлителя 9, размещенного в днище бункера 6. Приспособление для уборки навоза выполнено в виде скребкового рабочего органа с верхней и нижней ветвями. При очистке поверхности пола бункер 6 опускают, и нижняя ветвь транспортера 4 очищает навоз. При разбрасывании подстилки бункер 6 опускают и скребки 11 транспортера 4 входят в зацепление с лопастями рыхлителя 9. Лопастями рыхлителя 9 вращаются на оси 10 и подают подстилку на наклонный участок пластины 12. Скребки верхней ветви перемещают подстилку вглубь стойла 3. Изобретение относится к механизации трудоемких процессов в животноводстве (рис. 1).

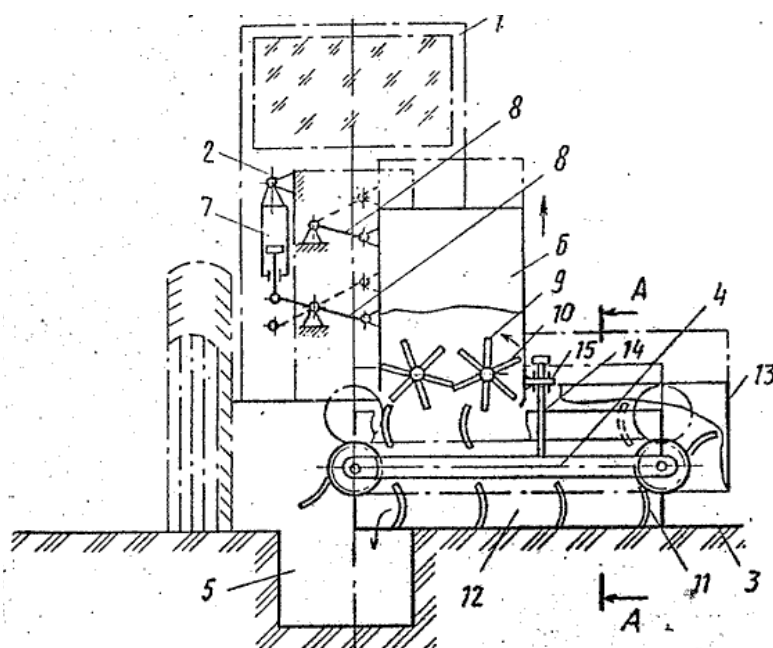


Рисунок 1 – Машина для разбрасывания подстилки и уборки навоза из стойла:

1 – кабина, 2 – рама, 3 – стойло, 4 – транспортер, 5 – канал, 6 – бункер, 7 – гидроцилиндр, 8 – система рычагов, 9 – рыхлитель, 10 – оси, 11 – скребки, 12 – пластины, 13 – защитный кожух, 14 – крепежное приспособление, 15 – сушики

Машина для разбрасывания подстилки и уборки навоза из стойл содержит самоходное шасси 1 с валом отбора мощности, имеющее раму 2, на которой закреплено приспособление для уборки навоза, выполненное в виде внедренного 8 стойло 3 скребкового транспортера 4, кинематически связанного с ВОМ шасси 1. Нижняя ветвь движется в направлении навозного канала 5, верхняя в обратном направлении. На раме 2 шасси установлен бункер 6 для подстилки с возможностью возвратно-поступательного перемещения в вертикальной плоскости посредством гидроцилиндра

7 с системой рычагов 8. В днище бункера 6 размещен лопастной рыхлитель 9 в виде зубчатых лопастей, установленных на оси 10. Лопастей рыхлителя 9, входя в зацепление со скребками 11 транспортера 4, начинают вращаться при крайнем нижнем положении бункера 6 для подстилки.

Машина снабжена направителем для сброса подстилки, выполненным в виде Λ-образной пластины 12, наклонный участок которой расположен между нижней и верхней ветвями скребкового транспортера 4. При этом скребки его верхней ветви установлены с возможностью взаимодействия одной своей стороной с лопастями рыхлителя 9, а с другой – с наклонным участком упомянутой пластины 12. Скребки 11 транспортера выполнены в форме прямоугольной трапеции, копирующей поверхность распределительной пластины 12, причем каждая из них обращена к наклонному участку пластины 12 наклонной боковой стороной. Транспортер 4 защищен кожухом 13 и снабжен приспособлением 14 с ушками 15 для крепления его к бункеру 6, для перевода транспортера в транспортное положение. На раме 2 самоходного шасси 1 установлен навозоудаляющий наклонный транспортер 16, нижний конец которого опущен при работе в навозный канал 5 и опирается роликом о его дно.

Машина для разбрасывания подстилки и уборки навоза из стойл работает следующим образом. При необходимости очистки пола стойл 3 от навоза и разбрасывания подстилки машину располагают так, чтобы навозный канал 5 оказался между колесами самоходного шасси 1, предварительно загрузив бункер 6 подстилкой. Опускают бункер 6 с прикрепленным к нему транспортером 4 на пол стойла 3. Без необходимости нанесения подстилки транспортер 4 отсоединяют от бункера 6, а последний, поднимают механизмом подъема. Лопастей рыхлителя, если они не вращаются, являются днищем бункера, удерживающим подстилку от просыпания. Если нужно одновременно с удалением навоза наносить подстилку, то отсоединение бункера 6 от транспортера 4 не производят. Включают в работу скребковый транспортер 4, внедренный в стойло 3, нижняя ветвь которого очищает навоз и использованную подстилку в навозный канал 5. Шасси движется вдоль стойл с определенной скоростью, достаточной для того, чтобы транспортер очистил навоз в канал 5. Для разбрасывания подстилки бункер с подстилкой посредством гидроцилиндра 7 переводятся в крайнее нижнее положение, при котором скребки 11 транспортера 4 вхо-

дят в зацепление с лопастями рыхлителя 9. Последние, вращаясь на оси 10, рыхлят подстилку и выдают ее на наклонную часть пластины 12, где подстилка захватывается скребками, находящимися на верхней ветви транспортера, и перемещается по ней в глубь стойла 3.

Распределение подстилки по полу стойла происходит равномерно за счет наклона части пластины 12, исключает попадание подстилки в зону неочищенного пола, а также позволяет производить доочистку навоза, не захваченного скребками. В случае, если подстилку разбрасывать не надо, бункер приподнимают вверх до упора в крепежное приспособление 14, после чего производится только очистка пола. Навоз из навозного канала удаляется наклонным транспортером в транспортное средство (не показано). Использование предлагаемой машины снижает материал и энергоемкость за счет исключения выгрузного транспортера для подстилки и его привода, а также обеспечивает равномерность распределения подстилки по площади стойла.

Машина для разбрасывания подстилки и уборки навоза из стойл (преимущественно при стойловом содержании животных) включает установленные на раме самоходного шасси бункер для поджилки, снабженный средством для выгрузки подстилки, размещенным в его днище; расположенное в вертикальной плоскости приспособление для уборки навоза, выполненное в виде установленного на замкнутой приводной тяге скребкового рабочего органа с верхней и нижней ветвями, и отличается тем, что с целью упрощения конструкции, снижения материалоемкости и энергоемкости, а также повышения равномерности распределения подстилки по полу стойла, средство выгрузки подстилки выполнено в виде лопастного рыхлителя. Машина снабжена направителем для сброса подстилки, выполненным в виде Λ -образной пластины, наклонный участок которой расположен между нижней и верхней ветвями скребкового рабочего органа. При этом скребки его верхней ветви установлены с возможностью взаимодействия одной своей стороной с лопастями рыхлителя, а другой – с наклонным 5 участком упомянутой пластины и выполнены в форме прямоугольной трапеции, каждая из которых обращена к наклонному участку упомянутой Λ -образной пластины наклонной боковой стороной, а бункер установлен с возможностью возвратно-поступательного перемещения в вертикальной плоскости посредством механизма его перемещения.

Результаты исследований. Исходя из данных, приведенных в технологической части, формируем задание на проектирование и изготовление ленточно-скребкового навозоудалителя (рис. 2).

Исходные данные:

- $L = 1$ м – длина транспортера;
- $H = 0,1$ м – высота скребка;
- $b = 0,4$ м – ширина транспортера;
- $v_{cp} = 0,1$ м/с – средняя скорость перемещения транспортера;
- $Q = 13200$ кг/ч – производительность конвейера;
- $\beta = 0$ рад.

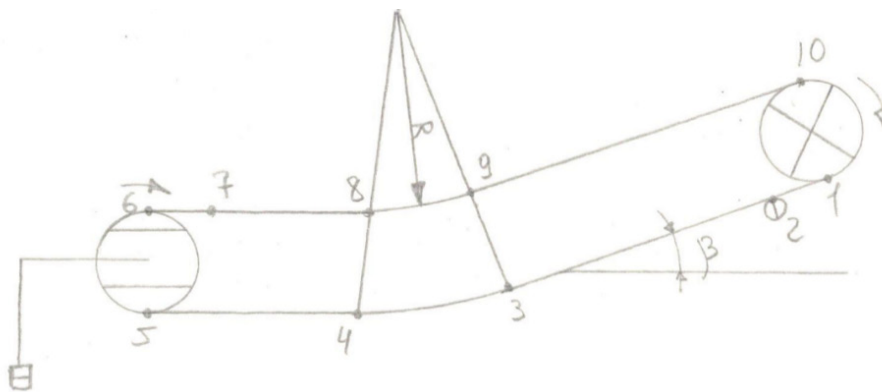


Рисунок 2 – Расчетная схема ленточного конвейера

Для дальнейшего расчёта с помощью программы недостаточно данных перечисленных выше.

Определяем погонный вес ленты по формуле:

$$q_l = \frac{m_l}{B} \text{ Н}, \quad (1)$$

где m_l – масса ленты площадью 1 м^2 ;

B – ширина ленты, м.

$$q_l = \frac{28}{0,4} = 70 \text{ кг/м} = 700 \text{ Н}.$$

Определяем погонный вес вращающихся частей роликов рабочей ветви, приведенной к ленте:

$$q'_p = \frac{700}{84} = 8,3 \text{ Н/м}.$$

Определяем погонный вес вращающихся частей роликов холостой ветви, приведенной к ленте:

$$q''_p = \frac{700}{25} = 28 \text{ Н/м.}$$

Находим сопротивление движению ленты в месте нагрузки:

$$W = q \times \omega_k \times L \times \cos\beta \pm q \times L \times \sin\beta \text{ Н,} \quad (2)$$

где q – погонная масса конвейера, Н/м;

ω_k – коэффициент сопротивления передвижению груза скребкам.

Учитывая, что $\beta = 0$, формула приобретает следующий вид:

$$W = q \times \omega_k \times L = 100 \times 7 = 700 \text{ Н.}$$

Расчет ленточного конвейера.

Определяем тип конвейерной ленты. Требуемая ширина конвейерной ленты $B = 400$ мм. С учетом рекомендаций выбираем конвейерную ленту общего назначения с тремя тяговыми прокладками прочностью 100 Н/мм из ткани БКНЛ-100. Допускающими погрузку $R_p = 12$ Н/мм, с толщиной резиновой обкладки класса прочности Б рабочей поверхности $\delta_p = 4,5$ мм, нерабочей поверхности $\delta_n = 2$ мм. Обозначение выбранной ленты: лента 2-400-3-БКНЛ-100-4,5-2-Б ГОСТ 20-76.

Определяем длину и диаметр приводного барабана. Наибольший диаметр приводного барабана для резиновотканевой ленты:

$$D_{нб}^{\min} = R \cdot z = 125 \text{ мм.} \quad (3)$$

Диаметр натяжного барабана принимаем равным диаметру приводного. В соответствии с ГОСТ 22644-77 принимаем ближайшее значение диаметра $D_{нб} = 160$ мм. Длину барабана принимаем в соответствии с ГОСТ 22644-77 исходя из ширины ленты $B = 400$ мм:

$$B_6 = B + 100 = 500 \text{ мм.} \quad (4)$$

Определяем частоту вращения вала приводного барабана конвейера

$$n_{n.з} = \frac{60 \times v}{\pi \times D_{нб}}, \quad (5)$$

где v – скорость ленты, м/с;

$D_{нб}$ – диаметр приводного барабана.

$$n_{n.з} = \frac{60 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,16} = 120 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем необходимое передаточное число между валом двигателя и валом приводного барабана:

$$U = \frac{n}{n_{n.з}}, \quad (6)$$

$$U = \frac{750}{120} = 6,25, \quad U = \frac{n}{n_{n.з}}.$$

Выбираем редуктор РЦ-150А – редуктор горизонтального одноступенчатого типа, передаточное число 6,61, частота вращения 750 мин.⁻¹, мощность на быстроходном валу 6,3 кВт.

Уточняем скорость ленты исходя из фактического передаточного числа привода:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \times D_{нб} \times n}{60 \times U}, \quad (7)$$

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 0,16 \cdot 750}{60 \cdot 6,61} = 0,95 \text{ м/с.}$$

Отклонение составляет $\approx 5\%$, что допустимо.

Определяем мощность и тип двигателя.

Выбираем электродвигатель 4А112МВ8У3 номинальной мощностью $P_{дв} = 3$ кВт при частоте вращения $n = 700$ мин.⁻¹.

Для выбора соединительной муфты редуктора и барабана определяем номинальный крутящий момент на выходном валу редуктора:

$$T_{ном} = \frac{9550 \times P_{дв}}{n}, \quad (8)$$

$$T_{ном} = \frac{9550 \times 3}{720} = 38,2 \text{ Нм.}$$

С учетом кратности максимального момента двигателя прием расчётный момент муфты:

$$T_n^p = \phi_{max} \times T_{исп}, \quad (9)$$
$$T_n^p = 38,2 \times 1,5 = 57,3 \text{ Нм.}$$

Из таблицы [7] выбираем муфту по ГОСТ 14084-76, муфта упругая со звездочкой, $T_{ном} = 63$ Нм. Частота вращения не более 3 000 мин⁻¹.

Определим размеры вала. В нашем случае вал барабана нагружен таким же крутящим моментом, как и выходной вал редуктора. Поэтому при приближенном расчете получим тоже среднее значение диаметра $d = 28$ мм. По рекомендации расстояние между рисками выполняем равным 295 мм. Длина входного конца вала по муфте $l = 77$ мм. Длину остальных участков определяем из чертежа после разработки конструкции опор.

Выбор подшипников. Предварительно выбираем шарикоподшипник сферический средней серии номер 1306 по ГОСТ 5720-51 $d = 30$ мм, $B = 19$ мм., $[C] = 16\ 800$.

Выводы и рекомендации. В процессе выполнения научно-исследовательской опытно-конструкторской работы произведен теоретический обзор на основе патентно-информационного поиска. Выявлены основные требования к мобильной навозоуборочной машине свиноварной фермы для снижения ручного труда. Произведены расчеты параметров разрабатываемой машины, выполнено проектирование мобильной навозоуборочной машины.

Таким образом, разработанная машина для уборки навоза позволит снизить время и затраты на оплату ручного труда, а также ускорить процесс уборки навоза из свинарника. Дальнейшая работа будет связана с развитием и внедрением более новых и технологически выгодных устройств для уборки навоза и повышения производительности.

Список литературы

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / В. И. Фисинин [и др.] – М.: ФГНУ «Росинформгротех», 2009. – 80 с.
2. Отчёт о работе отделения механизации, электрификации и автоматизации / А. А. Артюшин, В. М. Дринча, С. В. Рыжов, Т. П. Тимошина. – М.: Россельхозакадемия, 2004.

3. Рекомендации по системам удаления, транспортирования, хранения и подготовки к использованию навоза для различных производственных и природно-климатических условий. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 180 с.
4. Федоренко, В. Ф. Тенденции машинно–технологической модернизации АПК / В. Ф. Федоренко / Сб. науч. тр. науч. практ. конф. 13–14 мая 2010 г. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета. – 2011. – С. 16–26.
5. Концепция прогноз развития животноводств Тамбовской области до 2010 года / А. Я. Дубовик, В. Н. Кургузкин, А. И. Анисимова [и др.]. – Тамбов: Пролетарский светоч. – 2010. – 96 с.
6. Мельников, С. В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С. В. Мельников. – Л.: Агропромиздат, 1985.
7. Брагинец, Н. В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводств / Н. В. Брагинец, Д. А. Палишкин. – М.: Агропромиздат, 1991.
8. Капустин, В. П. Совершенствование систем уборки и транспортировки бесподстилочного навоза / В. П. Капустин. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. – 128 с.
9. Капустин, В. П. Экология среды обитания человека: лаб. раб. / Сост. В. П. Капустин. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 30с.
10. Алборов, Р. А. Совершенствование управленческого учета в системе внутреннего управления сельскохозяйственным производством / Р. А. Алборов, С. Р. Концевая, О. П. Князева // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 2. – С. 46–50.
11. Алборов, Р. А. Развитие управления биологическими активами и учета результатов их биотрансформации в сельском хозяйстве / Р. А. Алборов, С. М. Концевая, Е. В. Захарова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2009. – 163 с.
12. Губейдуллин, Х. Х. Сравнительный анализ использования фильтровальных перегородок плоских и трубчатых текстильных фильтров / Х. Х. Губейдуллин, И. И. Шигапов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2011. – № 2. – С. 123–126.
13. Шигапов, И. И. Кинетика процесса переноса воздуха при очистке сточных вод молочных ферм / И. И. Шигапов, Х. Х. Губейдуллин // Сельский механизатор. – 2012. – № 4. – С. 29.
14. Спирально-винтовые механизмы для очистки животноводческих комплексов / Х. Х. Губейдуллин, И. И. Шигапов, В. А. Кологреев [и др.] // Аграрная наука. – 2012. – № 10. – С. 28–30.

В. Л. Фадеев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КЛАССИФИКАЦИЯ СОШНИКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Проведен анализ существующих заделывающих рабочих органов посевных и посадочных машин и выполнена классификация рабочих органов по двум ярко выраженным признакам: по способу совершаемого движения и в зависимости от способа воздействия на почву.

Актуальность. Основным рабочим органом практически любой посевной и посадочной сельскохозяйственной машины является сошник. Сошник выполняет важнейшую агротехническую задачу – нарезание в почве борозды для последующей закладки в нее семян или рассады овощных культур. От того, каким образом будет сделана борозда, зависит время всхода семян или прорастание рассады, а значит и последующие агротехнические сроки, что непосредственным образом скажется на урожайности возделываемых культур.

Многообразие рабочих органов посевных и посадочных сельскохозяйственных машин усложняет работу научных и инженерно-технических работников АПК, поэтому в настоящее время возникает необходимость в систематизации всей существующей совокупности рабочих органов таких машин.

Цель исследования: систематизация всей существующей совокупности рабочих органов посевных и посадочных сельскохозяйственных машин.

Задачи исследования:

- изучить существующие рабочие органы посевных и посадочных сельскохозяйственных машин, которые нашли применение в области механизации сельского хозяйства;
- выполнить классификацию рабочих органов посевных и посадочных сельскохозяйственных машин по наиболее ярко выраженным признакам.

Результаты исследований. На Руси одним из первых сельскохозяйственных орудий, которым обрабатывали почву, была соха. Название имеет славянские корни и обозначает остриё с развилкой (сохатый – лось) [11].

В современном понимании рабочие органы посевных и посадочных машин – сошники предназначены для прокладки бороздок в почве и укладки в них семян и удобрений.

В результате исследований литературных источников были определены агротехнологические требования к сошникам. Таким образом, сошник должен [1, 5–7,10]:

- подготавливать посевное ложе, укладывать семена в посевной горизонт;
- иметь хорошую самоочистку;
- поддерживать заданную глубину посева;
- прикрывать семена достаточным количеством почвы и вдавливать их в посевной горизонт;
- оснащаться защитой от камней для бесперебойной работы;
- обеспечивать оптимальное качество высева даже при относительно высоких скоростях работы;
- иметь долгий срок службы и низкие затраты на обслуживание.

Рассмотрев отличительные признаки сошников посевных и посадочных машин можно выделить два основных – по способу совершаемого движения и в зависимости от способа воздействия на почву.

По способу совершаемого движения сошники подразделяются на сошники поступательного (наральниковые) движения и вращательного (дисковые) движения.

В зависимости от способа воздействия на почву сошники делятся на три группы: с тупым, прямым и острым углом вхождения в почву. Угол вхождения в почву сошника влияет на характер воздействия его на почву: сошник с острым углом вхождения в почву перемещает почву снизу вверх, при этом дно борозды становится рыхлым. Сошник с прямым углом – раздвигает почву в стороны, сошник с тупым углом вхождения при прокладывании бороздок перемещает почву сверху вниз, уплотняя дно бороздок (рис. 1).

Наибольшее распространение в нашей климатической зоне получили посадочные машины с дисковыми сошниками.

Двухдисковый сошник состоит из двух плоских дисков, установленных в вертикальной плоскости под углом 12° друг к другу и 23° – у сошника узкорядной сеялки. Положительной стороной двухдисковых сошников является:

- хорошая пригодность для посева по мульче;

- высокое качество укладки семян;
- центрированное движение сошников.

Отрицательной стороной является:

- неравномерность заделки семян по глубине;
- сошник не обеспечивает уплотнение дна борозды;
- сложная конструкция.

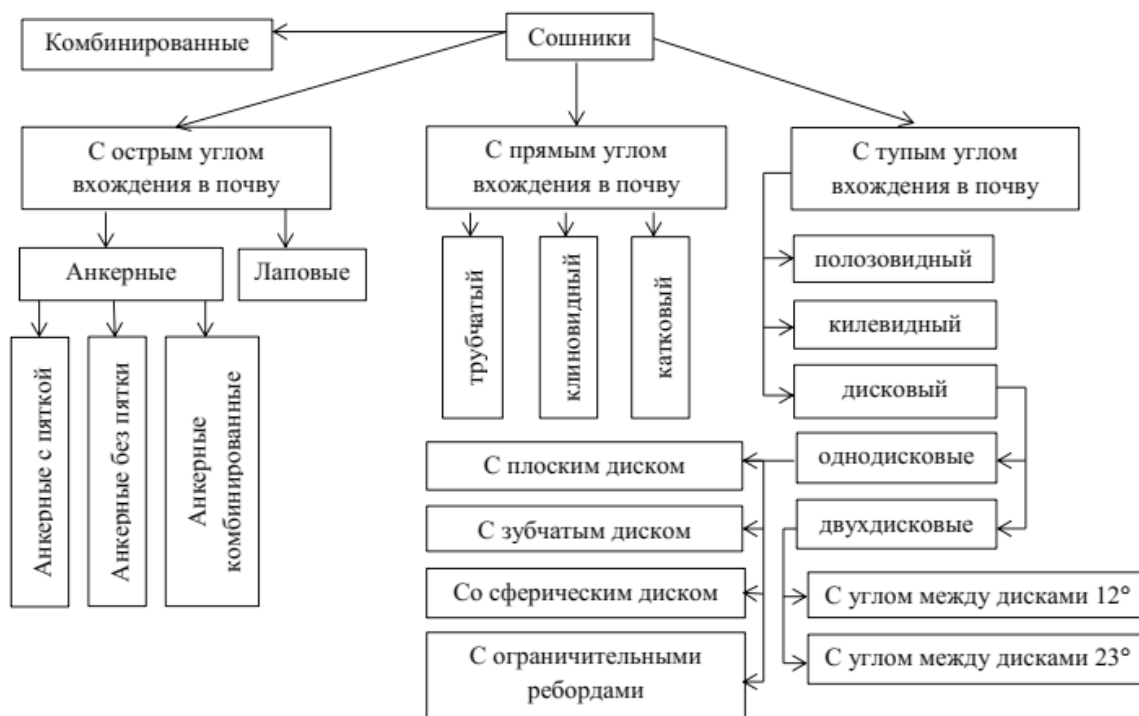


Рисунок 1 – Классификация сошников в зависимости от способа воздействия на почву

Однодисковые сошники бывают сферические, плоские и с ограничительными ребордами для ограничения глубины хода. Они образуют борозду, вращаясь и отбрасывая почву в сторону. Положительной стороной однодисковых сошников является:

- хорошая пригодность для посева по мульче;
- почти не требуется технического обслуживания;
- простота конструкции.

Отрицательной стороной:

- неравномерность заделки семян по глубине;
- эффект двойного ряда;
- укладка семян на рыхлый слой почвы.

Для обеспечения глубины заделки семян и копирования микрорельефа поля дисковые сошники могут быть укомплектованы ограничительными ребордами (рис. 2).



а

б

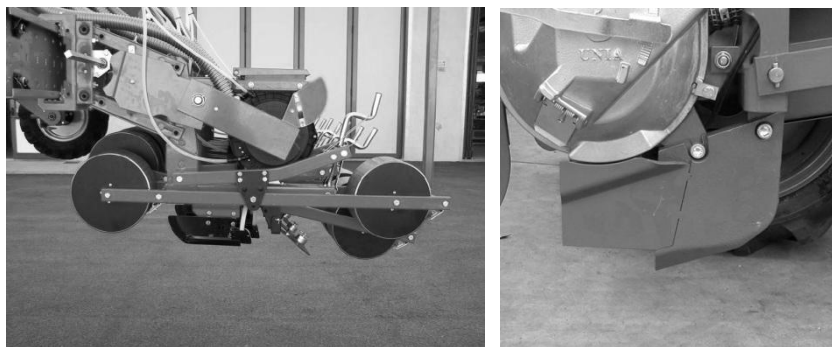
Рисунок 2 – Виды сошников с тупым углом вхождения в почву:

а – двудисковый; б – зубчатый диск

Некоторые производители выпускают посевные и посадочные машины с зубчатыми дисками. Такая форма диска позволяет улучшить качество разрезания верхнего слоя. Почти всегда такие диски выпуклые. Преимущества выпуклых дисков заключаются в том, что они требуют меньше места, отбрасывают меньше земли, а также позволяют работать с более узкими междурядьями.

Полозovidные сошники используют на кукурузных, свекловичных, овощных и хлопковых сеялках, а также посадочных машинах. Полозovidные сошники имеют ножевидный наральник, переходящий сзади в параллельно расположенные немного удлиненные щеки, и клиновидный уплотнитель снизу. Наральник делает бороздку, щеки придерживают стенки бороздки от осыпания, а уплотнитель уплотняет дно бороздки.

Килевидный сошник устроен аналогично полозovidному. Его наральник имеет острое выпуклое переднее ребро. Килевидные сошники используют на сеялках, работающих в районах с недостаточно увлажненной почвой при посеве льна, трав и т. п. (рис. 3).



а

б

Рисунок 3 – Виды сошников с тупым углом вхождения в почву:

а – полозovidный сошник; б – килевидный сошник

Лаповые сошники используют в сеялках, применяющихся для посева семян зерновых сельскохозяйственных культур по необработанной стерне на легких почвах, которые подвержены ветровой эрозии, и на некоторых посадочных машинах. Лаповые сошники могут одновременно рыхлить почву, образовывать бороздки, подрезать сорняки, и вносить гранулированные удобрения. Стрельчатые лапы более равномерно заделывают семена, но не обеспечивают уплотнение дна борозды [2–4].

Анкерные сошники имеет острый угол вхождения в почву. Анкерные сошники опираются при работе только на носки своих наральных, которыми они прокладывают бороздки, вынося на поверхность влажные почвенные слои. Используют анкерные сошники на сеялках, работающих в зонах повышенной влажности на тщательно подготовленных почвах. Кроме того они весьма чувствительны к неровностям поля [8] (рис. 4).



Рисунок 4 – Виды сошников с острым углом вхождения в почву:
а – анкерный сошник; б – лаповый сошник

Трубчатые сошники используют в сеялках, применяющихся для посева зерновых культур и работающих на предварительно хорошо обработанной стерне в районах с почвой, подверженной ветровой эрозии.

Катковые сошники одновременно раскрывают борозду и уплотняют ее дно. Такой сошник представляет собой круглый каток с клиновидным ободом, который образует борозду путем смятия почвы. В нашей стране такие сошники практически не используются.

Комбинированный сошник представляет собой конструкцию, сочетающую в различных вариациях несколько вышеописанных сошников. Например, А. И. Бедновым предложена конструкция комбинированного сошника, который включает в себя килевидный сошник и семядавляющий каток. Уложенные в борозду

килевидным сошником семена дополнительно вдавливаются в дно бороздки катком и заделываются рыхлой почвой. Несколько иную конструкцию имеет катково-сферический сошник, предложенный А. А. Вишняковым, состоящий из дискового ножа, который находится между двумя выпуклыми дисками [9].

Выводы и рекомендации. Тенденции развития сельскохозяйственной техники в совокупности с научной мыслью в данном направлении говорят о том, что на вид сошников сельскохозяйственных машин влияют множество факторов. Во-первых, тип возделываемой культуры, от которой зависит глубина заделки семян и рассады, физико-механические свойства семян и рассады, норма высева и распределение семян и рассады в борозде. Во-вторых, тип почвы, на которой произрастают культуры: наличие камней, засоренность сорняками, увлажнение почвы и др. В-третьих, технология возделывания: безотвальная обработка почвы, по хорошо подготовленной почве или по целине. В-четвертых, рельеф и климат: выровненность посевных площадей, наличие ветров. Таким образом, суммарно эти факторы влияют на выбор сельскохозяйственной машины с тем или иным видом сошника. На сегодняшний день большая часть всех посевных и посадочных агрегатов производителей сельхозмашин поставляется с одно- или двухдисковыми сошниками. Однако стоит рассматривать и иные варианты сельскохозяйственных машин, способные выполнить поставленные перед ними задачи с наиболее низкими затратами. Следует обратить внимание на катковый сошник, который образует борозды соответствующего профиля путем вдавливания их в почву. Бороздки при этом получают с уплотненным ложем для семян, что благоприятно сказывается на последующем росте и развитии растений.

Список литературы

1. Габаев, А. Х. Повышение эффективности работы зерновой сеялки путем модернизаций его бороздоформирующих рабочих органов / А. Х. Габаев, А. К. Нам // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ им. В. М. Кокова. – 2020. – № 3 (29). – С. 109–112.
2. Анализ рабочих органов для ухода за посадками картофеля / Н. Г. Касимов, О. В. Данилов, Ф. З. Минагулов // Наука Удмуртии. – 2009. – № 9. – С. 80–84.
3. Касимов, Н. Г. Обоснование конструкции экспериментального культиватора / Н. Г. Касимов // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2003. – С. 171–173.

4. Касимов, Н. Г. Обоснование основных параметров и режимов работы ротационного рабочего органа для ухода за растениями картофеля / Н. Г. Касимов // Дисс. ... канд. техн. наук // Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого РАСХН. – Киров, 2005.

5. Касимов, Н. Г. Особенности строения посадочного механизма рассадопосадочных машин / Н. Г. Касимов, В. И. Константинов, А. М. Митрошин // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: матер. Всерос. научн.-практ. конф. 16–19 февраля 2016 года, г. – Ижевск. – В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – Т. 3. – С. 29–32.

6. Касимов, Н. Г. Применение новой техники и технологий – основа конкурентоспособности в сельскохозяйственном производстве / Н. Г. Касимов, В. И. Константинов, П. Л. Максимов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: матер. Междунар. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2018. – С. 143–145.

7. Марков, М. В. Перспективы развития рассадного способа возделывания овощных культур / М. В. Марков, Д. Л. Степанов, В. И. Константинов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сборник статей [Электронный ресурс] / отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Электрон. дан. (1 файл). – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – № 1(1). – Режим доступа к сборнику: свободный. – С. 76–77.

8. Обоснование конструктивно-технологической схемы сошника анкерного типа / Н. Ф. Скурятин [и др.]. // Вестник Воронежского ГАУ. – 2013. – № 3. – С. 64–68.

9. Патент на изобретение RU 2131657 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/20 Катково-сферический сошник сеялки: № 98108340/13; заявл. 29.04.1998; опубл. 20.06.1999 / А. А. Вишняков, А. С. Вишняков, А. А. Вишняков; заявитель и патентообладатель Красноярский государственный аграрный университет. – 9 с.: ил.

10. Патент на изобретение № 2647857 РФ, МПК 01/02. Способ посадки клубней и рассады овощных культур / Н. Г. Касимов, О. Н. Крылов; заявитель и патентообладатель Касимов Н. Г. – № 2017112237/13; заявл. 10.04.2017; опубл. 21.03.2018. Бюл. № 9.

11. Wikipedia [Электронный ресурс] / Пропускная способность. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сошник_\(земледелие\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сошник_(земледелие)) (дата обращения: 07.11.2020).

О. С. Федоров, А. Н. Голубков, В. А. Глухов, С. П. Князев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫПУЧИХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА КАЧЕСТВО КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ

Рассмотрены основные параметры сыпучих компонентов, влияющие на качество комбинированных кормов, предложены эффективные методы повышения качества смесей путем улучшения физико-механических характеристик ингредиентов.

Современные комбинированные корма представляют собой однородную смесь большого количества различных ингредиентов. Для оптимального сочетания компонентов используются научно обоснованные рецептуры, позволяющие максимально эффективно использовать все питательные вещества приготовленных кормов.

Основой комбикорма являются измельченные зерновые смеси, на долю которых приходится 70...80 % от общего объема комбикорма, белковые компоненты 10...15 %, минеральные добавки 1...2 %, фосфаты 1...1,5 % премиксы 1...1,5 % [2, 5].

Для получения качественных комбикормов количество компонентов в кормосмеси должно строго соответствовать рецептуре при этом смесь должна быть максимально однородна, а гранулометрический состав соответствовать требованиям зоотехнических ГОСТов при кормлении различных групп животных. Основными физико-механическими характеристиками компонентов, влияющих на качество комбикорма, являются:

- прочность зерна;
- гранулометрический состав;
- насыпная плотность или объемная масса;
- удельная поверхность зернистого слоя;
- порозность зернистого слоя;
- угол естественного откоса;
- влажность;
- текучесть сыпучих материалов;
- коэффициенты внутреннего и внешнего трения;
- адгезионные свойства компонентов.

Изучению прочности зерна посвящено большое количество научных трудов [1, 3, 4, 7]. По своему строению зерно состоит

из эндосперма, оболочки и зародыша. Каждая часть зерновки обладает различными физико-механическими свойствами, причем в зависимости от сорта, влажности, формы и других факторов они варьируются. Для определения прочности зерновки многие авторы проводят исследования на одном зерне, хотя при переработке зерна никогда не осуществляется отдельного воздействия на зерновку. Поэтому для получения более правильных характеристик необходимо исследовать зерновой слой.

Исследования, проведенные Я. Н. Куприц [1], направлены на изучение механических свойств не отдельных зерен, а именно зернового слоя, состоящего из частиц с разными физико-механическими свойствами. Автором предлагается оценивать твердость зерна, средней величиной крутящего момента разрушения при измельчении 100 см^3 зерна. Ученым проведены глубокие исследования в области выявления влияния влажности на физико-механические свойства зерна.

Гранулометрический состав – это важный параметр, характеризующий крупность сыпучего материала. Для определения гранулометрического состава сыпучих ингредиентов комбинированных кормов как правило проводят ситовый анализ – рассев на ситах на классы и по содержанию фракций определенных размеров судят о крупности всей массы сыпучего материала. Ситовый анализ выполняют на лабораторном рассев-встряхивателе. Навеска дерти (100 гр.) просеивается через набор сит с круглыми отверстиями $\varnothing 4, 3, 2, 1, \text{ и } 0,25 \text{ мм}$. и производится вычисление средневзвешенного диаметра частиц d_{cp} (модуль помола) по формуле:

$$d_{cp} = \frac{(d_1 p_1 + d_2 p_2 + \dots + d_n p_n)}{100}, \quad (1)$$

где d_i – средний размер отверстий двух смежных сит, мм

p_i – весовой выход (масса) класса, %.

Для каждой группы животных соответствует свой модуль помола.

Насыпная плотность или объемная масса сыпучего материала ρ_n – это масса сыпучего материала m (кг), находящаяся в единице занимаемого им объема V (м^3).

$$\rho_n = \frac{m}{V}, \quad (2)$$

Она зависит от порозности слоя, размера частиц, влажности. Величина не является постоянной даже для одной смеси, даже в состоянии покоя. Со временем под действием силы тяжести, вибраций происходит уплотнение смесей насыпная плотность ρ_n увеличивается и наоборот при транспортировке, перемешивании происходит разрыхление материала значение ρ_n понижается. По этой причине объемную массу всегда указывают в диапазоне. По величине насыпной плотности различают сыпучие материалы: легкие (до 600 кг/м³), средние (600...1100 кг/м³), тяжелые (1100...2000 кг/м³), весьма тяжелые (более 2000 кг/м³). Наиболее влияющим фактором на объемную массу смеси, является средневзвешенный размер частиц d_{cp} (модуль помола), по этой причине всегда необходимо указывать при каких значениях размеров частиц она получена.

Величина удельной поверхности зернистого слоя F_{zc} показатель, оказывающий значительное влияние на динамику передвижение зерна внутри слоя, данный термин определяет суммарную площадь поверхности зерен, отнесенных на единицу массы или объема слоя.

В первом случае используется зависимость:

$$F_{zc} = \frac{6\varphi}{\rho_z d_{cp}}, \quad (3)$$

где φ – фактор формы зерна, представляющий собой отношение поверхности зерна к поверхности шара, имеющего такой же объем;

ρ_z – плотность зерна, кг/м³;

d_{cp} – модуль помола, м.

Удельная поверхность F_{zc} в расчете на единицу объема определяется по формуле:

$$F_{zc} = \frac{6\varphi}{\rho_z d_{cp}} \times \frac{\rho_n}{\rho_z}, \quad (4)$$

где ρ_n – насыпная плотность слоя, кг/м³.

Слой насыпных ингредиенты любой смеси всегда занимает больший объем, чем тот же слой, выполненный как бы единым твердым куском. Это вызвано появлением в слое свободных пространств между ингредиентами. В зависимости от формы ингредиентов, от их количества и соотношения в смеси объем слоя мо-

жет сильно варьироваться, для характеристики этого показателя используется термин порозность.

Порозность слоя обозначается через ε и определяется как дробь, выражающая отношение объема V_0 , приходящегося на свободные пространства между зернами, к полному объему слоя V , или порозность можно выразить как относительное изменение плотности ρ_3 зерна к насыпной плотности слоя или объемной массе ρ_n .

$$\varepsilon = \frac{V_0}{V} = 1 - \frac{\rho_n}{\rho_3}, \quad (5)$$

Предельные напряжения сдвига в покое (спайность). Спайность среды – это результат взаимодействия межмолекулярных сил внутри слоя. При повышенной влажности, когда свободное пространство между зернами частично заполнено влагой, значительное влияние на спайность оказывают силы поверхностного натяжения жидкости. В некоторых случаях спайность может быть вызвана электростатическими силами (при мелких частицах), возникающими между частицами слоя. Для сухого слоя с относительно небольшой удельной поверхностью спайность $\tau_0 \approx 0$ [6].

За угол естественного откоса принимают угол φ , который образуется между горизонтальной плоскостью и поверхностью откоса (рис. 1), который образуется при свободном насыпании материала.

Угол естественного откоса материалов с хорошей сыпучестью, как правило, менее 40° .

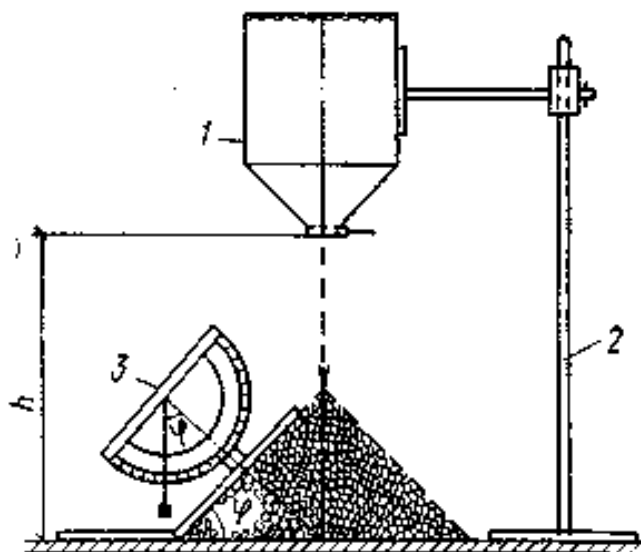


Рисунок 1 – Определение величины угла естественного откоса

Наряду с углом естественного откоса различают угол обрушения φ_n , который возникает в результате сползания части сыпучей массы. Угол обрушения всегда больше естественного угла. В литературных источниках иногда эти углы называют по-другому: угол естественного откоса – динамический угол откоса, угол трения движения, угол насыпания; угол обрушения – статический угол откоса, угол трения покоя.

Подвижность частиц смеси и способность перемещаться под действием внешних сил проявляется по-разному. Например, при насыпании сыпучего материала через воронку образуется конус с углом естественного откоса при основании (рис. 1, рис. 2, а). Если удалять подпорную боковую стенку, свод смеси обрушивается, а освободившаяся поверхность образует угол к горизонтальной плоскости (рис. 2, б).

При открытии небольшого отверстия в днище бункера образуется свод (рис. 2, в), если увеличить размер открываемого отверстия, то образуется кратер (рис. 2, г). Если сыпучий материал вращается в полном цилиндре, то после его остановки он располагается под некоторым углом к горизонтальной плоскости (рис. 2, д).

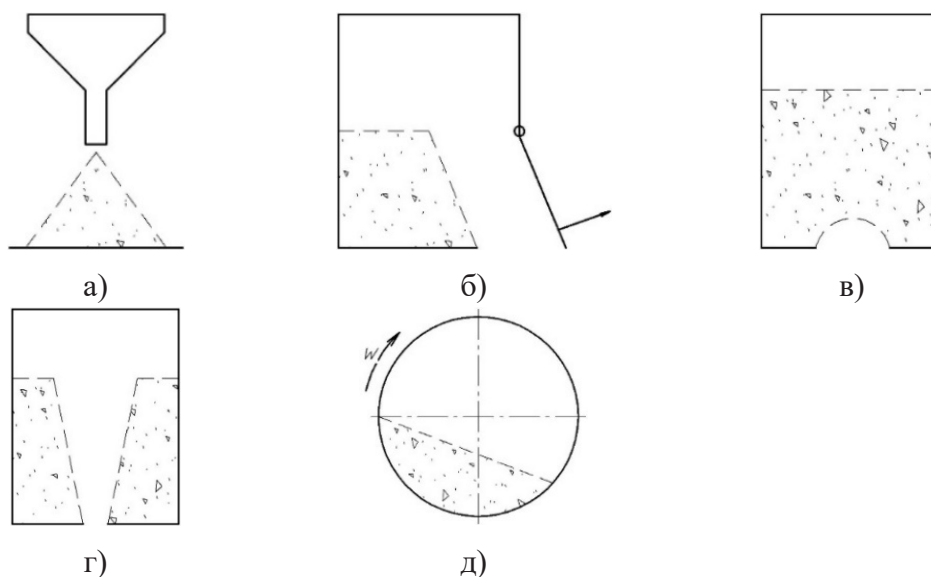


Рисунок 2 – Примеры образования поверхностей сыпучих материалов

Влажность является одним из важнейших показателей сыпучего материала. Для определения влажности корма используется зависимость:

$$W = \frac{G_b - G_c}{G_c} 100 \%, \quad (6)$$

где G_b – масса влажного корма, г;

G_c – масса сухого корма, г.

Установлено, что с технологической точки зрения измельчение зерна оптимально проводить при его влажности $W = 15 \dots 16 \%$, а для сохранения сыпучести влажность комбикормов при хранении до 30 суток не должна превышать 13 %, при более длительных сроках 11...12 %.

Основным фактором, характеризующим текучесть сыпучего материала, является коэффициент текучести, который определяется при помощи воронки бункерного типа со специальными насадками, позволяющими оптимизировать условия анализа разных образцов.

Численное значение определяется по формуле:

$$K_m = \frac{t \times r^{2,58}}{G}, \quad (7)$$

где t – время вытекания сыпучего материала из воронки, с;

r – радиус отверстия воронки, мм;

G – навеска сыпучего материала, засыпанная в воронку, г.

Уменьшением значения коэффициента текучести указывает на повышение подвижности материала, насыпанный в воронку материал вытекает быстрее. Следовательно, чем выше текучесть материала, тем быстрее происходят технологические процессы производства кормов (смешивание, дозировка), так как на перемещение слоев, частиц требуется меньше энергии. Обратной стороной повышенной текучести является легкая сепарация более тяжелых частиц смеси, которые при хранении, транспортировке кормов опускаются в нижние слои, тем самым нарушая однородность смеси.

Коэффициенты внешнего f_1 и внутреннего трения f являются важнейшими параметрами, характеризующими поведение сыпучего материала под действием внешней нагрузки. Коэффициент внешнего трения равен отношению напряжения сдвига τ_1 , вызывающего перемещение частиц смеси по поверхности рабочего органа, к нормальному напряжению σ , действующему на единицу поверхности.

$$f_1 = \frac{\tau_1}{\sigma}, \quad (8)$$

Аналогичным образом определяется коэффициент внутреннего трения, только τ , напряжение сдвига, вызывающего перемещение частиц смеси внутри слоя.

Значения коэффициентов определяют на специальных сдвиговых приборах, для решения некоторых задач удобнее использовать углы внешнего φ_1 и внутреннего трения φ . В этом случае коэффициенты трения определяют по формулам:

$$f_1 = \operatorname{tg}\varphi_1, \quad f = \operatorname{tg}\varphi. \quad (9)$$

Молекулярные силы адгезии – это силы, возникающие между молекулами частиц и молекулами рабочей поверхности. Для уменьшения этих сил в первую очередь необходимо повышать класс шероховатости рабочих поверхностей машин назначением точных методов обработки (полировка, шлифование) [8].

Капиллярные силы адгезии возникают за счет взаимодействия влаги, находящейся в порах сыпучего материала с рабочей поверхностью. В этом случае возникающие силы поверхностного натяжения жидкости поджимают частицы к рабочей поверхности. Снизить этот эффект можно, контролируя влажность ингредиентов, а также использовать приемы, позволяющие снизить смачивание рабочих поверхностей, наиболее приемлемым является повышение точности обработки поверхности.

При использовании вибрационных процессов, когда рабочая поверхность колеблется, для характеристики адгезии используют величину v_F – число адгезии, которое определяют следующим образом:

$$v_F = \frac{G}{G_0} 100 \%, \quad (10)$$

где G – вес частиц, оставшихся на поверхности после приложения силы отрыва, г;

G_0 – первоначальный вес частиц на поверхности, г.

Электрические силы адгезии проявляются при контакте с рабочей поверхностью. В процессе транспортировки, дозирования, перемешивания частицы трутся друг о друга и приобретают тот или иной заряд. Известно, что чем выше разность потенциалов, тем выше адгезионные силы. При соприкосновении частиц с полупроводниками (пластмассы, окрашенные поверхности) возникает

разность потенциалов значительно большая, чем с проводниками, поэтому к окрашенным поверхностям и поверхностям из пластмассы мелкие частицы прилипают значительно сильнее, чем к чистым металлическим поверхностям [8].

Список литературы

1. Куприц, Я. Н. Физико-химические основы размола зерна / Я. Н. Куприц. – М.: Заготиздат, 1946. – 198 с.
2. Кислякова, Е. М. Интенсификация производства молока на основе прогрессивных приёмов кормления коров в условиях Удмуртской Республики: спец. 06.02.08 «Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных, технология кормов»: дис. ... докт.с.-х. наук / Кислякова Елена Муллануровна. – Ижевск, 2018. – 335 с.
3. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм: учебн. для вузов / С. В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
4. Сысуев, В. А. Энергосберегающие машины и оборудование для кормоприготовления / В. А. Сысуев. – Киров: НИИСХ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, 1999. – 290 с.
5. Сыроватка, В. И. Производство комбикормов в хозяйствах / В. И. Сыроватка, С. Г. Карташов. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 39 с.
6. Сабиев, У. К. Интенсификация технологических процессов приготовления комбикормов в условиях сельскохозяйственных предприятий: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: дис. ... докт. техн. наук / Сабиев Уахит Калижанович. – Барнаул, 2012. – 408 с.
7. Федоров, О. С. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / О. С. Федоров // Интеллектуальные системы в производстве. – 2008. – № 2. – С. 110–113.
8. Шубин, И. Н. Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства: учеб. пособие / И. Н. Шубин, М. М. Свиридов, В. П. Таров. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 2005. – 76 с.

В. М. Федоров, С. Е. Селифанов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕПОДЖАТЫМ ГАЗОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Рассматриваются факторы регулирования газового двигателя, работающего по циклу с внешним смесеобразованием, принудительным зажиганием, работающего на бедных смесях.

Система управления переподжатым газовым двигателем должна полностью управлять его работой, обеспечивая заданные технико-экономические показатели. Для этого она должна содержать в себе два блока:

- блок управления системой зажигания,
- блок управления подачей газового топлива.

Целью анализа факторов регулирования переподжатого газового двигателя стало определение структуры автоматической системы управления газовым двигателем.

Для реализации цикла переподжатого двигателя необходимо обеспечить стабильное воспламенение смеси [1]. Это довольно сложно сделать из-за высоких плотностей рабочего тела в камере сгорания двигателя при высоком давлении. Система зажигания такого двигателя требует высокой энергией и распределение этой энергии по каналу низкого напряжения. При этом напряжение на электродах свечи должно достигать 20 кВ [2]. Поскольку тепловая напряженность в камере сгорания будет ниже, то и свечи должны быть более «горячими».

Для работы системы необходимы индивидуальные катушки зажигания на каждый цилиндр из-за невозможности подачи одновременной искры в цилиндры, которые имеют одну фазу поворота коленчатого вала. Например, первый- четвертый или второй-третий для четырехцилиндрового двигателя. Это объясняется очень поздним углом опережения зажигания и возможностью воспламенения свежей смеси, поступающей через открывающийся впускной клапан, что будет приводить к частым обратным хлопкам. Следующая особенность системы зажигания – это нестандартный набор дат-

чиков для управления углом опережения зажигания. Кроме стандартных датчиков частоты вращения коленчатого вала двигателя и положения верхней мертвой точки следует установить следующие датчики:

- датчик максимального давления в цикле (обеспечивает необходимый ресурс двигателя в целом) [3, 7, 8];
- датчик детонации (следит за появлением детонации в цилиндрах, хотя вероятность ее появления на линии расширения существенно снижена);
- температурный датчик (в системе охлаждения);
- датчик положения дроссельной заслонки;
- датчик скорости открытия дроссельной заслонки.

Последние датчики выполняют роли, аналогичные тем, что и в современных бензиновых двигателях.

Особенности имеет и система питания двигателя. Во-первых, она должна работать на бедных смесях, и поэтому в ней нет смысла использовать стандартный I-зонд. Он просто не будет работать. Незначительные изменения состава смеси не дадут существенного изменения в количестве выбросов двигателя, а изменения мощности можно компенсировать изменением угла опережения зажигания в соответствии с данными датчика максимального давления – поэтому нет смысла использовать широкополосный I-зонд. Изменение температуры отработавших газов также не превысят допустимые значения, заложенных в конструкцию дизельного двигателя – прототипа. Во-вторых, особенностью двигателей тракторов МТЗ является то, что впускной коллектор имеет два входа на четыре цилиндра, поэтому газ необходимо подавать непосредственно перед входом в канал головки блока и в соответствии с фазой открытия того или иного впускного клапана соответствующего цилиндра. Именно в этом случае распределение газа по цилиндрам и состав смеси будет максимально стабильным.

Особенностью двигателей серии Д-50 и Д-240 является то, что воздух в цилиндры двигателя подводится по двум впускным патрубкам, через каждый из которых питается сразу два соседних цилиндра. Исходя из этой особенности, требуется производить подачу газового топлива во впускной коллектор только тогда, когда впускной клапан соответствующего цилиндра уже открылся и входящий в цилиндр поток уже сформирован. Исходя из этого, подача газа должна быть достаточно быстрой и интенсивной для того, чтобы обеспечить поступление необходимое количество

газа в цилиндр. При этом необходимо обеспечить равную подачу газа во все цилиндры. Это требование приводит к необходимости для подачи газа в цилиндр сразу две форсунки. При этом алгоритм управления этими форсунками должен отличаться от стандартного [4, 6, 8–11].

Для газового переподжатого двигателя, конвертированного из дизеля Д-50 можно обойтись 4 газовыми форсунками. Две из них будут обслуживать первый и второй цилиндры, а другие две – третий и четвертый. Форсунки должны быть установлены на входе во впускные каналы головки блока цилиндров на специальных проставках, обеспечивающих получение вихревой подачи газа для лучшего перемешивания природного газа с воздухом при движении через канал головки.

Из экспериментальных исследований известно [5], что точной регулировки газовая форсунка поддается в довольно узком диапазоне длительности открытия. При малых открытиях существенную роль играет точность выполнения канала форсунки. При больших длительностях погрешность в подаче природного газа связана с пульсациями воздушного потока.

Отношение максимальной подачи газа на режиме номинальной мощности к минимальной подаче, которая определяется на режиме минимальных оборотов холостого хода (кратность) составляет величину, равную 7,81. При изменении подачи газа только за счет изменения продолжительности открытия форсунки, мы получаем достаточно большую неравномерность подачи газа по цилиндрам именно на режимах, близких к номинальной мощности, что приведет к нестабильной работе двигателя на наиболее востребованном режиме. Для стабилизации процесса подачи газа необходимо использовать одновременно две форсунки на режимах средней и номинальной мощности. При снижении мощности форсунки выходят на режим с высокой погрешностью подачи, но в этом случае можно перейти на использование режима «одна форсунка – один цилиндр».

Для обеспечения функционирования двигатель должен быть оснащен четырьмя форсунками, то есть по две на каждый впускной канал головки блока цилиндров. При возрастании частоты вращения коленчатого вала и нагрузки от минимальных оборотов холостого хода сначала используется режим «одна форсунка – один цилиндр». При этом впуск газа должен быть фазированным, чтобы газовое топливо подавалось только тогда, когда образуется поток непосредственно в цилиндр. При переходе к среднему расходу

газа использование режима «одна форсунка – один цилиндр» приводит к существенному возрастанию погрешности распределения газового топлива по цилиндрам. В этот момент необходимо перейти к режиму «две форсунки – один цилиндр». В этом случае длительность подачи газового топлива резко сокращается и стабильность подачи газа по цилиндрам восстанавливается.

Особо стоит отметить режим пуска двигателя. Дело в том, что для запуска подача газа в цилиндр должна происходить через минимальное время после начала раскрутки коленчатого вала электро-стартером. Однако форсунки берут газовое топливо из ресивера, который это топливо первоначально должно заполнить. Поскольку подача форсунок большая, то и объем ресивера должен быть большим, а это, в свою очередь, требует длительного времени для заполнения, иногда до 10 секунд после включения зажигания. Это очень большой период, поэтому газовая система должна иметь один ресивер малого объема для пуска двигателя и ресивер большого объема для питания всей системы при нагрузочных режимах вплоть до номинальной мощности. Коммутация между этими ресиверами должна осуществляться системой управления двигателем.

Если в обычных двигателях, работающих на газообразном топливе, программа блока управления рассчитывает только длительность открытия форсунок, то в переподжатом двигателе еще требуется определить, на какую форсунку подавать сигнал в данный момент.

Выводы. Сравнительный анализ факторов регулирования показал, что структура блока управления переподжатым газовым двигателем мало отличается от структуры блока управления двигателем с искровым зажиганием, однако алгоритм программ, заложенных в этот блок, более сложен и требует тщательной экспериментальной доводки.

Список литературы

1. Повышение эффективности использования газового топлива в двигателях с искровым зажиганием, созданных на базе дизелей / А. А. Глазырин, В. М. Федоров // Наука, инновации и образование в современном АПК : материалы Международной научно-практической конференции, 11–14 февраля 2014 года. – Ижевск, 2014. – Т. 3. – С. 196–199.
2. Ибадуллаев, Г. А. Сборник научных трудов по термодинамическим циклам / Под ред. И. К. Камилова, М. М. Фатахова. – Махачкала: ДНЦ РАН, 2008. – 180 с.

3. Федоров, В. М. Методические основы разработки на базе дизелей малотоксичных двигателей, питаемых природным газом: дисс. ... на соиск. канд. техн. наук / В. М. Федоров. – Москва, 1998.
4. Шишков, В. А. Методы управления рабочим циклом двухтопливных и однотопливных поршневых газовых двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием: дисс. ... на соиск. доктора техн. наук / В. А. Шишков. – Самара, 2013.
5. Шишлов, И. Г. Обоснование методов конвертации дизелей без наддува и с наддувом на питание природным газом с обеспечением норм по токсичности: дисс. ... на соиск. кандидата техн. наук / И. Г. Шишлов. – Москва, 2009.
6. Федоров, В. М. Исследование параметров трактора Т-25 при использовании в качестве энергоустановки бензинового двигателя с повышенной степенью сжатия / В. М. Федоров, С. А. Юферев, С. Е. Селифанов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Международной научно-практической конференции 12–15 февраля 2013 г. Том II. – Ижевск, 2013. – С. 105–10.
7. Малышев, В. С. Техническая диагностика двигателей методом косвенного индицирования / В. С. Малышев, А. Г. Корегин // Наука и образование – 2002: материалы Всесоюзной научно-технической конференции.
8. Федоров, В. М. Разработка переподжатого газового двигателя, реализующего цикл дизеля / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 194–196.
9. Федоров, В. М. Проблемы выбора степени сжатия для переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы Нац. науч.-практ. конференции, посвящ. 60-летию кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 88–95.
10. Федоров, В. М. Исследование конвертированного на природный газ двигателя д-120 на режимах пуска / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 43–47.
11. Федоров, В. М. Принцип адаптации переподжатого газового двигателя с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием к использованию на тракторе / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Научное обоснование технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: м-лы Международной научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 67–83.

И. А. Шемонаев, И. В. Кулешов, А. А. Терехов, В. О. Черешнев
ФГБОУ ВО Тамбовский ГТУ

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТРИБОМЕТРОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ

В данной работе описаны трибометры таких компаний, как Nanovea, Карл Цейсс, АВРОРА. Был произведен анализ области и способы их применения. Анализ трибометров проводился по таким параметрам, как способность работы при высоких температурных показателях, функциональность, возможность работы в разных режимах износа и возможность оснащения дополнительным оборудованием.

Трибометры помогают воспроизвести реальные условия эксплуатации оборудования в различных областях промышленности, включая автомобильную, аэрокосмическую, медицинскую промышленность, производство потребительских товаров и др. тем самым определить качество материала. Модули, имитирующие условия окружающей среды на трибометре, позволяют проводить испытания в конкретных условиях, таких как износ шин в зимний период или износ бурового долота для горных работ с участием жидкости и коррозионной среды.

Трибометры компании Nanovea проводят исследования в соответствии со следующими стандартами: линейным возвратно-поступательным режимом и вращательным режимом. Трибометры – приборы для измерений коэффициента трения Nanovea имеют специальные приспособления, позволяющие реализовывать измерения при высоких температурах вплоть до 9000 °С (высокотемпературный трибометр), работать в разных режимах износа (возвратно-поступательный, по кругу, по спирали) или с помощью системы смазки изучать поведение материалов при наличии смазки. Диапазон нагрузок от 0,5 до 60 Н (специальное решение до 2000 Н). Скорость вращения до 15 000 оборотов/минуту. Управление с обратной связью позволяет поддерживать скорость вращения с высокой точностью, а также менять ее в процессе испытания ступенчато или в непрерывном режиме. Это особенно удобно для получения непрерывных кривых Штрибека или при изучении статического коэффициента трения. В отличие от систем,

в которых используется датчик крутящего момента, в трибометрах Nanovea используется высокоточный датчик нагрузки, который непосредственно измеряет силу трения. Для удовлетворения потребностей в исследовании при различных условиях трибометры могут быть оснащены широким спектром дополнительного оборудования. Чтобы точно измерить объем канавки износа и рассчитать интенсивность износа трибометр может быть оборудован 3D бесконтактным оптическим профилометром, что позволяет производить расчет общего объема износа за всё испытание. Простой и надежный дизайн трибометров Nanovea обеспечивает долгий срок службы в сочетании с невысокой стоимостью исследований.

Трибометр ТЗ был разработан для проведения быстрого и легкого проведения измерения трибологических характеристик материалов. ТЗ представляет собой автоматический нано/микро триботестер с использованием линейного возвратно-поступательного режима для исследования скорости износа (ASTM G133). ТЗ использует высокоточный датчик, обеспечивающий точно контролируемую нагрузку и глубину во время испытаний на износ. Задаваемые параметры: нагрузка, продолжительность, длина хода износа, диаметр контр.тел. Измеряемые параметры: скорость износа и глубины относительно времени (рис. 1).

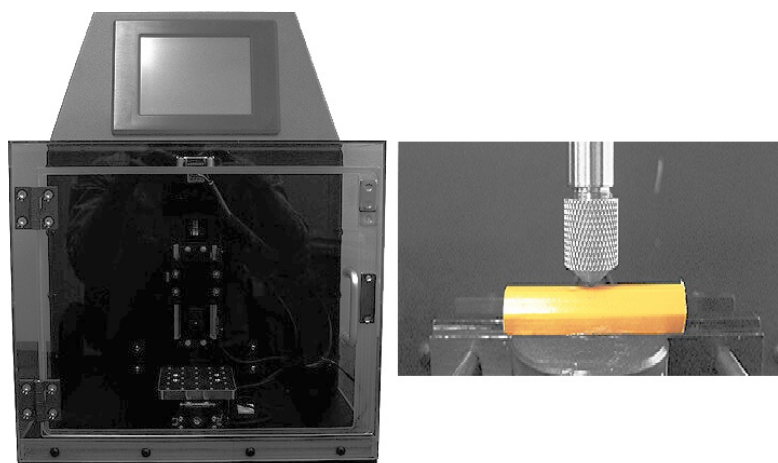


Рисунок 1 – Трибометр ТЗ

Трибометр Т50 предназначен для испытания материалов с нагрузками от 100 мН до 40 Н. База оснащена твердой стальной пластиной толщиной 20 мм, главный приводной вал поддерживается высококачественными подшипниками для обеспечения максимальной жесткости, плавного вращения и долговечности использования. Двигатель оборудован 20-битным встроенным эн-

кодером, обеспечивающим непревзойденный диапазон скоростей вращения от 0,01 до 2000 оборотов в минуту, также 16-битным датчиком положения ($> 0,006^\circ$). Трение измеряется с помощью точного тензодатчика, который легко и быстро откалибровать. Все нагрузные ячейки Nanovea имеют температурную компенсацию, которая обеспечивает точность при работе с высокотемпературной печью. Трибометры спроектированы и оснащены интегрированным теплоотводом, что позволяет использовать только воздушное охлаждение при использовании модуля высокой температуры. Также доступна функция сверхнизких нагрузок для исследования износа в микронном диапазоне (рис. 2).

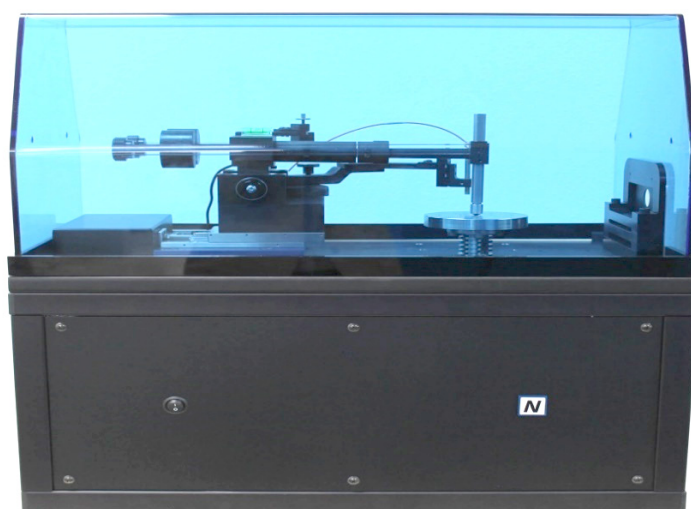


Рисунок 2 – Трибометр T50

Компания Карл Цейсс разработала продукт Bruker UMT Tribolab – система, предназначенная для анализа трибологических и механических свойств материалов. Позволяет проводить комплексную оценку свойств исследуемых материалов в соответствии с международными стандартами ISO, ASTM и DIN. Высокий уровень гибкости системы дает возможность легко и быстро переходить от одного вида испытания к другому.

Bruker UMT Tribolab – модульная система, для которой доступно огромное разнообразие дополнительных модулей и аксессуаров (рис. 3). Она позволяет реализовать большое количество схем испытаний, максимально приблизить условия испытаний к реальным и смоделировать все возможные условия эксплуатации материалов. Функция TriboID™ автоматически распознает тип подключенного модуля, что позволяет пользователю перейти к настройке параметров эксперимента без промедления.

Система позволяет проводить комплексную оценку твердости, упругости и адгезионной прочности материалов, а также анализ трибологических характеристик материалов на нано-, микро- и макроуровне. В системе реализована возможность проведения различных типов экспериментов с контролем широкого спектра параметров и сред – в том числе в коррозионных средах, и со смазками с построением кривых Штрибека.



Рисунок 3 – Bruker UMT Tribolab

Устройства от компании АВРОРА – трибометр TRB – это компактный настольный инструмент, который можно установить на любом устойчивом столе. С его комбинированным компьютерным управлением и программой TriboX, он является простым в использовании прибором для всех материаловедческих лабораторий, заинтересованных в проведении трибологических тестов. Установка этого прибора невероятно проста, так как это прибор “Plug and Play”. Точная калибровка силы трения и износа, стабильная точка контакта, отсутствие паразитического трения, разнообразные формы и размеры изучаемых образцов, автоматическое выключение при достижении заданной силы трения или общего числа циклов, испытания в жидкостях и с контролируемой влажностью, пакет программного обеспечения для сбора данных и управления прибором, позволяющий отображать графические данные в режиме реального времени, коэффициенты трения и износа, «время жизни» покрытия при скользящем контакте и т.д. Возможность анализа профиля сечения царапины путем постановки эксперимента на паузу без изменения параметров и установок эксперимента.

Как можно заметить, трибометры помогают воспроизвести реальные условия эксплуатации оборудования в различных областях промышленности, включая автомобильную, аэрокосмическую, медицинскую промышленность, производство потребительских товаров и др., тем самым определить качество материала. Модули, имитирующие условия окружающей среды на трибометре, позволяют проводить испытания в конкретных условиях, таких, как износ шин в зимний период или износ бурового долота для горных работ с участием жидкости и коррозионной среды, что, в конечном счете, оказывает свое положительное влияние на промышленность.

Список литературы

1. Ибатуллин, И. Д. Кинетика усталостной повреждаемости и разрушения поверхностных слоев//Монография / И. Д. Ибатуллин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 387 с.
2. Основы трибологии / Под ред. А. В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 663 с.
3. Патент РФ № 2419084.Способ определения прочности сцепления покрытия с подложкой и устройство для его осуществления. МПК G01N 19/04. Оpubл. 20.05.2011 Бюл. № 14 / Ненашев М. В., Ибатуллин И. Д., Тюрнина Т. А., Балашов Е. С., Якунин К. П., Кобякина О. А.
4. Машков, Ю. К. Трибофизика и структурная модификация материалов трибосистем: монография / Ю. К. Машков, О. В. Кропотин. – Омск: ОмГТУ, 2009. – 324 с.
5. Степнов, М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний. Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 231 с.
6. Патент РФ № 189787. ТРИБОМЕТР. МПК G01N 3/56. Опубликовано: 04.06.2019 Бюл. № 16 / Е. А. Стринжа, В. А. Чанчиков, Н. В. Прямухина.
7. Дунаев, А. В. Применение нетрадиционной триботехники в АПК / А. В. Дунаев // Матер. Междун. конф. – Новочеркасск, 2011. – С. 133–137.
8. Лялякин, В. П. Применение ремонтно-восстановительных наноматериалов в техническом сервисе / В. П. Лялякин, А. К. Ольховацкий // Технология металлов. – 2008. – № 1. – С. 16–19.
9. Черноиванов, В. И. Перспективы применения нанотехнологий как прорывного фактора повышения качества обслуживания и ремонта машин / В. И. Черноиванов // Тр. ГОСНИТИ. – 2010. – Т. 105. – С. 4–12.
10. Алборов, Р. А. Совершенствование управленческого учета в системе внутреннего управления сельскохозяйственным производством / Р. А. Алборов, С. Р. Концевая, О. П. Князева // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 2. – С. 46–50.

11. Алборов, Р. А. Развитие управления биологическими активами и учета результатов их биотрансформации в сельском хозяйстве / Р. А. Алборов, С. М. Концевая, Е. В. Захарова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2009. – 163 с.

УДК 631.362

К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

МАЛОГАБАРИТНЫЕ СОРТИРОВКИ ДЛЯ КАРТОФЕЛЯ

Предложены новые малогабаритные конструкции устройств для разделения клубней картофеля на фракции по размерному признаку. Рассматривается общее устройство, конструкция и компоновка, а также разъясняется принцип работы калибраторов.

В России в целом и в Удмуртской Республике много сельхозпредприятий, выращивающих картофель, имеют небольшие посадочные площади, не более 10...20 га. В таких хозяйствах высокопроизводительное серийное оборудование будет загружено не полностью [1, 5, 6, 16].

Предприятиям, выращивающим элитный семенной материал картофеля, необходимо обеспечивать минимальное число перевалок для сохранения сортовых качеств клубней, поэтому эффективные ресурсосберегающие инновационные технологии послеуборочной и предпосадочной обработки картофеля продолжают оставаться актуальной задачей.

Главной причиной плохой сохранности картофеля является большое количество поврежденных, больных клубней, а также почвенные и растительные остатки в ворохе, заложенном на хранение [7]. Для отделения примесей используется несколько типов сепарирующих рабочих органов, основанных на различных принципах действия.

Потребность в калибровании существует независимо от назначения клубней картофеля. В связи с этим и продовольственной программой импортозамещения учеными ИжГСХА были разработаны новые конструкции для калибрования картофеля, предназначенные как для закладки картофеля на хранение, так и для послеуборочного калибрования картофеля [2, 3, 14, 15, 17, 24, 25].

Роторно-винтовая установка для калибрования картофеля (рис. 1) работает следующим образом: клубни картофеля подаются с транспортера-питателя [8–10]. Подъемный ротор захватывает клубни лопастями и поднимает вверх [22, 23]. Преждевременное выпадение клубней при этом предотвращается направляющим щитком. С лопастей подъемного ротора клубни по лотку сходят в приемную камеру и попадают на винтовую поверхность барабана.

Доза подачи клубней должна быть такой, чтобы в приемной камере скапливалось некоторое количество клубней. В этих условиях клубни находятся в непрерывном движении и ориентируются вдоль винтовой щели, вследствие чего клубни мелкой и средней величины, имеющие размеры меньше зазора между витками, проходят во внутрь барабана. Крупная фракция остается на поверхности барабана и переносится на скатный лоток [21].



Рисунок 1 – Роторно-винтовая установка для калибрования картофеля

По мере движения по поверхности наклонного лотка масса клубней поступает на винтовую поверхность с уменьшенным зазором между витками. При этом при неоднократном подъеме и опускании клубни ориентируются вдоль кольцевых щелей. Мелкие клубни проваливаются через зазоры между витками и поступают на скатный лоток, а клубни средних размеров сходят с конца винтовой поверхности на лоток.

На рисунке 2 приведена фотография дисковой плоскорешетной сортировки для разделения картофеля на фракции [11, 12, 20].

Сортировка состоит из двух последовательных ступеней [3]. Верхняя приемная часть сортировки выполнена в виде диска, снабженного сменной крупнорешетчатой калибровочной поверхностью с отверстиями щелевой формы и закрепленного на верхней части вертикального вала. На ограничивающий обод крепится трапецевидный выгрузной лоток для крупной фракции. Непосредственно под первым диском на вертикальном валу закреплена вторая ступень сортировки, также представляющая собой диск со сменной мелкорешетчатой калибровочной поверхностью с отверстиями щелевой формы, образованными концентрическими окружностями из прутка. На каждой ступени сортировки для подъема непроходной фракции картофеля, застрявшей в щелевых отверстиях, под поверхностью решета устанавливается подъемная планка [18, 19].

Под основанием конуса размещен выгрузной лоток для мелкой фракции. Вертикальный вал установлен на угловом редукторе закрепленном на раме, а сверху вал установлен в самоустанавливающемся шарикоподшипнике, также закрепленном на раме. Сортировка снабжена подъемно-загрузочным транспортером с бункером-накопителем.

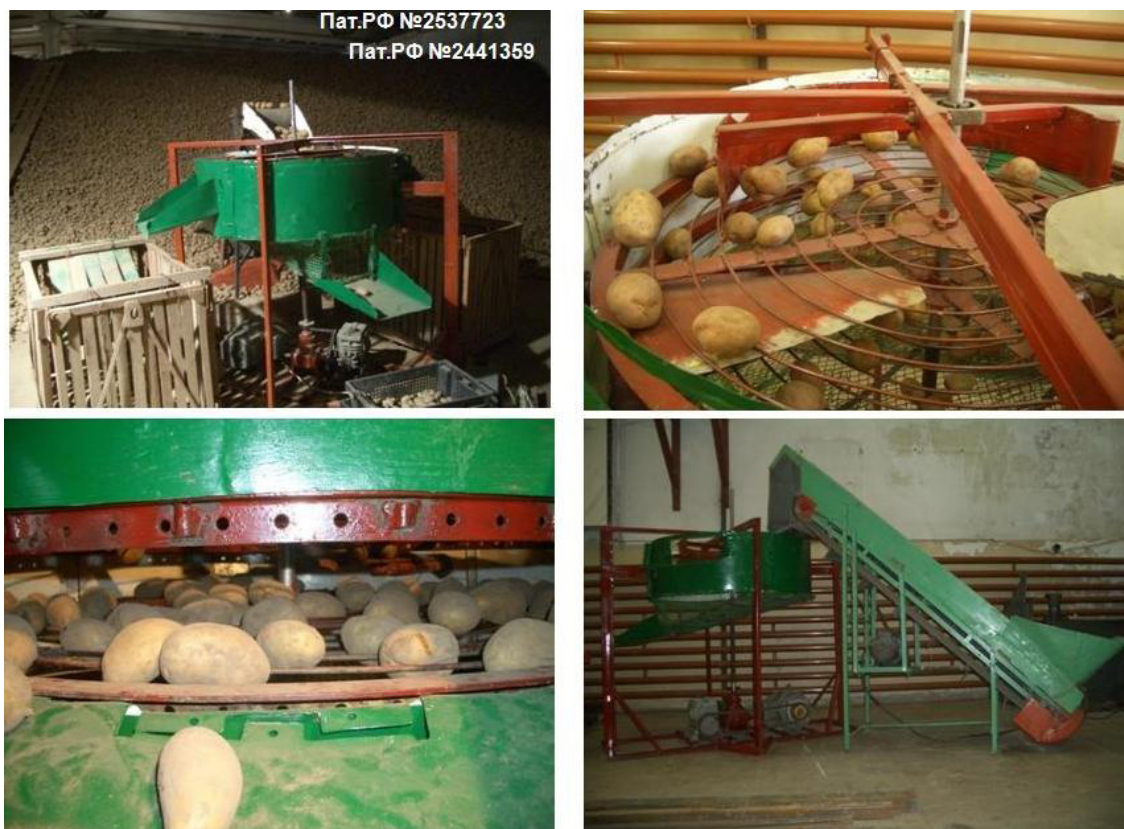


Рисунок 2 – Дискосая плоскорешетная сортировка

Производственные испытания сортировок проводились в ЗАО «РосЕвроплант» Завьяловского района Удмуртской Республики в осенний период в разные года [13].

Исследования на повреждаемость клубней проводились на картофеле сорта «Винета» и «Розалинд», проведя серию опытов для определения повреждений клубней сравнимаемыми рабочими органами. Как показали результаты исследований, повреждения не превышают 3,8 %, наблюдается только обдир кожуры, а трещины, разрывы мякоти и внутренние повреждения отсутствуют.

При сравнении повреждаемости клубней устройствами с серийно выпускаемой роликовой сортировкой в составе картофеле-сортировального пункта КСП–15Б, использовались средние данные повреждений данной сортировки по работе М. Ю. Васильченко [25] повреждения меньше в 3,7 раза. На роликовой сортировке учетные повреждения составили 14 %.

Производственные испытания сортировок показали надежность работы устройства, высокую действительную точность калибрования – 83...89 %, практически не уступающую серийно изготавливаемой роликовой сортировке КСЭ-15Б, на ней точность калибрования достигает 90 %, при уровне точности 0,94...0,96 и производительности 6–9 т/ч, нанося незначительные повреждения клубням – не более 3,8 %. По сравнению с известными устройствами, в частности, с роликовой сортировкой, рабочие органы сортировок отличается простотой устройства, относительно малой материалоемкостью и энергоёмкостью. Все приведенные выше параметры выгодно отличают новые сортировки от аналогов.

Список литературы

1. Бурашев, М. С. Применение современных систем хранения плодов и овощей / М. С. Бурашев, А. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА Электронный ресурс; главный редактор А. И. Любимов; научный редактор Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 1038–1042.
2. Максимов, Л. М. Дисковая плоскорешетная картофельная сортировка / Л. М. Максимов, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 6 (37). – С. 67–71.
3. Максимов, Л. М. Новая картофельная сортировка / Л. М. Максимов, К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Картофель и овощи. – 2014. – № 9. – С. 30–31.
4. Максимов, П. Л. Сортировальное устройство роторно-винтового типа для картофеля / П. Л. Максимов, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев // Наука Удмуртии. – 2009. – № 9. – 221 с.

5. Машины для уборки и доработки корнеклубнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Аграрное образование и наука – в развитии отраслей животноводства: матер. Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника высшего образования РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова А. И., 20 июля. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 156–164.
6. Машины и оборудование для производства продукции растениеводства / К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев, О. П. Васильева [и д.р.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – 124 с.
7. Основы санитарной микробиологии и вирусологии: учебное пособие / Е. А. Михеева, В. В. Тихонова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2013. – 41 с.
8. Патент 2341951 Российская Федерация МПК А01D 33/08. Роторно-винтовое устройство для разделения корнеклубнеплодов и фруктов на фракции: № 2007107224/12: заяв:26.02.2007: опубл. 27.12.2008 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов, М. Н. Малков, К. Л. Шкляев; заявитель и патентообладатель Максимов Л. М. – 7 с.:ил.
9. Патент 2441359 Российская Федерация МПК А01D 33/08, А01D 17/02, А01D 17/04. Устройство для разделения корнеклубнеплодов на фракции роторно-чашечного типа: № 2010108831/13: заяв: 09.03.2010: опубл. 10.02.2012 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев; заявитель и патентообладатель Максимов Л.М. – 8 с.:ил.
10. Патент 2476056 Российская Федерация МПК А01D 33/08. Роторная картофелесортировка: № 2011107047/13: заяв: 24.02.2011: опубл. 27.02.2013 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, И. Э. Тютин, А. Л. Шкляев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – 7 с.:ил.
11. Патент 2537723 Российская Федерация МПК А01D 33/08, А01D 17/06, В07В 1/06. Плоское круглорешетное устройство для разделения корнеклубнеплодов на фракции: № 2013129189/03: заяв: 25.06.2013: опубл. 10.01.2015 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, А. Л. Шкляев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – 8 с.:ил.
12. Патент 2537723 Российская Федерация, МПК:А01D 33/08. Плоское круглорешетное устройство для разделения корнеклубнеплодов на фракции / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, А. Л. Шкляев; заявитель и патентообладатель Максимов Л.М. – № 2013129189/03; заявл. 25.06.2013.
13. Результаты производственных испытаний роторно-винтового калибрующего устройства / П. Л. Максимов, Л. М. Максимов, К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: материалы юбилейной науч.-практ. конф. 55 лет высшему агроинженерному образованию в Удмуртии, 3–4 дек. 2010 г. – Ижевск, 2010. – С. 99–101.

14. Устройство и принцип работы быстроходной сортировки / П. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, И. Э. Тютин, А. Л. Шкляев // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 4(11). – С. 173–178.
15. Чашечно-дисковая картофельная сортировка / Л. М. Максимов, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Сельский механизатор. – 2014. – № 6. – С. 22–23.
16. Чибышев, М. А. Технологические особенности, оборудование и этапы очистки вороха различных культур / М. А. Чибышев, А. В. Ширококов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА [Электронный ресурс] / отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – № 1 (10). – С. 1692–1967.
17. Шкляев А. Л. Картофельная сортировка чашечно-дискового типа / А. Л. Шкляев // Вестник Ижевской ГСХА. – 2014. – № 1 (38). – С. 44–47.
18. Шкляев, А. Л. Исследование движения сферического клубня по рабочему органу дисковой плоскорешетной картофелесортировки. Сообщение 1. Определение начальных условий для сферического движения клубня [Электронный ресурс] / А. Л. Шкляев, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2 (32). – С. 46. – URL: <http://www.agroecoinfo.narod.ru/journal/index.html>.
19. Шкляев, А. Л. Исследование движения сферического клубня по рабочему органу дисковой плоскорешетной картофелесортировки. Сообщение 2. Определение начальных условий для сферического движения клубня [Электронный ресурс] / А. Л. Шкляев, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2 (32). – С. 47. – URL: <http://www.agroecoinfo.narod.ru/journal/index.html>.
20. Шкляев, А. Л. Обоснование параметров и режимов работы дисковой плоскорешетной сортировки клубней картофеля: дис. ...канд. тех. наук: 05.20.01 / Шкляев Артём Леонидович. – Киров, 2015. – 147 с.
21. Шкляев, К. Л. Исследование движения клубней картофеля по поверхности барабанной сортировки / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Динамика механических систем: материалы I Междунар. науч.- практ. конф., посвящ. памяти профессора А. К. Юлдашева, 04–05 апр. 2018 г. – Казань, 2018. – С. 302–309.
22. Шкляев, К. Л. Обоснование параметров и режима работы сортировки клубней картофеля роторно-винтового типа: дис. ...канд. тех. наук: 05.20.01 / Шкляев Константин Леонидович. – Киров, 2011. – 120 с.
23. Шкляев, К. Л. Обоснование угла схода клубней с лопасти загрузочного ротора / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: матер. Междунар. научн.-практ. конф. В 3-х томах. – Ижевск, 2020. – С. 88–92.
24. Шкляев, К. Л. Совершенствование барабанной картофельной сортировки / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: матер. Междунар. науч.-практ. конф., 13–16 фев. 2018 г. – Ижевск, 2018. – Т. 2. – С. 205–208.
25. Шкляев, К. Л. Устройства для калибрования картофеля / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, М. Ю. Васильченко // Научное и кадровое обеспечение АПК для про-

довольственного импортозамещения: матер. Всерос. науч.-практ. конф., 16–19 фев. 2016 г. – Ижевск, 2016. – Т. 3. – С. 69–73.

УДК 629.022

А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

МЕТОДИКА И РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Рассмотрена методика комплексного расчета ходовой части мобильной роботизированной транспортной платформы с электросиловой установкой и гусеничным двигателем. Определены ключевые параметры механической части трансмиссии и привода платформы.

Актуальность. Мировые машиностроительные предприятия продолжают работу по повышению технологического уровня в конструировании, производстве сельскохозяйственной техники и обновлению. Заметно расширены работы по созданию машин нового технического уровня для реализации преимуществ новых прогрессивных, высокоэффективных, ресурсосберегающих технологий, внедрению «Высокоточного земледелия» [11, 15, 24–26]. Разработка и реализация инноваций осуществляется на основе постоянного диалога с производителями сельскохозяйственной продукции – основными потребителями техники. В результате обеспечен значительный рост урожайности в странах Европы [1,5, 15, 20–23].

Этим объясняется значительное (в 8–10 раз) отставание России по производительности труда в сельском хозяйстве от высоко развитых стран [13].

С целью восстановления и повышения эффективности использования технических возможностей сельского хозяйства необходимо создать новое поколение техники для использования энерго- и ресурсосберегающих технологий и возобновить производство отечественных машин на основе внедрения новшеств применительно к современным условиям [2, 8, 10].

В настоящее время отечественные и зарубежные предприятия машиностроения выпускают огромный набор техники для возделывания сельскохозяйственных культур [12, 18].

В области тракторостроения это видно по разнообразной гамме марок и моделей, отличающихся все более компактной и сложной конструкцией.

Применительно к различным классам тяги тракторов реализуются модели разного уровня мощности двигателя, расширяется использование бесступенчатых трансмиссий и предлагаются концепции машин на базе электроники, обеспечивающей управление и настройку всех основных систем. В сочетании с обширным информационным комплексом, элементами комфорта тракториста, удобством и легкостью управления систем и машин, применением автоматических систем вождения на базе спутниковой навигации есть возможность обладать информацией об эффективности выполнения технологического процесса (качество, производительность, расход топлива), а также создаются предпосылки для правильного принятия управленческих решений [3, 12, 16].

Продолжим рассматривать обоснование конструкторско-технологических параметров мобильной платформы для роботизированных систем по уходу за растениями, ранее представленных в работах [7].

Материалы и методика. Расчет механической части трансмиссии робота выполняется по аналогии с другими сельскохозяйственными машинами в частности тракторами [6, 9, 19].

Результаты исследований. Эксплуатационная масса платформы (в стандартных грунтовых условиях при допустимом буксовании):

$$m_{\text{э}} = \frac{P_{\text{кр н}}}{g \varphi_{\text{кр н}} \lambda}; G_{\text{э}} = g m_{\text{э}},$$

где $P_{\text{кр н}}$ – номинальная сила тяги на крюке;

$\varphi_{\text{кр н}}$ – удельная сила тяги на крюке.

$$\varphi_{\text{кр н}} = \frac{P_{\text{кр н}}}{G_{\text{сц}}},$$

где $G_{\text{сц}}$ – сцепной вес;

λ – коэффициент использования сцепного веса платформы на тяге;

g – ускорение свободного падения;

$G_{\text{э}}$ – эксплуатационный вес робота.

Значения коэффициентов для машин с гусеничным движителем:

$$\varphi_{крн} = 0,6; \lambda = 1.$$

Конструкционная масса платформы.

Верхняя граница массы робота ограничена 300 кг на стадии идеи. Однако, необходимо принимать во внимание теоретические расчеты.

Для дальнейшего проектирования расчетные данные массы робота помогут определиться с выбором мощности энергоустановки.

$$m_k = \frac{m_э}{k_k},$$

где $k_k - 1,08$ для гусеничной техники.

Оценка нагруженности осей платформы в симметричном положении (при 0) и в динамическом положении ($P_{кр} = P_{крн}$) осуществляется по реакциям от грунта на колеса платформы.

$$\begin{aligned} Y_{2cm} &= \lambda_{cm} G_э, \\ Y_{2н} &= \lambda_n G_э, \\ Y_{1cm} &= (1 - \lambda_{cm}) G_э, \\ Y_{1н} &= (1 - \lambda_n) G_э, \\ G_э &= gm_э. \end{aligned}$$

Динамический коэффициент нагрузки движителей для гусеничной платформы ($\lambda_{cm} = 1$) [4, 14].

Динамический радиус ведущего колеса гусеничного движителя:

$$r_g = \frac{t_z Z_{3в}}{2\pi}.$$

Расчет буксования движителей можно осуществить по формуле:

$$\delta = \delta_{кр} \left[1 - \left(1 - \frac{P_k}{P_{кр}} \right)^k \right],$$

где P_{κ} – текущее значение силы тяги ($P_{\kappa} = P_{\kappa p} + P_f$);
 P_{κ}^{kp} – предельное (максимальное) значение силы тяги P_{κ} , при которой начинается процесс полного буксования движителей ($\delta - \delta_{\kappa p}$), которая определяется по формуле:

$$P_{\kappa}^{kp} = P_{\kappa p}^{np} + P_f = \varphi_{\kappa p}^{np} G_{\text{сц}} + P_f = (\varphi_{\kappa p}^{kp} \lambda + f) G_{\text{э}},$$

где $\delta_{\kappa p}$ – значение буксования, при котором начинается процесс полного буксования модуля, это значение буксования соответствует силе тяги

$$P_{\kappa} = P_{\kappa}^{kp}.$$

Для гусеничного хода:

$$\delta_{\kappa p} = 0,3; \varphi_{\kappa p}^{kp} = 0,8; \kappa = 0,131.$$

Механический КПД платформы.

Учитывает потери мощности в трансмиссии и двигателе и определяется по формуле:

$$\eta_n = \eta_{\delta} \eta_{mp},$$

где η_{δ} – КПД двигателя платформы (для гусеничного двигателя $\eta_{\delta} = 0,97$).

η_{mp} – механический КПД трансмиссии, $\eta_{mp} = 0,88$.

$$\eta_{mp} = \eta_1^{n1} \eta_2^{n2} \eta_3^{n3}.$$

Определение номинальной мощности транспортной платформы.

Номинальная мощность (N_n), необходимая для обеспечения номинального тягового усилия ($P_{\kappa p n}$) при заданной скорости движения, определяется по формуле:

$$N_n = \frac{P_{\kappa n} V_m}{k_3 \eta_{mp}},$$

где V_m – теоретическая скорость платформы при работе двигателя в номинальном режиме;

k_3 – коэффициент загрузки двигателя по моменту (можно принимать $k_3 = 0,9$);

η_{mp} – значение механического КПД трансмиссии платформы.

$$N_n = 7,4 \text{ кВт.}$$

Выводы и рекомендации. Практически невозможно создать универсальную конструкцию движителя, дающего возможность одинаково уверенно передвигаться в разнообразных условиях окружающей среды [17]. Но движитель гусеничного типа наиболее универсален и предпочтителен при уходе за растениями. В ходе расчета механической части трансмиссии роботизированной платформы удалось выяснить ключевые параметры будущей конструкции.

Список литературы

1. Беспилотные трактора. – URL: <https://bespilot.com/tip/bespilotnye-traktora> (дата обращения 14.10.2020).
2. Васильева, М. И. Конструкция полов на свиноводческих предприятиях / М. И. Васильева, Н. П. Казанцева // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: матер. Междунар. научн.-практ. конф., 13–16 фев. 2018 г. – Ижевск, 2018. – Т. 2. – С. 16–18.
3. Исследование движения сферического клубня по рабочему органу дисковой плоскорешетной картофелесортировки. Сообщение 1. Определение начальных условий для сферического движения клубня / А. Л. Шкляев, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2 (32). – С. 46.
4. Костин, А. В. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. научн.-практ. конф., 12–15 фев. 2019 г. – Ижевск, 2019. – Т. 1. – С. 214–218.
5. Кудрин, М. Р. Автоматизация процесса доения коров с помощью робота-дойера / М. Р. Кудрин, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. научн.-практ. конф., 12–15 фев. 2019 г. – Ижевск, 2019. – Т. 2. – С. 98–100.
6. Лебедев, Л. Я. Проектирование механизмов грузоподъемных и транспортирующих машин: учеб. пособие / Л. Я. Лебедев, А. Л. Шкляев, Р. Р. Шакиров. – 2-е изд. перераб. и доп. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017. – 92 с.
7. Изучение возможностей автоматизации сельскохозяйственных работ / П. Л. Максимов, А. Г. Иванов, А. А. Мохов, В. А. Петров // Вестник Ижевской ГСХА. – 2015. – № 3 (44). – С. 32–38.

8. Машины для уборки и доработки корнеклубнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Аграрное образование и наука – в развитии отраслей животноводства: матер. Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника высшего образования РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова А. И., 20 июл. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 156–164.
9. Машины и оборудование для механизации процессов в растениеводстве и в садово-парковом хозяйстве: учебное пособие / Б. Д. Зонов, О. П. Васильева, К. Л. Шкляев [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2018. – 104 с.
10. Машины и оборудование для производства продукции растениеводства: учебное пособие / К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев, О. П. Васильева [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – 124 с.
11. Механизация процесса доения коров с помощью робота-дойера / М. Р. Кудрин, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 5(96). – С. 21–33.
12. Патент 2441359 Российская Федерация МПК А01D 33/08, А01D 17/02, А01D 17/04. Устройство для разделения корнеклубнеплодов на фракции роторно-чашечного типа: № 2010108831/13: заяв: 09.03.2010: опубл. 10.02.2012 / Л. М. Максимов, П. Л. Максимов, Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев; заявитель и патентообладатель Максимов Л. М. – 8 с.:ил.
13. Петров, В. А. Выбор типа движителя мобильной транспортной платформы для роботизированной системы по уходу за растениями / В. А. Петров, И. Н. Щеткин // Научные инновации в развитии отраслей АПК: матер. Междунар. научн.-практ. конф., 18–21 февр. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 3. – С. 62–66.
14. Петров, В. А. К вопросу о разрушении деталей поверхностного слоя контактирующих деталей / В. А. Петров // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. научн.-практ. конф., 12–15 фев. 2019 г. – Ижевск, 2019. – Т. 2. – С. 125–128.
15. Разработка системы управления гравировальным станком / В. А. Петров, Н. Л. Олин, А. М. Ниязов, П. Л. Лекомцев // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. научн.-практ. конф., 12–15 фев. 2019 г. – Ижевск, 2019. – Т. 2. – С. 129–130.
16. Разработка функционально-морфологической модели машины для посадки рассады капусты / Н. Г. Касимов, В. И. Константинов, Р. Р. Шакиров [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 8(99). – С. 5–17.
17. Робототехника в сельском хозяйстве. – URL: <https://fastsalttimes.com/sections/obzor/585.html> (дата обращения: 14.10.2020).
18. Устройство и принцип работы быстроходной сортировки / П. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, И. Э. Тютин, А. Л. Шкляев // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 4 (11). – С. 173–178.

19. Шкляев, А. Л. Выбор типа двигателя для мобильной роботизированной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: матер. Национальной научн.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 377–383.

20. Шкляев, А. Л. Гусеничный двигатель для сельскохозяйственного робота / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: матер. Национальной научн.-практ. конф., посвященной 60-летию кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 383–389.

21. Шкляев, А. Л. Анализ основных видов силовых установок и обоснование выбора электродвигателя в качестве энергосиловой установки для мобильной автоматизированной транспортной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Аграрное образование и наука – в развитии отраслей животноводства: матер. Междун. научн.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника высшего образования РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова, 20 июл. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 150–156.

22. Шкляев, А. Л. Мобильная энергетическая платформа / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: матер. Национальной научн.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 299–305.

23. Шкляев, А. Л. Обоснование параметров и режимов работы дисковой плоскорешетной сортировки клубней картофеля: дис. ...канд. тех. наук: 05.20.01 / Шкляев Артём Леонидович. – Киров, 2015. – 147 с.

24. Шкляев, К. Л. Навигационные системы в агропроизводстве / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: матер. Национальной научн.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 306–310.

25. Шкляев, К. Л. Проблемы внедрения точного земледелия в Удмуртской Республике / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: матер. Междунар. научн.-практ. конф., 13–16 фев. 2018 г. – Ижевск, 2018. – Т. 2. – С. 203–205.

26. Экструдер для утилизации отходов животноводства и птицеводства / А. Г. Иванов, С. П. Игнатьев, Н. Г. Касимов [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 28–30.

УДК 631.22.018

М. В. Шкляев¹, А. А. Мохов²

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²ООО «ПКБ «Горизонт»

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Предложена конструкция одношнекового экструдера для утилизации отходов животноводства. Представлена методика расчета объемной и массовой производительности экструдера.

Актуальность. Утилизация соломонавозных смесей и твердой фракции навоза крупного рогатого скота (КРС) или птичьего помета является важной задачей, которая решает проблему экологической безопасности ферм и коровников. Ферментация навоза в смеси с соломой, торфом или другим органическим наполнителем и естественным адсорбентом является естественным процессом, протекающим при развитии собственной микрофлоры. Однако этот процесс является продолжительным и занимает не менее 6 месяцев (обычно до 1 года) [1–5]. При этом накапливаются значительные объемы материала. Экструзионная обработка совместно с электроподогревом позволяет существенно сократить время обеззараживания, уничтожить патогенную микрофлору и сорняки сорных растений [6–10].

Материалы и методы. Конструкция экструдера выбиралась с применением методов критического анализа. Исследование экструдера для отходов животноводства производилось с использованием методов расчета аппаратов шнекового типа.

Результаты исследований. Критический анализ устройств [6, 10–12] для экструзионной обработки материалов высоким давлением, обзор исследований по данной тематике позволил установить, что наиболее рациональной конструкцией является одношнековый экструдер непрерывного действия, который позволяет обеспечить высокое давление в рабочей камере при высокой точ-

ности изготовления сопрягаемых деталей. Схема экструдера представлена на рисунке 1 [13].

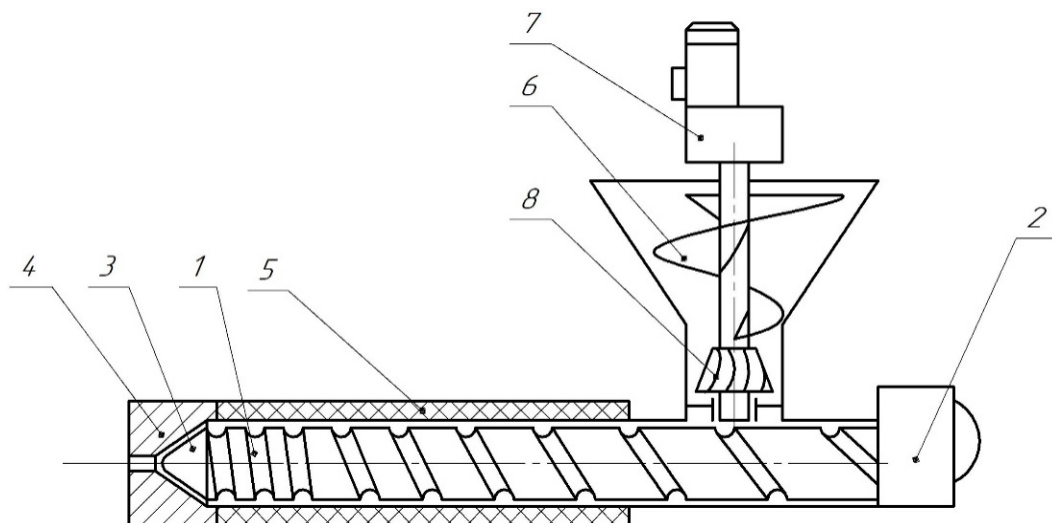


Рисунок 1 – Схема одношнекового экструдера с электроподогревом

Установка состоит из точенного шнека 1 с переменной нарезкой, основного мотор-редуктора 2 с частотным регулируемым электроприводом, конической насадки 3, гайки с коническим углублением 4, кольцевых ТЭНов 5, питающего шнека 6, установленного в загрузочную воронку, вспомогательного мотор-редуктора 7 с частотным регулируемым электроприводом, жернова 8.

Навоз или птичий помет поступает в загрузочную воронку и при помощи питающего шнека 6 переносится в измельчающую камеру в жернову 8. Затем измельченный материал подхватывается основным шнеком 1 и переносится в камеру сжатия с уменьшенным шагом нарезки. Величина давления устанавливается регулировкой зазора между насадком 3 и конической гайкой 4.

Размеры экструдера следующие, рисунки 2 и 3: диаметр вала шнека $d_v = 36,1$ мм; диаметр шнека $d = 40,3$ мм; диаметр отверстия в корпусе под шнек $D = 40,5$ мм, длина шнека $L = 1400$ мм; шаг нарезки $t = 22 \dots 30$ мм.

Объемная производительность шнекового экструдера, в зависимости от сопротивления головки и конструкции дозирующей зоны, может быть выражена соотношением [14]:

$$Q = \frac{A \times K}{K + B + C} n, \quad (1)$$

где Q – объемная производительность, см³/мин.;

K – коэффициент сопротивления головки, см^3 ;
 n – частота вращения шнека, мин.^{-1} ;
 A – постоянная прямого потока для шнека с переменным шагом нарезки в зоне дозирования, см^3 ;
 B – постоянная обратного потока для шнека с переменным шагом нарезки в зоне дозирования, см^3 ;
 C – постоянные потока утечек для шнека с переменным шагом нарезки в зоне дозирования, см^3 .

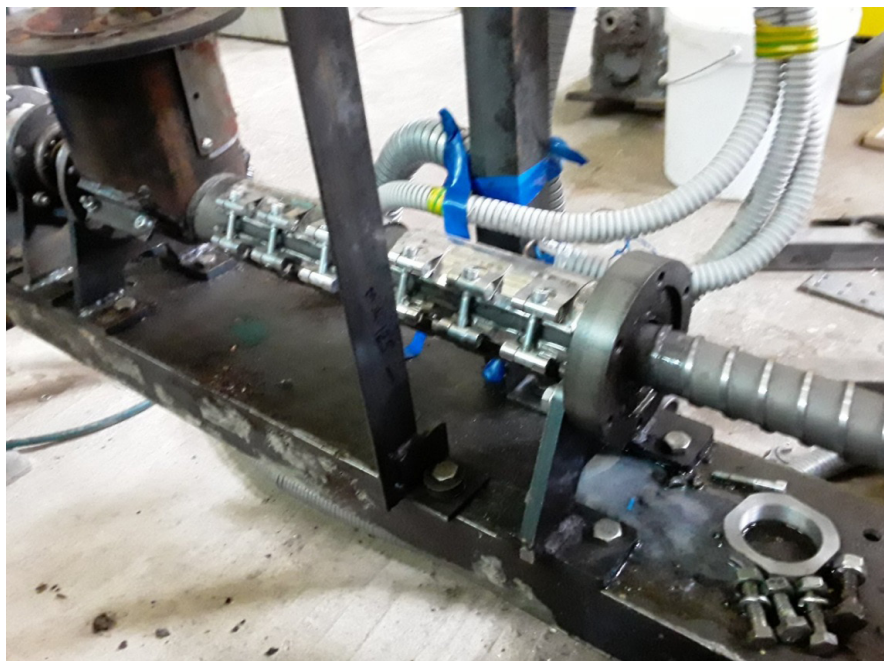


Рисунок 2 – Элементы экструдера



Рисунок 3 – Шнек экструдера

Значения постоянных прямого потока A , обратного B и потока утечек C определяются для шнека с переменным шагом нарезки следующим образом

$$A = \frac{\pi^3 d(d-h)^2 h I_1}{4\pi^2 (d-h)^2 I_2 - I_3}, \quad (2)$$

$$B = \frac{\pi h^3 (d-h)\Delta t}{3[4\pi^2 (d-h)^2 I_2 - I_3]}, \quad (3)$$

$$C = \frac{\pi d^2 \delta^3 \Delta t}{5e(d-h)[\pi(d-h) I_4 + I_5 \Delta t]}, \quad (4)$$

где I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 – коэффициенты, характеризующие конструкцию шнека с переменным шагом нарезки, см, см²;

$h = 0,5(d - d_0)$ – глубина нарезки витка, см;

d – величина зазора между шнеком и корпусом, см.

Коэффициенты определяются по следующим соотношениям:

$$I_1 = t_1 - t_3 + 2,3\Delta t \lg \frac{t_1}{t_3}, \quad (5)$$

$$I_2 = \frac{2,3}{2e} \left[(2e + \Delta t) \lg i - \Delta t \lg \frac{t_1}{t_3} \right], \quad (6)$$

$$I_3 = (t_1 - t_3)(t_1 + t_3 + 2\Delta t + 6e) + 4,6e(\Delta t + 2e)\lg i, \quad (7)$$

$$I_4 = 2,3 \lg \frac{\operatorname{tg}(0,5\varphi_1)}{\operatorname{tg}(0,5\varphi_3)} + 2 \frac{\sin(0,5(\varphi_1 + \varphi_3)) \sin(0,5(\varphi_1 - \varphi_3))}{\cos\varphi_1 \cos\varphi_3}, \quad (8)$$

$$I_5 = 2 \frac{\cos(0,5(\varphi_1 + \varphi_3)) \cos(0,5(\varphi_1 - \varphi_3))}{\sin\varphi_1 \sin\varphi_3} - 2,3 \lg \frac{\operatorname{tg}(0,5(90 - \varphi_1))}{\operatorname{tg}(0,5(90 - \varphi_3))}, \quad (9)$$

где Δt – разность между соседними шагами, мм;

t_1 – шаг навивки в зоне загрузочного окна, мм;

t_3 – шаг навивки в зоне выгрузки, мм;

i – степень сжатия продукта;

e – число Непера (Эйлера);

j_1 – угол подъёма винтовой линии в зоне загрузочного окна, градус;

j_3 – угол подъёма винтовой линии в зоне выгрузки, градус.
 Размер Δt определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{t_1 - t_3}{m - 1}, \quad (10)$$

где m – число витков в напорной части шнека длиной L_n .

$$L_n = (0,65 \dots 0,75)L. \quad (11)$$

Углы подъёма винтовых линий j_1 и j_3 определяется так:

$$\varphi_1 = \arctg \frac{t_1}{\pi d_{cp}}, \quad \varphi_3 = \arctg \frac{t_3}{\pi d_{cp}}, \quad (12)$$

Средний диаметр витков шнека определяется

$$d_{cp} = 0,5(d_e + d). \quad (13)$$

Объемную производительность экструдера Q , см³/мин. пересчитывают в массовую часовую производительность по формуле (кг/ч.)

$$Q_q = \frac{60\rho Q}{10^6}. \quad (14)$$

где r – плотность материала при температуры обработки, кг/м³.

Общий коэффициент сопротивления K , определяемый как сумма коэффициентов сопротивления отдельных простых по геометрии участков $k_1, k_2 \dots k_i$ с помощью уравнения:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_i}}. \quad (15)$$

Производительность экструдера при частоте вращения $n = 60$ мин⁻¹ и средней плотности материала $r = 800 \dots 900$ кг/м³ составляет $Q_q = 60 \dots 62$ кг/ч.

Выводы и рекомендации. Предлагаемый экструдер для утилизации отходов животноводства предназначен для лабораторных исследований и отработки технологических режимов работы. Представлен-

ная методика расчета позволяет определить производительность как лабораторной установки, так и промышленного образца установки.

Список литературы

1. Kudrin, M. R. Post-mortem indices of black-and-white breed / M. R. Kudrin, G. Y. Berezkina, A. L. Shklyayev [et all] // Agritech-2019: agribusiness, environmental engineering and biotechnologies: international scientific conference, 20–22 июня 2019 г. – Красноярск, 2019. – Т. 315(7). – № 072034.
2. Кудрин, М. Р. Использование биопрепарата для переработки навоза при беспривязной технологии содержания крупного рогатого скота / М. Р. Кудрин, О. А. Краснова, В. А. Николаев [и др.] // Известия Горского ГАУ. – 2018. – Т. 55. – № 4. – С. 70–76.
3. Закирова, Р. Р. Техносферная безопасность и ее состояние в Удмуртской Республике / Р. Р. Закирова, А. Г. Иванов, Н. Ф. Свинцова // Актуальные проблемы биологии и экологии: матер. Международ. науч.-практ. конф. – Грозный, 2019. – С. 114–119.
4. Губейдуллин, Х. Х. Современные технологии уборки и переработки жидкого навоза / Х. Х. Губейдуллин, В. Г. Артемьев, И. И. Шигапов [и др.] // Сельский механизатор. – 2018. – № 6. – С. 30–31.
5. Шигапов, И. И. Ресурсосберегающие технологии уборки жидкого навоза / И. И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – № 4. – С. 26–27.
6. Иванов, А. Г. Основные задачи агропромышленного комплекса в условиях рыночной экономики / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Международ. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 55–60.
7. Павлов, П. И. Технология уборки навоза / П. И. Павлов // Естественные и технические науки. – 2017. – № 3 (105). – С. 85–86.
8. Игнатъев, С. П. Синтез технологий переработки помета / С. П. Игнатъев // Аспекты безопасности жизнедеятельности и медицины: матер. Международ. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 140–143.
9. Игнатъев, С. П. Экструдирование помета / С. П. Игнатъев // Сельский механизатор. – 2019. – № 8. – С. 20–21.
10. Шигапов, И. И. Уборка и переработка навоза на базе спирально-винтовых механизмов / И. И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – № 5. – С. 22–23.
11. Иванов, А. Г. Перспективная технология утилизации навоза методом ускоренной ферментации / А. Г. Иванов, В. И. Ширококов, М. И. Файзуллин // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: м-лы Международ. науч.-практ. конф., в 3т. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 77–82.
12. Павлов, П. И. Эффективные средства механизации для удаления и утилизации навоза / П. И. Павлов // Естественные и технические науки. – 2017. – № 3 (105). – С. 87–89.

13. Иванов, А. Г. Экструдер для обработки отходов птицеводства и животноводства / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова, М. В. Шкляев // Наука Удмуртии. – 2019. – № 4. – С. 38–41.

14. Литвинец, Ю. И. Технологические и энергетические расчеты при переработке полимеров экструзией / Ю. И. Литвинец. – РИО УГЛТУ, 2010. – 56 с.

УДК 631.363.21. (470.51)

В. И. Ширококов, С. Н. Шмыков

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДРОБИЛОК ЗЕРНА ОТКРЫТОГО И ЗАКРЫТОГО ТИПОВ

Для измельчения зерна сельскохозяйственным животным большое распространение получают дробилки закрытого типа. Анализ рабочего процесса и качественные показатели готового продукта показывают низкую эффективность этих дробилок в сравнении с дробилками открытого типа.

Актуальность. При измельчении зерна сельскохозяйственным животным наиболее широкое распространение получают дробилки закрытого типа. В этих дробилках исходное сырьё всасывается, конечный продукт нагнетается в промежуточный бункер-накопитель или в смеситель за счёт всасывающего и нагнетательного действия вентилятора, требующего дополнительные затраты энергии. Поэтому такие дробилки ряд авторов называет всасывающе-нагнетательными. Как показывают проведённые ранее сравнительные исследования качественных показателей дробленого зерна дробилками открытого и закрытого типов, последние меньше отвечают требованиям стандартов и зоотехнической науки и требуют модернизации [3, 5–7, 9]. Рабочий процесс дробилки закрытого типа приводит к повышенному износу рабочих органов, а последние, в свою очередь, значительно ухудшают качественные показатели дробленого зерна и энергетические характеристики дробилки [7, 8]. В то же время удобство эксплуатации всасывающе-нагнетательных дробилок типа ДКР-5 позволяет широко их использовать при подготовке зерна к скармливанию сельскохозяйственным животным. При дроблении зерна дробилками открытого типа необходимо дополнительное оборудование для подачи исходного зерна и отвода гото-

вого продукта от дробилки. А это также требует дополнительных затрат энергии. Кроме того в этом случае увеличиваются и массогабаритные показатели линии измельчения зерна. Возникает необходимость выявления более эффективной дробилки зерна. Оценка технико-экономической эффективности дробилок открытого и закрытого типов позволит повысить эффективность дробления зерна.

При проведении сравнительной оценки эффективности дробилок зерна в настоящее время используются ряд показателей качества. Для оценки технико-экономической эффективности используется удельный расход энергии с учётом степени измельчения [4]. Данный показатель оценивает мощность, подачу дробилки и модуль помола дробленого зерна. Другими показателями качества конечного продукта являются: остаток на сите с диаметром отверстий 3 мм, наличие целых зёрен, содержание пылевидной фракции, однородность гранулометрического состава [2, 3]. Эти показатели выявляются после проведения ситового анализа отобранных проб дробленого зерна [1]. Отсюда качество дробленого зерна оценивается по пяти показателям, включая и модуль помола, поэтому оценка дробилок по всем этим показателям является неудобной, с учётом удельного расхода энергии трудоёмкой. Таким образом, целью работы является оценка дробилок зерна открытого и закрытого типов на основе показателей эффективности работы дробилок зерна.

Методика. Исследования проводились на основе анализа технических характеристик дробилок открытого и закрытого типов, результатов ситового анализа отобранных проб дробленого зерна дробилками закрытого и открытого типов в сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики. Для сравнения технических характеристик приняты дробилки закрытого типа – ДКР-5М и открытого типа – ДБ-5.

Результаты. В сравниваемых дробилках установлены электродвигатели мощностью, соответственно, 37 и 30 кВт при заявленной производительности – 5 т/ч. Дополнительно к дробилке ДБ-5 требуются два винтовых транспортёра для транспортировки исходного зерна и конечного продукта общей установленной мощностью 3 кВт. Отсюда удельный расход энергии, без учёта степени измельчения, составляет: для ДКР-5М – 7,4 и для ДБ-5 с винтовыми транспортёрами – 6,6 кВт·ч/т. То есть расход удельный энергии на дробление зерна дробилками закрытого типа ниже на 12 %.

Результаты ситового анализа отобранных проб дроблёного зерна дробилками закрытого и открытого типов в сельскохозяй-

ственных предприятиях Удмуртской Республики приведены в таблице 1. Очевидным является то, что дробилки открытого типа более точно отвечают требованиям стандартов и зоотехнической науки. В то же время здесь не учитываются показатели энергоэффективности. Для взаимосвязи качественных показателей дробленого зерна с энергетическими предлагается вначале определить относительный показатель, который определяется как отношения значения оцениваемого показателя качества к допустимому значению. А затем найти показатель эффективности работы дробилки как произведение удельного расхода энергии и комплексного показателя.

Таблица 1 – Результаты анализа ситового анализа отобранных проб и расчёта относительного показателя качества

Показатели качества дробленого зерна	Допустимые значения показателей для молодняка крупного рогатого скота [1]	Значения: показатель качества / относительный показатель качества на дробилках типа	
		закрытого	открытого
Остаток на сите с диаметром отверстий 3 мм	не более 10 %	0...12,4 %/0,62	1,9...4,7 %/0,3
Содержание пылевидной фракции	не более 2 %	5,35...28,4 % /9,8	4,3...12,4м %/4,2
Содержание целых зёрен	не более 0,3 %	0...0,99/1,65	0,17...0,18/0,58
d_{cp}	1,0...1,8 мм	0,89...1,61 мм/1,21	1,5...1,6 мм/1,11
Степень однородности дроблёного зерна	85 %	48 %/0,56	54 %/0,64
Степень измельчения для ячменя с эквивалентным диаметром 4,5 мм	3,21	3,72/1,16	4,05/1,26

Из таблицы 1 очевидным является то, что дробилки открытого типа более точно отвечают требованиям стандартов и зоотехнической науки. В то же время здесь не учитываются показатели энергоэффективности. Для взаимосвязи качественных показателей дробленого зерна с энергетическими, предлагается вначале определить относительный показатель, который определяется как отношения значения оцениваемого показателя качества к допустимому значению. А затем найти показатель эффективности работы дробилки как произведение удельного расхода энергии и комплексного показателя. Результаты расчёта относительного показателя приведены в таблице 1. Для расчётов значения оцениваемого показателя качества приняты как среднеарифметические от пока-

зателей в таблице 1. В общем виде показатель эффективности работы дробилки определяется по формуле:

$$K_{эф} = \mathcal{E}_{уд} \times K_{от}, \quad (1)$$

где $K_{от}$ – относительный показатель качества.
 $K_{от}$ можно определить по формуле:

$$K_{от} = \frac{P_3 \times P_n \times P_{цз}}{Z_{изм} \times Z_{одн}}, \quad (2)$$

где P_3 – относительный показатель качества остатка на сите с диаметром отверстий 3 мм;

P_n – относительный показатель качества содержания пылевидной фракции;

$P_{цз}$ – относительный показатель качества содержания целых зёрен;

$Z_{изм}$ – относительный показатель качества степени однородности дроблённого зерна;

$Z_{одн}$ – относительный показатель качества степени измельчения для ячменя с эквивалентным диаметром 4,5 мм.

Принимая во внимание данные таблицы 1, результаты расчётов следующие: для дробилки закрытого типа $K_{от} = 15,43$, а для дробилки открытого типа $K_{от} = 0,9$.

Учитывая соответствующий удельный расход энергии для дробилок ДКР-5М – 7,4 и ДБ-5 с винтовыми транспортёрами – 6,6 кВт·ч/т, показатели эффективности работы рассматриваемых дробилок составляют соответственно 114,18 и 5,94. Следовательно, эффективность работы дробилки открытого типа значительно выше в сравнении с дробилкой закрытого типа.

Для расчета экономической составляющей эксплуатации той или иной дробилки обратимся к затратам электрической энергии каждой из них [10, 11]. Так как нам известно, что расход электрической энергии на каждую тонну измельченного зерна составляет для ДКР-5М – 7,4 и ДБ-5 с винтовыми транспортёрами – 6,6 кВт·ч/т соответственно. При объеме переработки зерна в хозяйстве на нужды кормления в объеме 1 500 тонн в год и средней стоимости электрической энергии для хозяйства 5 руб. за кВт/ч, получим следующие значения:

– ДКР-5М: $\mathcal{E}_1 = 7,4 \times 1\,500 \times 5 = 55\,500$ руб.

– ДБ-5: $\Xi_2 = 6,6 \times 1\,500 \times 5 = 49\,500$ руб.

Таким образом, видно, что использование дробилки ДБ-5, с точки зрения оплаты электрической энергии, обходится дешевле (на 6 000 руб. в год), но при этом никоим образом не учитываются показатели переработки зерна той или иной дробилкой, поэтому рассматривать полученные данные нужно совместно с комплексным показателем эффективности дробилки.

Выводы. Комплексная оценка эффективности работы дробилок открытого и закрытого типов показывает низкую эффективность последних. Показатели эффективности работы рассматриваемых дробилок составляют соответственно 114,18 и 5,94.

Список литературы

1. ГОСТ 13496.8-72. Комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений. – М.: Стандартиформ, 2011.
2. ГОСТ 9268–90. Комбикорма–концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. – М.: Изд–во стандартов, 1991. – 10 с.
3. Механизация технологических процессов / Н. Н. Белянчиков, И. П. Белехов, Г. Н. Кожевников, А. К. Тургиев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 400 с.
4. Федоров, О. С. Повышение эффективности функционирования молотковой дробилки путем совершенствования способа сепарации: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / Олег Сергеевич Федоров; Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2010. – 136 с.
5. Ипатов, А. Г. Повышение работоспособности сепарирующего решета дробилки зерна закрытого типа / А. Г. Ипатов, В. И. Ширококов, М. А. Кубалов // Известия ФГБОУ ВО Горский государственный аграрный университет. – 2018. – № 55 (1). – С. 112–119.
6. О необходимости модернизации всасывающе–нагнетательных дробилок зерна / В. И. Ширококов, Р. С. Байтуков, Е. В. Байтукова [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – № 4 (34). – С. 103–106.
7. Анализ работы ротационной дробилки кормов ДКР–5 / В. И. Ширококов, А. Г. Бастригов, Н. С. Панченко [и др.] // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: матер. Всерос. научн.–практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – Т. 3. – С. 60–65.
8. Исследование параметров изношенного сепарирующего решета / В. И. Ширококов, А. Г. Ипатов, Л. Я. Новикова, С. Н. Шмыков // Вестник ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – 2017. – № 3 (52). – С. 62–70.
9. Ширококов, В. И. Анализ качества измельченного зерна при использовании дробилок открытого и закрытого типов / В. И. Ширококов, О. С. Федоров, А. Г. Ипатов // Вестник ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – 2019. – № 2 (58). – С. 69–74.

10. Шмыков, С. Н. Экономическая целесообразность различных способов восстановления вала турбокомпрессора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: матер. Всерос. научн.-практ. конф. . – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2015. – С. 217–222.

11. Шмыков, С. Н. Экономическая оценка способов восстановления вала турбокомпрессора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, С. М. Стрелков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2014. – № 2 (39). – С. 44–46.

УДК 636.2:[611.786:612.76]

Б. А. Александров

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОСОБЕННОСТИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОПЫТНОГО РОГА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

При воздействии факторов, влияющих на структуру копытца, изменяются и их биофизические качества – влагоемкость, скорость стирания копытца, упругость, твердость, прочность. Определяющим звеном в патологии копытного рога является определение не только структурных характеристик копытного рога, но и его биофизических свойств.

Роговая капсула копытца является структурой, несущей на себе не только функцию защитного барьера для остальных частей копытца, но и опорно-амортизаторную функцию всей конечности животного. Биомеханические и биофизические качества копытцевого рога определяют морфологические и функциональные свойства копыта в целом, а также связаны с резистентностью дистального отдела конечностей к заболеваниям различной этиологии [1, 3, 4]

Цель. Изучить особенности биомеханики и биофизики копытцевого рога крупного рогатого скота.

Материалы и методы. Был проведен анализ литературных данных по вопросам биофизических свойств рогового чехла копытца крупного рогатого скота.

Результаты исследований. Роговой башмак является наружной частью копытца, представленный видоизмененным эпидермисом, который продуцируется в области каймы и венчика. От области венчика образуется глазурь стенки рога и трубчатый рог, которые являются внешним слоем копытцевого чехла, эпидермис кай-

мы же переходит в листочковый слой, который плотно срастается с надкостницей фаланг пальцев [6, 7].

Структурное состояние рогового башмака зависит от множества факторов, которые подразделяют на внешние и внутренние. К внешним относятся прежде всего зооигиенические параметры животноводческих помещений (способ содержания, температура воздуха, влажность, характер и состояние напольного покрытия, качество кормления) [8, 10]. Внутренние факторы включают в себя, прежде всего, породную предрасположенность, продуктивность, уровень обмена веществ конкретного животного, в том числе наличие достаточного количества микроэлементов и витаминов. В совокупности воздействие данных факторов может приводить к изменению структуры копытного рога, а как следствие, и к изменению его биофизических свойств, что является отправной точкой к возникновению тех или иных заболеваний дистального отдела конечностей [1, 2].

Помимо гистологических исследований и подсчета роговых трубочек, количество которых, как считает ряд авторов, обуславливает твердость и упругие качества копытцевого рога, существует ряд других показателей, определяющих качественные биофизические характеристики рогового башмака [7, 12]. К ним относят химический анализ на определение кальция, фосфора, серы, кобальта и цинка в кератине копытца [9, 11]. Твердость копытцевого рога определяют также с использованием пресс-машин (пресс Шора). Оценку упругих свойств (модуль Юнга, внутреннее трение) некоторые авторы проводят методом резонансного пьезоэлектрического возбуждения [3, 5].

Немаловажными также являются такие биофизические свойства рогового башмака, как эластичность, теплопроводность и влагоемкость. Данные показатели, наряду с вышеперечисленными, являются определяющими при оценке защитной функции копытного рога [4, 14].

Выводы. При воздействии факторов, влияющих на структуру копытца, соответственно изменяются и их биофизические качества – влагоемкость, скорость стирания копытца, упругость, твердость, прочность.

Таким образом, при изучении этиологии и патогенеза заболеваний дистального отдела конечностей крупного рогатого скота, определяющим звеном является определение не только структурных характеристик копытного рога, но и его биофизических свойств.

Список литературы

1. Самоловов, А. А. Болезни копытцев и пальца крупного рогатого скота / А. А. Самоловов, С. В. Лопатин. – Новосибирск, 2010. – 204 с.
2. Состояние обмена веществ, органов пищеварения, репродуктивной системы и дистальных отделов конечностей крупного рогатого скота в Удмуртской Республике / Г. Н. Бурдов, Е. А. Михеева, Л. А. Перевозчиков [и др.] // Вестник НГАУ. – № 3 (36). – 2015. – С. 82–90.
3. Быстрова, И. Ю. Применение твёрдых покрытий полов в коровниках со стойловым привязным содержанием животных / И. Ю. Быстрова, И. Е. Кущев // Рязанский центр научно-технической информации. – 1994. – № 233. – С. 94.
4. Быстрова, И. Ю. Состояние копытцев коров холмогорской породы разных генотипов / И. Ю. Быстрова, В. Г. Труфанов, А. М. Григоренко // Сборник науч. трудов. Ярославской ГСХА. – Ярославль, 2002. – С. 163–166.
5. Журба, В. А. Гистопатологические изменения в области патологического очага у коров с гнойными пододерматитами / В. А. Журба, И. А. Ковалёв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 9 (179). – С. 92–98.
6. Ламонов, С. А. Качество копытного рога у коров симментальской породы разных генотипических групп / С. А. Ламонов, И. А. Скоркина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (60). – С. 133–136.
7. Михеева, Е. А. Особенности ухода за копытцами крупного рогатого скота. Практическое пособие / Е. А. Михеева, Л. А. Перевозчиков. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2013. – 51 с.
8. Некробактериоз крупного рогатого скота и его профилактика: практическое пособие по профилактике болезней дистальных отделов конечностей у крупного рогатого скота для практикующих ветеринарных врачей, зоотехников и студентов по специальности «Ветеринария» и «Зоотехния» / Е. А. Михеева, Г. Н. Бурдов, Л. А. Перевозчиков, Т. В. Бабинцева. – Ижевск, 2015.
9. Михеева, Е. А. Определение прочности копытцевого рога крупного рогатого скота / Е. А. Михеева, К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: матер. Национальной научн.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зюнова. – Ижевск, 2020. – С. 396–400.
10. Руколь, В. М. Гистоморфологические изменения в тканях при комплексном лечении крупного рогатого скота с болезнями пальцев / В. М. Руколь // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ве-

теринарной медицины»: научно-практический журнал / под редакцией А. И. Ятусевич; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 2015. – Т. 51, вып. 1, ч. 1. – С. 132–136.

11. Туников, Г. М. Влияние минеральных элементов на биофизические свойства копытцевого рога крупного рогатого скота разных возрастов / Г. М. Туников, И. Ю. Быстрова // Ветеринарная практика. – 2007. – № 3. – С. 35–38.

12. Качество копытцевого рога скота и влияние на него отдельных этиологических факторов / Н. М. Хомин, А. Р. Мисак, С. В. Цисинская, В. В. Прицак // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2017. – Т. 19. – № 82. – С. 175–179.

13. Histopathological changes in uncomplicated sole ulcers in dairy cattle / Belge, Ali, et al. // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 36: 642-645. 10.3906/vet-1105-24.

14. Studying the Factors Affecting the State of Cattle Hoof Horn / T. Babintseva, E. Mikheeva, A. Shishkin [et al.] // Advances in Animal and Veterinary Sciences. – 2020. – Volume 8. – Special Issue 3. – P. 11–17.

УДК 636.2.034.082.2

**С. Д. Батанов, И. А. Баранова,
О. С. Старостина, М. М. Шайдуллина**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭКСТЕРЬЕР И ТИП ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ КАК ГЛАВНЫЙ ПРИЗНАК СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ СТАД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Представлены исследования параметров телосложения и молочной продуктивности коров черно-пестрой породы, а также результаты однофакторного дисперсионного анализа по выявлению степени влияния экстерьера на продуктивные качества. Результаты однофакторного дисперсионного анализа показали, что фактор «промер» оказывал влияние на молочную продуктивность с силой от 0,3 % до 12,2 %. Сила влияния факторов «индекс типа телосложения» в пределах 0,3–2,9 % и «индекс тазобедренной области» – 0,2–7,7 %. Наиболее высокое влияние факторов «индекс типа телосложения» и «индекс тазобедренной области» оказало на параметры, характеризующие качественные показатели молока.

Актуальность. Создание высокопродуктивного молочного стада крупного рогатого скота, характеризующегося хорошим здоровьем и длительным сроком эксплуатации, невозможно без систематической оценки животных по экстерьеру и типу телосложения.

Это обусловлено тем, что экстерьер в известной мере связан с физиологическими функциями организма и позволяет в определенной степени оценивать продуктивные качества животных. Кроме этого, по экстерьеру можно судить о внутреннем строении животного и особенностях его конституции [1–3, 8, 9].

Признаки телосложения тесно связаны с экономической ценностью молочного скота и эффективностью его разведения. Так, например, существует биологический оптимум для размера туловища половозрастной коровы. По данной причине экстремальные отклонения от среднего и часто даже положительные отклонения, показывают снижение эффективности использования коров, а, следовательно, экономической эффективности молочного скотоводства [1, 4, 5, 7]. В связи с этим в будущем следует ожидать, что размер животного будет обусловлен существующим положительным отношением к (средней) живой массе даже при отрицательном балансе с экономической точки зрения, поскольку основные исследования заключаются в повышении эффективности использования корма и, следовательно, косвенном сокращении выбросов метана в атмосферу [3, 6, 10].

Таким образом, правильная оценка и анализ признаков телосложения необходимы для определения генетических достоинств животного и возможном уровне реализации продуктивного и репродуктивного потенциала.

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение динамики изменения экстерьерных параметров и определение степени взаимосвязи продуктивных качеств и типа телосложения коров в популяции голштинизированного черно-пестрого скота Удмуртской Республики (Российская Федерация).

Материалы и методы. Научные исследования проводились в 2018–2020 гг. на племенном поголовье коров черно-пестрой породы Удмуртской Республики. Объем выборочной совокупности животных составил 449 коров. Основные данные по происхождению и молочной продуктивности опытного поголовья были взяты из форм зоотехнического учета и электронной базы ИАС «Селэкс – Молочный скот». Молочная продуктивность учитывалась по показателям: удой за 305 дней лактации, массовая доля жира (МДЖ) и массовая доля белка (МДБ). На основе использования показателей рассчитан «продуктивный индекс». Телосложение животных оценивали в период с 90-го по 150-й день лактации с помощью измерения и расчета экстерьерного индекса типа телосложения и индекса тазобедренной области. Экстерьер коров оценивали по промерам: высота в хол-

ке, прямая длина туловища, глубина груди, ширина груди, глубина туловища в пояснице, ширина в маклоках, ширина зада в седалищных буграх, прямая длина тазобедренной области, длина крестца, обхват пясти. Для более полной оценки типа телосложения животных был рассчитан экстерьерный индекс и индекс тазобедренной области по формулам, разработанным С. Д. Батановым и И. А. Барановой.

Экстерьерные параметры определены методом обработки изображений, полученных с помощью сенсора глубины – StructureSensor 3D. На основе полученных данных проведен однофакторный дисперсионный анализ и определена степень влияния параметров экстерьера на формирование телосложения и продуктивных качеств крупного рогатого скота.

Результаты исследований. Анализ возрастной динамики изменения параметров телосложения коров выявил биологическую закономерность увеличения экстерьерных признаков. При этом следует отметить, что величина индекса телосложения и индекса тазобедренной области существенно не изменилась в возрастной динамике и осталась в пределах статистической погрешности, что свидетельствует о достоверности выбранной методики расчета индексных величин. Так, средний индекс телосложения и индекс тазобедренной области в изучаемой выборке коров являются величиной относительно постоянной и варьируют между группами коров разного возраста в лактациях в пределах 0,6 % и 0,9 %.

Исследования в анализируемой популяции коров выявили высокий уровень молочной продуктивности. Удой за 305 дней 1 лактации в среднем составил 6085,12 кг молока, по 2-й, 3-й и 4-й лактациям – 7047,56 кг с содержанием жира и белка в молоке соответственно 4,08 %; 3,86 % и 3,02 %; 3,03 %. Продуктивный индекс составил 6765,17 кг и 7628,52 кг.

Экстерьер и конституция оказывают особое влияние на продуктивные, а значит и племенные качества животных. Для выявления взаимосвязи молочной продуктивности с параметрами экстерьера все поголовье полновозрастных коров по отдельно взятому промеру с учетом величины показателя было поделено на 3 группы: 1 группа – низкое значение показателя; 2 группа – среднее значение показателя; 3 группа – высокое значение показателя. Анализ экстерьерных параметров коров показал, что животные с разным уровнем продуктивности имеют отличия в телосложении. Существенное влияние на величину удоя за 305 дней лактации оказали промеры телосложения: прямая длина туловища, ширина в маклоках, обхват пясти, длина крестца. Высоки-

ми удоями обладали коровы с более удлиненным туловищем (на 4,9 % и 9,5 % при $P < 0,05$) и средней величиной длины крестца (на 6,8 % при $P < 0,05$ и 10,7 % при $P < 0,01$), а также имеющие ширококотельный конституциональный тип (по величине промера ширина в маклоках) (на 2,0 % и 7,5 % при $P < 0,05$) и обладающие средним уровнем развития костной системы (на 0,7 % и 7,2 % при $P < 0,05$).

Определенное влияние на качественные показатели молока коров и «продуктивный индекс» оказали промеры телосложения: глубина груди, ширина в маклоках, обхват пясти, глубина туловища в пояснице, ширина в седалищных буграх, длина крестца и длина тазобедренной области. Высокое содержание жира в молоке (на 0,05 % и 0,12 % при $P < 0,05$) имели коровы, обладающие более глубокой грудью, а высокое содержание белка в молоке (на 0,03 %) выявлено у коров с низкой величиной данного промера при недостоверной разнице (на 1,9 % и 3,9 %) по продуктивному индексу. Коровы, обладающие средней величиной показателя обхват пясти имели высокие показатели по содержанию белка в молоке (на 0,01 % и 0,03 % при $P < 0,05$) и продуктивному индексу (на 3,0 % и 10,3 % при $P < 0,01$).

Исследованиями установлено, что коровы с низкой величиной промера глубина в пояснице имеют более высокое содержание массовой доли жира в молоке (на 0,05 % и 0,09 % при $P < 0,05$) и продуктивного индекса соответственно на 7,1 % ($P < 0,05$) и 7,5 % ($P < 0,05$). Коровы, обладающие высокой величиной промера длина тазобедренной области превосходили своих сверстниц с низким уровнем данного параметра по массовой доле жира в молоке на 0,22 % ($P < 0,01$) и продуктивному индексу на 6,1 % ($P < 0,05$).

Наилучшие показатели по содержанию массовой доли жира в молоке на 0,19 % ($P < 0,05$) и 0,27 % ($P < 0,01$) и продуктивного индекса на 6,7 % ($P < 0,05$) и 7,5 % ($P < 0,05$) имели ширококотельные коровы. Коровы с высокой и средней величиной параметра ширина зада в седалищных буграх превосходили своих аналогов с низким уровнем показателя по содержанию жира в молоке на 0,25 % ($P < 0,01$) и 0,21 % ($P < 0,01$) и содержанию белка в молоке на 0,02 % и 0,03 % ($P < 0,05$). При этом следует отметить, что коровы, обладающие максимально широким задом в седалищных буграх имели достоверно высокий уровень продуктивного индекса на 10,2 %.

Отдельно взятые промеры, рассматриваемые изолированно друг от друга, не характеризуют экстерьер животного в едином целом. Поэтому в практике их выражают в соотношении между собой или в процентах от какого-либо основного промера, то есть

рассчитывают индексы телосложения. Полученные нами результаты показывают, что наилучшую молочную продуктивность имеют коровы с высоким экстерьерным индексом типа телосложения. При этом следует отметить, что коровы обладающие крупным и пропорционально развитым телосложением достоверно превосходили своих аналогов 1 и 2 группы по массовой доле жира в молоке (на 0,21 % при $P < 0,05$ и 0,12 % при $P < 0,05$) и массовой доле белка в молоке (на 0,03 % при $P < 0,05$ и 0,04 % при $P < 0,05$), а также по продуктивному индексу на 5,5 % ($P < 0,05$) и 4,8 % ($P < 0,05$). О гармоничности телосложения свидетельствует индекс тазобедренной области, определяемый как соотношение объема тазобедренной области к длине туловища. В наших исследованиях достоверных различий по показателям молочной продуктивности между группами коров с разным уровнем величины данного индекса не выявлено.

Результатами однофакторного дисперсионного анализа установлено, что на изучаемые биологические признаки коров фактор «промер» оказывал влияние с силой от 0,3 % до 12,2 %. При этом существенное влияние на удои коров за 305 дней лактации оказывали промеры: длина тазобедренной области (6,1 %), длина крестца (5,2 %) и прямая длина туловища (4,6 %). Выявлено существенное влияние на содержание жира в молоке коров промеров: ширина в маклоках (12,2 %), ширина зада в седалищных буграх (11,5 %) прямая длина туловища (8,7 %), на содержание белка в молоке промеров: высота в холке (6,4 %), ширина в маклоках (4,7 %) и глубина груди (4,6 %). На величину продуктивного индекса существенное влияние оказали экстерьерные параметры: длина тазобедренной области (10,5 %) и прямая длина туловища (9,2 %).

Анализ биологических признаков коров с разным уровнем телосложения показал, что сила влияния фактора «индекс типа телосложения» варьировала в пределах 0,3–2,9 %, «индекс тазобедренной области» – 0,2–7,7 %. Выявлено высокое влияние факторов «индекс типа телосложения» и «индекс тазобедренной области» на параметры, характеризующие качественные показатели молока: массовая доля жира в молоке (2,9 % и 7,7 %) и массовая доля белка в молоке (1,4 % и 2,9 %).

Выводы и рекомендации. Таким образом, типизация (выравнивание) скота по экстерьерным признакам необходима для унификации способов содержания, кормления и доения животных в условиях промышленной технологии. При этом различия между

животными могут отрицательно сказываться на элементах технологии. В результате дисперсионного анализа установлено с высокой достоверностью влияние на молочную продуктивность, как отдельных параметров экстерьера, так и в целом телосложения коров.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-016-00192.

Список литературы

1. Батанов, С. Д. Разработка модели комплексной оценки экстерьера и продуктивности молочного скота с использованием цифровых технологий / С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина // Зоотехния. – 2019. – № 7. – С. 2–8.
2. Batanov, S. D. Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems/. S. D. Batanov, I. A. Baranova, O. S. Starostina. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Institute of Physics and IOP Publishing Limited. – 2019. – Vol. 315(3). – 032006.
3. Валитов, Х. З. Продуктивное долголетие коров в условиях интенсивной технологии производства молока / Х. З. Валитов, С. В. Карамаев // Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – 2012. – 322 с.
4. Взаимосвязь паратипических признаков с продуктивным долголетием коров черно-пестрой породы / А. И. Любимов, А. С. Чукавин, С. Л. Воробьева, В. М. Юдин // Вестник Ижевской ГСХА. – 2017. – № 4 (53). – С. 42–49.
5. Зубриянов, В. Ф. Экстерьер и продуктивность черно-пестрого скота поволжского типа / В. Ф. Зубриянов, В. В. Ляшенко, И. М. Морозов // Зоотехния. – 2001. – № 4. – С. 4–6.
6. Карамаев, С. В. Особенности роста и развития телок молочных пород в условиях промышленного комплекса / С. В. Карамаев, А. В. Коровин, Л. Н. Бакаева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(40). – С. 137–140.
7. Ляшенко, В. В. Оценка типа телосложения высокопродуктивных коров голштинской породы / В. В. Ляшенко, И. В. Ситникова // Нива Поволжья. – 2013. – № 3 (28). – С. 118–123.
8. Производство и переработка продукции крупного рогатого скота / М. Р. Кудрин, О. А. Краснова, Е. В. Хардина, А. Л. Шкляев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 124 с.
9. Родионов, Г. В. Отбор коров в условиях молочного комплекса / Г. В. Родионов // Зоотехния. – 1995. – № 2. – С. 23–26.
10. Технологические свойства молока коров черно-пестрой породы нового типа / А. И. Любимов, Е. Н. Мартынова, В. А. Бычкова [и др.] // Зоотехния. – 2015. – № 1. – С. 19–21.

М. П. Аксенов, Н. Ю. Петров, К. В. Костычев
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОМ СТИМУЛИРОВАНИИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Описана методика проведения лабораторных опытов на семенах подсолнечника с целью повышения кондиционных свойств путем воздействия на семена электрического поля переменного напряжения промышленной частоты.

Актуальность. Подсолнечник является основной культурой, возделываемой в России для получения растительного масла. На протяжении длительного времени увеличиваются площади, занятые под подсолнечник, а также валовый сбор и урожайность с гектара [7].

Повышение количества всхожих и нормально проросших семян является актуальной задачей в агрономии. В настоящее время для борьбы с патогенной микрофлорой как на поверхности семени, так и с инфекциями внутри самого семени активно применяются биологические методы [5], при которых семена протравливаются перед посевом регуляторами роста, стимулирующими протекание процессов роста и развития, а также фунгицидами, направленными на подавление патогенной микрофлоры.

В связи с этим актуальным остаётся вопрос применения экологически чистых, не оказывающих вредного влияния на окружающий животный и растительный мир методов предпосевного стимулирования семян и уничтожения вредителей на семенах. К таким методам относятся – электрофизическое воздействие на семена как непосредственное действие электрического тока, так и косвенное – электрическое поле, которое вызывает раздражительность у растения [8]. Известно несколько десятков способов успешного применения электрофизических воздействий на различный семенной материал. Но имеются и прямо противоположные исследования, утверждающие о негативном влиянии электрических факторов на жизнедеятельность растений, т.е. происходит как минимум угнетение, в результате чего растение медленнее развивается, снижается урожайность, как максимум – растение просто погибает.

По мнению Т. С. Нижарадзе [5], с точки зрения безопасного проведения работ для обслуживающего персонала, применения специфического и порой дорогостоящего оборудования, а, следовательно, и доступности для промышленного внедрения, являются магнитные и электрические поля.

Проведенные учеными исследования свидетельствуют, что механизм биологического воздействия в большинстве изученных способов одинаковый как по переносу и поглощению энергии воздействия на организм, так и изменениями, происходящими на морфологическом и физическом уровне облучаемых семян, поэтому похожими являются и ответные реакции в обрабатываемых семенах.

Обработка семенного материала в электрическом поле позволяет добиться увеличения всходов, возрастает устойчивость всходов к неблагоприятным природно-климатическим условиям [7], что позволяет уменьшать норму высева семян, тем самым осуществлять экономию. Но при этом следует учитывать, что увеличение урожая возможно только при определённых параметрах электрического поля (напряженности, времени воздействия). Каждая культура имеет свои оптимальные параметры, при которых происходит оздоровление клеток и стимуляция к росту, не соблюдение оптимальных параметров может привести к угнетению клеток семени. Поэтому перед полевыми опытами необходимо проводить лабораторные исследования, направленные на установление оптимальных параметров обработки. Для исследования в лабораторных условиях на определение лабораторной всхожести и энергии прорастания был взят сорт семян подсолнечника Родник 453.

Материалы и методика. Исследования проводились в лаборатории «Техника высоких напряжений» в ВолГАУ г. Волгограда. В качестве источника создания переменного поля высокого напряжения использовался высоковольтный аппарат СКАТ-70 [4], позволяющий создавать напряжение переменного тока до 70 кВ обладающий плавным регулированием рабочего напряжения, визуально отображаемом на цифровом дисплее.

На рисунке 1 изображен СКАТ-70 с экспериментальной ячейкой, в которой обрабатывались семена подсолнечника.

Экспериментальная ячейка представляет собой прямоугольный ящик, на дно и крышку которого прикреплены стальные пластины, к верхней пластине подведен проводник от высоковольтного блока СКАТ-70, нижняя пластина заземлена [1]. При включении установки между пластинами создается электрическое поле,

которое оказывает воздействие на помещенные между пластинами семена.

Эксперименты проводились при изменении двух сильнодействующих факторов, влияющих на живые организмы: напряженность электрического поля между пластинами, время воздействия электрического поля на семена. Напряженность принималась равно: 2 кВ/см, 4 кВ/см, 6 кВ/см, 8 кВ/см, 10 кВ/см. Время обработки (экспозиция): 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 секунд.

Результаты исследований. Зависимость полученных экспериментальных данных представлена в виде графика на рисунке 2.

Влияние режимов обработки на лабораторную всхожесть



а

б

Рисунок 1 – Высоковольтный аппарат СКАТ 70 для создания переменного электрического поля (а) и экспериментальная ячейка (б)

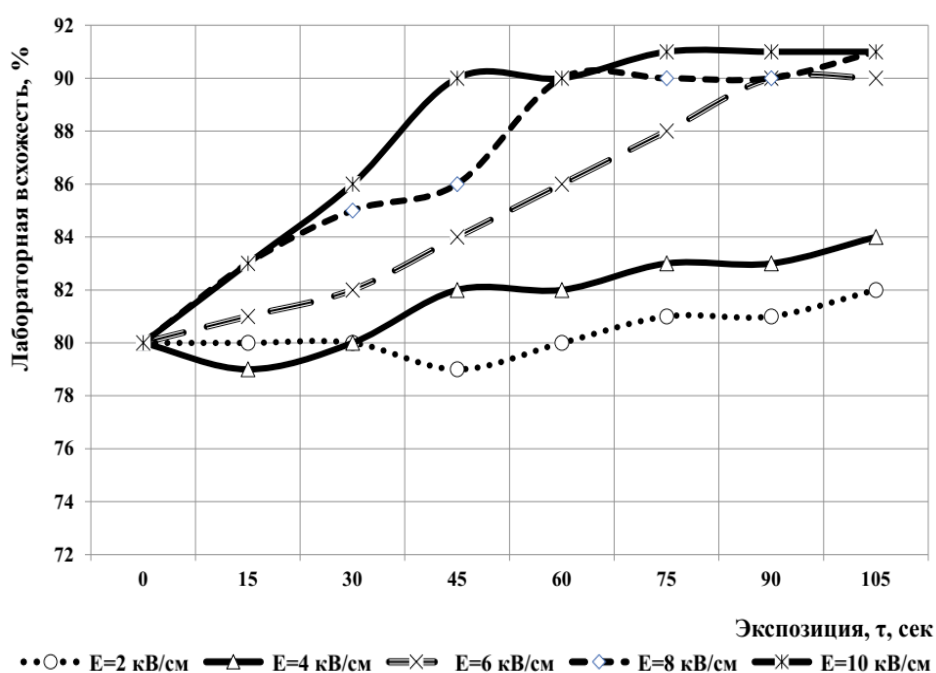


Рисунок 2 – Зависимость лабораторной всхожести семян подсолнечника от напряженности электрического поля и времени воздействия

Анализируя полученные данные по методике, описанной в Б. А. Доспеховом [3], можно сделать вывод, что при напряженности 8 кВ/см лабораторная всхожесть достигала 90 % уже при 60 секундах, при 10 кВ/см – 90 % всхожести уже было при 45 секундах, при напряженности 6 кВ/см – 90 % получено при 90 секундах. При режимах с 2–4 кВ/см, максимальные данные по всхожести получены при 105 секундах, 82 % и 84 % соответственно. Контроль без обработки составил – 80 %.

Выводы и рекомендации: оптимальным режимом с учетом безопасности и скорости обработки будет принят: 8 кВ/см – 60 секунд, лабораторная всхожесть – 90 %.

Список литературы

11. Аксенов, М. П. Применение экологически чистого способа обеззараживания посевного материала в электрическом поле высокого напряжения / М. П. Аксенов, Д. Д. Нехорошев, К. В. Костычев, А. Н. Чернявский // Приоритетные научные исследования и инновационные технологии в АПК: наука – производству: матер. Национальной научн.-практ. конф. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ. 2019. – Том 2. – С. 476–481.

12. Беленков, А. И. Предпосевная обработка семян подсолнечника в Волгоградской области / А. И. Беленков, М. П. Аксенов, И. В. Юдаев // Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства: м-лы Всерос. научн.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, почетного работника ВПО РФ, заслуж. раб. высшей школы РФ, заслуж. деят. науки и техники Ульяновской области, заведующего кафедрой «Почвоведение, агрохимия и агроэкология» Куликовой А. Х. – Ульяновск: Столыпина, 2017. – С. 101–107.

13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 463 с.

14. Ивушкин, Д. С. Предпосевная обработка семян робинии лжеакации электрофизическим воздействием / Д. С. Ивушкин, М. П. Аксенов, В. А. Спиридонов, Ю. А. Панчишкина // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: матер. Национальной научн.-практ. конф. Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I. Под общей редакцией О. М. Костикова, А. В. Божко. – Воронеж, 2019. – С. 51–56.

15. Лукомец, В. М. Защита подсолнечника / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, Н. М. Тишков, И. И. Шуляк // Защита и карантин растений (Библиотечка по защите растений). – М., 2008. – № 2. – 32 с.

16. Нижарадзе, Т. С. Теоретическое обоснование применения физических методов предпосевной обработки семян в защите зерновых злаковых куль-

тур от болезней: дис.... д-ра с.-х. наук / Татьяна Сергеевна Нижарадзе. – Самара, 2016. – 377 с.

17. Российский рынок семян подсолнечника и подсолнечного масла в 2001–2019 г. – URL: https://agrardialog.ru/files/prints/russian_market_of_sunflower_seeds_and_sunflower_oil_in_1990_2013.pdf.

18. СКАТ-70 – аппарат высоковольтный испытательный. – URL: <https://www.electronpribor.ru/catalog/2/skat-70.htm>. – Загл. с экрана.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 664.022.3

**К. В. Анисимова¹, Т. С. Копысова¹, О. А. Осколкова¹,
И. В. Бадретдинова¹, И. А. Осколкова²**

¹ *ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

² *Институт иностранных языков*

Хубейского университета образования

ГИДРОКОЛЛОИДЫ СЕМЯН ЛЬНА: ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Приведена характеристика гидроколлоидов, которые применяются в пищевом производстве, рассмотрены функциональные свойства гидроколлоидов семян льна и их применение при производстве нового вида мороженого.

Актуальность. Различные функциональные продукты здорового питания пользуются высоким спросом. Это означает активное использование натуральных компонентов растительного происхождения при их производстве. Поэтому создание пищевых продуктов специализированного назначения на основе отечественного продовольственного сырья – одна из главных задач государственной политики в области здорового питания населения [1].

Материалы и методики. Исследование проводилось на основе анализа научных статей по выбранной теме, маркетинговых данных с использованием интернет ресурсов.

Результаты исследований. Согласно данным исследовательской компании LFR [6], самый большой объем потребления среди пищевых добавок составляют ферменты, гидроколлоиды и ароматизаторы. Интенсивный рост производства и потребления гидроколлоидов в пищевых технологиях происходит благодаря их функционально-технологическим свойствам, которые создают качество продуктов, требуемое современным потребителем. Гидроколлоиды в большей степени способствуют созданию необходимой консистенции пищевого продукта. Они обладают высокими

стабилизирующими, структурообразующими и влагоудерживающими свойствами. На рисунке 1 показаны гидроколлоиды, которые производятся в промышленных масштабах и применяются в пищевых технологиях.

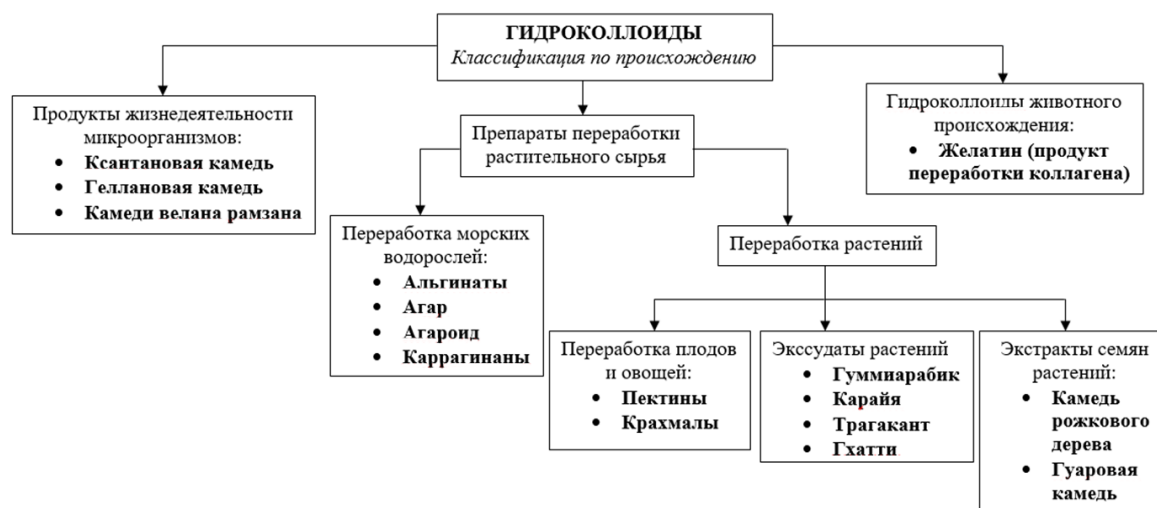


Рисунок 1 – Классификация гидроколлоидов

Согласно данной классификации, наибольшую часть гидроколлоидов составляют продукты переработки растительного сырья – набухающие в воде или растворимые в ней полимеры. Они относятся к классу полисахаридов, которые состоят из нескольких моносахаридов – глюкозы, галактозы, маннозы, рамнозы, арабинозы, глюкуроновых кислот. Полимеры разделяют на три группы [5]:

- Гидроколлоиды плодов и овощей (производные, получаемые модификацией полисахаридов природного происхождения, например, клетчатки, крахмала).
- Гидроколлоиды различных семян (из экстрактов семян)
- Экссудаты (смолы, выделяемые растениями)

Из местного сырья, перспективным источником пищевых компонентов, являются семена льна [4]. Гидроколлоиды семян льна – это полисахариды, которые находятся в льняной слизи. Она покрывает семена льна и придает им блеск.

Гидроколлоиды используются в качестве загустителей, гелеобразователей или стабилизаторов пищевых эмульсий. Анализ рынка показал, что в России расширяются сферы применения гидроколлоидов. Это мясоперерабатывающая промышленность, кисломолочные продукты и производство различных видов напитков. Увеличилось использование гидроколлоидов-стабилизаторов

в производстве выпечных и кондитерских, хлебобулочных изделий, десертов, молочных продуктов [2, 4, 8–10].

В последние годы уверено растёт глобальный рынок мороженого и, по прогнозам различных аналитических агентств, в ближайшей перспективе продолжит рост [3]. В 2018 году мировой рынок мороженого оценивался почти в 5,8 млрд долларов и, согласно прогнозу Statista, к 2024 году увеличится до 75 млрд долларов. Росту глобальных продаж способствуют: урбанизация, рост доходов населения, а также гибкость производителей к изменениям в спросе. В результате чего появляются новые вкусы и виды продукции, такие как мороженое на растительной основе и с низким содержанием жира, безлактозное и в йогуртовое мороженое. Поэтому разработка нового вида мороженого с применением функциональной добавки гидроколлоидов семян льна является актуальным.

Реальность использования данной технологии связана с доступностью сырья (местные сорта семян льна), простой технологией получения веществ из семян льна (водная экстракция), а также уже проведенными в области применения семян льна научными исследованиями.

Полисахариды семян льна обладают следующими полезными, функциональными и технологическими свойствами: натуральное растворимое волокно, стабильны благодаря влагоудерживающей способности, препятствуют потере влаги, не имеют запаха, вкуса и цвета, не токсичны, имеют низкий уровень калорийности. Гидроколлоиды семян льна способствуют снижению гликемического индекса, содержания холестерина в крови, поэтому оказывают положительное влияние при профилактике диабета и снижении риска коронарной недостаточности.

Выводы и рекомендации: По своим функционально-технологическим свойствам гидроколлоиды семян льна могут использоваться в пищевых технологиях в качестве загустителя, стабилизатора и влагоудерживающего агента. Гидроколлоиды семян льна – это пищевые волокна, которые служат физиологически необходимыми элементами пищи.

Данный факт позволяет их рассматривать и как технологическую добавку, и как биологически ценный ингредиент. Новая технология мороженого позволит создать конкурентоспособный продукт, у которого будут высокие функционально-технологическими характеристиками.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р. [Электронный ресурс] // Гарант.ру. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12079847> (дата обращения: 12.10.2020).
2. Главатских, Н. Г. Обоснованность применения пищевых добавок в молочном производстве / Н. Г. Главатских // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2011. – С. 8–12.
3. Глобальный рынок мороженого [Электронный ресурс] // The Dairy News. – URL: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=1948> (дата обращения: 12.10.2020).
4. Калмыкова, Е. Н. Анализ рынка молочной продукции / Е. Н. Калмыкова, О. Б. Поробова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международной науч.-прак. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – С. 229–232.
5. Технология продукции общественного питания / под ред. А. И. Мглинца. – СПб.: Троицкий мост, 2015. – 736 с.
6. Петыш, Я. Обзор российского рынка ингредиентов [Электронный ресурс] // Российский продовольственный рынок. – 2014. – № 2. – URL: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=1948> (дата обращения: 12.10.2020).
7. Миневич, И. Э. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы их использования в пищевых технологиях / И. Э. Миневич, Л. Л. Осипова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – № 3. – С. 16–25.
8. Шумилова, И. Ш. Изучение влияния добавок гречневой муки на показатели качества кексов / И. Ш. Шумилова, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских // Хлебопечение России, 2018. – № 4. – С. 44–47.
9. Шумилова, И. Ш. Инновационные приемы в индустрии питания / И. Ш. Шумилова, А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. науч.-прак. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – С. 205–210.
10. Шумилова, И. Ш. Особенности применения нетрадиционного сырья при изготовлении соуса майонез на предприятиях питания / И. Ш. Шумилова, К. В. Анисимова // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы 69-ой Междунар. науч.-прак. конф. – Рязань, 2018. – С. 120–125.

К. В. Анисимова, Л. Р. Рахматуллина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ КЛУБНИКИ

Представлен анализ результатов замораживания клубники с использованием холодильного шкафа, аппарата шоковой заморозки, а также криогенного замораживания в среде углекислого газа.

Актуальность. Замораживание – это процесс частичного или полного превращения тканевой жидкости замораживаемого продукта в лед.

Замораживание позволяет сохранить продукт в течение длительного времени, подготовить к дальнейшим технологическим операциям, производить пищевые продукты и придавать им вкусовые и товарные качества.

Известно, что при обычном замораживании результат получается не самым лучшим в связи с большим количеством времени пребывания в морозильной камере, поэтому при размораживании изменяются органолептические показатели продукта.

Материалы и методика. Исследования проводились на клубнике. Для замораживания использовали холодильный шкаф Sharp SJ-P68 MSA, аппарат шоковой заморозки Tefcold BLC10-P, лабораторную криогенную установку с углекислым газом. Измерения температуры продукта проводились термометром с выносным щупом Thermo TM 1059.

Результаты исследований. Криогенное замораживание в среде углекислого газа реализуется в 3 этапа, как и все остальные способы.

Первый этап – Охлаждение (от 20 до 0 °С).

Второй этап – Фазовый переход (от 0 до -5 °С).

Третий этап – Домораживание (от -5 °С до -18 °С).

Существенная разница в способах замораживания происходит во втором этапе – фазовом переходе, когда начинает образовываться лед и замерзает большая часть влаги. При обычном замораживании образуются крупные кристаллы, которые разрушают структуру клеток и приводят к изменению внешнего вида изде-

лия, а также к обильному выделению клеточного сока при размораживании [1–3, 5].

Для ограничения роста кристаллов, предложено в фазовом переходе ввести ультразвуковые колебания в лабораторную установку криогенного замораживания. Ультразвуковой генератор вырабатывает колебания с параметрами: $\nu \approx 880$ кГц; $I \leq 0,4$ Вт/см². Ультразвуковые колебания воздействует на клубнику до тех пор, пока температура в центре клубники не приблизится к -5 °С. После этого генератор автоматически выключается, далее происходит процесс домораживания.

Продукт хранится при температуре -18 °С [1, 4, 6–10] (рис. 1, 2, 3).

В таблицах 1, 2, 3 представлены результаты исследования замораживания клубники разными способами.

Таблица 1 – Результаты замораживания клубники на лабораторной криогенной установке

Время τ , мин	0	0,5	0,7	1	1,1	1,22	1,32	1,42	1,52	2,01	2,18	2,22	2,32	2,43	2,53	3,06	3,36	4	4,5	5,1	6	7,2	8,1	8,43	9,25
Температура t , °С	17,3	14,2	12,5	10,9	9	8,2	7	5,7	4,3	2,2	1,5	0,3	-0,9	-1,7	-2	-3,1	-4,2	-5,1	-7	-7,9	-9	-11,5	-15,2	-16,3	-18,1

Таблица 2 – Результаты замораживания клубники с использованием аппарата шоковой заморозки

Время τ , мин	0	1,2	1,46	2,03	2,21	2,45	3,01	3,23	3,36	3,54	4,08	4,12	4,21	4,5	5,12	5,48	6	7,22	8,3	9,2	10,3	13	16,21	18,56	23,12
Температура t , °С	17,8	15,2	13	11,2	9	7,9	6,9	5,1	4	1,9	0,8	0	-0,5	-1,2	-2,5	-3,2	-4,2	-5	-7	-8,2	-8,5	-9	-14,5	-15,9	-18,2

Таблица 3 – Результаты замораживания клубники с использованием холодильного шкафа Sharp SJ-P68 MSA

Время τ , мин	0	1,25	2,02	2,34	2,42	2,55	3,1	3,42	3,75	5,1	6,22	7,09	7,46	8	8,29	9,16	10,29	12,41	16,2	19,34	23,49	27,35	32,19	39,52	45,56
Температура t , °С	17,4	15	12,6	11	9,3	8,1	7,2	5,9	4,2	2	1,1	0	-0,8	-1,6	-2,2	-3,4	-3,7	-5,4	-7	-8	-9,5	-11,2	-14,9	-16,5	-18

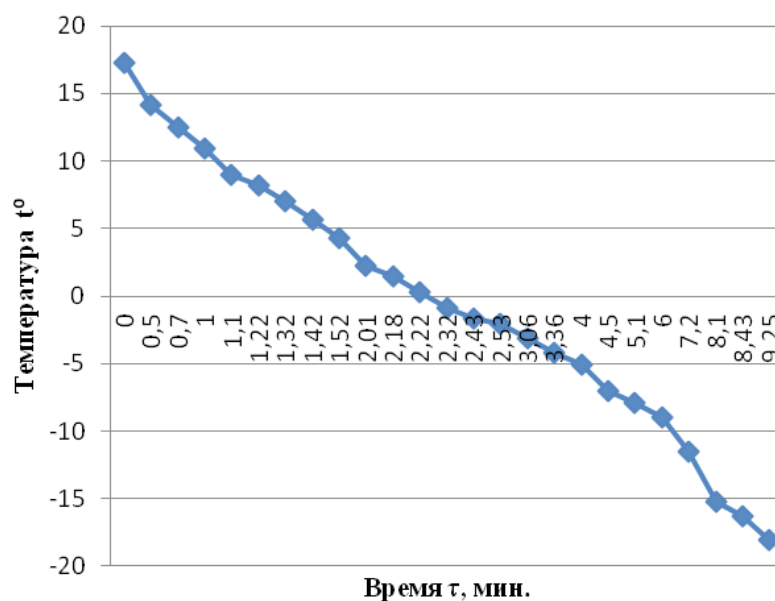


Рисунок 1 – Замораживание клубники на лабораторной криогенной установке

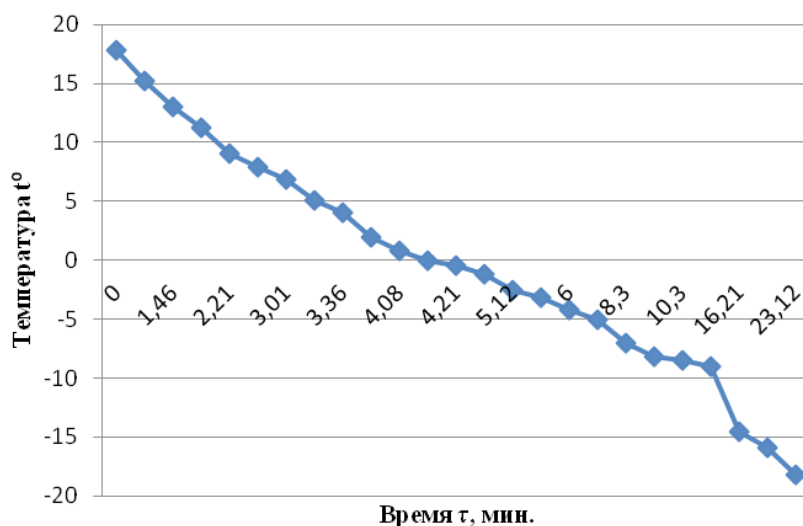


Рисунок 2 – Замораживание клубники с использованием шкафа шоковой заморозки

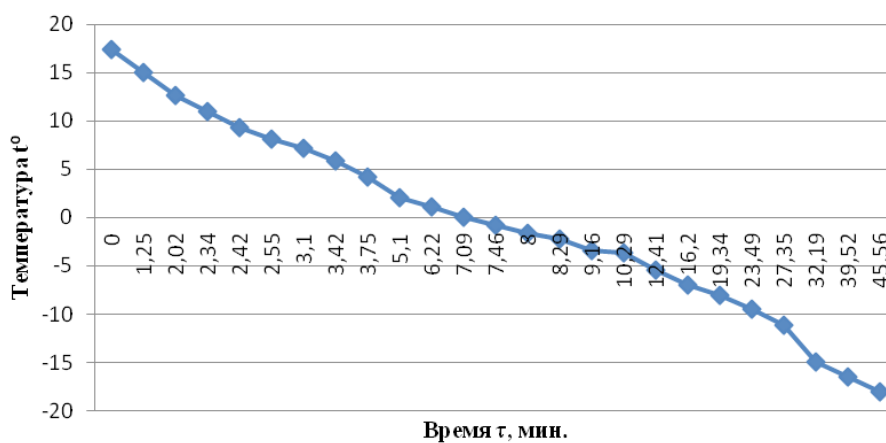


Рисунок 3 – Замораживание клубники с использованием холодильного шкафа Sharp

Вывод. По результатам исследования способов замораживания клубники видно, что самым быстрым способом является криогенное замораживание в среде углекислого газа с интенсификацией фазового перехода ультразвуком. После размораживания продукт сохраняет все органолептические показатели.

Список литературы

1. Анисимова, К. В. Замораживание пищевых продуктов с использованием ультразвука / К. В. Анисимова, Л. Р. Рахматуллина // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: матер. Национальной научн.-техн. конф., посвященной 60-летию кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 249–251.

2. Анисимова, К. В. Исследование процесса кристаллогидратного замораживания плодов / К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: матер. Всерос. научн.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2011. – С. 3–5.

3. Анисимова, К. В. Установка для быстрого замораживания пищевых продуктов / К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов, О. Б. Поробова // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии сельскохозяйственного предприятия: матер. Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 30-летию филиала кафедры растениеводства ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА в СХПК – Колхоз имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики. – Ижевск, 2014. – С. 18–20.

4. Анисимова, К. В. Установка для быстрого замораживания пищевых продуктов / К. В. Анисимова, О. Б. Поробова // Продовольственная индустрия: безопасность и интеграция: матер. Междунар. научн.-практ. конф. – Пермь, 2014. – С. 3–5.

5. Воробьева, Л. С. Моделирование процесса криогенного замораживания плодов / Л. С. Воробьева, К. В. Анисимова, А. П. Ильин // Научный потенциал – аграрному производству: матер. Всерос. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2008. – С. 94–97.

6. Касаткин, В. В. Как сохранить урожай круглый год / В. В. Касаткин, И. Г. Поспелова, К. В. Анисимова // Картофель и овощи. – 2007. – № 8. – С. 16.

7. Литвинюк, Н. Ю. Моделирование процесса криогенного замораживания плодов рябины обыкновенной / Н. Ю. Литвинюк, Л. С. Воробьева, А. П. Ильин [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 5. – С. 21–22.

8. Литвинюк, Н. Ю. Способ криогенного замораживания для последующей сублимационной сушки в потоке инертного газа / Н. Ю. Литвинюк, К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 9. – С. 39–41.

9. Рахматуллина, Л. Р. Анализ существующих методов быстрого замораживания / Л. Р. Рахматуллина // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – 2019 – № 2 (9). – С. 695–696.

10. Спиридонов, А. Б. Современные методы и средства безопасного хранения и производства в пищевой отрасли / А. Б. Спиридонов, И. Ш. Шумилова, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. научн.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – С. 183–187.

УДК 621.798.1

**И. В. Бадретдинова, С. П. Игнатьев,
К. В. Анисимова, А. А. Сергеев**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ

Разработана математическая модель плотности ультразвукового излучения в процессе производства льняной тресты.

Актуальность. Существующие технологии производства льняной костры имеют существенные недостатки [1]. В целях повышения интенсификации технологии И. В. Бадретдиновой, В. В. Касаткиным был предложен способ получения льняной тресты путем ее замачивания в водной среде, активизированной ультразвуком [2]. Для достижения положительного эффекта необходимо определить необходимую плотность потока ультразвукового излучения.

Материалы и методика. Для решения поставленной задачи использован метод формального прямого аналитического решения равномерного озвучивания среды с целью получения продукта одинакового качества в любой точке установки.

Результаты исследований. В условиях ультразвукового замачивания периодического действия однородность свойств конечного продукта определяется распределением плотности потока ультразвукового излучения (ультразвуковой энергии). В этих установках, как правило, применяются плоские ультразвуковые гене-

раторы. Генераторы устанавливаются с шагом, который находят, исходя из предельно допустимой плотности потока энергии.

Заданную неоднородность УЗ-поля определяют решением двух уравнений:

$$\operatorname{div} \vec{q} = \rho, \quad (1)$$

$$\operatorname{rot} \vec{q} = 0, \quad (2)$$

где \vec{q} – вектор интегральной плотности потока УЗ-излучения, Вт/м²;
 ρ – плотность источников, Вт/м³.

Уравнения (1) и (2) являются аналогами известных уравнений электростатики [3] и имеют одинаковую суть. Уравнение (2) – это условие консервативности ультразвукового поля. Из него вытекает, что плотность потока излучения (ППИ)

$$\vec{q} = -\operatorname{grad} \Psi, \quad (3)$$

где Ψ – вспомогательная функция.

Эта функция приведет уравнения (1) и (2) к виду

$$\nabla^2 \Psi = -\rho, \quad (4)$$

Рассмотрим большое количество длинных плоских ультразвуковых генераторов (рис. 1). Начало координат размещаем на генераторе, причем на каком конкретно не имеет значения, т.к. они эквивалентны (количество генераторов $N \rightarrow \infty$).

Задачу считаем двумерной (длина генератора $L \rightarrow \infty$). Для области пространства, свободной от источников ультразвукового излучения ($\rho = 0$), уравнение (4) приводится к двумерному уравнению Лапласа

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = 0. \quad (5)$$

Частное решение (5) ищем в виде

$$\Psi(x, z) = \varphi(x) - \varphi(z) - cz, \quad (6)$$

где c – удельная теплоемкость среды, кДж/(кг*К).

Подставив уравнение (6) в дифференциальное уравнение (5), получаем

$$\frac{\partial^2 \varphi(x)}{\partial x^2} \varphi(x) + \frac{\partial^2 \varphi(z)}{\partial z^2} \Psi(x) = 0. \quad (7)$$

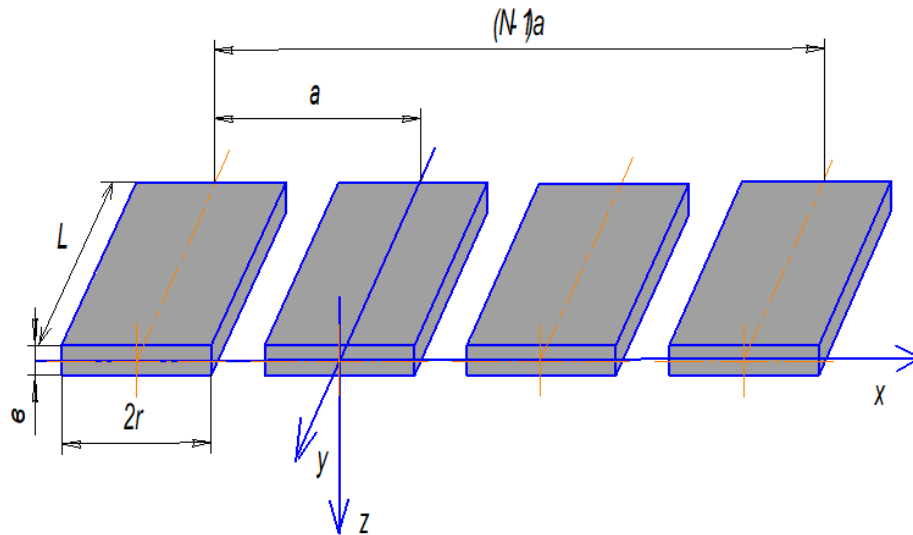


Рисунок 1 – Схема размещения УЗ-генераторов

Разделив переменные, получим

$$-\frac{\frac{\partial^2 \varphi(x)}{\partial x^2}}{\varphi(x)} = \frac{\frac{\partial^2 \varphi(z)}{\partial z^2}}{\varphi(z)} = \kappa^2, \quad (8)$$

где κ – расчетный коэффициент.
откуда

$$\frac{\partial^2 \varphi(x)}{\partial x^2} + \kappa^2 \varphi(x) = 0, \quad (9)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi(z)}{\partial z^2} + \kappa^2 \varphi(z) = 0. \quad (10)$$

Решения этих уравнений имеют вид:

$$\varphi(x) = c_1 \text{Sin} \kappa x + c_2 \text{Cos} \kappa x, \quad (11)$$

$$\varphi(z) = c_3 \exp(-\kappa z) + c_4 \exp(\kappa z), \quad (12)$$

где $k, c_1 \dots c_4$ – постоянные, определяемые граничными условиями.

Компоненты плотности потока излучения находим по формуле (13), постоянные из условий:

$$q_x \Big|_{x=0} = - \frac{\partial \Psi}{\partial x} \Big|_{x=0} = k\varphi(z) [-c_1 \text{Cos}kx + c_2 \text{Sin}kx] = 0, \quad (13)$$

$$\bar{q} \Big|_{x=0} = \bar{q} \Big|_{x=na}; \quad n = 0, 1, \dots, n, \quad (14)$$

$$q_z \Big|_{z \rightarrow \infty} = - \frac{\partial \Psi}{\partial z} \Big|_{z \rightarrow \infty} = k\varphi(x) [c_3 \exp(-kz) + c_4 \exp(kz)] \Big|_{z \rightarrow \infty} + c = \text{const}. \quad (15)$$

Из условий (13) и (15) вытекает $c_1 = c_4 = 0$. Условие (13) эквивалентно

$$q_x \Big|_{x=0} = q_x \Big|_{x=na}, \quad q_y \Big|_{x=0} = q_y \Big|_{x=na},$$

откуда следует $\sin kna = 0$ или $k = \frac{2\pi n}{a}$, таким образом, (6) запишется в виде

$$\Psi(x, z) = \tilde{c} \exp(-2\pi n z) \text{Cos} \frac{2\pi n x}{a} - cx. \quad (16)$$

Обозначим, $\tilde{c} = c_2 c_3$. Решение (16) для уравнения Лапласа является частным решением, т.к. зависит от n . Общее решение имеет вид:

$$\Psi = \sum_{n=1}^{\infty} \Psi_n(x, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \tilde{c} \exp\left(-\frac{2\pi n z}{a}\right) \text{Cos} \frac{2\pi n x}{a} - cx + c_0. \quad (17)$$

Постоянная c_0 не влияет на плотность потока излучения, поэтому $c_0 = 0$. В соответствии с (14)

$$q_z \Big|_{z=0, N=0} = C = \frac{Q}{La}, \quad (18)$$

где $Q = \eta_{v3} P$.

Выше η_{v3} – энергетический коэффициент полезного действия генератора ультразвуковой области, P – мощность ультразвукового генератора [4]. Итак, в соответствии с (8) и (16) компоненты плотности потока излучения имеют вид:

$$q_x = \sum_{n=1}^{\infty} \tilde{c}_n \frac{2\pi n}{a} \exp\left(-\frac{2\pi n z}{a}\right) \text{Sin}\left(\frac{2\pi n x}{a}\right), \quad (19)$$

$$q_z = \sum_{n=1}^{\infty} \tilde{c}_n \frac{2\pi n}{a} \exp\left(-\frac{2\pi n z}{a}\right) \text{Cos}\left(\frac{2\pi n x}{a}\right) + \frac{Q}{La}. \quad (20)$$

Коэффициент \tilde{c}_n определим следующим образом:

$$\int_0^a q_x \text{Sin} \frac{2\pi m x}{a} dx = \sum_{n=1}^{\infty} \tilde{c}_n \frac{2\pi n}{a} \exp\left(-\frac{2\pi n z}{a}\right) \int_0^a \text{Sin} \frac{2\pi n x}{a} \text{Sin} \frac{2\pi m x}{a} dx, \quad (21)$$

$$\frac{2\pi}{a} \int_0^a \text{Sin} \frac{2\pi n x}{a} \text{Sin} \frac{2\pi m x}{a} dx = \begin{cases} 0, m \neq n \\ \pi, m = n \end{cases}. \quad (22)$$

Следовательно,

$$\tilde{c}_n = \frac{\exp\left(\frac{2\pi n z}{a}\right)}{\pi} \int_0^a q_x \text{Sin} \frac{2\pi n x}{a} dx. \quad (23)$$

q_x – проекция результирующего излучения, созданная двумя соседними ультразвуковыми генераторами (рис. 2).

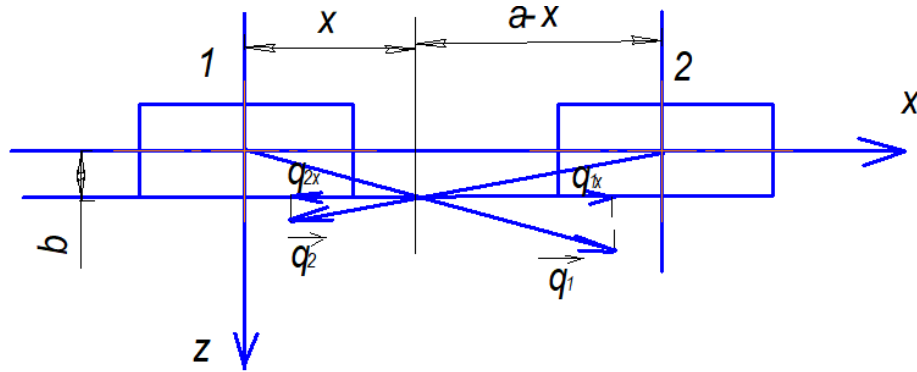


Рисунок 2 – Схема к расчету q_x при $z = b$, $q_x = q_{1x} - q_{2x}$

Используя для определения плотности потока излучения закон Гаусса [5] (интегральная форма уравнения (6), получаем

$$q_x = q_z|_{z=b} = \frac{Q}{(4r^2 + b^2)L} \left[\frac{x}{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + x^2} - \frac{a-x}{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + (a-x)^2} \right]. \quad (24)$$

Тогда уравнение (24) примет вид:

$$\tilde{\zeta}_n = \frac{Q \exp\left(\frac{2\pi n z}{a}\right)}{\pi n (4r^2 + b^2) L} \int_0^a \left[\frac{x}{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + x^2} - \frac{a-x}{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + (a-x)^2} \right] \text{Sin} \frac{2\pi n x}{a} dx. \quad (25)$$

Интеграл в (25) вычисляется через специальные функции [6], причем в том случае, когда толщина ультразвукового генератора мала ($b \rightarrow 0$), принимает значение:

$$\int \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{a-x} \right) \text{Sin} \frac{2\pi n x}{a} dx = 2 \text{Sin}(2\pi n). \quad (26)$$

Таким образом

$$\tilde{\zeta}_n = \frac{Q \text{Sin}(2\pi n)}{\pi n (4r^2 + b^2) L}. \quad (27)$$

Подставляя (27) в (25) и (26), получаем

$$q_x = \frac{Q}{La} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \text{Sin}(2\pi n)}{\pi} \exp\left(\frac{-2\pi n z}{a}\right) \text{Sin} \frac{2\pi n x}{a}, \quad (28)$$

$$q_z = \frac{Q}{La} \left[1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \text{Sin}(2\pi n)}{\pi} \exp\left(\frac{-2\pi n z}{a}\right) \text{Cos} \frac{2\pi n x}{a} \right]. \quad (29)$$

Выводы и рекомендации. Так как ультразвуковые генераторы в установках, как правило, располагаются параллельно облучаемому материалу, то вклад в разрушение создает компонента q_z . Под неоднородностью плотности потока (НПП) принято отношение максимального изменения ППИ к среднему значению в процентах.

Из расчетов были определены следующие условия:

- а) $z \geq 0,44a$, НПП ≤ 10 %;
- б) $z \geq 0,56a$, НПП ≤ 5 %;
- в) $z \geq 0,75a$, НПП ≤ 2 %;
- г) $z \geq 0,85a$, НПП ≤ 1 %.

Полученные значения позволили определить шаг установки ультразвуковых генераторов, соблюдая предельно допустимую плотность потока энергии.

Список литературы

1. Бадретдинова, И. В. Совершенствование технологии ускоренного созревания льнотресты с использованием энергосберегающих электротехнологий: спец. 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»: дис... канд. техн. наук / Бадретдинова Ирина Владимировна. – Ижевск, 2006. – 155 с.
2. Касаткин, В. В. Сублимационная сушка жидких термолабильных продуктов пищевого назначения. Технология и оборудование с комбинированным энергоподводом: монография / В. В. Касаткин. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2004. – 307 с.
3. Кузнецова, И. В. Получение льняной тресты методом ультразвукового диспергирования / И. В. Кузнецова, Н. М. Агафонова, В. В. Касаткин // Молодые ученые в XXI веке: матер. Всерос. научн.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. – С. 197–199.
4. Кузнецова, И. В. Основные факторы, влияющие на эффективность ультразвукового замачивания льна / И. В. Кузнецова, Н. М. Агафонова, А. И. Собин // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: м-лы Всерос. научн.-практ. конф. ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. – С. 502–506.
5. Першанов, Н. А. Конвективно-высокочастотная сушка древесины / Н. А. Першанов. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 85 с.
6. Флауменбаум, Б. Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б. Л. Флауменбаум. – М.: Агропромиздат, 1986. – 494 с.

УДК 664

С. А. Боровков, А. В. Лисняк

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Обоснована необходимость обогащения хлебобулочных изделий биологически активными добавками и проанализированы изменения показателей качества хлебобулочных изделий при внесении добавок функционального назначения из томатопродуктов.

Актуальность. В связи с усугублением экологической ситуации в мире с каждым годом все более остро ставится вопрос о качестве и безопасности пищевых продуктов. Именно поэтому очень

важно, чтобы продукты помимо своего основного назначения выполняли еще и лечебно-профилактическую функцию.

Одним из наиболее важных продуктов питания является хлеб, поэтому обогащение хлебобулочных изделий биологически активными добавками для создания новых продуктов функционального назначения является необходимостью в современных условиях.

Результаты исследований свидетельствуют о недостаточном потреблении витаминов, минеральных веществ и микроэлементов большей частью как детского, так и взрослого населения. В то же время все более актуальными становятся рациональное использование сырья и переработка отходов пищевых производств.

Производство сушеных продуктов из овощей, фруктов и ягод, дает возможность обеспечивать ими в течение всего года. Преимуществом данного метода является удобная транспортабельность из-за малой массы, длительность хранения, не сложных устройств и специальной тары [1].

Использование томатов при производстве хлеба даст возможность уменьшить углеводно-жировой комплекс, калорийность изделий, увеличить количество балластных веществ, обогатить их пектиновыми веществами, отдельными макро- и микроэлементами, а также витамином С и каротиноидами. Надо отметить, что по содержанию витамина Е, никотиновой и пантотеновой кислот томаты являются лидерами среди овощных добавок, а повышенное содержание пектиновых веществ в них способствует снижению холестерина в крови. Именно поэтому перспективным направлением является использование продуктов их переработки для обогащения хлебобулочных изделий.

Целью настоящей работы является анализ различных способов повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий томатопродуктами и разработка рекомендаций по их применению.

Материалы и методы. В томатах содержится большое количество ликопина, наличие которого определялось следующим образом: 2,5 мг исследуемого образца протертых томатов помещается в пробирку, куда вносится раствор бензина в таком же количестве. Смесь взбалтывается и остается до разделения её на 2 слоя (гексановый – желто-оранжевый, и водный – бледно-красный). Верхний слой отбирается и выпаривается в фарфоровой чаше до 0,25–0,5 мг. Каплю полученного раствора наносят на предметное стекло и оставляют до испарения жидкости, после чего рассматривают под микроскопом. Чем больше выявлено кристаллов, тем больше

в продукте ликопинов. В вяленых томатах содержание гексана составляет 2,5 мл, что на 0,3 мл больше, чем в свежих.

Была определена пористость хлеба посредством проделывания трех цилиндрических выемок в образцах хлеба с 5 %, 10 % и 15 % функциональной добавки. Масса выемок составила соответственно 13,2 г, 15,1 г и 17 г [10].

Для активации хлебопекарных прессованных дрожжей с помощью томатного порошка, томаты перед сушкой обрабатывались в электромагнитном поле сверхвысоких частот.

Процесс получения белково-томатно-масляной пасты и томатно-масляного экстракта включает в себя такие процессы как механическое обезвоживание, высушивание, обработка в механо-химическом активаторе и разделение полуфабриката.

При проведении лабораторных испытаний использовались общепринятые и специальные методы оценки качества.

Результаты. Наиболее перспективным способом сохранения питательных свойств томатов является их вяление (сушка). На постсоветском пространстве этот способ начал получать свое распространение сравнительно недавно, тогда как на западе, например, о нем, известно, довольно давно. Их хранят в масле с добавлением трав или же делали порошки для добавления в пищу.

В работе [10] вносилось 5 %, 10 % и 15 % вяленых томатов от массы хлеба для выпечки. Пористость хлеба составила соответственно 63, 62 и 60 %. Физико-химические показатели образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели образцов хлеба

Показатель	Контроль	Томатов 5 %	Томатов 10 %	Томатов 15 %
Пористость, %	65	63	62	60
Влажность, %	40	41	42,2	43,8
Кислотность, °Т	2,8	3,0	3,2	3,4

В результате микроскопирования можно сделать вывод, что наибольшая концентрация ликопина обнаружена при добавлении 10 % томатов в изделие. По органолептическим показателям данное изделие оказалось приятным на вкус и запах, с характерным светло-коричневым цветом. В 5 % соотношении вкус томатов почти не выражен, а в 15 % – избыточен кислый привкус.

Разработанная рецептура изделия с добавлением функционального ингредиента представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептúra хлеба с томатами

Наименование сырья	Расход на 1 т готовой продукции
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, кг	751,9
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	7,5
Соль поваренная пищевая, кг	9,8
Томаты вяленые, кг	75,2

Контроль качества теста по различным показателям проводится на всех этапах (табл. 3).

Таблица 3 – Контроль качества теста

Контролируемые показатели	Метод определения	Периодичность контроля
Кислотность	Титрование	Конец брожения, проба из глубины массы теста
Влажность	Высушивание на приборе Чижовой	Начало брожения
Запах, структура, консистенция	Органолептический метод	Конец брожения

Физико-химические показатели образцов хлеба составили: влажность – 42,2 %, кислотность – 3,2 °Т, пористость – 62 % [10].

Значительно улучшаются органолептические показатели при внесении томатного порошка при сохранении в пределах норм физико-химических показателей. Незначительно снижается масса сырой клейковины. При этом такой порошок положительно влияет на газообразующую способность и подъемную силу дрожжей, что сокращает время технологического процесса [7].

Также для хлебопекарной промышленности немалый интерес представляют томатные выжимки. Т. В. Першаковой, был оптимизирован технологический процесс за счет установления оптимальных способов введения добавок в тесто, в результате чего технологический процесс ускорился и были улучшены сроки хранения хлебобулочных изделий [6,11].

Активация хлебопекарных прессованных дрожжей происходит путем добавления их в смесь из воды, муки и томатных выжимок (1–2 % массы муки), и выдерживания дрожжей в этой питательной среде. Перед измельчением выжимки томатов обрабатывают в электромагнитном поле сверхвысоких частот (2 450 МГц) при темпе нагрева до температуры 45–50 °С, равном 0,5–0,6 °С/с. Затем сушат до влажности 6–8 % и охлаждают до температуры 18–20 °С [9].

Перспективным также является импульсный способ сушки томатопродуктов, который позволит получать порошок с высокой пищевой ценностью и низкой себестоимостью [3].

При проведении сушки в среде инертного газа происходит интенсификация процессов. Данный способ является комбинированным и сочетает в себе применений электромагнитного поля низкой и сверхвысокой частоты, а также обдув горячим азотом поверхности продукта [12].

Состав хлеба может быть обогащен не только при применении порошка из выжимок томатов, а также при введении белково-томатно-масляной пасты и томатно-масляного экстракта. Это также приводит к улучшению как физико-химических, так и органолептических показателей [4, 8].

Для получения белково-томатно-масляной пасты и томатно-масляного экстракта установлены следующие параметры:

1) прессование: температура на входе – 25–30 °С; температура на выходе – 40–45 °С; удельное давление – 3,5–5,0 кг/см²; продолжительность прессования – 40–45 мин.;

2) высушивание: температура нагрева – 60–80 °С; толщина слоя – 60–200 мм; температура воздуха – 90–110 °С; скорость воздуха – около 3,5 м/сек.; продолжительность – 1215 мин.;

3) обработка смеси в механо-химическом активаторе: соотношение смеси «выжимки – рафинированное дезодорированное подсолнечное масло» – 1:1,2–1:1,5; время – 20–30 секунд; температура – 40–60 °С; число оборотов вала механо-химического активатора 25–36 с.;

4) разделение белково-томатно-масляного полуфабриката: продолжительность отстаивания – 120–240 минут; температура – 40–50 °С.

Внесение данных добавок повышает пищевую ценность хлеба из муки первого сорта. Содержание белка повышается с показателя 12,6 % до 13 %, а соотношение кальция и фосфора становится более оптимальным. Хлеб также обогащается каротином, токоферолом, витаминами группы В и никотиновой кислотой [2].

Биологически активная добавка из томатов позволяет улучшить структурно-механические свойства теста, а также белково-протеиназный комплекс клейковины. В особенности эффект выражен при приготовлении теста опарным способом. Укрепление клейковины при введении добавки из выжимок томатов можно объяснить влиянием на белково-протеиназный комплекс клейко-

вины пшеничной муки окисленных ненасыщенных жирных кислот триацилглицеринов [5].

Выводы и рекомендации. В ходе исследования были доказаны эффективность и целесообразность использования томатного сырья при производстве хлебобулочных изделий.

Установлено, что внесение обогащающих добавок из томатных продуктов оказывает существенное влияние на физико-химические и органолептические свойства, а также позволяет интенсифицировать процесс замеса теста и его последующей разделки.

На основе литературных данных было выявлено, что вяленые томаты наиболее целесообразно использовать в качестве функциональной добавки в 10 % соотношении от массы теста.

Добавление белково-томатно-масляной пасты и томатно-масляного экстракта способствует улучшению органолептических показателей качества хлеба: более развитая и равномерная пористость, а мякиш – более нежный и эластичный, с приятным томатным привкусом. Также он дольше сохраняет свою свежесть в процессе хранения.

Существенно и то, что томатное сырье, высушенное способом импульсной сушки, имеет полноценный химический состав и может применяться в составе комбинированных продуктов питания.

Эффективность использования порошка томатов позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции и использовать вторичные продукты переработки овощей.

Список литературы

1. Особенности сушки тыквы и ее применение в производстве хлебобулочных изделий / С. А. Боровков, А. Н. Поперечный, В. Г. Корнийчук, С. С. Пикалова // Сборник тезисов докладов участников пула научно-технических конференций [Электронный ресурс]: Сборник тезисов / под общ. ред. Масюткина Е.П. – Керчь: ФГБОУ ВО "КГМТУ", 2020 – С. 126–127. – URL: http://www.kgmtu.ru/documents/nauka/Sbornik_Tezisov_Sochi_Kerch.pdf (дата обращения: 06.11.2020)/
2. Вершинина, О. Л. Разработка технологии получения белковых и липидных продуктов из отходов переработки томатов и применение их в хлебопечении: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06, 05.18.01 / Кубанский гос. технологич. ун-т. – Краснодар, 1999. – 23 с.
3. Гаджиева, А. М. Особенности высокотехнологичной переработки томатов / А. М. Гаджиева, Г. И. Касьянов // Живые и биокосные системы. – 2016. – № 15. – С. 59–82.

4. Исследование качества и пищевой ценности БАД «Томатная» // Новые технологии. Вып. 4. – Майкоп: изд-во ГОУ ВПО МГТУ, 2010. – С. 1–14.
5. Лузан, А. А. Разработка рецептур и оценка потребительских свойств хлебобулочных изделий, обогащенных растительными биологически активными добавками: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. – Краснодар: Кубанский гос. технологич. ун-т. – 2004. – 23 с.
6. Хлебобулочные изделия, обогащенные биологически активными добавками на основе растительного сырья: монография [Текст] / Ю. И. Марковский, Н. Н. Корнен, Т. В. Першакова, А. А. Щипанова. – Краснодар: Кубан. гос. технол. ун-т, 2006. – 100 с.
7. Остриков, А. Н. Комплексная технология переработки томатного сырья [Электронный ресурс] / А. Н. Остриков, А. М. Гаджиева // Вестник ВГУИТ. – 2015. – № 1 (63). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-tehnologiya-pererabotki-tomatnogo-syrua> (дата обращения: 07.11.2020).
8. Пат. 2153805 РФ. А21D2/36. Способ приготовления хлебобулочного изделия / С. А. Калманович, О. Л. Вершинина, З. И. Асмаева, Е. В. Мартовщук, Н. Н. Корнен, Ю. А. Кирьянова БИМП. 10.08.2000.
9. Пат. 2712500 РФ. А21D 2/36. Способ активации хлебопекарных прессованных дрожжей / Е. П. Викторова, Т. А. Шахрай, Н. Н. Корнен // БИМП. 29.01.2020.
10. Перепелица, И. А. Обогащение хлебобулочных изделий вялеными помидорами для получения функционального хлеба / И. А. Перепелица, Н. Л. Мачнева // Материалы 73-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2017 год. [Электронный ресурс]: Сборник статей / Отв. за вып. А. Г. Кошаев. – Краснодар: ФГБОУ ВО КубГАУ, 2018. – С. 495–498. – URL: https://kubsau.ru/upload/science/sbornik_73npk-stud.docx (дата обращения: 07.11.2020).
11. Влияние растительных БАД на качество и пищевую ценность хлебобулочных изделий [Текст] / Т. В. Першакова, З. Т. Тазова, Е. Г. Маркова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 98.
12. Русина, И. М. Порошок томатов как перспективная добавка для активации хлебопекарных дрожжей при производстве крекеров / И. М. Русина, И. М. Колесник // Вестник Гродненского ГАУ им. Янки Купалы. Серия 6. Техника. – 2020. – № 1. – С. 66–77.

С. А. Боровков, В. С. Иванков, В. А. Полторак

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Представлены предварительные результаты исследований по сушке и экстрагированию растительного сырья и применению полученных экстрактов в обогащении кисломолочного напитка.

Актуальность. В настоящее время, на фоне ухудшения общего состояния здоровья населения, связанного с низким уровнем физической активности и неправильным питанием, однозначно можно отметить, что продукты питания при их употреблении должны не только обеспечивать физиологические потребности организма в энергии, но и оказывать профилактическое или лечебное воздействие [4]. Например, эту функцию выполняют функциональные кисломолочные продукты, которые обладают лечебно-профилактическими свойствами, но не являются лекарственными препаратами. В их состав вводят растительное сырье, которое повышает пищевую ценность. К ним относятся экстракты растений, зерновые культуры, фрукты, пряности. Обогащенные кисломолочные продукты – это новый шаг в развитии пищевой промышленности.

В наших исследованиях мы исследовали получение экстракта шиповника на специально разработанной и созданной экспериментальной установке [6]. При этом также были проведены исследования по сушке растительного сырья, в том числе шиповника, с целью сохранения целевых компонентов на длительное время.

Вопросами применения шиповника в производстве йогуртов занимались многие ученые [2, 3, 5]. Так, в работе [7] Ижевской государственной сельскохозяйственной академии проведены исследования, в которых в йогурт добавляли плоды и сироп шиповника. Авторы отмечают положительный эффект от внесения данных добавок.

Материалы и методы. Исследования проводились в рамках подготовки магистерских работ по экстрагированию и сушке растительного сырья в лабораториях университета.

На первом этапе изучали процесс экстрагирования из плодов шиповника. Исследовали влияние гидродинамического режима и времени экстрагирования. В готовом экстракте определяли массовую долю витамина С, а также органолептические показатели.

На втором этапе изучали влияние дозы экстракта шиповника на качество функционального продукта.

Заключительный этап работы состоял в разработке технологии, изучении качества, безопасности, микробиологического состава, биологической, пищевой ценности и химического состава функционального кисломолочного продукта с экстрактом шиповника и установлении гарантированного срока годности.

Объектами исследований являлись: молоко – сырье ГОСТ Р 52090-2003; высушенные плоды шиповника собственного изготовления и покупные, производства ООО «Метрополи» ДНР, г. Харцызск; экстракт шиповника; функциональный продукт с экстрактом шиповника.

Оценку органолептических показателей кисломолочных продуктов проводили методом дегустаций, согласно ГОСТ 28283-89. Контролировали следующие показатели: запах, вкус, консистенцию, внешний вид и цвет, которым присвоено количественное выражение в баллах. Оценку проводили по 5-ти бальной шкале с последующим построением профилограмм.

На следующем этапе изучали дозу экстракта шиповника, которую нужно вносить в разрабатываемый функциональный продукт с учетом обогащения готового функционального продукта витамином С на 20–25 % от суточной нормы их потребления (при условии, что остальное количество пополняется за счет других продуктов питания). Согласно литературе, рекомендуемая суточная потребность человека в витамине С составляет до 70 мг.

Опытные образцы готовились следующим образом. Нормализованное молоко с массовой долей жира 1 % подогревали до 85 °С, гомогенизировали, пастеризовали при 95 °С с выдержкой 5 мин и охлаждали до 36 °С, вносили закваски 36 °С и экстракт шиповника, после чего перемешивали в течение 10 мин/ и сквашивали при температуре 36 °С.

Результаты исследований. В процессе выработки функционального кисломолочного продукта были исследованы следующие дозы вносимого экстракта шиповника: 4 %, 8 % и 12 %. Контролем служил сгусток, полученный из нормализованного молока без добавления экстракта.

Согласно исследованиям [5] в подобных условиях определяли зависимость активной кислотности от дозы внесенного ингредиента – с увеличением дозы компонента ускоряется процесс ферментации, авторы связывают это с положительным влиянием экстракта шиповника на развитие микрофлоры закваски. Здесь также указывается, что при внесении 12 % экстракта наблюдается излишнее отделение сыворотки.

В результате органолептического анализа определили, что при внесении 4 % экстракта интенсивность освежающего и кисломолочного вкуса, характерного для контрольного образца, снижается. Вкус гармоничный.

Наиболее сбалансированные показатели имеет образец с 8 %. При внесении 12 % наблюдается ухудшение вкусовых характеристик кисломолочного продукта.

Выводы и рекомендации. Таким образом, провели аналитические и экспериментальные исследования влияния дозы экстракта шиповника на органолептические показатели кисломолочного продукта, в результате чего сделан вывод, что внесение экстракта в количестве 8 % способствует получению кисломолочных продуктов с однородной консистенцией и высокими вкусовыми показателями.

Список литературы

1. Антонова, В. А. Разработка технологии функциональных продуктов с использованием композиционной смеси / В. А. Антонова, Ю. В. Османова // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: матер. X Междунар. научн.-практ. конф. посвященной 100-летию Орловского государственного университета им. И. С. Тургенева. – Орел: Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева. – 2019. – С. 163–168.
2. Грецкий, С. В. Метод исчерпывающей экстракции из плодов шиповника собачьего / С. В. Грецкий, Л. А. Павлова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. – С. 1859.
3. Давыдова, В. Н. Получение сухих экстрактов из растений и создание на их основе препаратов и биологически активных добавок: автореф. дис. ... д-ра фарм. наук. – М., 2002. – 50 с.
4. Кравченко, Н. В. Современные тенденции использования растительного сырья для питания различных групп населения / Н. В. Кравченко // Современные тенденции развития туризма и индустрии гостеприимства: м-лы II Междунар. научн.-практ. конф. – Донецк: Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, 2019. – С. 86–89.

5. Лозманова, С. С. Разработка и исследование технологии функционального кисломолочного продукта с экстрактом шиповника и пищевыми волокнами: автореф. дис.. канд. техн. наук: 05.18.04. – Кемерово, 2014. – 16 с.

6. Экстрагирование из шиповника при вибрационном воздействии / А. Н. Поперечный, С. А. Боровков, В. Г. Корнийчук, Н. А. Миронова // Повышение эффективности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности. Сб. трудов. – Москва: ФГБОУ ВО МГУДТ, 2016. – Т. 1. – С. 380–384.

7. Шадрина, Э. В. Использование растительных компонентов в производстве йогурта / Э. В. Шадрина, Г. Ю. Березкина // Наука и инновации: векторы развития: матер. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 24–25 окт. 2018 г. – Барнаул, 2018. –Т. 1. – С. 133–136.

УДК: 664.1 : 612.24

А. Т. Васюкова, Е. А. Аджян, А. С. Строкова
ФГБОУ ВО МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)

ОБОГАЩЕНИЕ ДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА ДОБАВКАМИ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ

Представлены режим и технология приготовления пшеничного и ржаного теста с конопляным порошком и исследовано его влияние на продолжительность всего технологического процесса приготовления булок. Определено влияние различных дозировок конопляного порошка на органолептические и физико-химические показатели качества готового продукта

Актуальность. В настоящее время все больше людей задумывается о принципах рационального питания и потребления нужного количества белков, жиров углеводов, а также продуктов богатых минеральными веществами и витаминами. Популярным становятся функциональные продукты, которые согласно ГОСТ Р 52349-2005 – это специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

На протяжении долгого времени перед пищевой промышленностью остро стояла проблема повышения качества хлеба и обогащение его различными видами сырья. Это направление актуально и сейчас.

Целью работы являлось изучение влияния конопляной муки на пищевую ценность изделий из пшеничной и ржаной муки.

Для расширения ассортимента сырья и повышения пищевой ценности готовых изделий из ржаной и пшеничной муки часто добавляют различные злаки, а также льняную, черемуховую, амарантовую муку. Используется также обогащение хлебобулочных изделий продуктами переработки дикорастущих грибов.

Материалы и методика. Для того чтобы повысить пищевую ценность хлебобулочных и мучных кулинарных изделий, использовали конопляную муку, которая служит источником незаменимых аминокислот, таких, как гистидин, фенилаланин, метионин, изолейцин, лейцин, лизин, треонин, триптофан, валин. Лидирующие позиции в белковом составе муки, изготовленной из конопляного семени, занимают следующие аминокислоты: глутаминовая аминокислота (5,31 %), аргинин (3,35 %), аспарагиновая кислота (2,97 %), серин (1,6 %) валин (1,42 %), глицин (1,2 %), фенилаланин (1,14 %), лизин (0,9 %), а также присутствует высокое содержание витамина Е, и содержатся необходимые организму человека макро- и микроэлементы (в числе которых магний, калий, фосфор, кальций, железо, марганец, цинк, сера, хлор). Семена конопли, из которых производится конопляная мука, содержат около 30 % жиров, 26 % белков и 34 % углеводов.

Применяемая в работе пшеничная мука высшего сорта влажностью 13 % с клейковиной 1-й группы качества, мука ржаная хлебопекарная с влажностью 14 %; конопляная мука с влажностью 16 %.

Для исследования использовались три образца: пшенично-конопляный, ржано-конопляный, а в качестве контрольного образца – пшенично-ржаной. В рецептуру данных образцов вносили 10 % конопляной муки. В тесто входили следующие компоненты: мука, дрожжи, сахар, соль и вода. Данные образцы исследовали с помощью органолептических и физико-химических методов. Качество муки определяли по ГОСТ 26574-2017 с установлением переходного периода для ГОСТ 26574-85 до 01.01.2021 г. Пищевую ценность образцов определяли расчетным методом.

Результаты исследований. Для изучения влияния конопляной муки на качество булочек проводили пробные выпечки. Тесто

готовили безопасным способом, включающим замес теста из пшеничной муки высшего сорта, или ржаной хлебопекарной муки, прессованных дрожжей в виде суспензии, раствора пищевой поваренной соли и воды, его брожение, разделку, расстойку тестовых заготовок и их выпечку. Тесто после замеса оставляли на брожение при температуре 30...32 °С. В образцах пшеничного теста определяли начальную и конечную кислотность, интенсивность кислотонакопления, влажность, изменение объема теста, продолжительность брожения и расстойки. Конопляную муку вносили в количестве 10. Контролем служила проба ржано-пшеничных булочек, приготовленная без добавления конопляной муки.

Во время расстойки теста дольше всего поднимался контрольный образец из ржаной-пшеничной муки, а быстрее всего процесс брожения отмечен у образца из ржаной-конопляной муки (табл. 1).

Таблица 1 – Технологические параметры приготовления изделий из дрожжевого теста с конопляной мукой

Технологический процесс	Ржано-пшеничное	Ржано-конопляное	Пшенично-конопляное
Брожение, мин.	40–45	30–35	35–40
Расстойка, мин.	45	30	35
Выпечка, мин.	25–30	25–30	23–25
Температура, °С	180	180	180

Внесение конопляной муки положительно влияет на режим приготовления булочек из муки пшеничной высшего сорта, ржаной хлебопекарной муки, сокращает время брожения теста, продолжительность расстойки и выпечки тестовых заготовок.

Сравнительная оценка аминокислотного состава различных видов теста представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика аминокислотного состава различных видов теста

Показатели	Ржаной-пшеничное	Ржаной-конопляное	Пшенично-конопляное
Триптофан, г	0,096	0,101	0,094
Треонин, г	0,255	0,320	0,311
Изолейцин, г	0,319	0,283	0,291
Лейцин, г	0,579	0,511	0,536
Лизин, г	0,233	0,169	0,161

Показатели	Ржаной-пшеничное	Ржаной-конопляное	Пшенично-конопляное
Метионин, г	0,139	0,132	0,130
Цистин, г	0,173	0,188	0,181
Фенилаланин, г	0,411	0,405	0,395
Тирозин, г	0,213	0,171	0,162
Валин, г	0,379	0,274	0,290
Аргинин, г	0,325	0,298	0,290
Гистидин, г	0,182	0,163	0,156
Аланин, г	0,299	0,255	0,248
Аспарагиновая кислота, г	0,442	0,300	0,275
Глутаминовая кислота, г	2,603	2,690	2,680
Глицин, г	0,302	0,263	0,258
Пролин, г	0,909	0,698	0,680
Серин, г	0,417	0,204	0,195

Полученные результаты исследований аминокислотного состава продукта свидетельствуют о наличии всех незаменимых аминокислот, за исключением цистина. Однако их содержание в 1,5–2 раза ниже по сравнению с аналогом.

Анализ полученных данных свидетельствует о значительных преимуществах аминокислотного состава ржано-конопляного теста по сравнению с пшенично-конопляным образцом. Эти экспериментальные образцы теста характеризуются высоким содержанием лизина, метионина, валина, аланина, глицина, пролина, триптофана, фенилаланина.

Содержание незаменимых аминокислот конопляной муки дополняет продукт нутритивными свойствами.

В таблице 3 представлена пищевая и энергетическая ценность разработанных образцов теста и контроля – ржано-пшеничного.

Таблица 3 – Пищевая ценность образцов

Показатель	Ржано-пшеничный	Ржано-конопляный	Пшенично-конопляный
Белки, г	8,6	10,3	11,6
Жиры, г	5,8	5,7	5,9
Углеводы, г	67,7	63,4	58,8
Энергетическая ценность, ккал	349,6	336,4	341

Внесение конопляной муки способствует повышению биологической ценности белков ржано-пшеничного образца.

Полученные булочки из пшеничной муки высшего сорта, ржаной хлебопекарной муки с применением конопляной муки оценивали по органолептическим показателям по 75-балльной шкале (табл. 4). При дегустации учитывали следующие показатели: форма изделия, состояние поверхности корки, окраска корки, характер пористости, цвет мякиша, эластичность мякиша, вкус, аромат, разжевываемость.

Таблица 4 – Дегустационная оценка опытных образцов ржано-пшеничных булочек с добавлением конопляной муки

Показатель	Ржано-пшеничный	Ржано-конопляный	Пшенично-конопляный
Правильность формы	5,0	5,0	5,0
Окраска корки	3,0	5,0	5,0
Состояние поверхности	4,0	4,0	5,0
Цвет мякиша	8,0	6,0	4,0
Структура пористости	4,0	5,0	6,0
Эластичность мякиша	7,5	12,5	10,0
Аромат булки	10,0	12,5	10,0
Вкус булки	7,5	10,0	5,0
Разжевываемость	4,0	4,0	4,0

Булочки из пшеничной муки с добавлением 10 % конопляной муки набрали наименьшее количество баллов (54), так как цвет корки и мякиша имел коричневую окраску и сильно выраженный вкус добавки, не свойственный данному виду булок. Булочки из ржаной муки с добавлением 10 % конопляной муки набрали наибольшее количество баллов (64,0), имели привлекательный внешний вид, нежный вкус и выраженный аромат, хороший объем и развитую пористость. Таким образом, конопляная мука улучшила качество булочек.

Результаты исследования влияния дозировок конопляной муки на физико-химические показатели качества теста для булок представлены в таблице 5. Основные физико-химические показатели качества булок: влажность, кислотность, пористость и удельный объем.

Все представленные образцы соответствуют предъявляемым требованиям стандарта, однако булки ржано-конопляные с добав-

лением 10 % конопляной муки обладал наилучшими показателями качества. Булочки пшенично-конопляные с 10 % конопляной муки имели самые низкие показатели качества.

Таблица 5 – Физико-химические показатели качества теста для булок

Образец	Кислотность, град Н	Влажность, %
Ржано-пшеничный	0,985	49,0
Ржано-конопляный	1,875	49,5
Пшенично-конопляный	1,675	36,0

Так, у всех исследуемых образцов, кроме булочки ржано-конопляной с 10 % конопляной муки, увеличивались удельный объем и пористость по сравнению с контрольным образцом. Вероятно, это объясняется тем, что при использовании конопляной муки, богатой белками, сахарами, минеральными веществами, повышается бродильная активность дрожжевых клеток. В результате повышается интенсивность процессов брожения и газообразования в тесте, что приводит к увеличению удельного объема и пористости мякиша булочки. Однако увеличение дозировки конопляной муки более 10 % в рецептуре приводит к уменьшению пористости и удельного объема. Отрицательное действие высокой добавки конопляной муки на структурно-механические показатели качества булочки можно объяснить тем, что при ее введении происходит некоторое уменьшение количества клейковины, а также общего количества крахмала, служащего основным источником сбраживаемых сахаров, что приводит к снижению пористости и удельного объема готового изделия и, как следствие, к уплотнению мякиша булочки.

Выводы и рекомендации. Булочки с добавлением конопляной муки обладает приятными органолептическими свойствами, имеют мягкий вкус, характерный для данного вида добавки. Также данный вид булочек способен удовлетворить суточную потребность человека в пищевых волокнах и белках.

Проведенные исследования подтверждают целесообразность и перспективность использования конопляной муки в производстве ржано-пшеничных булочек, что позволяет сократить технологический процесс их приготовления, улучшить органолептические и физико-химические показатели качества продукта, а также повысить биологическую ценность булочек из пшеничной и ржано-конопляной муки.

Список литературы

1. Васюкова, А. Т. Использование солода в процессе приготовления теста / А. Т. Васюкова, А. А. Славянский, А. В. Мошкин // Хлебопечение России. – 2017. – № 6. – С. 39–41.
2. Патент на изобретение RU 2602629 С1, 20.11.2016. Способ получения сухих функциональных смесей / А. Т. Васюкова, В. Ф. Пучкова, Г. П. Кирьянова, А. В. Мошкин и др. Заявка № 2015127326/13 от 07.07.2015.
3. Сидоренко, Ю. И. Влияние поверхностно-активных веществ на технологические свойства сахара при его промышленной переработке / Ю. И. Сидоренко, А. А. Славянский, Ю. А. Султанович // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – № 11. – С. 24–26.
4. Мошкин, А. В. Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками / А. В. Мошкин, А. Т. Васюкова, Т. С. Жилина [и др.] // Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств: м-лы IV Междунар. научн. конф. с элементами научной школы для молодежи; Отв. редактор Г. П. Лапина. – Тверь, 2016. – С. 107–109.
5. Васюкова, А. Т. Организация процесса и приготовление сложных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий: лабораторный практикум / А. Т. Васюкова, Т. С. Жилина. – М.: КноРус, 2016. – 242 с.
6. Сравнительный анализ пищевой ценности растительных масел для использования в хлебопечении / А. Т. Васюкова, А. А. Славянский, С. В. Егорова [и др.] // Масложировая промышленность. – 2016. – № 6. – С. 12–15.
7. Технология и товароведная оценка многокомпонентных смесей для хлебопекарного производства / А. Т. Васюкова, А. В. Сусликов, А. В. Мошкин, В. Ф. Пучкова. – М.: Дашков и Ко, 2015. – 248 с.
8. Мошкин, А. В. Применение ячменного солода в хлебопечении / А. В. Мошкин, А. Т. Васюкова // Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств: матер. III Междунар. научн. конф. с элементами научной школы для молодежи; отв. за выпуск Г. П. Лапина, П. С. Лихуша. – Тверь, 2015. – С. 185–189.
9. Васюкова, А. Т. Анализ пищевой ценности функциональных мучных изделий / А. Т. Васюкова, А. В. Мошкин, Н. В. Балазюк // Образовательная среда сегодня и завтра: матер. X Междунар. научн.-практ. конф.; Под редакцией Г. Г. Бубнова, Е. В. Плужника, В. И. Солдаткина. – Москва, 2015. – С. 205–208.

Э. Ф. Вафина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЯРОВЫХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ

Приведены результаты химического анализа семян яровых масличных культур семейства Капустные. Содержание жира в семенах рапса составило 44,1 %, рыжика 43,8 %. Концентрация сырого протеина в семенах рыжика 23,3 % несколько большая в сравнении с семенами рапса.

Актуальность. К масличным культурам, по классификации Г. С. Посыпанова, относятся растения, семена или плоды которых содержат жирное масло, представляющее основной продукт их возделывания. В Удмуртской Республике из данной группы возделываются растения разных ботанических семейств: Капустные – рапс яровой и озимой форм, горчица, Льновые – лен кудряш (масличный), Астровые – подсолнечник. Жирное масло получают из семян прядильных культур – льна долгунца [4], конопли. Растительное масло имеет большое пищевое и техническое значение. Побочные продукты переработки семян – ценный концентрированный корм для животных [6]. Помимо этого, растения из группы масличных являются хорошими предшественниками для других полевых культур, медоносами [2, 3].

Цель исследования – сравнительная оценка химического состава и качества семян сортов ярового рапса и ярового рыжика.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили в соответствии с требованиями методики опытного дела [1] на опытном поле УНПК Агротехнопарк Ижевской ГСХА в 2019–2020 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве средней степени окультуренности. В схему опыта включали по два сорта (фактор В) каждой изучаемой культуры (фактор А): сорта рапса Аккорд и Подмосковный, сорта рыжика – Велес и Юбиляр. Анализ семян проведен в аналитической лаборатории агрономического факультета и в АО Агрохимцентр «Удмуртский» по общепринятым в агрономии методикам.

Результаты исследований. Важнейший показатель качества семян масличных культур – содержание в них жира. В сред-

нем за 2019–2020 гг. несколько бóльшее содержание данного компонента выявили в семенах рыжика ярового – 43,8 % (табл. 1). Сорта рапса и рыжика между собой различий по содержанию жира не имели.

В составе семян изучаемых масличных культур определяли основные макроэлементы – азот, фосфор, калий. Несколько бóльшее содержание азота 4,32–4,34 % установлено в семенах сортов рыжика Велес и Юбиляр. По мнению В. И. Шпота [5], процессы накопления липидов и белковых веществ в семенах рапса взаимосвязаны – увеличение концентрации первых обуславливает снижение содержания вторых и наоборот.

Таблица 1 – Биохимический состав семян сортов ярового рапса и ярового рыжика, % (среднее 2019–2020 гг.)

Сорт	Фосфор	Калий	Азот	Сырой протеин	Жир
Яровой рапс					
Аккорд	1,78	1,22	4,24	22,8	44,2
Подмосковный	1,89	1,10	4,25	22,9	44,0
Среднее	1,84	1,16	4,25	22,8	44,1
Яровой рыжик					
Велес	1,81	1,06	4,32	23,2	43,8
Юбиляр	2,05	1,10	4,34	23,4	43,7
Среднее	1,93	1,08	4,33	23,3	43,8

Кроме того, что масличные культуры семейства Капустные богаты жиром, они являются высокобелковыми культурами. Для оценки данного показателя определяли содержание сырого протеина. Преимущество в 0,5 % показали семена ярового рыжика. Выявлены отличия по значению фосфора в семенах как сортов, так и культур. Семена рыжика имели большую концентрацию данного элемента 1,93 % относительно аналогичного показателя семян рапса. Между сортами выявлено преимущество у сорта Юбиляр, семена которого содержали фосфора 2,05 %. По содержанию калия в семенах, наоборот, выделились сорта ярового рапса, причем, бóльшая его концентрация установлена у районированного сорта Аккорд.

Выводы и рекомендации. Возделываемые сорта ярового рапса содержат жира 44,1 %. Семена традиционной, но забытой масличной культуры ярового рыжика практически не уступа-

ют по данному показателю (43,8 %) рапсу и имеют несколько повышенное содержание азота (4,33 %) и сырого протеина (23,3 %). По концентрации фосфора в семенах выделился сорт рыжика Юбиляр (2,05 %), калия – сорт рапса Аккорд (1,22 %). Расширение ассортимента возделываемых масличных культур будет обеспечивать сырьем маслоперерабатывающую отрасль, а животноводство – высокобелковыми кормами.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Медведев, В. В. Влияние применения предпосевной обработки почвы на формирование продуктивности и качества семян ярового рапса Аккорд / В. В. Медведев, Э. Ф. Вафина // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: матер. Национальной науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 т. – Ижевск, 2020. – С. 156–160.
3. Нектароносные растения: электронное учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агрономия» (квалификация-бакалавр): в 2 частях. – Ч. 1. Теоретические сведения: электронный ресурс / Сост. Э. Ф. Вафина. – Ижевск, 2016. – 88 с.
4. Печников, Д. Н. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на приемы предпосевной и послепосевной обработки почвы / Д. Н. Печников, В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 3. – С. 12–15.
5. Шпота, В. И. Сроки уборки и послеуборочное дозревание семян ярового рапса / В. И. Шпота, Л. Н. Тежерова // Научно-технический бюллетень ВНИИМК, 1984. – Вып. 87. – С. 13–15.
6. Influence of using seeds of flax and raps in cow rates on the quality of milk and dairy products / E. Kislyakova, G. Berezkina, S. Vorobyeva [and all] // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2019. – Т. 25. – № 1. – С. 129–133.

Е. И. Гавшина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОСОБЕННОСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАБОТНИКОВ ФИЗИЧЕСКОГО ТРУДА

Обобщены основные характеристики рациона питания работников, занятых на производстве физическим трудом. Сформированы основные таблицы для последующего расчета и составления индивидуального рациона питания работников, занятых физическим трудом на производстве.

Актуальность. Мы живем в современном мире, в котором люди зачастую заняты обыденными делами и ежедневной работой, всегда куда-то спешат и не имеют возможности питаться полезно и правильно.

Конечно, тенденция к здоровому питанию имеет место быть, но в основном работники, сильно занятые производственной работой, а именно занимающиеся физическим трудом на производстве, питаются в спешке, что, безусловно, пагубно сказывается на здоровье организма.

Рациональная коррекция питания работников физического труда является актуальной проблемой, поскольку это гарантия обеспечения здоровья на оптимальном уровне, а также профилактика профессиональных заболеваний и снижение инфекционных заболеваний работников.

Материалы и методика. Физический труд связан с высокими энергетическими затратами, нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма, и что самое главное – профессиональными вредностями, с которыми чаще всего сталкиваются работники физического труда. Суточная потребность в различных компонентах пищи зависит от особенностей характера труда. Во время выполнения работы в условиях с повышенной температурой воздуха важен и необходим углеводно-белковый тип питания, а при выполнении работы в холоде предпочтительнее белково-липидный тип питания [1].

В основе режима питания работников, занятых в промышленности, строительстве и на транспорте, лежат общие принципы сбалансированного питания. Но основной и главной особенностью питания лиц, занятых физическим трудом, является повы-

шенное и рациональное содержание в компонентах пищи и рационах работников белков, жиров, углеводов.

Физический труд характеризуется работой мышц, а основным источником энергии для мышечной массы человека являются углеводы, в связи, с чем доля данного органического соединения должна быть выше, чем для человека, не занятого на производстве физическим трудом. Наряду с этим в рационе питания должно быть увеличено и количество жиров, что обусловлено особенностью их обмена в организме человека при интенсивной физической работе, связанной с работой мышц. Но, безусловно, соотношение жиров к углеводам должно быть меньшим.

Потребность в углеводах составляет 5–6 г/кг массы тела, и на долю сложных углеводов должно приходиться 80 % от общей суточной нормы. Сложные углеводы – это углеводы, которые медленно усваиваются в организме человека, нормализуют пищеварение и обеспечивают длительное насыщение. Включают в себя крахмал, клетчатку, пектин, гликогены.

На долю животных белков в рационе питания человека, занятого физическим трудом, должно приходиться 60 % от общей суточной нормы белков. На долю растительных жиров должно приходиться не более 30 % от суточной нормы.

Рацион питания работников, занятых физическим трудом, должен состоять из основных групп продуктов, в которые включены мясная и рыбная продукция, молоко и молочные продукты, овощи и фрукты, крупы и злаки, макаронные изделия, бобовые и сахар, что максимально обеспечит организм работника питательными веществами [2].

Необходимо регулярное употребление в пищу большого количества овощной продукции, что способствует усиленному выводу из организма вредных веществ, с которыми контактирует работник.

При физической работе увеличивается потоотделение, что приводит к тому, что с потом выводятся из организма человека минеральные вещества и водорастворимые витамины, поэтому максимально увеличивается потребность в данных ингредиентах. Чем интенсивнее, сложнее и продолжительнее физический труд, тем больше потребность в витаминах и минералах. Восполнить содержание утраченных витаминов в организме человека можно с помощью употребления в пищу свежих фруктов, ягод и овощной продукции, свежей зелени.

Важно помнить о таком понятии, как режим питания работника. Режим питания складывается из времени начала и окончания рабочего дня, распорядка дня и, безусловно, из индивидуальных особенностей организма человека [4]. Правильным и рекомендованным режимом питания будет являться четырехразовое питание при распределении калорийности по приемам пищи: завтрак – 25 %, обед – 40 %, полдник (перекус) – 25 %, ужин – 10 %.

Производственная работа, связанная с физическим трудом вызывает торможение пищеварительной системы, поэтому основной прием пищи должен осуществляться минимум через час после окончания работы, а употреблять в этот прием пищи необходимо легкоусвояемые пищевые продукты.

Результаты исследований. Необходимая энергетическая ценность рациона питания определяется интенсивностью труда работника. По этому критерию трудоспособное население условно делится на 5 основных групп интенсивности труда, представленных в таблице 1, к которым относятся работники умственного труда, работники, занятые на производстве легким физическим трудом, а также работники среднего по тяжести труда, тяжелого физического труда и особо тяжелого физического труда.

Таблица 1 – Основные группы интенсивности труда

№	Группа	Энергетическая ценность (ккал/сутки)	
		Мужчины	Женщины
1.	Работники умственного труда	2550–2800	2200–2400
2.	Работники, занятые легким физическим трудом	2750–3000	2350–2550
3.	Работники среднего по тяжести труда	2950–3200	2500–2700
4.	Работники тяжелого физического труда	3450–3700	2900–3150
5.	Работники особо тяжелого физического труда	3900–4300	–

При физическом труде энергетические затраты работников составляют 2500–4500 ккал, что, безусловно, является высоким уровнем.

При физической работе на вредном производстве необходимо соблюдать лечебно-профилактический рацион питания.

Если работник занят на производстве с радиоактивными веществами, то в лечебно-профилактическом рационе питания ежедневно присутствуют куриные яйца, печень, рыбная продукция,

свежие овощи и фрукты, молоко и кисломолочная продукция. Запрещены к употреблению в пищу жирные и острые блюда, соленая и жареная пища. Дополнительно с целью профилактики профессиональных заболеваний, связанным с дефицитом микроэлементов, стоит употреблять в пищу добавки – йод, цинк, селен.

При работе на предприятиях химической промышленности важно употреблять в пищу как можно больше белковой продукции, витаминизированных комплексов и минеральных веществ. В ежедневный рацион питания работников химического производства, работающих с щелочными металлами, хлором и другими опасными химическими веществами, включают зерновые культуры, свежие овощи и зелень, молочную продукцию, куриное яйцо. Особое внимание стоит уделить употреблению в пищу витаминов группы А и С, а также аскорбиновой кислоте, которые помогут организму восстановиться.

Работники черной металлургии, а это работники преимущественно особо тяжелого физического труда, должны употреблять в пищу как можно большего количества белка. Ограничить употребление в пищу веществ, которые способны вызвать аллергическую реакцию. Молочная продукция очень рекомендована данной категории работников.

Работникам физического труда, занятым работой под воздействием неорганического соединения свинца, рекомендовано употреблять в пищу, большое количество свежей зелени и овощей, не подверженной термической обработке! Рекомендуется разбавлять рацион питания пастильной продукцией, мармеладом и зефиром, изготовленным без использования красителей и ароматизаторов.

Работникам, кто трудится на производстве солей бария, сероуглерода и других вредных синтетических веществ, необходимо ежедневное употребление в пищу молока и молочной продукции, печени и рыбы.

Лечебно-профилактические рационы питания данных категорий работников разрабатываются с учетом характера работ, типа производства, учитывается опасность веществ, с которыми работают сотрудники предприятия. Все рационы питания должны составляться с учетом ежедневной раздачи дополнительных витаминизированных добавок и комплексов.

Коэффициент физической активности (КФА) – это отношение суточных энергетических затрат к величине основного обмена. Этот коэффициент определяется типом деятельности, которую

человек выполняет за сутки. КФА по группам интенсивности труда представлен в таблице 2.

Таблица 2 – КФА по группам интенсивности труда

Группа интенсивности труда	КФА	
	Мужчины	Женщины
I	1,4	1,4
II	1,6	1,6
III	1,9	1,9
IV	2,2	2,2
V	2,4	–

Величина КФА, соответствующего определенной профессиональной группе, используется, например, для расчета суточных энергетических затрат организма человека. Для этого необходимо известную величину КФА умножить на величину основного обмена с учетом пола, возраста и массы тела человека [3].

Энергетические затраты выражаются в килокалориях, энергетическая ценность выражается этой же единицей. Значения основного обмена взрослого населения в зависимости от массы тела, возраста и пола представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основной обмен в зависимости от массы, пола и возраста

Мужчины основной обмен (ккал)					Женщины основной обмен (ккал)				
Масса тела, кг	18–29 лет	30–39 лет	40–59 лет	60–75 лет	Масса тела, кг	18–29 лет	30–39 лет	40–59 лет	60–75 лет
55	1450	1370	1280	1180	40	1080	1050	1020	960
60	1520	1430	1350	1240	45	1150	1120	1080	1030
65	1590	1500	1410	1300	50	1230	1190	1160	1100
70	1670	1570	1480	1360	55	1300	1260	1220	1160
75	1750	1650	1550	1430	60	1380	1340	1300	1230
80	1830	1720	1620	1500	65	1450	1410	1370	1290
85	1920	1810	1700	1570	70	1530	1490	1440	1360
90	2010	1900	1780	1640	75	1600	1550	1510	1430
90	2110	1990	1870	1720	80	1680	1630	1580	1500

По данным расчета суточных энергетических затрат можно провести расчет суточной потребности в основных компонентах пищи: белках, жирах, углеводах. Зная верное соотношение основных органических соединений в пищевых продуктах, которые на-

полняют организм человека жизненной силой и энергией, можно употреблять в пищу продукцию, необходимую для правильного расхода калорий при физической работе и отдыхе, а также максимально сбалансированную, полезную, поддерживающую здоровье человека на оптимальном уровне.

Выводы и рекомендации. Рациональное питание – это питание, которое способно обеспечить максимально оптимальное соотношение пищевых и биологически активных веществ и минералов, позволяющее проявить в организме максимум полезного биологического действия. Сбалансированное рациональное питание работников физического труда предусматривает оптимальное количественное и качественное соотношение макронутриентов и микронутриентов.

Нормы питания являются государственным нормативным документом, определяющим величины оптимальных потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения. Они служат критерием для оценки фактического питания, являются научной базой при планировании производства и потребления продуктов питания, используются при разработке мер социальной защиты, а также для расчетов рационов организованных коллективов.

Зная и умея применять на практике соотношение групп интенсивности труда к коэффициенту физической активности, изучая и правильно соотнося значения основного обмена в зависимости от пола, возраста и массы тела человека, можно составить сбалансированный рацион питания для любой группы населения, в том числе для трудоспособного населения, занятого на производстве физическим трудом любой степени тяжести.

Правильно применяя знания в области подсчета энергетической ценности пищевых продуктов, любой прием пищи будет рациональным, питательным и полезным для организма.

Список литературы

1. Гавшина, Е. И. Перспективы использования облепихи в производстве продуктов специального назначения для людей с повышенной физической нагрузкой, в том числе работников служб чрезвычайных ситуаций / Е. И. Гавшина, Н. Ю. Касаткина, В. В. Касаткин // Наука Удмуртии. – Ижевск. – 2019. – № 4 (90). – С. 18–21.

2. Касаткина, Н. Ю. Роль предприятий общественного питания в области здорового питания населения России / Н. Ю. Касаткина, В. В. Касаткин // Иннова-

ции в создании и управлении бизнесом: матер. Междунар. научн. конф. преподавателей, сотрудников и аспирантов. – 2016. – С. 41–48.

3. Касаткина, Н. Ю. Тенденции организации обучения специалистов пищевых и перерабатывающих предприятий в современных условиях / Н. Ю. Касаткина, В. В. Касаткин // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2016. – С. 147–153.

4. Пудова, Е. И. Функциональное питание в современном мире / Е. И. Пудова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – 2018. – С. 695–699.

УДК 637.14.04/.07

Е. Н. Демина, А. П. Симоненкова
ФГБОУ ВО ОГУ имени И. С. Тургенева

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Представлены результаты исследования санитарно-гигиенического состояния производства инновационных продуктов в условиях научно-исследовательской лаборатории. Определены санитарно-показательные микроорганизмы, содержащиеся в воздухе лаборатории, на технологическом оборудовании и инвентаре, а также на руках и одежде исследователей. По результатам исследования предложен ряд мероприятий по обеспечению безопасности производства инновационных молочных продуктов. К таким мероприятиям можно отнести тщательный контроль содержания микроорганизмов, находящихся в воздухе, на лабораторном оборудовании, посуде и инвентаре, рабочей одежде и руках сотрудников лаборатории.

Актуальность. Безопасность пищевых продуктов определяет состояние здоровья населения и судьбу будущих поколений, она является стратегической задачей любого государства. Санитарно-гигиеническое состояние производства, наряду с качеством сырья и технологическим процессом производства, является важным элементом систем контроля по обеспечению выпуска безопасных продуктов гарантированного качества за счет организации системы мер и осуществления контроля по их исполнению. В последние годы производство молочных продуктов направлено на создание инновационных продуктов, отвечающих современным требованиям питания. К наиболее востребованным продуктам на современном потребительском рынке можно отнести молочные продукты. В них содержатся полноценный белок, незаменимые аминокислоты, микроэлементы и витамины. Однако, если не выполня-

ются требования к производству этих продуктов, кроме полезных свойств молочная продукция может нести угрозу здоровью человека, стать причиной возникновения заболеваний и отравлений.

Разработка технологии производства инновационных молочных продуктов, как правило, концентрируется в научно-исследовательских лабораториях. Моделируя технологический процесс в лабораторных условиях, следует учитывать, что качество инновационных молочных продуктов и их гигиеническая сохранность в существенной степени зависят от санитарного состояния лабораторного оборудования, инвентаря и тары. Косвенным показателем качества и продовольственной безопасности продуктов можно считать обнаружение санитарно-показательных микроорганизмов. Такой анализ предоставляет возможность судить о вероятном обсеменении продуктов технически опасными микроорганизмами [1, 3]. Уделяя повышенное внимание санитарной обработке лабораторного оборудования аналогично действующим нормам для предприятий молочной промышленности, следует учитывать, что к санитарному состоянию научно-исследовательской лаборатории можно применить нормы, регламентируемые СанПиН 2.3.4.551-96 «Производство молока и молочных продуктов», СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [9].

К наиболее важным контролируемым микроорганизмам, определяющим качество и безопасность инновационных молочных продуктов, можно отнести:

- санитарно-показательные микроорганизмы – мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек (БГКП), энтеробактерии, энтерококки;
- условно-патогенные микроорганизмы, к которым относятся *E.coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bac.cereus*, *Clostridium perfringens*, бактерии рода *Proteus*;
- патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода *Salmonella*, *Listeria*, *Yersinia*;
- микроорганизмы порчи: дрожжи и плесневые грибы, а также некоторые молочнокислые микроорганизмы;
- микроорганизмы заквасочной микрофлоры и пробиотические культуры: микроорганизмы в продуктах с нормируемым уровнем микрофлоры и пробиотических продуктах [4, 5, 7].

На основе вышесказанного цель настоящего исследования – проведение санитарного контроля в научно-исследовательской лаборатории производства инновационных молочных продуктов Орловского государственного университета имени И. С. Тургенева.

В соответствии с целью провести микробиологический анализ воздуха, смывов с поверхности лабораторного оборудования, посуды и инвентаря; рабочей одежды, рук исследователей, проводили оценку содержания микроорганизмов, находящихся в воздухе утром до начала работы, в процессе работы, вечером.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования оценки содержания микроорганизмов, находящихся в воздухе, на лабораторном оборудовании, посуде и инвентаре, рабочей одежде и руках сотрудников проводили в соответствии с поставленными задачами в декабре 2019 года в лаборатории молока и молочных продуктов на кафедре технологии продуктов питания и организации ресторанного дела Орловского государственного университета им. И. С. Тургенева. Исследования осуществляли в соответствии с матрицей планирования эксперимента (табл. 1).

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

№ пробы	Объект отбора пробы	Условие/место отбора пробы	Исследование
1–6	Воздух в лаборатории	Утром (перед началом работы)	Общая бактериальная обсеменённость (ОКБ), БГКП
		В процессе работы	
		Вечером (после окончания работы)	
7–10	Руки исследователей	Руки, обработанные водой без мыла (перед началом работы)	Общая бактериальная обсеменённость (ОКБ), БГКП
		Руки, обработанные водой с мылом (перед началом работы)	
11–13		Руки, обработанные водой с мылом и продезинфицированные 10 %-ным раствором хлорной извести (перед началом работы)	Общая бактериальная обсеменённость (ОКБ), БГКП, йодкрахмальная проба
14–15	Руки исследователей	Руки после посещения туалета/после перерыва	Общая бактериальная обсеменённость (ОКБ), БГКП
16–19	Санитарная одежда	1-й исследователь	Общая бактериальная обсеменённость (ОКБ), БГКП
		2-й исследователь	
20–24	Лабораторное оборудование	Сыроварня «Bergmann»	Общая бактериальная обсеменённость (ОКБ), БГКП
		Маслобойка «Салют»	

Общее количество микроорганизмов в воздушной среде (в 1 м³ воздуха) оценивали с помощью седиментационного метода

Коха [8, 9]. Подсчет количества колоний микроорганизмов в чашках Петри проводили через 4 дня. Для определения микробного числа чашку Петри помещали вверх дном на темный лист бумаги. Сначала в чашках учитывали колонии в 100 полях зрения, далее определяли среднее арифметическое значение для 1 поля. Число колоний определяли по формуле:

$$K = P \times \rho, \quad (1)$$

где P – площадь чашки Петри;

ρ – площадь поля зрения.

Подсчет числа клеток на 100 см^2 (равнозначных 10 л, или $0,01 \text{ м}^3$ воздуха) осуществляли по формуле:

$$S = \pi \times r \times 2, \quad (2)$$

где $\pi = 3,14$;

r – радиус чашки Петри [8].

При равномерном распределении колоний их подсчитывали на половине или четверти площади чашки. В случае обнаружения более 600 колоний, пользовались камерой Вольфгюгеля [9]. При равномерном распределении колоний подсчитывали их в 10 квадратах, расположенных в разных участках чашки. Вычисление количества микробных тел в 1 мл или 1 г исследуемого материала проводили по формуле:

$$C = N \times V \times S, \quad (3)$$

где N – количество подсчитанных колоний;

V – объем раствора, взятого для посева;

S – площадь чашки, на которой осуществляли подсчет колоний ($3,14 \times 52 = 78,5 \text{ см}^2$).

Идентификацию микроорганизмов проводили методом описания их культуральных признаков [10]. Окраска клеток микроорганизмов осуществлялась по Граму, также проводилось микроскопическое исследование микроорганизмов Край, структуру колонии определяли, используя лупу или при помощи микроскопа при малом увеличении, помещая чашку на столик крышкой вверх [9]. Консистенцию колонии определяли, прикасаясь к ее поверхности петлей. Описывая рост микроорганизмов по штриху, отмечали следу-

ющие особенности: скудный, умеренный или обильный, сплошной с ровным или волнистым краем, перистый, чётковидный, напоминающий цепочки изолированных колоний, диффузный, древо-видный или ризоидный [7, 8]. Смывы с поверхностей (лабораторное оборудование, посуда, инвентарь) производили в соответствии с графиком взятия проб (табл. 1). Общая площадь поверхности составляла 100 см². Для ограничения поверхности использовали металлический трафарет площадью 25 см² предварительно простерилизованный. Бактериальную контаминацию рук работников лаборатории определяли путем исследования микрофлоры смывов (наличие БГКП) и по йодкрахмальной пробе [8].

Результаты исследования микрофлоры воздуха (определение общей бактериальной обсемененности) представлены на рисунке 1.

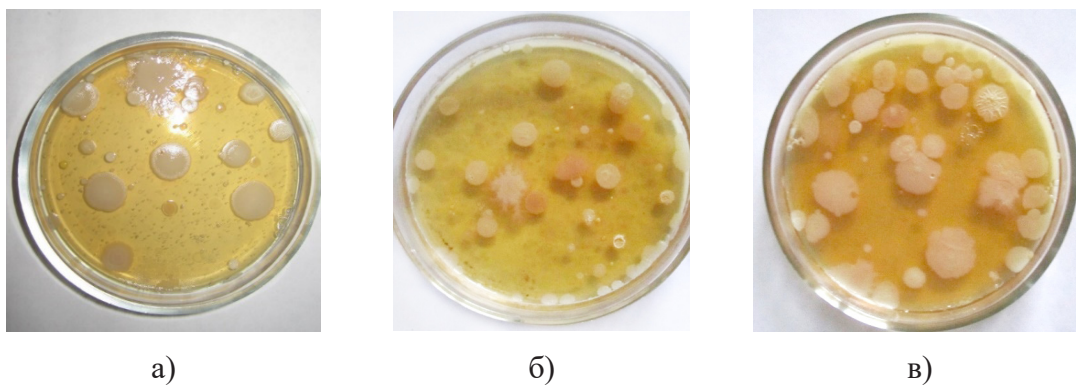
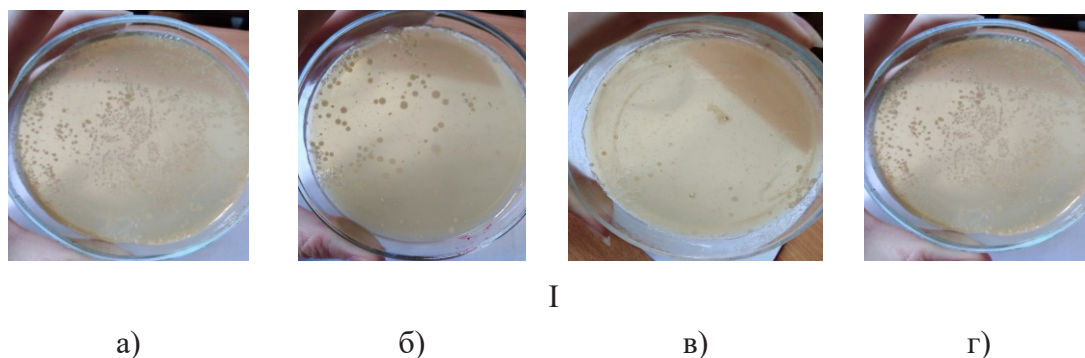


Рисунок 1 – Чашки Петри с выросшими колониями на МПА (микробиологический контроль воздуха)

а – посев произведен утром (перед началом работы); б – посев произведен в процессе работы; в – посев произведен вечером (после окончания работы)

Результаты исследования определения общей бактериальной обсеменённости рук исследователей представлены на рисунке 2.

Результаты комплексного анализа санитарного состояния исследовательской лаборатории производства инновационных молочных продуктов Орловского государственного университета имени И. С. Тургенева представлены в таблице 2.



I

а)

б)

в)

г)

та утром (перед началом работы). Уровень загрязненности воздуха микроорганизмами в лаборатории в вечернее время (после рабочего дня) не соответствует критериям оценки воздуха помещений для уровня «чистый воздух» и был оценен как «сильно загрязненный», что объясняется интенсивностью исследований в течение рабочего дня.

Таблица 2 – Результаты комплексного анализа санитарного состояния исследовательской лаборатории

Объект исследования	Условие/место отбора пробы	Количество микроорганизмов	Категория чистоты
Воздух в лаборатории* (проба 1–6)	Утром (перед началом работы)	2000	чистый
	В процессе работы	3900	чистый
	Вечером (после окончания работы)	8100	загрязненный
Руки исследователей (проба 7–10, 11–13)	Руки, обработанные водой без мыла (перед началом работы)	8900	удовлетворительно
	Руки, обработанные водой с мылом (перед началом работы)	4304	хорошо
	Руки, обработанные водой с мылом и продезинфицированные	708	отлично
Руки исследователей (проба 14–15)	Руки после посещения туалета/после перерыва	11304	плохо
Санитарная одежда (проба 16–19)	1-й исследователь	2512	хорошо
	2-й исследователь	3611	хорошо
Оборудование (проба 20–24)	Сыроварня «Bergmann»	4553	хорошо
	Маслобойка «Салют»	3297	хорошо

Примечание: рекомендуемые показатели чистоты воздуха (зимнее время) для помещений (общее количество бактерий в 1м³): 4500 – чистый воздух; свыше 7000 – сильно загрязненный воздух [10].

На основе выявления культуральных признаков, определили принадлежность микроорганизмов к основным видам санитарно-показательных микроорганизмов. Так, в пробах 7 и 8 по морфологическим признакам обнаружена Клебсиелла. Основной механизм проникновения бактерии – это элементарное несоблюдение гигиены, а именно загрязненность рук [10]. В пробах 14 и 15 установили наличие *E. Coli*. На немых руках, плохо обработанных руках без мыла, на одежде исследователей был обнаружены беспоровые бактерии *Proteus vulgaris*. *Micrococcus* был обнаружен на коже рук (пробы 7 и 8). Являясь представителями нормальной микрофлоры, они обладают долей патогенности, что необходимо учитывать при работе с молочными продуктами. На санитарной одежде (пробы 18, 19)

были обнаружены условно-патогенные микроорганизмы *Bac. cereus*. В незначительных количествах на сыроварне (пробы 23, 24) были обнаружены условно-патогенные бактерии *Bacillus megaterium*.

Сравнивая результаты санитарно-микробиологических исследований, было выявлено, что на оборудовании чаще встречается *Bacillus cereus*, на рабочей одежде – *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, на руках после посещения туалета – *Bacillus subtilis*, *Micrococcus*, *Klebsiella oxytoca*, *E. Coli*, *Proteus Vulgaris*, *Enterococcus*.

Выводы и рекомендации. Таким образом, для выпуска инновационных молочных продуктов гарантированного качества и безопасных в санитарно-эпидемиологическом отношении необходимо, во-первых, разработать программу производственного контроля, в которой должны быть указаны порядок и периодичность контроля санитарно-гигиенического состояния, сырья, исследовательско-производственного процесса и готовых продуктов. Во-вторых, необходимо строго следить за тем, чтобы используемое лабораторное оборудование, аппаратура, инвентарь подвергались тщательной мойке и дезинфекции в соответствии с установленной периодичностью. В-третьих, следует повышать санитарную культуру персонала лаборатории, исследователей, студентов, работающих в лаборатории.

Список литературы

1. Жарикова, Г. Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена: учебник для студентов высших учеб. заведений / Г. Г. Жарикова. – М.: Академия, 2005. – 304 с.
2. Инструкция по санитарной обработке оборудования, инвентаря и тары на предприятиях молочной промышленности. – Москва, 1998. – 70 с.
3. Валидация процесса санитарной обработки оборудования молочного производства для обеспечения безопасности продукции / М. В. Калядина, А. К. Федосова, Л. В. Волощенко, А. С. Кочергина // Пищевая промышленность, 2018. – № 8. – С. 38–42.
4. Кондакова, Г. В. Санитарная микробиология / Г. В. Кондакова. – Ярославль: Ярослав. гос. ун-т., 2005. – 84 с.: табл.
5. Корнелаева, Р. П. Санитарная микробиология сырья и продуктов животного происхождения / Р. П. Корнелаева, П. П. Степаненко, Е. В. Павлова. – М.: ООО Полиграфсервис, 2006. – 406 с.
6. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности. Практическое руководство / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. – СПб: Профессия, 2010. – 656 с.

7. Мурадова, Е. О. Микробиология / Е. О. Мурадова, К. В. Ткаченко. – М.: Эксмо, 2020. – 334 с.
8. Никитина Е. В. Методы общей и специальной микробиологии / Е. В. Никитина, О. А. Решетник. – Казань: КГТУ, 2007. – 120 с.: ил., табл.
9. Санитарные правила и нормы. Производство молока и молочных продуктов (САНПиН 2.3.4.551-96). – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996. – 66 с.
10. Свириденко, Г. М. Контроль БГКП в молочных продуктах и на объектах производственной среды / Г. М. Свириденко, М. Б. Захарова // Переработка молока. – 2018. – № 11. – С. 6–9.

УДК 637.5.039.3

**Т. С. Копысова, К. В. Анисимова,
Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SOUS-VIDE ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Проведены опыты варки мяса по технологии Sous-Vide, разработана ванна для реализации Sous-Vide технологии в промышленных объемах, проведена органолептическая оценка продукции на соответствие нормам и стандартам.

Актуальность. В настоящее время отрасль организации питания находится в состоянии интенсивного развития, на основе технологических инноваций, применения прогрессивного оборудования в целях расширения ассортимента и увеличения выпуска полуфабрикатов различной степени готовности и кулинарной продукции с улучшенными потребительскими свойствами. Тепловая обработка сырья сопровождается существенными изменениями органолептических показателей, пищевой и биологической ценности, а также технологическими потерями массы. В связи с этим приоритетной задачей развития пищевого производства является сведение до минимума отмеченных недостатков за счет совершенствования технологий.

Результаты исследований. Перспективным направлением совершенствования в этой области является обработка сырья в щадящих температурных режимах с предварительным вакуумирова-

нием в полимерную термоустойчивую пленку, известная как Sous-Vide технология, позволяющая получить продукты питания с сохранением массы, пищевой и биологической ценности с увеличением срока хранения. Однако аспекты применения данной технологии недостаточно изучены в отношении воздействия на поликомпонентные пищевые системы, имеющие в составе одновременно и животное, и растительное сырье.

Sous-vide – это технология низкотемпературной варки продуктов в вакуумной упаковке при постоянной температуре. При традиционных способах термической обработки мяса его поверхность подвергается воздействию температур, значительно превышающих температуру готовности (60–65 °С).

Технология sous-vide позволяет готовить блюда деликатно – температура в центре и на поверхности готового продукта одинакова. Благодаря низкотемпературной обработке клеточные мембраны остаются целыми, поэтому блюда получаются более сочными. Правильный подбор временных и температурных режимов приготовления позволяет получить продукты с более мягкой консистенцией. В кусках мяса с жесткой консистенцией, которые принято длительно отваривать или тушить, происходит преобразование мышечного коллагена в желатин.

Овощи, обработанные по данной технологии, напротив, сохраняют свежую, хрустящую текстуру, чего практически невозможно добиться обычной варкой [1–3].

Этапы работы технологии Sous-Vide:

1. Подготовка сырья: очистка, разделка, обжарка на гриле с минимальным использованием специй.

2. Вакуумная упаковка: укладка в специальный пакет для вакуумного приготовления, вакуумирование и запаивание пакета.

3. Приготовление в вакууме: нагрев в течение заранее установленного времени и при заданной температуре в термостате с ванной или пароконвектомате при температуре 65–100 °С в зависимости от типа продукта. Чем ниже температура приготовления, тем длительнее процесс приготовления. Контроль над приготовлением можно осуществлять при помощи термощупа, который устанавливается в продукт, и определяет точную степень готовности.

4. Шоковое охлаждение в аппаратах скоростного охлаждения (шокофризерах). Это даёт резкую остановку процесса приготовления и предотвращает размножения бактерий [4–8].

Для проработки Sousvide технологии на базе ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА была разработана ванна для варки мяса в промышленных масштабах (рис. 1). Конструкция ванны выполнена с учетом разработанной технологии су-вид варки мяса при низких температурах, объемом 200 литров и массой закладываемого продукта максимум 50 кг.

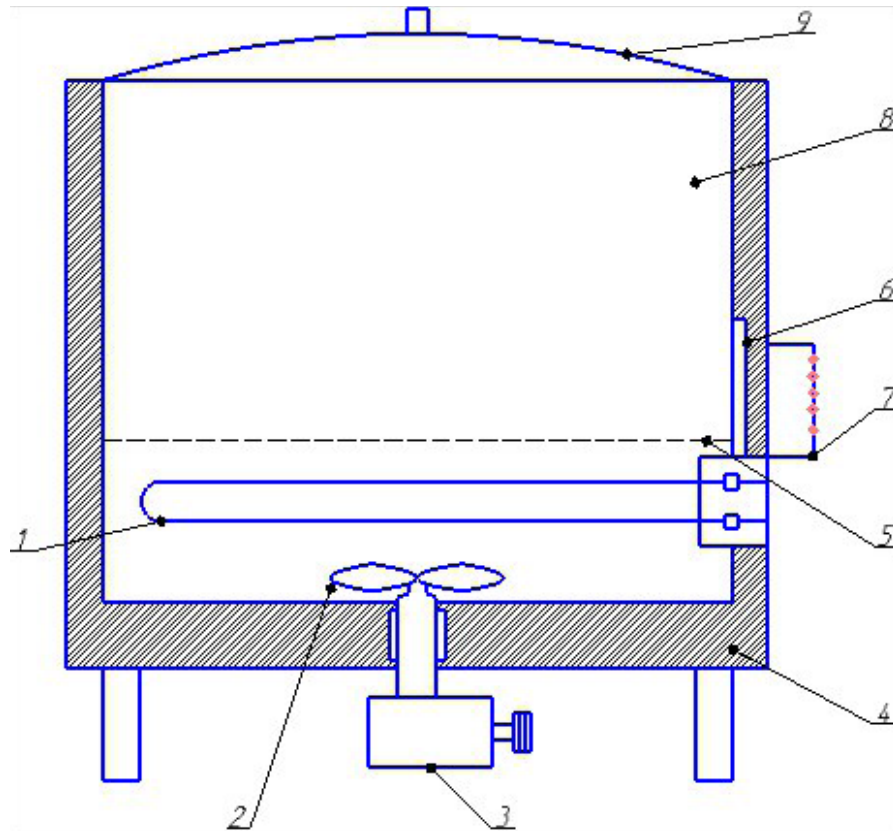


Рисунок 1 – Схема ванны:

- 1 – нагревательный элемент, 2 – мешалка (для циркуляции воды в ванной),
 3 – электродвигатель, 4 – теплоизоляция, 5 – решетка, 6 – термостат,
 7 – панель управления, 8 – ванна, 9 – крышка.

Для выявления эффективности метода были проведены эксперименты по термостатированию продукции (табл. 1). Объектами исследования были выбраны мясо свинины (образец 1), мясо говядины (образец 2), мясо птицы (образец 3).

В качестве критериев эффективности при варке мяса приняты:

- 1) время варки (ч);
- 2) удельные затраты электрической энергии, кВт×ч/(т×м³).
- 3) температура варки (t).

Вода нагревается в течение полутора часов до температуры, необходимой для доведения до готовности продукта.

Таблица 1 – Определение средней ошибки по уравнению регрессии термостатирования массы говядины

Время τ , ч	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
Эксперимент. знач. t_1 °С	3	20	30	40	55	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Расчетные знач. t_2 °С	5,25	20,3	32,6	33,4	35,3	40,2	46,4	47,5	48,3	49,32	53,1	56,45	59,1	61,32	63,0
Ошибка $\Delta(t_1-t_2)$	-2,15	0	-2,3	7,6	20,3	25,4	19,8	18,1	17,3	15,67	11,8	8,54	5,8	3,67	1,9
Ср.ошибка $\Delta t = \Sigma \Delta t_i/n$	9,96														

Адекватность проведенных опытов составляет 90–95 %.

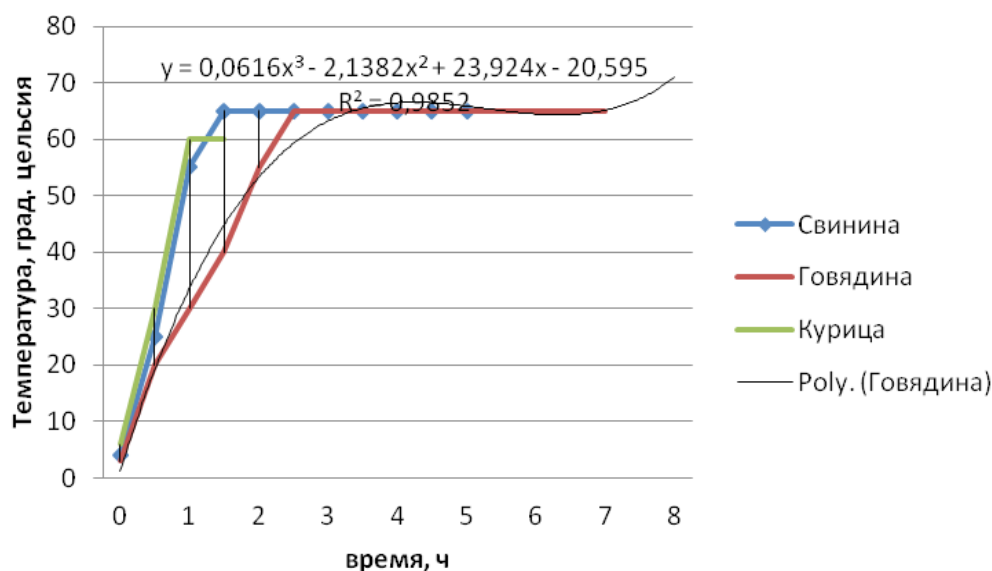


Рисунок 2 – Линия тренда для говядины

Таблица 2 – Определение средней ошибки по уравнению регрессии термостатирования массы свинины

Время τ , ч	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Эксперимент. знач. t_1 °С	4	25	55	65	65	65	65	65	65	65	65
Расчетные знач. t_2 °С	5,15	20,3	35,2	45,6	53,2	57,8	62,3	63,5	64,1	65,7	66,8
Время τ , ч	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Ошибка $\Delta(t_1-t_2)$	-1,4	5,3	20,7	20,6	12,5	8,3	3,4	2,8	1,4	0	-1,8
Ср.ошибка $\Delta t = \Sigma \Delta t_i/n$	6,19										

Адекватность проведенных опытов составляет 90–95 %.

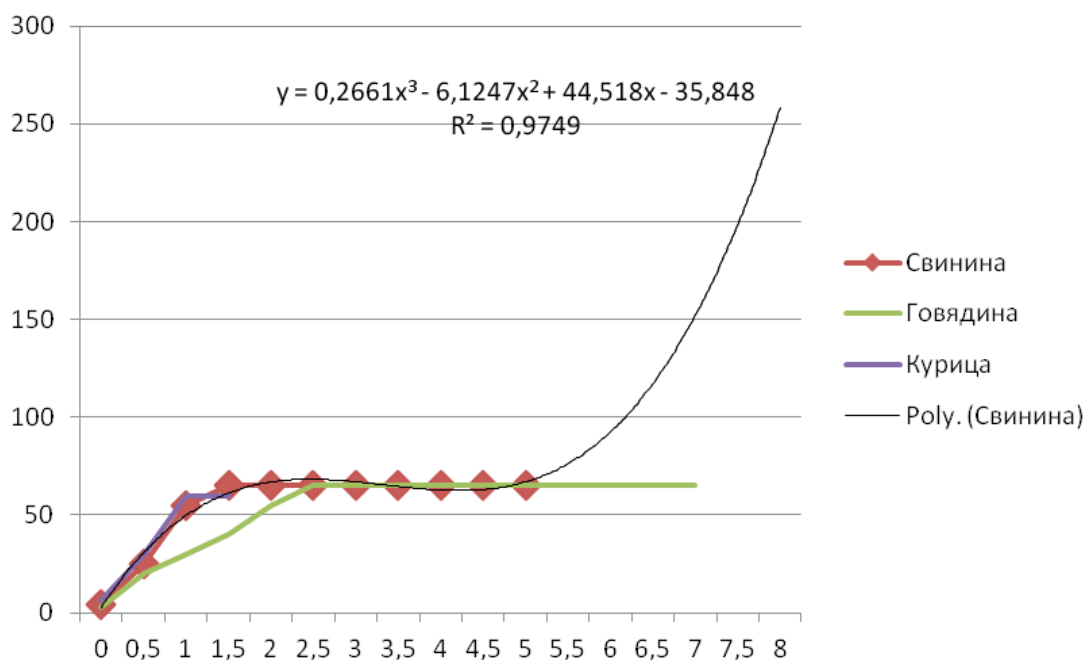


Рисунок 2 – График линии тренда для свинины

Таблица 3 – Определение средней ошибки по уравнению регрессии термостатирования массы курицы

Время τ, ч	0,1	0,5	1	1,5
Эксперимент.знач. t_1 °C	6	30	60	60
Расчетные знач. t_2 °C	5,3	28,6	35,2	61,4
Ошибка $\Delta(t_1-t_2)$	1,25	2,64	25,47	-1,2
Ср.ошибка $\Delta t = \sum \Delta t_i/n$	6,75			

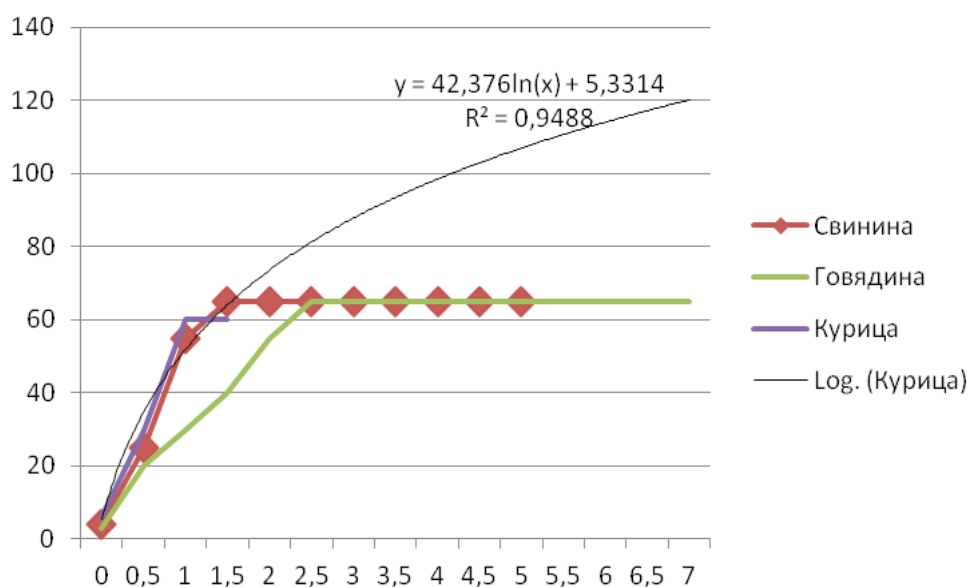


Рисунок 3 – График линии тренда для курицы

При органолептической оценке исследуемых образцов проводилось сравнение с традиционным способом пригото-

ния (отварное мясо) и приготовленные по Sous-Vide технологии, но в малых объемах (контрольный образец). Оценка производилась по 5-бальной системе (5 – max ... 0 – min) (табл. 5).

Таблица 5 – Органолептическая оценка мяса

Показатель	Говядина			Свинина			Курица		
	Отварное мясо	Контрольный образец	Опытный образец	Отварное мясо	Контрольный образец	Опытный образец	Отварное мясо	Контрольный образец	Опытный образец
Внешний вид	3	4	4	3	4	4	2	4	4
Вкус	3	5	5	3	5	5	4	5	5
Цвет	4	4	4	4	4	4	5	5	5
Запах	5	5	5	5	5	5	4	5	5
Консистенция	4	5	5	4	5	5	2	5	5

Отварное мясо, изготовленное традиционным способом, уступает по показателям качеству мяса, приготовленному по технологии су-вид. Опытные и контрольные образцы отличаются репрезентативным внешним видом, мягкой нежной консистенцией и насыщенным сочным вкусом. Это объясняется тем, что при варке в большом количестве воды экстрактивные вещества уходят в бульон, а при приготовлении по новой технологии остаются внутри куска мяса. Из чего можно сделать заключение, что увеличение объема закладываемой продукции не ухудшает органолептических свойств.

Выводы и рекомендации. Таким образом, для варки мяса в больших объемах по технологии Sous-Vide разработана ванна на 200 литров. Продолжительность варки мяса массой 50 кг сокращается на 1 час по сравнению с традиционной технологией, а также увеличивается продолжительность хранения готовой продукции до 18–45 дней в зависимости от вида продукта.

Список литературы

1. Что такое технология Sous Vide (су-вид). – URL: <https://restoran-service.ru/blog/innovatsii-i-tekhnologii-v-obshchepite/tekhnologiya-sous-vide-su-vid-chto-eto/>.
2. Технология су-вид. – URL: <https://goo.su/46ET>.
3. Новости, русский проект по технологии су-вид. – URL: <http://www.rp.ru/news/articles/434780/>.

4. Анисимова, К. В. Установка для быстрого замораживания пищевых продуктов / К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов, О. Б. Поробова // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии сельскохозяйственного предприятия: матер. Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 30-летию филиала кафедры растениеводства ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА в СХПК-Колхоз имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики. – Ижевск, 2014. – С. 18–20.

5. Воробьева, Л. С. Моделирование процесса криогенного замораживания плодов / Л. С. Воробьева, К. В. Анисимова, А. П. Ильин // Научный потенциал – аграрному производству: матер. Всерос. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2008. – С. 94–97.

6. Литвинюк, Н. Ю. Моделирование процесса криогенного замораживания плодов рябины обыкновенной / Н. Ю. Литвинюк, Л. С. Воробьева, А. П. Ильин [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 5. – С. 21–22.

7. Литвинюк, Н. Ю. Способ криогенного замораживания для последующей сублимационной сушки в потоке инертного газа / Н. Ю. Литвинюк, К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 9. – С. 39–41.

8. Современные методы и средства безопасного хранения и производства в пищевой отрасли / А. Б. Спиридонов, И. Ш. Шумилова, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. научн.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – С. 183–187.

УДК 338.439(477.62)

Л. А. Короп

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ОБЗОР НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТА СОЦИАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Проведен обзор направлений деятельности в обеспечении продовольственной безопасности как элемента социальной безопасности в Донецкой Народной Республике.

Продовольственная безопасность выступает важнейшей составляющей социально-экономической политики и представляет собой стратегическую цель социального государства.

Сложившиеся политические, экономические и социальные условия в Донецкой Народной Республике фокусируют внимание на первоочередное решение проблем, связанных с обеспечением продовольственной безопасности, что продиктовало **актуальность** данного исследования.

Целью работы является комплексный обзор направлений в обеспечении продовольственной безопасности как элемента социальной безопасности граждан, выявлении существующих недостатков в данном процессе на территории Донецкой Народной Республики.

Материалы и методика. Информационной основой исследования стали научные публикации донецких ученых, ресурсы Internet, материалы научных конференций. Для достижения поставленной цели использовались методы сравнения, методы экономического и логического сравнительного анализа, комплексный подход к решению проблемы.

Результаты исследований. В законодательных документах продовольственная безопасность трактуется как состояние социально-экономического развития страны, при котором обеспечивается продовольственная независимость, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина страны пищевой продукции, соответствующей обязательным требованиям в объемах не меньше рациональных норм потребления пищевой продукции, необходимой для активного и здорового образа жизни.

С позиции системного подхода продовольственная безопасность рассматривается как составная часть социальной безопасности, поскольку отражает прежде всего социальную направленность на реализацию важнейшего человеческого права – обеспечение своего существования.

Процесс обеспечения продовольственной безопасности и питания является инструментом системы социальной защиты населения. Данные системы рассматриваются как комплексные, контекстно-зависимые и национально-ориентированные.

В контексте защиты прав человека продовольственная безопасность является элементом социальной безопасности на макроуровне, представленном социальным государством в иерархии уровней социальной безопасности лиц с ограниченными возможностями здоровья [1].

Вышеизложенное свидетельствует, что продовольственная безопасность затрагивает интересы государства, региона, социальной группы населения и конкретного гражданина.

Нестабильная ситуация в республике, связанная с затянувшимся военно-политическим конфликтом, экономической блокадой, социально-экономической нестабильностью актуализировали проблему обеспечения национальной продовольственной безопасности, а ее решение стало жизненной необходимостью.

Главной целью для достижения продовольственной безопасности выступает гарантированное и устойчивое снабжение перерабатывающих предприятий сырьем, а населения – продовольствием, не подверженное влиянию внешних и внутренних неблагоприятных воздействий [3].

В данном случае можно говорить о продовольственной политике, которую следует рассматривать как комплекс мер по эффективному решению задач интенсивного развития сельскохозяйственного производства, хранения и переработки продукции, внешней торговли, регулирования рынка продовольствия.

Таким образом, для реализации продовольственной безопасности в Донецкой Народной Республике необходимо выполнение следующих условий:

- во-первых, эффективная продовольственная политика государства;
- во-вторых, соблюдение норм, закрепленных в Конституции Донецкой Народной Республики в части обеспечения права на достойный уровень жизни граждан;
- в-третьих, обеспечение физической доступности продуктов питания для любой категории граждан и социальной группы;
- в-четвертых, создание благоприятных экономических возможностей для удовлетворения потребностей населения в продуктах питания для любой категории граждан и социальной группы;
- пятое заключается в обеспечении потребления продуктов надлежащего качества, соответствующих обязательным требованиям и в количестве, достаточном для рациональных норм потребления, доступных гражданам любой категории и социальной группы.

Основными задачам в достижении продовольственной безопасности Донецкой Народной Республики являются:

- развитие производства в сфере агропромышленного комплекса и производства пищевой промышленности;
- мониторинг состояния рынка продовольствия, качественных и количественных изменений в нем, зависящих от степени импорта;

- поддержание уровня продовольственной безопасности и нивелирования рисков, оказывающих влияние на предприятия пищевой промышленности в частности;
- проведение рациональной политики в области занятости населения;
- осуществление социальной политики, направленной на увеличение уровня благосостояния и платежеспособности населения республики, в т. ч. социально незащищенной категории граждан.

Таким образом, приоритетным направлением в обеспечении продовольственной безопасности Донецкой Народной Республики выступает развитие агропромышленного комплекса и пищевой промышленности.

Развитие агропромышленного комплекса Донецкой Народной Республики предполагает реализацию следующих мероприятий:

- совершенствование методов селекции, создание новых сортов сельскохозяйственных культур, обладающих высоким продуктивным потенциалом;
- освоение научно обоснованных систем земледелия и семеноводства;
- совершенствование селекционно-генетического потенциала;
- обеспечение устойчивости рыбохозяйственного комплекса;
- снижение рисков производства сельскохозяйственной продукции путем развития систем прогнозирования климатических факторов;
- предупреждение неблагоприятных эпизоотических ситуаций;
- сохранение и воспроизводство плодородия почв сельскохозяйственных угодий;
- усовершенствование технологии и условий хранения сельскохозяйственной продукции;
- модернизация складского хозяйства;
- создание аграрной биржи;
- повышение уровня обеспечения квалифицированными трудовыми ресурсами [2].

Пищевая промышленность является социально значимой и системообразующей сферой экономики в Донецкой Народной Республике. Сегодня наблюдается ее стабильное развитие. На рынке

производства пищевых продуктов присутствуют практически все подотрасли, исключение составляют переработка и консервирование картофеля, производство сахара и солода.

Ситуация с наполнением продовольственного рынка Донецкой Народной Республики товарами также стабильна, однако в существующих условиях не исключена угроза продовольственной безопасности, для предупреждения которой целесообразно проведение следующих мероприятий:

- развитие и совершенствование подотраслей пищевой промышленности, в т. ч. специализирующихся на производстве товаров социального значения;
- создание благоприятных условий для функционирования малых предприятий пищевой промышленности;
- регулирование цен на социально значимые продукты питания в связи с неурегулированием величины таможенных пошлин на сырье;
- предоставление возможности в обеспечении разнообразия рациона питания населения (в частности, употребление различных видов мяса);
- повышение доли товаров отечественных производителей на рынке республики по приемлемым ценам;
- осуществление государственного планирования и прогнозирования спроса на продукцию предприятий пищевой промышленности.

В результате проведенного исследования, заключающегося в обзоре направлений деятельности по обеспечению продовольственной безопасности, как элемента социальной безопасности, можно говорить о несовершенстве законодательной и правовой базы в вопросах правового регулирования обеспечения продовольственной безопасности Донецкой Народной Республики.

Для реализации эффективной политики по обеспечению продовольственной безопасности целесообразно:

- принятие законов «О продовольственной безопасности», «О системе стратегического планирования»;
- разработка концепции обеспечения продовольственной безопасности Донецкой Народной Республики;
- упрощение таможенных процедур, в частности, для предприятий, занимающихся производством пищевой продукции;
- предоставление режима наибольшего благоприятствования (дотации, льготное налогообложение, упрощение бюрократи-

ческой процедуры в Министерстве доходов и сборов) для предприятий, принимающих участие в обеспечении продовольственной безопасности республики;

- упрощение процедуры регистрации малых предприятий;
- урегулирование вопросов, связанных с получением сертификатов происхождения СТ-1.

Список литературы

1. Малыгина, В. Д. Ключевые элементы социальной безопасности лиц с ограниченными возможностями здоровья / В. Д. Малыгина, Л. А. Короп // Вестник ДонНУ. Сер. В. Экономика и право. – 2020. – № 1. – С. 106–113.

2. Перевозчикова, Н. А. Приоритетные направления обеспечения продовольственной безопасности Донецкой Народной Республики [Текст] / Н. А. Перевозчикова, Г. А. Шавкун // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2019. – № 4 (31) – С. 53–59.

3. Сущность продовольственной безопасности, структура, цели и методы ее достижения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://konspekts.ru/ekonomika-2/ekonomika-apk/sushhnost-prodovolstvennoj-bezopasnosti-struktura-celi-i-metody-ee-dostizheniya/> (дата обращения 14.11.2020 г.).

УДК 664.8.047.085.1

Г. В. Молдован

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ ИК-СУШКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Рассмотрена перспективность использования ИК-сушки в пищевой промышленности.

Актуальность. Сушка – сложный технологический процесс, при котором качество продукта должно быть не только сохранено, но и улучшено.

Материалы и методика. Существует множество способов сушки продуктов питания: сублимационная, вакуумная, радиационная, конвективная, естественная, контактная и др.

Результаты исследований. При радиационной сушке тепло передаётся высушиваемому материалу лучистой энергией, интенсивность испарения возрастает в десятки раз.

Мощность теплового потока, по сравнению с конвективной сушкой, увеличивается в 30–70 раз. Обычно в сушильной технике используют инфракрасные лучи с длиной волн 0,4...10 мкм.

В качестве источников инфракрасного излучения используют электрические (лампы, панели, трубки с электрообогревом) или газовые излучатели. Наиболее широко распространены безинерционные ламповые нагреватели.

До сих пор наиболее распространёнными являются кондуктивный и конвективный способы сушки.

При кондуктивном способе сушки влага испаряется за счёт передачи тепла высушиваемому продукту через нагретую поверхность. При конвективном способе воздух, нагретый до определённых температур, продувается над или через обезвоживаемый объект [1]. Однако у этого метода есть существенный недостаток: необходимость дополнительного оборудования для утилизации и повторного использования тепловой энергии, что увеличивает и без того значительную металлоёмкость технологического оборудования.

Сегодня важную роль играют достаточно простые способы получения энергоносителя, отбирающего влагу у сырья. В этом плане носители СВЧ- и ИК- энергии наиболее приемлемы, так как их источниками являются преобразователи энергии электрического тока в энергию колебаний электромагнитного поля (ЭМП) соответствующего диапазона волн. При этом преобразуемая из электричества энергия практически без потерь передаётся воде, нагревая её и заставляя испаряться (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты исследований практической значимости ИК-сушки продуктов питания

Вид сушки	Принципы передачи теплоты	Количество вырабатываемого продукта	Энергозатраты на испарение, кВтч/кг
Инфракрасная	Передача теплоты ИК-лучами	Качество продукта максимально близко качеству сублимационной сушки, сохраняется до 90 % исходных свойств продукта	0,9–1,0
Сублимационная	Удаление влаги в два этапа: возгонка из замороженного продукта и тепловая досушка в вакууме.	Сохраняются форма, цвет, органолептические свойства при минимальных потерях биоактивных веществ, 85–95 % восстанавливаемость	2,7–3,0

Вид сушки	Принципы передачи теплоты	Количество вырабатываемого продукта	Энергозатраты на испарение, кВтч/кг
СВЧ-сушка	Генераторы тепла – диполи воды, содержащейся в сырье, которые перемещаются в сверхвысокочастотное электромагнитное поле.	Равномерный нагрев, практически не зависит от теплопроводности сушильного материала. Специфическое воздействие СВЧ-поля на продукт не обнаружено	1,6–1,8
Конвективная	Передача тепла сырью с помощью сушильного агента (нагретый воздух или парогазовая смесь)	Снижение теплопроводности продукта в конце сушки значительно удлиняет процесс, ухудшая качество готового продукта. Конвективным способом производят 90 % сушёных продуктов	1,8–3,0

Выводы и рекомендации. Итак, согласно данным мониторинга современных физических методов обработки сельскохозяйственного сырья, было установлено:

1. Технологии, основанные на конвекционных механизмах обезвоживания, не обеспечивают качества получаемой продукции и характеризуются большой энергоёмкостью процесса. Указанные недостатки конвекционной сушки вызваны спецификой взаимодействия горячего воздуха с высушиваемыми объектами на различных этапах процесса сушки.

На начальном этапе сушки это взаимодействие протекает достаточно эффективно, энергоёмкость процесса мала, а скорость сушки достаточно высока.

При высушивании продукта снижаются его тепло- и массопроводящие характеристики, в результате всё большая доля тепловой энергии не проникает вглубь высушиваемых продуктов, а переизлучается в пространство. Энергоёмкость процесса возрастает, а время сушки многократно увеличивается.

2. Обеспечивающие высокое качество конечного продукта современные технологии сушки должны опираться на иные физические механизмы обезвоживания, на физические процессы, ход которых не так сильно связан с изменяющимися в процессе сушки собственными свойствами продуктов.

3. Доказано, что ввиду ряда важных отличий от классических методов нагрева весьма перспективно использование ИК- и СВЧ-сушки.

Во-первых, не требуется наличия теплоносителя, способствующего загрязнению обрабатываемого материала.

Во-вторых, интенсивность нагрева не зависит от агрегатного состояния материала – только от его оптических, диэлектрических свойств и напряжённости СВЧ-поля.

В-третьих, наибольшая эффективность ИК- и СВЧ-сушки проявляется в диапазоне малых влажностей.

Поиск эффективных режимов ИК- и СВЧ-облучения в процессах термообработки материалов указал на пути комбинации элемента искусственной конвекции и прерывных методов нагрева.

Для продуктов с высоким исходным уровнем влажности целесообразно иногда объединять технологии конвекционной и ИК- или СВЧ-сушки в единый последовательный сушильный процесс, в котором каждый из составляющих его физических механизмов действует при близких к оптимальным параметрам взаимодействия с высушиваемым объектом.

Во влажном продукте при достаточно больших значениях параметров тепло- и массопроводности благодаря более высокому КПД получения энергии преимущественно использование конвекционной сушки. По мере снижения влажности сырья инфракрасная и микроволновая сушка становится менее энергоёмкой.

Чередование периодов интенсивного нагрева сырья с интенсивной вентиляцией позволяет использовать эффект внутреннего термовлагопереноса и завершить процесс с минимальными затратами энергии и на сравнительно низком температурном режиме. А это, в свою очередь, даёт возможность значительно сократить расход энергии и обеспечить более высокое качество готового продукта.

Решить проблему интенсификации процесса сушки дисперсных материалов можно, применяя осциллирующие режимы (попеременная подача высоко- и низкотемпературного агента сушки).

Чередование периодов интенсивного нагрева сырья с интенсивной вентиляцией позволяет использование эффекта внутреннего термовлагопереноса и завершить процесс с минимальными затратами энергии и на сравнительно низком температурном режиме. А это, в свою очередь, даёт возможность значительно сократить расход энергии и обеспечить более высокое качество готового продукта.

Список литературы

1. Волончук, С. К. Энергосберегающие технологии переработки сырья / С. К. Волончук, А. Н. Сапожников, Л. П. Шорников // Ползуновский вестник. – 2011. – 2 (1). – С. 166–171.
2. Пенто, В. Б. Сравнительный анализ современных технологий и оборудования для сушки плодоовощных продуктов / В. Б. Пенто, А. А. Королев, В. Я. Явчуновский // Консервная промышленность сегодня: технологии, маркетинг, финансы. – 2011. – № 5–6. – С. 6–11.
3. Погорелов, М. С. Возможные пути уменьшения затрат энергии на сушку плодов и ягод / М. С. Погорелов // Труды научно-практической конференции. – Углич, ВНИИМС. – 2005. – С. 337–340.

УДК 637.35

И. В. Ольшевская, Н. В. Кравченко

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

РАЗРАБОТКА НОВОЙ РЕЦЕПТУРЫ МЯГКОГО СЫРА, ПОЛУЧАЕМОГО ТЕРМОКИСЛОТНЫМ СПОСОБОМ, С ДОБАВЛЕНИЕМ СЕМЯН ЧИА

Разработана новая рецептура мягкого сыра, обогащенного функциональной добавкой, установлены условия и сроки его хранения, обеспечивающие безопасность, сохранение физиологически активных ингредиентов и потребительских свойств.

Актуальность. Употребление в значительных количествах мягких сыров населением позволяет считать их одним из основных продуктов питания. Такие продукты являются источниками белков, жиров, минеральных веществ и витаминов.

К физиологически функциональным пищевым ингредиентам относят пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики или синбиотики. В связи с этим мы приняли решение создать новый функциональный продукт, который будет содержать не только полноценный белок животного происхождения, но и белок растительного происхождения в комплексе с полиненасыщенными жирными кислотами, минеральными веществами и пищевыми волокнами, которые отсутствуют в продуктах животного происхождения. Поэтому разработка рецептур функциональных молочных

продуктов, доступных по стоимости и гарантированно безопасных, является актуальной.

Функциональные продукты имеют вид традиционной пищи и предназначены для потребления в составе обычного рациона, но в отличие от общепринятых продуктов питания они содержат функциональные ингредиенты, оказывающие благоприятное, оздоровительное, регулирующее действие на организм человека или на его отдельные системы и органы. Поэтому ингредиенты, входящие в состав функциональной продукции, должны отвечать следующим требованиям: иметь природное происхождение; употребляться как обычная еда; не снижать пищевой ценности продуктов питания; быть сбалансированными [2].

В качестве функционального ингредиента, отвечающего вышеперечисленным требованиям, могут быть использованы семена чиа, содержащие белок, полиненасыщенные жирные кислоты (ПЖНК), витамины, минеральные вещества и пищевые волокна которые играют важную роль в поддержании инсулинового баланса в организме.

Материалы и методика. В работе использованы современные методы и стандартные методики, которые позволяют получить характеристику химического состава, биологической ценности, физико-химических, функционально технологических и структурно-механических свойств, органолептических показателей сырья и готовой продукции. Экспериментальные исследования проводились в условиях кафедры технологии и организации производства продуктов питания имени А. Ф. Коршуновой, кафедры общепромышленных дисциплин ДонНУЭТ.

Объектами исследований на различных этапах исследования являлись: молоко коровье; закваска (сыворожка); семена чиа; лабораторные образцы сыра с добавлением семян чиа.

Методы планирования эксперимента и математической обработки экспериментальных данных выполняли с использованием современных компьютерных программ.

Контроль качества готовой продукции осуществляли по органолептическим и физико-химическим показателям, параллельно проводились микробиологические исследования. Такой подход к исследованию позволил достаточно полно охарактеризовать пищевую и биологическую ценность разработанного изделия.

Расчёты, построение графиков, их описание осуществляли с помощью программ Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. Первым этапом исследования стало определение способа производства мягкого сыра с добавлением семян чиа. Нашей целью являлся выбор оптимального количества семян чиа для нового сыра «*Chia cheese*». Для этого были проведены отработки рецептур, результаты которых были оформлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оработка рецептуры нового продукта № 1 Сыра «*Chia cheese*»

Наименование продуктов	Масса нетто сырья продуктов, г	Данные отработки на небольших партиях							Средние данные, г	Принятая рецептура, г
		1	2	3	4	5	6	7		
Молоко	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Семена чиа	2	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	2,5	2
Закваска (сыворотка)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

Масса набора сырья, продуктов, г – 120.

Масса готового изделия, г – 30.

Определение пищевой и энергетической ценности, органолептических, физико-химических и микробиологических показателей сыра «*Chia cheese*».

Расчёт пищевой и энергетической ценности мягкого сыра «*Chia cheese*» осуществляли в соответствии с данными химического состава пищевых продуктов [3]. Результаты расчёта представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели пищевой и энергетической ценности

Наименование показателя	Молоко	Сыворотка	Семена чиа	Итого
Вес, г	100	18	2	120
Энергетическая ценность, ккал	64	3,6	9,72	77,32
Белки, г	3,2	0,137	0,33	3,667
Жиры, г	3,6	0,016	0,614	4,23
Углеводы, г	4,8	0,922	0,842	6,564
Моно- и дисахариды, г	4,8			4,8
Пищевые волокна, г			0,688	0,688
Вода, г		16,816		16,816
Холестерин, г	8,0	0,18		8,18
Насыщенные жирные кислоты, г	1,7		0,0632	1,7632

Окончание таблицы 2

Наименование показателя	Молоко	Сыворотка	Семена чиа	Итого
Мононенасыщенные жирные кислоты, г	0,76		0,0424	0,8024
Полиненасыщенные жирные кислоты, г	0,15		0,4668	0,6168
Витамин А, мкг	30	0,36	1,08	31,44
Витамин В ₁ , мкг	0,04		0,0124	0,0524
Витамин В ₂ , мкг	0,15	0,018	0,0034	0,1714
Витамин В ₄ , мкг	23,6	2,88		26,48
Витамин В ₅ , мкг	0,38	0,072		0,452
Витамин В ₆ , мкг	0,05			0,05
Витамин В ₉ , мкг	5	0,36		5,36
Витамин В ₁₂ , мкг	0,4	0,036		0,436
Витамин Н, мкг	3,2			3,2
Витамин С, мкг	1,5	0,018	0,98	2,498
Витамин D, мкг	0,05			0,05
Витамин Е, мкг	0,09			0,09
Витамин К, мкг			0,1	0,1
Витамин РР, мкг	0,1		0,177	0,277
Калий, мг	146	26,82	3,2	176,02
Кальций, мг	120	18,54	12,62	151,16
Магний, мг	14	1,8		15,8
Натрий, мг	50	8,64	0,38	59,02
Фосфор, мг	90	14,04	18,96	123
Железо, мкг	0,07	0,018		0,088
Хлор, мг	110			110
Кремний, мг				0
Йод, мг				0
Кобальт, мкг	0,80			0,8
Марганец, мкг	0,1		0,0434	0,1434
Медь, мкг	0,1		0,0038	0,1038
Молибден, мкг	5			5
Хром, мг				0
Цинк, мкг	0,4	0,072	0,0698	0,5418
Селен, мкг	2	0,324		2,324
Фтор, мкг	20			20

Анализируя данные таблицы 2, можно свидетельствовать, что при использовании семян чиа в качестве добавки в готовом изделии увеличивается содержание жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, а также обогащение пищевыми волокнами.

Оценка органолептических показателей опытных образцов сыра представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели опытных образцов

Показатели	Оценки, присваиваемые образцам, баллы							
	кон- троль	Обра- зец 1	Обра- зец 2	Обра- зец 3	Обра- зец 4	Обра- зец 5	Обра- зец 6	Обра- зец 7
Внешний вид	5	4	5	5	5	5	4	4
Цвет	5	5	5	5	5	4	4	4
Вкус и запах	5	5	5	5	5	5	4	4
Консистенция	4	4	4	5	4	4	4	3
Итоговая оценка:	4,75	4,5	4,75	5	4,75	4,5	4	3,75

1-й образец: консистенция мягкая, эластичная, без выраженного рисунка, семена чиа равномерно распределены по сырной массе, цвет белый с сероватым оттенком, запах молочный, соответствующий данному виду сыра.

2-й образец: консистенция творожистая, эластичная, без выраженного рисунка, семена чиа равномерно распределены по сырной массе, цвет белый с сероватым оттенком, запах молочный, соответствующий данному виду сыра.

3-й образец: консистенция плотная, эластичная, рисунок пористый, семена чиа равномерно распределены по массе, цвет белый с сероватым оттенком, запах молочный с ореховым оттенком, вкус в меру соленый, соответствующий данному виду сыра.

4-й образец: консистенция плотная, эластичная, рисунок пористый, семена чиа неравномерно распределены по массе, цвет белый с сероватым оттенком, запах молочный с ореховым оттенком, вкус в меру соленый, соответствующий данному виду сыра.

5-й образец: консистенция плотная, крошливая, рисунок пористый с мелкими трещинами, семена чиа неравномерно распределены по сырной массе, цвет сероватый, запах соответствующий данному виду сыра с ореховым оттенком.

6-й образец: консистенция плотная, крошливая, рисунок с мелкими трещинами, семена чиа равномерно распределены по сырной массе, цвет сероватый, запах соответствующий данному виду сыра с ореховым оттенком.

7-й образец: консистенция плотная, крошливая, рисунок с мелкими трещинами, семена чиа неравномерно распределены

по сырной массе, цвет серый, запах, соответствующий данному виду сыра с ореховым оттенком.

Таким образом, рассмотрено 7 образцов: 7 образец – имеет наиболее низкую оценку за счёт снижения баллов за консистенцию, цвет, вкус и внешний вид; образцы 1,2,4,5 – имеют среднюю оценку, сниженную по показателям консистенция; наиболее высокую оценку имеет образец 3, образец 6 имеет сниженную оценку по всем показателям. Значит, в качестве наилучшего образца принимаем – образец 3.

Разработка рецептуры нового сыра. Обобщение результатов экспериментов послужило основанием для разработки рецептур функциональных продуктов питания. В таблице 4 приведена разработанная рецептура функционального продукта.

Таблица 4 – Рецептуры традиционного и функционального продуктов питания

Наименование компонентов	Содержание компонентов на 1 кг готового продукта	
	Сыр мягкий	Сыр мягкий с семенами чиа «Chia cheese»
Молоко	5000	2860
Сыворотка	900	515
Соль	25	15
Семена чиа		58
Выход готового продукта:	1000	1000

Так, введение в рецептуру 2 % семян чиа позволило изменить процентный состав традиционных рецептурных компонентов. Данное внесение в рецептуру позитивно влияет на химический состав готового продукта и не ухудшает структурно-механических свойств, благоприятно влияет влагоудерживающая способность [1], что способствует увеличению выхода готового продукта на 75 %, что подтверждает целесообразность использования семян чиа в производстве мягкого сыра.

Выводы и рекомендации. В результате отработки рецептуры, а также проведённой органолептической оценки качества, исследования физико-химических и микробиологических показателей качества, расчёта пищевой и энергетической ценности выявлено оптимальное соотношение всех ингредиентов: молоко 83 %, семена чиа 2 %, закваска (сыворотка) 15 %, которое является необходимым для получения продукта с высокими показателями потребительских и пищевых характеристик (опытный образец № 3).

Разработана рецептура сыра «Chia cheese», исследован химический состав готового изделия, в частности определено содержание белков, жиров, углеводов, макро- и микроэлементов. Установлено влияние сырьевых компонентов на пищевую ценность готового продукта; исследованы микробиологические показатели на соответствие санитарным требованиям для данной продукции; определены физико-химические и органолептические показатели качества.

Органолептические характеристики нового продукта имеют некоторую отличительную специфику, однако не ухудшают качество и позволяют рекомендовать рецептуру нового изделия для внедрения в рацион питания различных возрастных групп населения, например, для людей с избыточным весом, а также для людей с ослабленным иммунитетом.

Список литературы

1. Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds / Y. P. Timilsena, R. Adhikarib, S. Kasapisa, B. Adhikaria // Carbohydrate Polymers. – 2016. – Vol.136. – P. 128–136.

2. Коршунова, А. Ф. Технология функциональных продуктов питания: электронный курс лекций для студентов дневной формы обучения специальности 6.140101 «Готельно-ресторанна справа»/ А. Ф. Коршунова. – Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, кафедра технологии питания. – Донецк: ДонНУЭТ, 2009. – 103 с.

3. Химический состав пищевых продуктов, книга I, справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под. ред. проф., д-ра техн. наук И. М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М. Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

УДК 644.38:637.18

М. А. Полуянова, Д. А. Плотников

Тюменский индустриальный университет

БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ (КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ)

Описано понятие качества продукции общественного питания, а также приведена методика и проведена оценка качества колбасных изделий.

Актуальность. Безопасность продуктов питания играет основополагающую, так как питание является неотъемлемой частью жизни человека, поэтому Правительством Российской Федерации была разработана Стратегия повышения качества пищевой продукции до 2030 года от 29 июня 2016 года N 1364-р, основная задача которой заключается в увеличении продолжительности и качества жизни за счет улучшения качества продуктов.

Основная часть. Качество продукции – совокупность её свойств, которое обуславливает ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Выработка качественной продукции должно происходить на всех стадиях производства и хранения, чему способствует осуществление контроля качества.

Контроль качества – проверка соответствия количественных или качественных характеристик продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным техническим требованиям [1].

Классификация контроля качества представлена на рисунке 1.

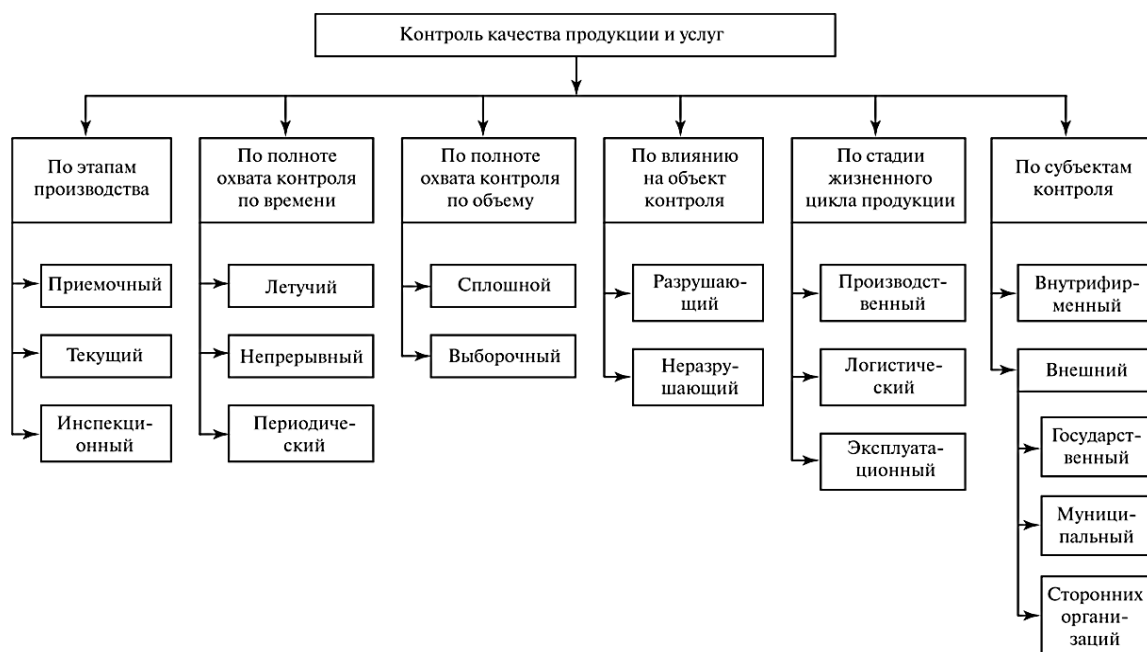


Рисунок 1 – Классификация контроля качества

Проблема повышения качества охватывает различные аспекты – технические, экономические и социальные, тем самым приобретая особую значимость в современных условиях.

Основная задача – не допустить появления брака и других несоответствий продукции установленным требованиям. Поэтому

проводится постоянный анализ отклонений параметров продукции от установленных требований [3].

Метод управления качеством также подразумевает рассмотрение технологического процесса, который используется в производстве.

Такой контроль заключается в обнаружении разных проблем при изготовлении продуктов питания, которые связаны с нестабильным качеством продукции.

Оценку качества готовой продукции на предприятиях питания проводит служба контроля качества, которая выполняет роль бракеражной комиссии и члены которой несут ответственность за оценку качества продукции, выпускаемой в течение рабочего дня.

Бракераж – контроль качества выпускаемой продукции для блюд массового спроса. Для единовременного проведения бракеража состав комиссии должен насчитывать не менее 2 человек.

Бракераж начинается с определения массы готовых изделий и отдельных порций холодных, горячих и сладких блюд [4].

На раздаче проверяют температуру блюд при отпуске, пользуясь лабораторным термометром.

Комиссии руководствуются положением о бракераже пищи на предприятиях общественного питания, Сборником рецептов, ТК и ТТК, ТУ и ТИ.

Оценка качества продукции при бракераже проводится по 5 балльной системе. Результаты записываются в бракеражный журнал установленной формы [6].

Отдельные показатели качества контролируемых блюд оцениваются в такой последовательности:

– показатели, оцениваемые зрительно (внешний вид, цвет), запах, консистенция и свойства, оцениваемые в полости рта (вкус и некоторые особенности консистенции – однородность, сочность и др.).

Каждый показатель качества продукции оценивается по пятибалльной системе. Блюдам, приготовленным в строгом соответствии с рецептурой и технологией, не имеющим по органолептическим показателям отклонений от установленных требований, дается оценка «отлично» (5 баллов).

«Неудовлетворительную» оценку (2 балла) получают изделия со значительными дефектами (недоваренные, недожаренные, подгорелые, с привкусом осалившего жира и др.), но не исключающими возможности их переработки [6].

Одной из главных составляющих определения качества продукции является органолептическая оценка, включающая следующие понятия, представленные на рисунке 2.

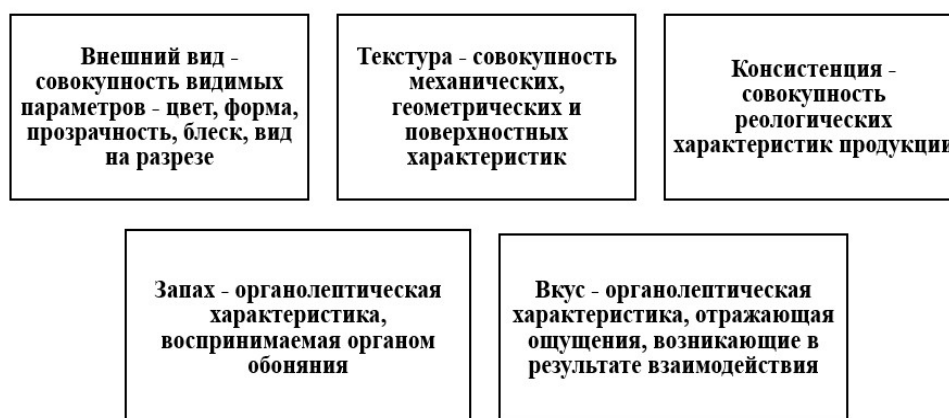


Рисунок 2 – Органолептические показатели продукции

Наиболее широко для оценки качества продукции общественного питания используются лабораторные методы.

Качество полуфабрикатов, блюд и кулинарных изделий, а также сырья оценивают по результатам анализа части продукции, отобранной из партии.

Партией считается любое количество продукции одного наименования, изготовленной за смену [5].

Отбор проб сырья, полуфабрикатов и кулинарных изделий, на которые разработана нормативная документация (ГОСТ, ОСТ, ТУ), производят, вскрывая определенное количество транспортных единиц упаковки, оговоренное в нормативной документации, и изымая часть продукции.

Для физико-химических исследований часть пробы превращают в однородную массу и тщательно перемешивают.

Органолептический – это контроль, который основывается на восприятии информации о свойствах контролируемого объекта органами чувств (зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания) без определения численных значений контролируемого объекта [6].

Для анализа мясных продуктов применяются органолептические, физико-химические и микробиологические методы.

Органолептическими методами определяют: внешний вид, цвет, консистенцию и запах.

Перед проведением органолептической и физико-химической оценки качества мясных изделий, необходимо проверить товар на полноту маркировочных данных.

На изделии обязательно должно быть указано: наименование и местонахождение товаропроизводителя, масса изделия, дата выработки, срок годности, пищевая ценность, условия хранения, состав продукта, пищевые добавки, штрих-код.

Была проведена оценка качества трех видов вареных колбас от разных товаропроизводителей. Результаты маркировки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Маркировочные данные колбасных изделий

Наименование показателей	Колбаса вареная «Велес» (дата выработки 15.10.20)	Колбаса вареная «Атяшево» (дата выработки 16.10.20)	Колбаса вареная «Ромкор» (дата выработки 15.10.20)
Наименование и местонахождение изготовителя	МК «Велес», Россия, Курганская обл., с. Частозорье, ул. К. Маркса, 88	ООО МПК «Атяшевский», Россия, Республика Мордовия, Торбеевский район, р. п. Торбеево, ул. Водная, 17	ООО МПК «Ромкор», Россия, Челябинская обл., г. Еманжелинск, ул. Жукова, 54
Масса нетто	500 г	500 г	400 г
Дата изготовления	15.10.20	16.10.20	15.10.20
Срок годности	60 суток	60 суток	45 суток
Пищевая ценность	белки, г – 13, жиры, г – 16. Энергетическая ценность, ккал – 196	белки, г – 6, жиры, г – 16. Энергетическая ценность, ккал – 192	белки, г – 12, жиры, г – 20. Энергетическая ценность, ккал – 230
Условия хранения	при температуре от 0 до +6 °С	при температуре от 0 до +6 °С	при температуре от 0 до +6 °С
Состав продукта	Свинина, говядина, вода, меланж яичный, молоко коровье сухое, посолочная смесь, сахар, пряности	Свинина, филе грудинки куриной, вода питьевая, мясо птицы механической обвалки, говядина, молочный белок, яйцо куриное, соевый белок, крахмал картофельный, животный белок, посолочная смесь, экстракты пряностей	Свинина, филе грудинки куриной, фарш птицы механической обвалки, вода, яйцо куриное, соль поваренная пищевая, молоко сухое, экстракты пряностей, декстроза
Пищевые добавки	Консерванты: E450, E621, E451	Консерванты: E316, E425, E407a, E120, E250, E621, E450	Консерванты: E450, E301, E621
Штрихкод	4607101224715	4607046575613	4640004788427

После оценки маркировочных данных было выявлено, что все 3 вида вареных колбас соответствуют требованиям ГОСТ 23670-2019 «Изделия колбасные варёные мясные. Технические условия» [4].

Для определения качества мясной продукции используют органолептические методы и физико-химические методы.

В рамках работы была проведена органолептическая и физико-химическая оценка качества трёх варёных колбас одного наименования, но разных товаропроизводителей.

Из физико-химических показателей были определены содержание крахмала, массовая доля влаги, жира и содержание поваренной соли.

Для определения содержания влаги использовали метод высушивания. Для этого измельчили взятую пробу, поместили в бюкс и высушивали в сушильном шкафу до постоянной массы.

Содержание крахмала определяется путем нанесения люголя на свежий разрез колбас (синий или черный цвет указывает на наличие крахмала).

Чтобы определить содержание соли, необходимо поместить взятую пробу в химический стакан, добавить дистиллированную воду и раствор 10 % хромовокислого калия, титруем 0,05 N раствором азотнокислого серебра.

Содержание жира определяли ускоренным методом с помощью фильтрующей делительной воронки. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества колбасных изделий

Наименование показателй	Колбаса вареная «Велес»	Колбаса вареная «Атяшево»	Колбаса вареная «Ромкор»	Норма по ГОСТ 23670-2019
Нормативный документ	ГОСТ 23670-2019	ТУ 9213-004-51158470-05	СТО 45647839-006-2015	–
Консистенция	Достаточно упругая	Рыхлая	Плотная	Упругая
Внешний вид	Изделие соответствует требованиям ГОСТ	Излишняя влага на поверхности изделия	Чистая сухая поверхность	Батон с чистой сухой поверхностью
Цвет и вид на разрезе	Однородно розовый, без посторонних включений	Грязно-розовый, с частичными включениями шпика	Светло-розовый	Розовый, светло-розовый
	Равномерная консистенция	Видны незначительные включения	Равномерная консистенция	Фарш равномерно перемешан

Наименование показателя	Колбаса вареная «Велес»	Колбаса вареная «Атяшево»	Колбаса вареная «Ромкор»	Норма по ГОСТ 23670-2019
Вкус и запах	Имеет приятный вкус, в меру соленый, с запахом душистого перца	Ярко выраженный вкус и запах крахмалосодержащих продуктов	Отсутствуют посторонние запахи и привкусы	Свойственный данному виду продукта без посторонних привкуса и запаха, с ароматом пряностей, в меру соленый
Массовая доля хлористого натрия (поваренной соли), %	1,47	1,14	1,70	не более 2,1
Массовая доля крахмала	Отсутствует	Присутствует	Отсутствует	
Массовая доля жира, %	10,5	17	14,1	не более 20
Массовая доля влаги, %	40	52	41	–

В результате анализа было выявлено, что колбасные изделия компании ООО «Велес» и ООО «Ромкор» полностью соответствуют требованиям ГОСТ 23670-2019.

Колбаса «Докторская» фирмы ООО «Атяшево» показала более низкое качество: цвет грязно-розовый, излишняя влага на поверхности изделия, по физико-химическим показателям: в изделии присутствует крахмал.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что не все образцы вареных колбасных изделий, реализуемых в торговых предприятиях городе Тюмени, соответствуют заявленным требованиям ГОСТ 23670-2019 даже по неполному перечню показателей.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gks.ru/> (дата обращения: 06.10.2020).
2. Елесева, Л. Г. Товароведение однородных групп продовольственных товаров: учебник / Л. Г. Елесева, Т. Г. Родина, А. В. Рыжакова. – М.: Дашков и К, 2013. – 930 с.
3. Матюхина, З. П. Товароведение пищевых продуктов: учебник / З. П. Матюхина, Э. П. Королькова – М.: Академия, 1998. – 272 с.
4. ГОСТ 23670-2019. Изделия колбасные варёные мясные. Технические условия. Введ. 2019-11-01. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2019. – 31 с.

Т. Н. Попова, А. В. Пикус

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассматривается проблема качества и безопасности выращиваемых на территории Донецкой народной республики овощей. В связи с высоким спросом современного населения на полезную и безопасную продукцию дается описание пищевой ценности овощной продукции, а также ее влияния на организм человека. Особое внимание уделено экологическим способам повышения качества и безопасности овощной продукции (использование стимуляторов роста, гуматов).

Актуальность. Овощная продукция занимает, несомненно, важную роль в питании человека. Овощи – ценный продукт питания, так как содержат в своем составе в большом количестве углеводы, витамины (аскорбиновая кислота, никотиновая кислота, витамины группы В, каротин и др.), минеральные вещества, фитонциды, а также эфирные масла и пищевые волокна, необходимые человеку для нормального функционирования организма. Одним из свойств данной группы продукции является повышенная выработка пищеварительных соков и их ферментативной активности. Кроме того, овощная продукция обладает диетическими и профилактическими свойствами, так как в отличие от мясных и молочных продуктов имеет нейтральную реакцию сока, что дает возможность использования её в лечебно-профилактическом питании. Доказано их влияние на физическое здоровье человека. Потребление овощей снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, развития рака, содержащих β -каротин – улучшает зрение, укрепляет иммунитет, уменьшается уровень вероятности сердечно-сосудистой недостаточности. Овощи, в чьем составе присутствует хлорофилл (брокколи, огурцы, горох и др.), влияют на риск заболеваний, приводящих к слепоте, раку. Чеснок, имбирь и лук, благодаря высокому содержанию антиоксидантов, оказывают благотворное действие на иммунную систему человека, его памяти.

На сегодняшний день овощи потребляются как в свежем, так и в консервированном виде, а также являются сырьем для производства огромного разнообразия пищевых продуктов.

Для полноценной деятельности организма и получения в достаточном количестве необходимых веществ потребление овощей должно быть ежедневным и согласно норме. Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, для взрослого человека норма потребления овощной продукции составляет 300–400 г в день [2].

Однако, несмотря на большое разнообразие положительных свойств, овощи могут быть источниками и ядовитых веществ при несоблюдении правил хранения, транспортировки и реализации. Примером таких веществ могут быть токсичные элементы (свинец, мышьяк, кадмий), радионуклиды, пестициды, нитраты. Употребление продукции, содержащей данные вещества, оказывает негативное влияние на физическое здоровье человека, приводит к заболеваниям сердечно-сосудистой системы, раковым болезням, снижению иммунитета, отравлениям, возникают генетические мутации.

В связи с этим на современном этапе перед человечеством стоит задача повышения качества и безопасности свежих овощей, что подразумевает под собой отсутствие какого-либо риска, связанного с возникновением заболеваний как на современного человека, так и на его поколения в будущем.

Материалы и методика. В ходе исследования данного вопроса был проведен теоретический анализ и обобщение существующей научной литературы, периодических изданий об основных факторах, влияющих на качество овощной продукции, а также показателях качества овощной продукции.

Результаты исследований. Азотистые вещества, а именно их остатки – нитраты, нитриты, являются одними из наиболее вредных загрязнителей овощной продукции. Во всем мире установлены предельно-допустимые концентрации этих веществ в овощах и обязанность производителей соблюдать эти нормы, так как на долю нитратов, содержащихся в овощах и употребляемых в пищу, приходится 80–90 %, остальные 10–20 % – это мясопродукты, фрукты.

Содержание нитратов в овощах зависит от многих факторов: вид и количество удобрения, вид самого растения, период сбора урожая, условия хранения. Так, молодые неповрежденные образцы имеют невысокий уровень нитратов. Однако во время хранения при высокой температуре этот уровень повышается. Также на этот показатель влияют минеральные удобрения, используемые в больших количествах (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание нитратов в различных овощах

Наименование продукта	Содержание NO ₂ (мг/кг)
Баклажаны	300
Капуста	900
Кабачки	400
Картофель	250
Репчатый лук	80
Зеленый лук	600
Огурцы	300
Томаты	250
Морковь	250
Сладкий перец	200
Свёкла	1400
Редис	1500

Необходимо сказать, что действие нитратов на организм человека неоднозначно: с одной стороны, положительное влияние на иммунную систему организма, а с другой – риски онкологических заболеваний. Отрицательный эффект данная группа веществ оказывает при употреблении овощей, выращенных с нарушением норм и требований агротехнологии. Всемирная организация здравоохранения установила уровень нитратов, при котором они не наносят вред организму человека – 3,5 мг на 1 кг массы человека [3]. При увеличении содержания до 5 мг/кг нитраты начинают проявлять токсичные свойства. Однако наиболее сильное влияние оказывают нитриты, которые при взаимодействии с аминами и амидами употребляемых продуктов питания образуют новые соединения – нитрозамины, обладающие канцерогенным действием.

Наиболее интенсивно процесс образования нитритов в овощах происходит при их хранении. Особенно это касается поврежденных экземпляров, низкого качества. Температура помещения +20...+24 °С, повышенная влажность, неудовлетворительное санитарное состояние склада – основные факторы, способствующие восстановлению нитратов.

Также нами установлено, что в процессе длительного хранения овощной продукции уровень содержания многих соединений уменьшается. Так, количество сахаров снижается на 25 %, сухих веществ на 9–15 %, аскорбиновой кислоты – 15–20 %, провитамина А – 20 %, пигмента беталаина – 10 %. При хранении изменяется

содержание нитратов на 15–20 %, что позволяет использовать продукцию с несколько повышенной предельной концентрацией нитратов в условиях длительного хранения для достижения этого параметра показателей нормы.

В результате исследований выявлено, что значительное влияние на содержание нитратов в овощной продукции оказывает внесение различных форм удобрений, содержащих азот. Использование быстрорастворимой формы удобрений отмечается наибольшим количеством нитратов в белокочанной капусте и корнеплодах. При внесении аммиачной селитры наблюдается накопление нитратов выше нормы. В пределах нормы содержание данных соединений было отмечено во время добавления мочевины и сульфата аммония. Удобрения с медленным сроком действия не способствуют накоплению в больших количествах нитратов.

Одной из важных задач в регулировании уровня содержания нитратов в овощах является время использования удобрений. Применение азотистых удобрений в период формирования продуктивных органов растения, а также во время интенсивного роста, способствует получению продукции с меньшим уровнем содержания нитратов. При внесении подкормок в неподходящее время наблюдается снижение качества урожая по всем показателям.

Несоблюдение санитарных норм транспортировки и хранения овощной продукции вызывает в овощах гниение, что в свою очередь способствует образованию патулина, обладающего канцерогенными и мутагенными свойствами. В овощах, а именно в томатах, патулин концентрируется по всей поверхности плода, в отличие от фруктов. Однако такие овощи как лук, редис, редька, баклажаны, цветная капуста, тыква, хрен, картофель не подвержены воздействию продуцентов патулина.

Для повышения качества свежих овощей при хранении и транспортировке рекомендуется применение регулируемой газовой среды. Регулируемая газовая среда представляет собой технологию хранения продукции, при которой создается определённого состава среда, позволяющая в значительной степени замедлить процессы жизнедеятельности [5]. Используя данную технологию, можно влиять на сроки хранения овощной продукции, сохранить набор витаминов и других, необходимых для здоровья человека, веществ, показатели качества на высоком уровне.

Так, повышенная концентрация углекислого газа позволяет замедлить созревание и дозревание плодов, снизить уровень дей-

ствия этилена, из-за чего овощи сохраняют свою мягкость и цвет. Содержание же кислорода (O_2) необходимо, наоборот, уменьшить для приостановления процессов окисления.

При выборе состава газовой среды в соотношении 2 % CO_2 : 5 % O_2 : 93 % N_2 , наблюдается сохранение высоких показателей качества и безопасности овощной продукции, в особенности томата, капусты белокочанной и болгарского перца (рис. 1).

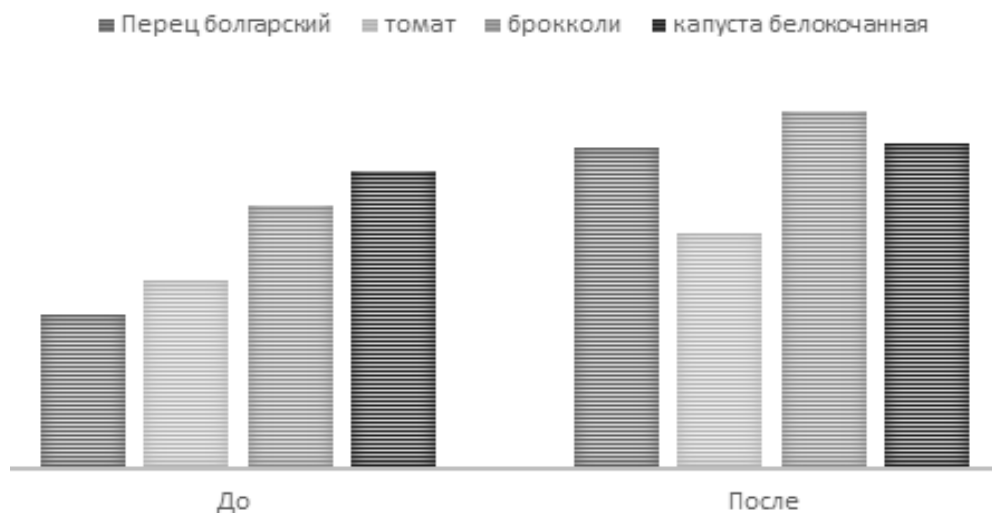


Рисунок 1 – Срок хранения овощей до и после применения газовой среды состава 2 % CO_2 : 5 % O_2 : 93 % N_2

На этапе выращивания урожая в качестве экологически чистого способа получения качественной и безопасной продукции рекомендуется использовать стимуляторы роста.

Стимуляторы роста – препараты, содержащие в своем составе биологически активные вещества (витамины, аминокислоты, белки, микроэлементы и др.), и используемые обработки посадочного материала, корневой системы и для листовой подкормки растений [1].

В результате использования данных препаратов изменяются характеристики растения. Так, препарат «Эпин» повышает «иммунитет» растений, улучшает внешний вид овощей, их вкусовые характеристики, продлевает сроки хранения. Его применение позволяет увеличить урожай на 16–20 % и снизить содержание токсичных элементов. Наиболее благотворное влияние «Эпина» наблюдалось при выращивании капусты белокочанной, чеснока, томата, многолетнего лука (рис. 2).

Необходимо заметить, что уровень влияния стимуляторов роста на качественные показатели овощей определяется как природой выбранного препарата, так и видом самого растения.

Перспективным направлением является применение гуматов-натриевых и калийных солей гумусовых кислот, получаемых из торфа, бурого угля [4]. Гуматы способствуют развитию микрофлоры почвы, усвоению микро- и макроэлементов растением, а также нормализации обменных процессов и ускорению синтеза белков. Культуры, выращенные с применением гуматов, дают на порядок качественнее урожай – увеличивается содержание витаминов, каротиноидов, уменьшается концентрация нитратов. Наиболее благотворное влияние гуматов наблюдалось при выращивании тыквы, редиса, болгарского перца, томатов, моркови (рис. 3).

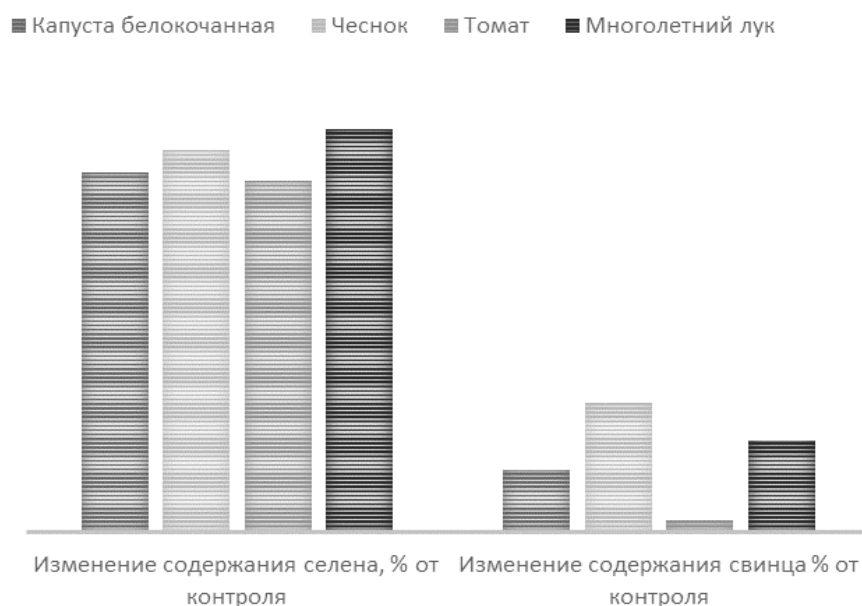


Рисунок 2 – Влияние стимулятора роста «Эпин» на овощную продукцию

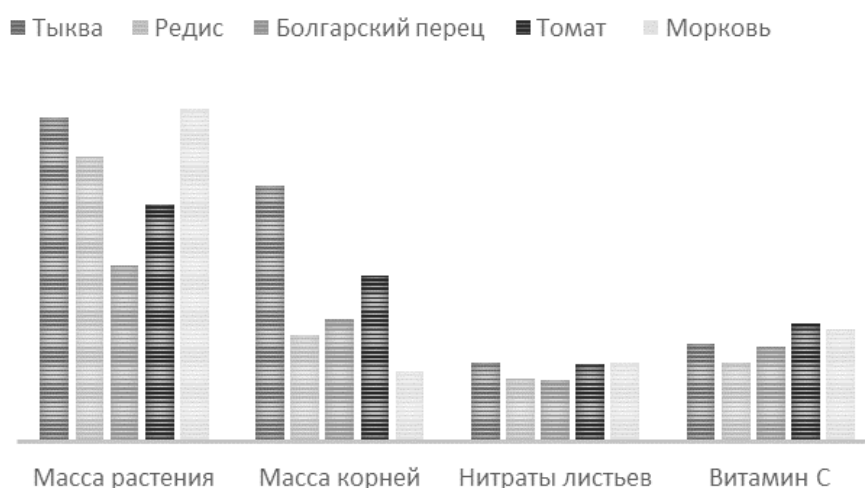


Рисунок 3 – Влияние использования гуматов, % от контроля

Выводы и рекомендации. Результаты проведенных исследований показали, что для улучшения показателей качества и безо-

пасности овощной продукции необходимо соблюдать нормы и требования хранения овощей, а также использовать экологически чистые удобрения в необходимых количествах в точные сроки. В качестве таких удобрений рекомендуется применение гуматов и стимуляторов роста, которые увеличивают в значительной мере урожай овощей, а также повышают их качество, снижая содержание токсичных для организма человека соединений.

Список литературы

1. Борисов, В. А. Качество и лёгкость овощей / В. А. Борисов, С. С. Литвинов, А. В. Романова. – М.: ВНИИО, 2003. – 625 с.
2. Голубев, Ф. В. Минеральный состав многолетних луков и их пищевая ценность / Ф. В. Голубев, Н. А. Голубкина, Ю. Н. Горбунов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т. 39. – № 5. – С. 602–606.
3. Кудряшева, А. А. Влияние питания на здоровье человека / А. А. Кудряшева. – Пищ. пром. – 2004. – № 12. – С. 88–90.
4. Черников, В. А. Экологически безопасная продукция. / В. А. Черников, О. А. Соколов. – М.: Колосс. – 2009. – 438 с.
5. Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции (Сборник научных трудов, выпуск 1). – М.: ФГБНУ ВНИИО, 2014. – 544 с.

УДК 635.21: 635.24:631.5

**О. А. Старовойтова¹, В. И. Старовойтов¹,
А. А. Манохина², Н. Э. Шабанов¹**

¹ ФГБНУ ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха

² ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ ПОСЛЕ КОНСЕРВАЦИИ ТОПИНАМБУРОМ

Описаны исследования, которые проводили с целью изучения возможности улучшения влажности, плотности и биологической активности почвы для повышения продуктивности картофеля путем выращивания сидеральных культур после топинамбура в монокультуре.

Актуальность. Картофель – социально значимая культура, продукция которой занимает большое место в рационе пита-

ния россиян. Сегодня в Российской Федерации его возделывают на площади 2,0 млн га (в 2002 г. – 3,2 млн га) [1, 11].

В условиях растущей интенсификации, химизации, применения всё более мощных пестицидов назрела необходимость перехода на биологизированное земледелие, разработки технологий выращивания экологически безопасной продукции [7, 10].

Снижение пестицидной нагрузки при производстве картофеля путем использования сидератов, биологических методов борьбы с болезнями и вредителями, микроудобрений, имеет огромное значение для сохранения окружающей среды [3], производства безопасной для здоровья людей продукции. Размещение в севообороте таких сидеральных культур, как озимая рожь, рапс, вика мохнатая озимая, вика яровая, белая горчица, масличная редька и др., способствует восстановлению запасов органического вещества в почве и снижению накопления патогенов [9].

Сохранение полей для дальнейшего развития сельского хозяйства, предотвращения деградации земель, восстановления плодородия почв и загрязненных территорий возможно путем выращивания топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) семейства астровых (Asteraceae) [2, 5]. Почва восстанавливает свое плодородие уже после 3...5 лет выращивания топинамбура на землях, выведенных из оборота. При этом снижаются затраты на рекультивацию почвы с одновременным возвратом залежных земель к сельскохозяйственному использованию [4].

Цель исследования – изучить возможность улучшения влажности, плотности и биологической активности почвы для повышения продуктивности картофеля путем выращивания сидеральных культур после топинамбура в монокультуре.

Условия, материалы и методы. Объект исследования – картофель, сидеральные культуры, почва.

Исследования проводили на экспериментальной базе ФГБНУ ВНИИКХ Коренёво Люберецкого района Московской области на участке с отсутствием химических обработок и внесения минеральных удобрений на протяжении 8...9 лет. С 2008 по 2016 гг. на испытательном участке выращивали топинамбур. В 2016 г. на части поля был заложен опыт по следующей схеме:

- вико-овёс (до 2015 г.) – картофель (2016 г.) – овёс на сидерат – картофель (контроль);
- топинамбур в монокультуре (до 2016 г.) – люпин белый на сидерат – картофель;

– топинамбур в монокультуре (до 2016 г.) – горчица белая на сидерат – картофель;

– топинамбур в монокультуре (до 2016 г.) – овёс на сидерат – картофель.

В 2017 г. по аналогичной схеме был заложен эксперимент на оставшейся части поля.

Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая среднекультуренная, супесчаная; предельная полевая влагоёмкость (ППВ) – 13,3 %. Содержание органического вещества, по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91), в почве пахотного горизонта 1,45...2,42 %; подвижного фосфора и калия (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91) – 491...548 мг/кг и 68...104 мг/кг соответственно; pH_{KCl} (ГОСТ 26483-85) – 4,4...4,8 ед.; гидролитическая кислотность (ГОСТ 26412-91) – 4,15...4,55 мг-экв./100 г, сумма обменных оснований – 1,5...4,0 мг-экв./100 г.

Посадки топинамбура заделывали в почву (не скашивая) путем двукратного прохода агрегата с экспериментальным фрезерным культиватором-грядоделателем ФГФ-1. Посев сидеральных культур (люпин белый, горчица и овёс) осуществляли вручную. При выращивании картофеля весенняя предпосадочная подготовка почвы включала рыхление на глубину 12...15 см (МТЗ-82 + БДТ-3,0). Посадку непророщенных клубней средней фракции (46...53 мм), предварительно обработанных препаратом Фитоспорин М, проводили в нарезанные гребни агрегатом МТЗ-82 + СН-4БК на глубину 8...10 см. Густота посадки – 44,4 тыс. шт./га при ширине междурядий 75 см. Высаживали клубни сортов картофеля, устойчивых к основным болезням (фитофторозу, альтернариозу, парше, ризоктониозу): Удача (ранний), Вымпел (средне-спелый), репродукция – элита. Уборку проводили во второй декаде августа. Площадь учетной делянки составила – 25,0 м²; повторность – 4-кратная.

Закладку полевого опыта, учеты и наблюдения проводили в соответствии с требованиями методики полевого опыта (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985) и других действующих методик (Доспехов Б. А. и др. Практикум по земледелию. М., 1977; Методика исследований по культуре картофеля. М., 1967).

Средняя температура воздуха за вегетационный период в 2017 г. – 16,2 °С, в 2018 г. – 18,7 °С, в 2019 г. – 17,4 °С, при норме 16,5 °С. Сумма осадков за вегетационный период за вегетационный период 2017 г. составила 378,4 мм, или 145,3 % от нормы

(260,5 мм), в 2018 г. – 205,9 мм, или 79,04 %, в 2019 г. – 292,3 мм, или 112,2 % от нормы. ГТК в 2017 г. был равен 2,06, 2018 г. – 0,89, 2019 г. – 1,49 при климатической норме 1,3...1,4.

В 2018 г. близкую к оптимальной влажность почвы отмечали только в период от посадки до появления всходов. К фазе бутонизации она уменьшилась до 43,4...50,3 % ППВ, цветения – до 27,9...35,5 и в период уборки составляла 13,3...20,7 % ППВ.

В среднем в зоне клубневого гнезда самая высокая влажность отмечена в варианте с предшественником горчица белая (после топинамбура): на 7,9 % ППВ больше, чем в контроле. Немного меньше она была после овса и люпина белого, размещенных по топинамбуру, – на 5,0 и 2,7 % от ППВ выше, чем в контроле.

В 2019 г. влажность почвы была близка к оптимальной в период посадки, появления всходов и частично в фазе клубнеобразования. Однако в период бутонизации и цветения она снижалась до 14,3...20,3 % ППВ. К уборке величина этого показателя несколько возросла, но оставалась невысокой 31,6...43,8 % от ППВ. В зависимости от предшественника картофеля большую влажность почвы также отмечали в варианте с горчицей белой, в котором она была выше, чем в контроле, на 5,3 % от ППВ. Такая ситуация, вероятно, обусловлена тем, что запаханные остатки сидеральных культур способствуют увеличению влагоудерживающей способности почвы [6].

Плотность почвы под картофелем в зоне клубневого гнезда, благодаря своевременному уходу, находилась в оптимальных пределах и составляла в очень засушливом 2018 г. – 1,23...1,39 г/см³, в 2019 г. – 1,17...1,32 г/см³. При этом в 2018 г. наименьшая в среднем величина этого показателя отмечена после горчицы белой – 1,26 г/см³, наибольшая в контроле – 1,33 г/см³. В 2019 г. плотность почвы в зоне клубневого гнезда мало зависела от предшественника и в среднем составляла 1,22...1,24 г/см³.

Самую высокую биологическую активность почвы в среднем за 2018–2019 гг. наблюдали после горчицы белой и овса, размещенных по топинамбуру. В этих вариантах она была больше, чем в контроле, на 6,37...5,37 % соответственно (табл. 1). Запашка сидеральных культур позволила повысить удержание влаги в почве, что соответственно повысило и биологическую активность микроорганизмов. В 2017 году наибольшие значения по сухому веществу были получены в вариантах посева горчицы белой, оказало влияние на показатели почвы в 2018 году [8].

Таблица 1 – Учет биологической активности почвы по разложению льняных полотен, %

Предшественник	2018 г.	2019 г.	Среднее	± к контролю, %
1. (контроль) Овес по картофелю	8,48	11,42	9,95	0
2. Люпин белый	6,73	23,33	15,03	5,08
3. Горчица белая	13,81	18,83	16,32	6,37
4. Овес по топинамбуру	13,00	17,64	15,32	5,37
Среднее	10,5	17,8	–	–
НСР ₀₅	2,98	3,04	–	–

В среднем за 2 года наибольшая биологическая урожайность (33,3 т/га) раннего сорта Удача отмечена при посадке по горчице белой (табл. 2), которая обеспечивала создание более благоприятных условий по увлажнению почвы, а также повышение ее биологической активности. Самую высокую урожайность среднеспелого сорта Вымпел наблюдали при посадке по люпину белому и горчице – 29,4 и 29,2 т/га. Это может быть обусловлено тем, что более позднеспелый сорт Вымпел не успел полностью реализовать свой потенциал по лучшему предшественнику.

Таблица 2 – Урожайность картофеля в зависимости от предшественника (2018–2019 гг.), т/га

Предшественник	Удача (ранний)				Вымпел (среднеспелый)			
	2018 г.	2019 г.	среднее	± к контролю, %	2018 г.	2019 г.	среднее	± к контролю, %
Овес по картофелю (контроль)	26,8	30,2	28,5	0	25,3	29,4	27,4	0
Люпин белый	28,1	32,2	30,2	6,0	28,5	30,2	29,4	3,2
Горчица белая	33,5	33,1	33,3	16,8	28,9	29,5	29,2	2,5
Овес по топинамбуру	34,9	30,7	32,8	15,1	26,2	29,6	27,9	-2,1
Среднее	30,8	31,6	–	–	27,2	29,7	–	–
НСР ₀₅	3,43	1,16	–	–	1,53	0,31	–	–

Выводы. Размещение сидеральных культур после топинамбура оказало положительное влияние на влажность почвы под следующим за ними картофелем. Наибольшей она была после горчицы белой и овса, превосходство над контролем (овес на сидерат после картофеля), в этих вариантах составляло 6,6 ППВ, 4,1 % ППВ соответственно. После этих же предшественников отмечали

самую высокую биологическую активность почвы, которая была выше, чем в контроле, на 6,37...5,37 %.

Ранний сорт Удача ожидаемо сформировал наибольшую в среднем за 2 года биологическую урожайность при посадке по горчице белой – 33,3 т/га (прибавка к контролю 4,8 т/га, или 16,8 %). У среднеспелого сорта Вымпел наибольшая величина этого показателя отмечена при посадке по люпину белому и горчице – 29,4 и 29,2 т/га (прибавка соответственно 2,0 и 1,8 т/га, или 3,2 и 2,5 %).

Список литературы

1. Жевора, С. В. Современное лабораторное оборудование и сельскохозяйственная техника для селекции и семеноводства картофеля / С. В. Жевора, В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова [и др.]. – М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2020. – 80 с.
2. Манохина, А. А. Методика выращивания топинамбура / А. А. Манохина, О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: матер. Междунар. научн.-практ. конф. молодых ученых, посвященная 65-летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА. – Пенза, 2016. – С. 160–162.
3. Соколов, М. С. Органическое удобрение – эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор её супрессивности / М. С. Соколов, Ю. Я. Спиридонов, А. П. Глинушкин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 1. – С. 4–12.
4. Старовойтов, В. И. Топинамбур как кормовой ресурс / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В. П. Горячкина. – 2014. – № 3. – С. 24–26.
5. Старовойтов, В. И. Способ выращивания растений топинамбура / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, Д. В. Черников, А. А. Манохина, И. В. Шмыгля, Ю. П. Бойко, В. В. Бойко, А. Н. Феоктистов. Патент на изобретение RU 2534350 С2, 27.11.2014. Заявка № 2012140277/10 от 20.09.2012.
6. Старовойтов, В. И. Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура – вектор развития новых продуктов питания / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. сборник статей по материалам III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2017. – С. 606–614.
7. Старовойтова, О. А. Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина // Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В. П. Горячкина. – 2016. – № 6 (76). – С. 42–47.

8. Старовойтова, О. А. Влияние средовых факторов со снижением пестицидной нагрузки на формирование урожая картофеля / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина [и др.] // Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В. П. Горячкина. – 2019. – № 2 (90). – С. 30–34.
9. Усанова, З. И. Выращивание картофеля по горчице белой / З. И. Усанова, В. В. Козлов // Картофель и овощи. – 2015. – № 12. – С. 30–32.
10. Шкляев, К. Л. Машины и оборудование для производства продукции растениеводства / К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев, О. П. Васильева, Л. Л. Максимов, А. Л. Шкляев. – Ижевск, 2019. – 124 с.
11. Машины для уборки и доработки корнеклубнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: матер. Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова В 2-х т. – Ижевск, 2020. – С. 156–164.

УДК 331.101.1

С. П. Игнатъев, И. В. Бадретдинова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРГОНОМИКИ РАБОЧЕГО МЕСТА ТРАКТОРИСТА

Описана методика проведения исследований эргономичности кабин, сидений и размещения органов управления в тракторах АТМ 3180, 85 ТК, 30 ТК и Т 25, по результатам исследований выявлено транспортное средство, являющееся наиболее эргономичным, описаны последствия длительной работы на тракторах, не соответствующих эргономическим требованиям.

Актуальность. Эргономика изучает удобство и комфорт рабочего места, взаимодействие человека с рабочей средой, техникой [9]. Применительно к тракторам эргономика – это наука, изучающая процессы и закономерности взаимодействия водителя и машины. Номенклатура эргономических показателей сельскохозяйственных машин регламентирована ГОСТ 12.2.120-2015, ГОСТ 20062-96 и другими государственными стандартами. В ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА студенты агроинженерного факультета получают навыки управления тракторами. В учебном процессе задействованы трактора марок АТМ 3180, 85 ТК, 30 ТК и Т 25. При получении навыков управления транспортными средствами студенты знакомятся также с основами безопасности труда. Эргономичность средств труда напрямую связана с комфортностью и безопасностью труда. По этой причине исследования, направленные на изучение вопросов эргономики, являются актуальными.

Целью исследований, приведенных в данной статье, является комплексное изучение материальной базы учебной практики студентов, обучающихся по направлению агроинженерия.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

1) изучение требований государственных стандартов, в которых изложены требования, предъявляемые к эргономике рабочих мест трактористов;

- 2) разработка программы проведения исследований;
- 3) анализ соответствия параметров рабочих мест трактористов эргономическим требованиям;
- 4) формулировка концепции эргономического паспорта рабочего места тракториста.

Материалы методы. Эргономические требования к рабочему месту и его элементам разрабатывают с учетом следующих критериев: возможности и условий обзора объектов наблюдения; доступа к рабочему месту; управляющих действий оператора; защиты оператора от воздействия факторов производственной среды, гарантирующей сохранение здоровья и высокую работоспособность оператора.

Аналитическое исследование эргономики рабочего места тракториста в системе «человек-машина» начинается с выбора номенклатуры показателей эргономичности машины [9] с учетом зон выполнения ручных операций и размещения органов управления [2].

Нормируют минимальные размеры одноместных кабин, в основном ширину и высоту. При этом руководствуются антропометрическими данными водителя. Длину кабины не регламентируют, так как она во многом зависит от компоновки трактора. При компоновке рабочего места тракториста прежде всего необходимо определить минимальные размеры и геометрическую форму поверхностей, ограничивающих пространство внутри кабины вокруг располагающегося на сиденье в удобной рабочей позе оператора [1]. Параметры кабины, сиденья и размещения органов управления задаются стандартами. Изменять ограничивающие размеры в меньшую сторону нельзя, и обычно их увеличивают, потому, что в кабине предусматривается место для термоса с водой или пищей, аптечки, верхней одежды, иногда и для второго сиденья. Внутренние размеры кабины задаются от контрольной точки отсчета сиденья по ГОСТ 27715-88. Допускается положение контрольной точки сиденья определять методом, установленным для определения точки отсчета сиденья – точка в продольной плоскости симметрии сиденья, в которой пересекаются плоскость, касательная к задней поверхности нижней части спинки устройства. При этом контрольная точка сиденья располагается на 90 мм выше и на 140 мм впереди точки отсчета сиденья [5]. При разработке методики эргономических исследований учитывались требования, приведенные в ГОСТ 25791-90, ГОСТ 20062-96, ГОСТ 12.2.120-2015. Схема замеров для оценки эргономичности размещения органов управления приведены на рисунке 1.

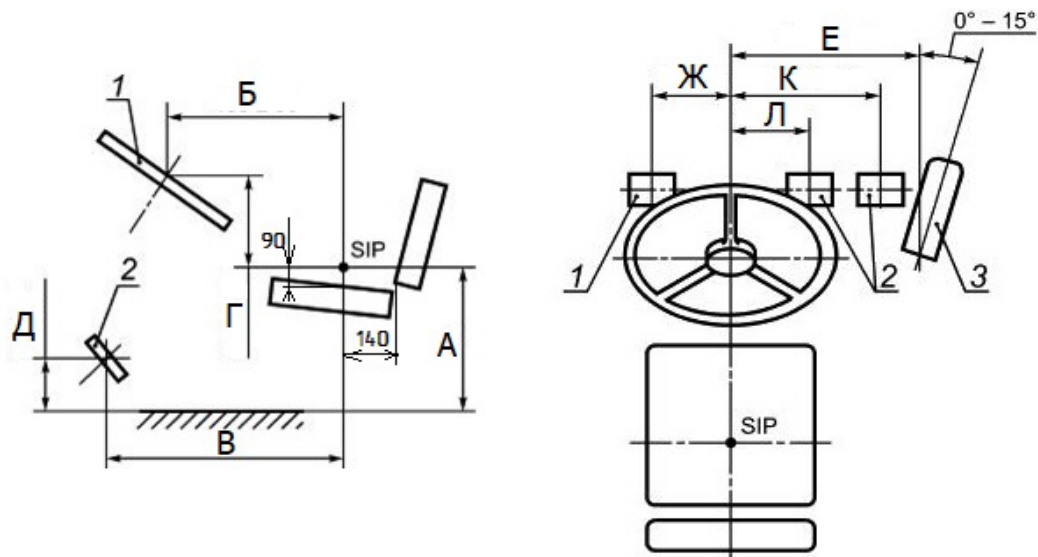


Рисунок 1 – Схема размещения органов управления

Схема замеров для оценки эргономичности размеров сиденья тракториста приведены на рисунке 2. Схема для проведения оценки эргономичности кабины представлена на рисунке 3.

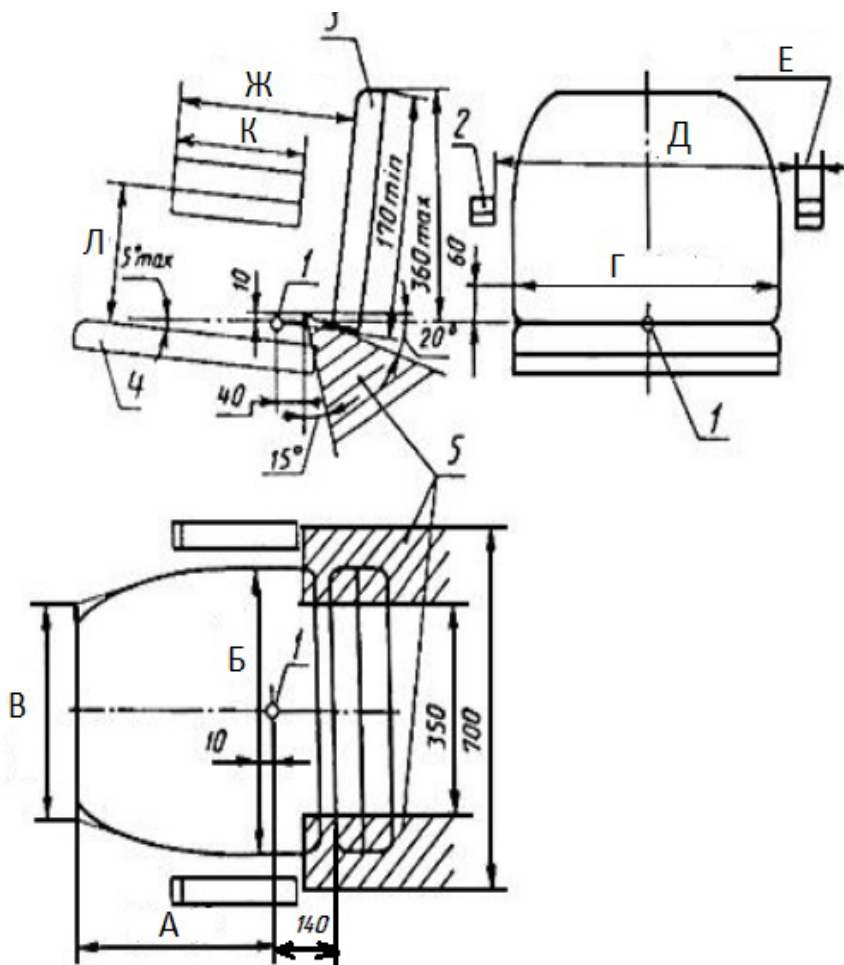


Рисунок 2 – Схема замеров размеров сиденья тракториста

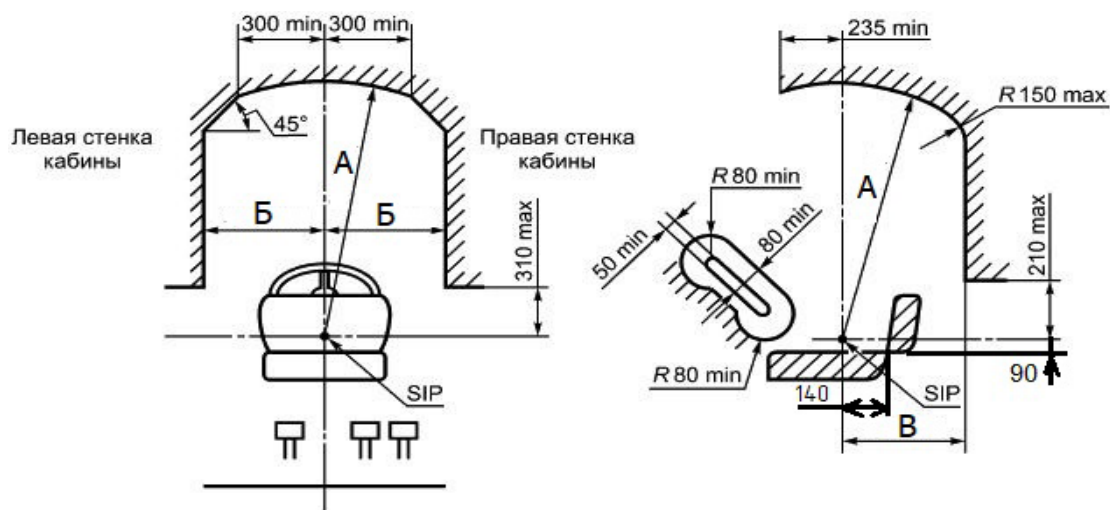


Рисунок 3 – Схема замеров размеров кабины трактора

Результаты исследования эргономичности рабочего места тракториста сведены в таблицы 1, 2 и 3.

Таблица 1 – Данные замеров размещения органов управления, мм

Параметр по рисунку 1	Марка трактора			Нормируемое значение
	АТМ 3180	85 ТК/30 ТК	Т 25	
А	540	500	530	515...555
Б	490	560	600	485 ± 50
В	620	570	550	605...645
Г	260	210	270	310 ± 50
Д	140	170	260	150 ⁺¹⁰⁰ ₋₅₀
Е	280	390	290	max 400
Ж	120	310	220	min 75
К	200	260	230	max 300
Л	110	150	140	min 75

Таблица 2 – Данные замеров размеров сиденья тракториста, мм

Параметр по рисунку 2	Марка трактора			Нормируемое значение
	АТМ 3180	85 ТК/30 ТК	Т 25	
А	310	260	340	260 ⁺²⁰ ₋₅₀
Б	470	420	480	min 450
В	450	460	500	min 300
Г	460	410	460	min 400
Д	460	–	–	450 ⁺¹⁰⁰
Е	65	–	–	50...100
Ж	245	–	–	250...350
К	315	–	–	min 200
Л	160	–	–	180...250

Таблица 3 – Данные замеров размеров кабины трактора, мм

Параметр по рисунку 3	Марка трактора			Нормируемое значение
	АТМ 3180	85 ТК/30 ТК	Т 25	
А	1080	910	910	min 960
Б	890|850*	630	570	min 450
В	660	465	340	min 230

Примечание: размеры от осевой линия сиденья до правой и левой стенок кабины соответственно

Выводы. Анализ данных, приведенных в таблицах, показывает, что наиболее комфортным является разработка российских тракторостроителей, при создании которого были учтены все передовые достижения сельскохозяйственного машиностроения, а именно трактор марки АТМ 3180, в котором имеется возможность настройки кресла по высоте, а также функция регулировки рулевой колонки по вылету и углу наклона. Продолжительная работа на тракторах марок 85 ТК, 30 ТК и Т 25 может негативно отразиться на производительности труда [6], вероятности совершения ошибок [8] и состоянии здоровья тракториста [7], это связано с неэргономичным расположением рулевого колеса и недостаточной высотой кабины. По этой причине вес вышележащих отделов корпуса, головы и плечевого пояса начинает оказывать неравномерное воздействие на межпозвоночные диски. Проводя длительное время в таком положении, тракторист рискует получить разрушение структуры оболочки диска, протрузию, грыжу. Повышенный уровень вибрации и высокий рост тракториста усугубляют негативные последствия для здоровья работающего.

Список литературы

1. Автомобили и тракторы. Основы эргономики и дизайна: учебник для студентов вузов / Под общ. ред. В. М. Шарипова. – М.: МГТУ МАМИ, 2002. – 230 с.
2. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: Дата введения 1979-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
3. ГОСТ 12.2.120-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Кабины и рабочие места операторов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности: Дата введения 2017-07-01. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2016. – 15 с.
4. ГОСТ 20062-96 Сиденье тракторное. Общие технические условия: Дата введения 1997-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 15 с.

5. ГОСТ 25791-90 (СТ СЭВ 6708-89, СТ СЭВ 6709-89, ИСО 5353-78, ИСО 3462-80) Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Контрольная точка сиденья. Метод определения: Дата введения 1992-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 6 с.

6. Русинов, А. В. Дизайн и эргономика кабин тракторов и машин природообустройства на их базе / А. В. Русинов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: матер. VII Междунар. научн.-практ. конф. – 2020. – С. 266–270.

7. Мякишев, А. А. Производственный травматизм в агропромышленном комплексе Удмуртской Республики [Электронный ресурс] / А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев, М. В. Павлова. – (Экономические науки) // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. научн.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – Т. 1. – С. 239–242.

8. Елубаев, Б. Х. Роль комфортабельного рабочего места водителя в системе управления автотранспортным средством / Б. Х. Елубаев, Р. М. Мухамадеева // European Science. – 2018. – № 4 (36). – С. 12–16.

9. Кисленко, А. К. Эргономические показатели тракторов сельскохозяйственного назначения / А. К. Кисленко, М. А. Архилаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2006. – № 2 (22). – С. 86–89.

УДК 331.453:629.33.072

А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ВОДИТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Безопасность труда водителей автомобилей – важнейший аспект в области безопасности дорожного движения. Каждый водитель должен понимать, что во многом его безопасность зависит от него самого. Авторами рассмотрены вопросы повышения безопасности труда водителей автомобилей путем качества их подготовки.

Актуальность. Практически на каждом предприятии есть водители автомобилей. На безопасность труда водителей влияют многие факторы. Одной из составляющих безопасности труда является безопасность дорожного движения. Она зависит в большей степени от водителя, который управляет автомобилем. Государственная политика в области безопасности дорожного движения направлена сейчас таким образом, чтобы заинтересовать всех

участников организовать работу, направленную на профилактику травматизма. Всегда легче предотвратить аварийные ситуации, нежели в последующем каким – то образом все это компенсировать. Да и не всегда можно скомпенсировать ту потерю трудоспособности и работоспособности, которую работник может получить при наступлении аварийной ситуации. Много аварийных ситуаций происходит по причине человеческого фактора [1–3]. Они возникают из-за недостаточной подготовки водителей автомобиля в учебных организациях. Любой человек, пройдя медицинский осмотр, может быть зачислен в автошколу. После прохождения обучения он получает профессию «водитель автомобиля». В настоящее время нет разграничения при подготовке на водителей профессионалов и водителей личных автомобилей. Это повышает риск возникновения травмоопасной ситуации [4, 5]. Кандидаты в водители не проходят никакого профессионального отбора. Многие автошколы сокращают период обучения до минимально возможного. Быстрее выпускают одних, принимают других, достигая при этом максимального финансового результата, а о безопасности будущих водителей никто и не задумывается. От того, как подготовлен водитель, зависит его собственная безопасность и безопасность других участников дорожного движения, поэтому качество подготовки водителей остается актуальной задачей.

Цель работы. Обосновать и предложить мероприятия, направленные на повышение безопасности труда водителей автомобилей путем повышения качества их подготовки.

Материалы и методика. Исследования проводились при подготовке водителей автомобилей в ФГАОУ ДПО Удмуртский ЦППК и в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, а также при повышении квалификации водителей автомобилей на предприятиях Удмуртской Республики.

Для этого изначально были рассмотрены возможные варианты значений тех факторов, которые были выбраны наиболее практичными: количество часов теоретической подготовки, количество часов практического обучения и длительность обучения. При варьировании этих факторов определялся уровень подготовки по проценту сдачи экзамена.

Результаты исследований. Учитывая все достоинства и недостатки основных существующих методик подготовки водителей автомобилей, стоит отметить наиболее практичную методику. Рациональное решение в данном случае – разумное сочетание тео-

ретической подготовки с элементами практического обучения вождению. При теоретической подготовке важным элементом является подробное изучение правил и безопасности дорожного движения. Это не должно сводиться только к решению тестовых заданий. Необходимо качественно разбираться в каждой дорожно-транспортной ситуации с применением учебного автомобиля. Такой подход позволит будущему водителю автомобиля помнить правила дорожного движения и быть готовым к любым ситуациям на дороге, а не только сдать экзамен и получить водительское удостоверение.

На основании полученных данных определены оптимальные значения факторов, влияющих на качество обучения:

- количество часов теоретической подготовки: 312 часов;
- количество часов практического обучения: 112 часов;
- длительность обучения: 6 месяцев.

Выводы. Изучив разные методики подготовки водителей автомобилей, была выбрана наиболее эффективная методика, включающая применение современных методов преподавания теоретических дисциплин. Знания, полученные будущими водителями – это залог безопасности труда в профессиональной деятельности. Именно то, что водитель получит при обучении в автошколе, будет сопровождать его в процессе трудовой деятельности и влиять на его безопасность и безопасность других участников дорожного движения. Это, в свою очередь, позволит повысить безопасность труда на каждом рабочем месте водителя автомобиля, в подразделении и на предприятии в целом.

Список литературы

1. Игнатъев, С. П. Безопасность проведения научных исследований / С. П. Игнатъев, А. В. Храмушин. А. А. Мякишев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: матер. Национальной научн.-практ. конф. посвященной 60-летию кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшего профессионального образования РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – 131–139 с.
2. Мякишев, А. А. Улучшение условий труда путем повышения безопасности сельскохозяйственной техники / А. А. Мякишев // Молодые ученые в XXI веке: матер. Всерос. научн.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. – 229–231 с.

3. Методы оценки профессиональных рисков на сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, М. А. Чибышев, И. И. Иванов, А. И. Шудегов // Журнал безопасности жизнедеятельности. – 2020. – № 6. – С. 21–25.

4. Мякишев, А. А. Тренажёр для отработки действий спасательных формирований при техногенных авариях / Я. А. Анисимова, В. В. Кирпичиков // Журнал безопасности жизнедеятельности. – 2020. – № 5. – С. 59–63.

5. Мякишев, А. А. Оценка профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мякишев, Я. А. Анисимова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: м-лы. Национальной научн.-практ. конф., посвященной 60-летию кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – 146–151 с.

УДК 331.45.025.13

З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Проводится обзор и анализ правовой информации нормативно-правового регулирования отношений, возникающих в связи с организацией и осуществлением государственного контроля (надзора) за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, с применением риск-ориентированного подхода.

Актуальность темы, цель исследования. В настоящее время отношения в сфере организации и осуществления государственного контроля (надзора) регулируются федеральным законом от 26 декабря 2008 года № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [1]. Указанный закон был дополнен в 2015 году статьей 8.1, требующим при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) применять риск-ориентированный подход [2], целью которого является рациональное использование бюджетных средств, материальных ре-

сурсов, применение труда высококвалифицированных специалистов при осуществлении контрольно-надзорной деятельности для выявления нарушений нормативных правовых актов, принятия мер по предотвращению наносимого вреда охраняемым законом ценностям. Данное требование принципиально изменяет методы организации и осуществления государственного контроля (надзора) в Российской Федерации и, кроме этого, учитывая постоянно расширяющийся перечень видов государственного контроля (надзора) с обязательным применением риск-ориентированного подхода, также подготовленный к вводу в действие новый федеральный закон о государственном контроле (надзоре), заявленная тема статьи является актуальной, требует изучения и анализа правовой информации.

Результаты исследования. В соответствии с ч. 2 статьи 8.1, риск-ориентированный подход – это метод организации и осуществления государственного контроля (надзора), при котором выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю, мероприятий по профилактике нарушения обязательных требований определяется отнесением деятельности юридического лица, индивидуального предпринимателя и (или) используемых ими при осуществлении такой деятельности производственных объектов к определенной категории риска либо определенному классу (категории) опасности. Вышеуказанным законом № 294-ФЗ установлено, что правила и критерии отнесения деятельности к определенной категории риска либо классу (категории) опасности определяет Правительство Российской Федерации. А соответствующие органы государственного контроля и надзора осуществляют включение объектов контроля к определенному классу (категории) опасности в зависимости от тяжести возможных неблагоприятных последствий вероятного несоблюдения обязательных требований, и к определенной категории риска – в зависимости от вероятности несоблюдения этих требований. Тяжесть последствий из-за нарушения хозяйствующими субъектами требований законодательства оценивают в связи со степенью тяжести вреда, частотой возникновения нежелательного события, масштабом распространения последствий, сложностями ликвидации этих последствий. Для определения вероятности несоблюдения требований норм права контролируемые лицами изучаются результаты ранее проведенных проверок, анализируются нарушения по назначенным административным наказаниям [3]. Постановлением Правительства РФ от 17 августа 2016 г. № 806, был утвержден и дополняется перечень видов федерального

и регионального государственного контроля (надзора), в отношении которых применяется риск-ориентированный подход.

Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права (далее – государственный надзор в сфере труда), проводится Федеральной службой по труду и занятости (Рострудом) и его территориальными органами – государственными инспекциями труда в субъектах Российской Федерации. Предметом государственного надзора в сфере труда является соблюдение требований законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права (далее – обязательные требования), в том числе своевременность и полнота оплаты труда наемных работников, нормирование рабочего времени, предоставление и оплата отпусков, правильность расчета при увольнении, соблюдение требований охраны труда, устранение нарушений по ранее выданным предписаниям. Также при проведении проверок обращается внимание на обеспеченность работников, являющихся инвалидами, условиями труда и специальными рабочими местами [4].

В целях применения риск-ориентированного подхода отнесение деятельности объектов контроля (надзора) к определенной категории риска осуществляется в соответствии с Положением о федеральном государственном надзоре в сфере труда [5], согласно методике расчета потенциального риска причинения вреда охраняемым законом ценностям, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2017 года № 197 [6]. Необходимо отметить, что к охраняемым законом ценностям в сфере труда относятся жизнь и здоровье человека, его трудовые права. В таблице 1 приведены категории риска в зависимости от значения показателя потенциального риска причинения вреда. Показатели, используемые для расчета потенциального риска, представлены на рисунке 1.

Таблица 1 – Категории риска в зависимости от показателя потенциального риска причинения вреда охраняемым законом ценностям в сфере труда

Категория риска	Показатель потенциального риска причинения вреда охраняемым законом ценностям
1. Высокий	1,00 и более
2. Значительный	0,99–0,75
3. Средний	0,74–0,50
4. Умеренный	0,49–0,25
5. Низкий	менее 0,24



Рисунок 1 – Показатели, влияющие на значение потенциального риска причинения вреда охраняемым законом ценностям

От количественной оценки численности работников отрасли, пострадавших или погибших в результате несчастных случаев на производстве, зависит значение показателя потенциального вреда (табл. 2).

Таблица 2 – Значения показателя потенциального вреда охраняемым законом ценностям в сфере труда из-за возможного несоблюдения обязательных требований при осуществлении определенного вида деятельности

Наименование основного вида деятельности в соответствии с Общим классификатором видов экономической деятельности	Показатель потенциального вреда охраняемым законом ценностям в сфере труда из-за возможного несоблюдения обязательных требований
1. Образование	0,44
2. Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	0,49
3. Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг	0,57
4. Деятельность в области информации и связи	0,58
5. Транспортировка и хранение	0,85
6. Строительство	0,87
7. Обрабатывающие производства	0,96

Наименование основного вида деятельности в соответствии с Общим классификатором видов экономической деятельности	Показатель потенциального вреда охраняемым законом ценностям в сфере труда из-за возможного несоблюдения обязательных требований
8. Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	0,97
9. Обеспечение электрической энергией, газом и паром, кондиционирование воздуха	0,99
10. Добыча полезных ископаемых	1,49
11. Прочие виды экономической деятельности	0,2

От отнесения деятельности хозяйствующих субъектов к определенной категории риска зависит периодичность проведения плановых проверок (табл. 3) [3, 7].

Таблица 3 – Периодичность проведения плановых проверок в зависимости от категории риска

Категория риска	Периодичность проведения плановых проверок
1. Высокий риск	1 раз в 2 года
2. Значительный риск	1 раз в 3 года
3. Средний риск	не чаще 1 раза в 4 года и не реже 1 раза в 5 лет
4. Умеренный риск	не чаще 1 раза в 6 лет и не реже 1 раза в 8 лет
5. Низкий риск	не проводятся

Отнесение объектов контроля к определенной категории риска, формирование планов проверок, отслеживание сроков их реализации, определение общего количества объектов контроля, попавших в зону риска, осуществляется автоматически, в соответствии с вышеперечисленными критериями, Автоматизированной системой управления контрольно-надзорной деятельности в сфере трудовых отношений (АСУ КНД). Система, вне зависимости от инспектора, инициирует процессы контрольно-надзорной деятельности с использованием отчетов Роструда по травматизму и задолженности по заработной плате, также применяет данные, полученные из Федеральной налоговой службы России, о дате государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, видах экономической деятельности, среднесписочной численности работников [8].

Выводы. Анализ нормативной правовой базы в области организации и осуществления государственного контроля (надзора) в сфере труда, изучение показателей, влияющих на значение потенциального риска причинения вреда охраняемым законом ценностям, и, в конечном итоге, на отнесение деятельности хозяйствующего субъекта к категории риска, дает возможность сделать вывод о том, что в настоящее время риск-ориентированный подход основывается на апостериорных данных – фактах нарушений хозяйствующими субъектами обязательных требований и наличии назначенных административных наказаний, наличие случаев производственного травматизма как у объекта контроля, так и в целом в отрасли. Факторы, ежедневно влияющие на безопасность труда, например, такие, как квалификация кадров и их текучесть, состояние используемой техники и оборудования, средств коллективной и индивидуальной защиты, соблюдение норм трудового законодательства, объем финансирования мероприятий по охране труда и другие, остаются без внимания при отнесении деятельности хозяйствующих субъектов к определенной категории риска.

Недостаточное нормативно-правовое регулирование отношений при осуществлении контрольно-надзорной деятельности 31 июля 2020 года дополнилось федеральным законом № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», который вступает в силу с 1 июля 2021 года. Указанным законом делается упор на профилактических мероприятиях, предусматривается система управления рисками. Риск-ориентированный подход отдельно не выделен как принцип государственного контроля (надзора) во второй главе закона, но при оценке добросовестности хозяйствующих субъектов будут учитывать следующие сведения, характеризующие работу в области защиты трудовых прав работников, улучшения состояния охраны труда:

- а) реализация мероприятий по снижению риска и предотвращению вреда (ущерба);
- б) наличие сертифицированных систем внутреннего контроля;
- в) предоставление доступа контрольному (надзорному) органу к информационным ресурсам хозяйствующего субъекта;
- г) независимая оценка соблюдения обязательных требований;
- д) добровольная сертификация;

е) заключение со страховой компанией договора добровольного страхования рисков причинения вреда (ущерба) [9].

Таким образом, при отнесении деятельности хозяйствующего субъекта к определенной категории риска планируется учитывать документально подтвержденные результаты проводимой работы по защите трудовых прав работников. Нововведения, предусмотренные федеральным законом № 248-ФЗ при организации и осуществлении государственного контроля (надзора) с применением риск-ориентированного подхода, могут послужить стимулом для работодателя к внедрению системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья.

Список литературы

1. Федеральный закон от 26.12.2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/ (дата обращения: 25.10.2020).

2. Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 246-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182622/ (дата обращения: 26.10.2020).

3. Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (вместе с «Правилами отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности») [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819/ (дата обращения: 27.10.2020).

4. Приказ Федеральной службы по труду и занятости от 13.06.2019 г. № 160 «Об утверждении Административного регламента осуществления Федеральной службой по труду и занятости федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72743138/> (дата обращения: 27.10.2020).

5. Постановление Правительства РФ от 01.09.2012 г. № 875 «Об утверждении Положения о федеральном государственном надзоре за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы тру-

дового права» [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/70222448/> (дата обращения: 27.10.2020).

6. Постановление Правительства РФ от 16.02.2017 г. № 197 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/71615196/> (дата обращения: 27.10.2020).

7. Письмо Федеральной службы по труду и занятости от 12.04.2017 г. № ТЗ/1330-11-2 «Об изменении категории риска организации на более низкую категорию» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71565726/> (дата обращения: 29.10.2020).

8. Лосев, В. С. Цифровой контроль в сфере труда: результаты и направления развития /, Федеральная служба по труду и занятости [Электронный ресурс]. – URL: https://knd.ac.gov.ru/wp-content/uploads/2019/12/Rostrud_TSifrovizatsiya_1.pdf (дата обращения: 28.10.2020).

9. Федеральный закон от 31.07.2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74349814/> (дата обращения: 31.10.2020).

УДК 628.16-19(628.11)

**Р. А. Храмешин¹, Н. Н. Тимерханова²,
А. В. Храмешин¹, М. А. Эндерс³**

¹ ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

² ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

³ Зооветцентр «Велес», г. Ижевск

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ УДМУРТИИ

Рассмотрены вопросы обеспечения безопасной питьевой водой жителей Удмуртии, состояние родников и водных объектов, соответствие их санитарно-эпидемиологическим нормам.

Актуальность. Как отмечают в научно-популярном издании «Ландшафты Удмуртии» А. А. Кашин и А. Ф. Кудрявцев, «Удмуртия – родниковый край» – это не просто поэтическая метафора; геологическое строение территории действительно благоприятствует большому количеству выходов подземных вод. Разные водные объекты и их неравномерное размещение, наряду с другими компонентами, создают разнообразие ландшафтов. Территория

Удмуртии пересечена густой речной сетью, но в то же время водные объекты практически не создают препятствий для освоения территории: ведь обширные заболоченные пространства Карелии или Западно-Сибирской низменности делают почти невозможным заселение этих мест, а у нас водоёмы – не препятствие, а стимул для заселения и развития [1].

Наличие водоёмов делает привлекательным ландшафт, но самое главное, является источником воды – жизни на данной территории. Издревле удмурты, проживающие на территории современной Удмуртии, с почтением относились к воде. Одним из аспектов является с современной точки зрения экологическое отношение к водным источникам: роднику, реке, озеру. Хотя наши предки и удмурты, и русские ни о какой экологии, конечно, не говорили, но культ воды – это, с одной стороны, мифология, но с другой стороны, это прагматичное отношение к жизни. Система табуирования, связанная с водой, присутствует во многих культурах, в том числе и в удмуртской, и в русской, к примеру, не разрешалось осквернять воду: плевать, сливать нечистоты, мочиться, стирать белье в родниках, поблизости от воды не следовало делать или говорить что-либо плохое. Сказки и предания – это поучительные истории, которые отражают страхи людей, в частности, страх перед болезнью. С точки зрения психоанализа, это подсознательная боязнь того, что загрязненный источник воды будет опасным источником, непригодным для использования в дальнейшем. То есть мысли о бережном и экологическом отношении к воде были уже в древности на подсознательном уровне.

Понятно, что при неразумном отношении к родникам, рекам они могут стать источником массового поражения инфекциями и отравления химическими веществами.

Материалы и методика. На сегодняшний день в Удмуртии 102 родника относятся к особо охраняемым природным территориям (ООПТ), и еще 24 считаются перспективными для причисления к ООПТ. При этом бесчисленное множество родников не учтено до сих пор. Многие родники бьют из земли даже в крупных городах Удмуртии. Они служат источником питьевой воды, питают мелкие и крупные реки, пруды и озера.

Актуальность поиска источников питьевой воды для жителей Ижевска особенно обострилась летом 2003 года, когда вода из Ижевского пруда приобрела неприятный цвет и запах. Многие ижевчане устремились к родниковым источникам и артезианским

скважинам, но вода питьевая должна удовлетворять и гигиеническим требованиям [4].

К основным критериям качества воды следует отнести:

- перманганатную окисляемость;
- жесткость воды;
- кислотность или щелочность воды;
- наличие микробов и бактерий;
- нитраты.

Перманганатная окисляемость – это показатель наличия количества органических веществ. Нормальный показатель – не более 5 единиц. В родниках Удмуртии он не превышает 1 единицы, что говорит о высоком качестве природной воды.

Жесткость воды – нормальный показатель составляет от 4 до 8 единиц. При превышении данного показателя в воде при кипячении появляется накипь, а в организме человека накапливаются шлаки. В случае завышенных показаний воду пить можно, но нежелательно.

Водородный показатель (рН) оценивает щелочность, либо кислотность воды. В норме он составляет от 6 до 9 единиц. При низком рН – вода более коррозионно-активна, при высоком – обладает неприятной мылкостью, запахом, вызывает раздражение глаз и кожи.

Микробы и бактерии – возбудители различных болезней. Зимой они практически не встречаются в родниковой воде, но с началом таяния снега ситуация резко ухудшается.

Нитраты – их наличие в воде объясняется загрязненностью прилегающей к родникам территории бытовым мусором, и активным использованием удобрений в сельском хозяйстве. При употреблении нитратной воды активно развиваются болезни кровеносной системы, дыхания, пищеварения.

Но немало в нашей республике и целебных источников. Одной из самых известных минеральных вод Удмуртии в России считается «Ново-Ижевская» – лечебная минеральная вода источника в Ижевске. Применяется она при лечении заболеваний желудка, кишечника, печени и жёлчных путей; оказывает послабляющее действие [2].

В 1978 году на территории Увинского месторождения был открыт уникальный бальнеологический санаторий, широко известный благодаря высокоэффективным методам лечения на основе местных минеральных вод.

Результаты исследований. По информации ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в УР», в рамках государственно-эпидемиологического надзора были проведены лабораторные исследования качества воды из 13 родников Ижевска, расположенных на ул. Барышникова (№ 23), ул. Труда (№ 20), ул. Короткова (№ 18), д. Ярушки (№ 22), вблизи жилого дома № 47 по ул. Родниковой (№ 48), ул. Кирова №№ 1, 2 (№ 46, 47), Важнин ключ (№ 50), вблизи музея И. Пастухова (№ 52), ул. Ракетной (№ 28), Аристов ключ (№ 8), ул. Оружейника Драгунова (№ 14), пос. Шунды.

Качество воды соответствовало гигиеническим нормативам по органолептическим, химическим и микробиологическим показателям в родниках по ул. Ракетной (№ 28), ул. Короткова (№ 18), ул. Труда (№ 20), ул. Барышникова (№ 23), д. Ярушки (№ 22), Важнин ключ (№ 50), вблизи музея И. Пастухова (№ 52), ул. Оружейника Драгунова (№ 14). Качество воды не соответствовало по химическим показателям (нитраты, рН) в следующих родниках: вблизи жилого дома № 47 по ул. Родниковой (№ 48), ул. Кирова № 1, 2, (№ 46, 47), Аристов ключ (№ 8), пос. Шунды [3].

Выводы и рекомендации. Обезопасить себя от употребления некачественной воды можно несколькими способами.

В случае с родниковой водой:

1. Ежегодно очищать прилегающую территорию родников от бытового мусора, а так же проводить очистку каптажных камер.
2. Пить воду только из проверенных родников. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в УР» ежегодно проводит проверку качества воды в родниках города Ижевска.
3. Перед употреблением воду отстаивать, при появлении осадка необходимо его убрать. Также не будет лишним профильтровать воду бытовым фильтром.
4. Обязательно кипятить воду перед употреблением.
5. При покупке минеральной воды в магазине обращать внимание на упаковку. Бывает как стеклянная тара, так и пластиковые бутылки. Однако вода, содержащаяся в стеклянных бутылках, может сохранять свои свойства в течение одного года, а в пластиковых бутылках теряет свои свойства уже через 3 месяца, поэтому не стоит запасаться впрок водой в пластиковой таре, а использовать ее лишь в кратковременный период. Например, в поездках.

Для очистки родниковой воды можно использовать следующие современные методы:

1. Аэрация – насыщение воды кислородом, что приводит к переходу железа из двухвалентного в трехвалентное, и, как следствие, выпадение в осадок. Но аэрационная очистка имеет эффект лишь в том случае, если содержание железа в 1 литре воды не превышает 10 мг.

2. Альтернативный вариант – насыщение воды озоном (озонирование). При этом, все вредные бактерии в воде погибают. Минус технологии – высокая стоимость оборудования.

3. Биологическая технология очистки предполагает использование бактерий, путем добавления их в воду, после чего происходит фильтрование и обработка ультрафиолетовыми лучами. Недостаток – нераспространенное оборудование и жизнестойкость бактерий.

4. Методика с использованием магнитов. Суть в пропускании воды через электромагнитное поле.

5. Отстаивание – наименее затратный и простой метод обезжелезивания воды.

Таким образом, оценивая вышеперечисленные способы по эффективности и затратности, на наш взгляд, наиболее приемлемым является аэрационная методика очистки воды.

Список литературы

1. Кашин, А. А. Ландшафты Удмуртии [Электронный ресурс]: фотоальбом с коммент. / А. А. Кашин, А. Ф. Кудрявцев, отв. ред. Н. Н. Тимерханова. – Хельсинки; Ижевск: Удмуртский университет, 2017. – Электрон. дан. (250 Мб): ил.

2. Чазов, Е. И. Курорты. Энциклопедический словарь / Под ред. Е. И. Чазова. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 592 с.

3. Исследование качества воды г. Ижевска// Официальный сайт муниципального образования г. Ижевск. [Электронный ресурс]: 2000–2019. – URL: <http://www.izh.ru/i/promo/36684.html>.

4. СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды»

УДК 338.4:640.4

В. А. Антонова

*ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики
и торговли имени Михаила Туган-Барановского»*

РОЛЬ РЕСТОРАННОГО БИЗНЕСА И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ГОТОВНОСТИ

Обоснована роль ресторанного бизнеса в становлении предприятий агропромышленного комплекса, указана связь ресторанного бизнеса со всеми предприятиями производственной и социальной инфраструктуры. Предложены направления выхода заведений ресторанного бизнеса из кризиса, обусловленного пандемией, и сформулированы первоочередные задачи для эффективного развития предприятий питания.

Актуальность. Сложившаяся ситуация в мире в последние годы не могла не затронуть ресторанный бизнес как важную составляющую экономики любой страны. Перед заведениями данной сферы стоит задача в удовлетворении потребности населения в услугах различного плана, первичными среди которых выступают услуги по организации полноценного и рационального питания. Это дает возможность сократить затраты времени в домашнем хозяйстве на приготовление пищи и обслуживание. Появление свободного времени открывает широкие возможности для пополнения знаний и совершенствования умений в других областях, что в целом позволит повысить производительность и качество конечных результатов труда человека и положительно скажется на изменении всех социально-экономических показателей как в отдельном регионе, так в стране в целом.

В условиях распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 учеными и специалистами стало подниматься достаточно большое количество вопросов, касающихся функционирования ресторанного бизнеса, авторы стараются анализировать современное состояние и прогнозировать развитие на перспективу. Поскольку в таком контексте вопрос ранее не изучался, поэтому поднятая проблема является актуальной и своевременной.

Материалы и методы исследования. Теоретической и методологической основой исследования выступили государственные нормативно-правовые акты, постановления; государственные стандарты в ресторанном бизнесе; справочные, периодические издания; ресурсы Internet; и др. Методологической основой данной статьи являются целевой, системный и комплексный подходы, что позволило выявить особенности современного состояния и обосновать стратегические направления развития ресторанного бизнеса в условиях повышенной готовности.

Результаты исследования. Социальные условия жизни, скорость научно-технического прогресса, рост культурного и образовательного уровня, проявляясь в комплексе, в определенной мере видоизменяют потребности человека, расширяют их состав, формируют новые. Непрерывное и постоянное развитие производства и личных потребностей как следствие порождает качественно новые услуги, которые для удовлетворения требуют обособления новых видов общественного труда.

Движущей силой развития любого человеческого общества выступает необходимость потребления разнообразных материальных благ и услуг. Основой его существования выступает производство, необходимое для удовлетворения конкретных потребностей отдельно взятой личности.

В любом регионе или стране в целом перед производственно-социальной инфраструктурой стоит важная задача – наиболее полное удовлетворение различных постоянно изменяющихся потребностей и создание условий для всестороннего развития личности, формирование человека «творческого». Для успешного достижения поставленной цели необходимо эффективное развитие отраслей социальной инфраструктуры, в том числе и ресторанного бизнеса.

Производство материальных благ действительно выступает основным условием, без которого не может существовать ни одно общество. В качестве неотъемлемой составляющей материальной жизни людей и эффективного экономического развития на первый план выступает питание. Научно-организованное питание не является исключительно личной потребностью, от удовлетворения которой зависит как физическое, так и моральное состояние человека. Качество удовлетворения потребности в питании сказывается на общем развитии человека, отображается на состоянии его здоровья, продолжительности жизни, способности к физическому и умственному труду, на производительности труда и как

следствие – на эффективности развития экономики государства в целом.

Деятельность по организации питания как особая форма внедомашнего производства и потребления пищи занимает особое место в системе расширенного воспроизводства. Функционирование ресторанного бизнеса связано с выполнением всех фаз воспроизводства: материального производства, распределения продуктов труда, потребления и воспитания высокоразвитого и культурного члена общества.

Основным назначением ресторанного бизнеса является предоставление услуг по организации питания населения по месту работы, учебы и в других условиях. В процессе организации питания, с одной стороны, потребляются продукты производства, с другой – воспроизводится рабочая сила, и тем самым создаются условия для начала нового производства. Таким образом, выступая составной частью заключительной фазы воспроизводства, ресторанный бизнес имеет важное социально-экономическое значение.

Целевое назначение заведений питания, характер труда, выполняемые функции – все это обусловило новый комплексный подход к восприятию ресторанного бизнеса как самостоятельной системы торгово-производственного комплекса (рис. 1).



Рисунок 1 – Место ресторанного бизнеса в инфраструктуре торгово-производственных комплексов

В современных условиях экономика в мире вступила в полосу мощнейшего кризиса, вызванного распространением коронавирусной инфекции по всей планете. До начала 2020 года сфера услуг (и ресторанный бизнес не исключение) в странах бывшего СНГ выступала тем сектором экономики, численность занятых в котором постоянно увеличивалась за счет снижения ее в производственной инфраструктуре. Так, на 1 января 2002 года удельный вес занятых в производственной и сфере услуг составляла практически поровну. На конец 2004 года данный показатель составил 52,7 %, а на конец 2019 года он достиг уже 66 % в среднем по странам большой двадцатки и стран Европы.

Однако события 2020 года внесли свои коррективы, что отразилось и на количестве занятых в индустрии питания. Так, в мире в первом квартале 2020 года совокупное сокращение рабочего времени по сравнению с докризисным составило 4,8 %, а во втором квартале достигло уже 10,7 % [1]. По прогнозам специалистов Международной организации труда (МОТ), ожидается, что объем потерь рабочего времени в третьем квартале 2020 г. останется высоким и составит 12,1 %, а ожидаемые потери рабочего времени в последнем квартале 2020 г., согласно базовому сценарию, составят 8,6 % [3].

Несмотря на неутешительный прогноз, МОТ в отношении трудовой занятости населения в мире на конец 2020 года (что, соответственно, повлияет не лучшим образом на финансовый потребительский бюджет), значительный удельный вес населения по-прежнему стремится к сокращению затрат времени на домашнее приготовление пищи путем замены домашнего приготовления пищи пиццей, приготовленной на современных предприятиях и доставленной на дом. Наши ранние исследования (проведено было для Донбасса, что, в принципе, характерно и для отдельных регионов и стран) указали на наличие тенденции, при которой рост уровня доходов увеличивает количество потребителей на предприятиях ресторанного бизнеса [2, с. 154]. Сегодня уверенно можно констатировать, что современная сложная ситуация не является тормозом к тому, чтобы потребитель полностью отказался от услуг предприятий ресторанного бизнеса. Так, обширный социологический опрос в партнерстве с Romir выявил, что, по мнению потребителей, наибольший риск заражения новой коронавирусной инфекцией связан в большей степени с поездками и посещениями развлекательных мероприятий, чем с заказом еды и покупками через интернет [4].

Предприятия питания приспособляются к работе в условиях повышенной готовности. Для этого столы в залах устанавливаются таким образом, чтобы сохранить возможность соблюдения социальной дистанции. Персонал в зале работает в масках, присутствуют средства дезинфекции, производится санитарная обработка помещений каждые 2–3 часа и т.п.

Естественным для предприятий питания является желание увеличивать количество потенциальных потребителей даже в условиях пандемии. Это возможно при условии высокого качества предлагаемых продукции и услуг, что обеспечивается путем постоянного изучения спроса и корректировкой стратегических и тактических задач в зависимости от изменения факторов внешней и внутренней среды. Предприятия быстро адаптируются к работе в особых условиях и предлагают потребителю именно тот пакет услуг, в котором он нуждается в конкретный момент времени. Такое поведение в ресторанном бизнесе позволяет предприятиям продолжить свою работу и быть на плаву в условиях кризиса.

Выводы и рекомендации. Чтобы смягчить последствия самой серьезной со времен Второй мировой войны глобальной рецессии, заинтересованным сторонам необходимо принять скоординированные, своевременные и последовательные широкомасштабные меры. Меры будут различаться в зависимости от стадии процесса восстановления, однако на всех этапах важнейшим вопросом для тех, кто принимает решения, будет вопрос о том, как рационально использовать имеющиеся ограниченные ресурсы для повышения уровня гарантированных доходов, создания и сохранения достойных рабочих мест, укрепления социального и экологического аспектов экономики и перехода к «лучшей норме», ориентированной на интересы людей, инклюзивной и доступной, учитывающей гендерные факторы и направленной на устойчивое развитие ресторанного бизнеса.

Поскольку границы практически закрыты – рестораторам следует ориентироваться на конкретный местный рыночный сегмент, на вкусы и желания потребителя в данном сегменте или рыночной нише, совершенствовать качество продукции и предлагаемых услуг.

Необходима оптимизация меню каждого конкретного предприятия питания. Упор необходимо делать на блюда, изделия, продукцию, которая пользуется популярностью у потребителя конкретного рыночного сегмента.

Не следует бояться трансформироваться в текущих условиях. Необходимо менять стратегию, пробовать новые форматы, вводить новые продукты, возможности и услуги.

Параллельно с первейшими мерами по выходу ресторанного бизнеса из кризиса необходимо решение следующих задач:

- формирование надлежащей законодательной и нормативно-правовой базы развития ресторанного бизнеса и облегчение бремени задолженности;
- разработка четко обозначенных стандартов типизации предприятий ресторанного бизнеса и механизма определения их статуса для установления четкой границы регулирующих функций со стороны местных государственных организаций;
- корректировка статистической отчетности предприятий ресторанного бизнеса для отображения реального состояния дел;
- реализация комплекса мероприятий с целью защиты прав потребителей и производителей;
- совершенствование кадровой политики на предприятиях ресторанного бизнеса.

Список литературы

1. Аналитическая записка: сфера труда и COVID-19. – URL: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/sg_policy_brief_world_of_work_and_covid_19_russian.pdf (дата обращения: 10.11.2020 г.).
2. Антонова, В. А. Концепция экономического развития предприятий ресторанного хозяйства в сфере услуг в условиях формирования рынка / В. А. Антонова // Торговля и рынок Украины. Вып. 19. – Донецк: ДонДУЕТ, 2005. – С. 152–156.
3. Вестник МОТ: COVID-19 и сфера труда. Шестой выпуск. Обновленные оценки и анализ. – URL: http://www.fnpr.ru/pic/ILO%20monitor%206%20Final_rus.pdf (дата обращения: 10.11.2020 г.).
4. COVID-19 – Срез потребительских настроений № 1: Российские потребители – новая реальность. Результаты исследования потребительских настроений, апрель 2020 г. – URL: http://romir.ru/download/BCG_Romir_Covid.pdf?utm_campaign=CER-RUS-Coronavirus-33-19.05.2020&utm_medium=email&utm_source=Eloqua&elqTrackId=0A8F3346E3AEB6BBA91B5C2C8ADBC558&elq=7353c63591d0449fb1f2f4fc573a05f6&elqaid=7906&elqat=1&elqCampaignId=4199 (дата обращения: 10.11.2020 г.).

Т. В. Воложанинова, А. А. Кульбида

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ГОСТИНИЧНОГО БИЗНЕСА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Рассмотрены особенности регулирования международного гостиничного бизнеса с помощью информационных технологий. Выявлено влияние информационных технологий на управление отелем, поскольку оно напрямую связано с повышением эффективности работы как отдельно взятого менеджера, так и фирмы в целом, а также влияние на конкурентоспособность на сегодняшнем рынке. Проанализировано использование компьютерных сетей, Интернета и интернет-технологий, программных продуктов сквозной автоматизации всех бизнес-процессов гостиницы, которые на сегодня являются не просто вопросом лидерства и создания конкурентных преимуществ, но и выживания на рынке в ближайшем будущем. Сделан вывод о необходимости применения информационных технологий как инструмента регулирования международных бизнес-процессов гостиничного хозяйства.

Актуальность. Главная особенность современной экономической эволюции заключается в переходе от энергетической к информационной составляющей, которая детерминирует соответствующие изменения в содержании и характере труда, в его разделении и кооперации в национальном и глобальном масштабах. Основные парадигмальные сдвиги содержатся в плоскости информационно-интеллектуальных координат производства и труда и в их общественно-экономической структуре.

В современных условиях бурное развитие индустрии туризма обуславливает высокий уровень конкуренции в гостиничном бизнесе. Крупные гостиничные сети составляют серьезную конкуренцию владельцам небольших независимых отелей в завоевании и сохранении потребителей, в заключении контрактов с поставщиками, в умелом и эффективном решении проблем управления персоналом, соответствующим образом отзываться на новые вызовы конкурентной среды [5]. Применение разнообразных и сложных типов управления гостиничным хозяйством, появление современных технологий, выход на гостиничный рынок России международных гостиничных сетей, развитие национальных гостиничных комплексов, которые являются серьезными конкурентами незави-

симых гостиниц, обусловили необходимость исследования процесса формирования и развития зарубежного гостиничного бизнеса. Поэтому исследования мирового опыта развития гостиничного хозяйства с целью усиления позиций национального гостиничного бизнеса на рынке туристических услуг становится еще более актуальным [6].

Материалы и методика. В процессе исследования использованы общенаучные методы, в частности, сравнительный анализ – для обоснования закономерностей формирования инновационной составляющей, структурный анализ – для исследования иерархической системы уровней процесса информатизации глобального экономического развития, статистический анализ – для определения глобальных трендов развития информатизации; объединение методов анализа и синтеза.

Целью данного исследования является изучение инновационного развития информатизации гостиничного бизнеса в условиях глобализации мирового хозяйства.

Результаты исследований. Гостиничное хозяйство является материально-технической базой туристической отрасли, следовательно, во многом определяет качество, вид и особенности туристического продукта, а также влияет на формирование туристической инфраструктуры и уровень туристического сервиса [5]. Эффективное функционирование гостиничного хозяйства в определенной степени зависит от положительных или отрицательных изменений в экономике страны. В свою очередь, от него зависит развитие сфер бизнеса, отдыха и культуры [6].

На практике доказано, что основными факторами торможения дальнейшего развития сферы туристического бизнеса является политическая и экономическая нестабильность в стране; отсутствие надлежащей легитимной стратегии и нормативно-правовой базы развития отрасли; непрозрачность процедур землеотвода под строительство объектов; нехватка инвестиционных ресурсов; несовершенство рекламы российских отелей и туристических центров за рубежом продолжительность и сложность процедур согласования проектов (в России этот процесс может длиться от полутора до двух лет, а в странах Европы – не более двух месяцев) и др. [5]. Согласно данным Всемирной организации туризма в мире зарегистрировано больше, чем 308 тыс. предприятий гостиничного бизнеса. В Европе сосредоточено основное их количество – 171 тыс. отелей, причем больше всего – в Италии, в Со-

единенных Штатах Америки – 88 тыс. Количество гостиничных мест на одну тысячу жителей страны является показателем обеспеченности отелями. Так, в Австрии этот показатель составляет 86, в Швейцарии – 42, а в России – всего 2,3 [6]. Коэффициент загрузки отеля является показателем качества и уровня отелей страны. На сегодняшний день в странах Европы его средний показатель достигает 66–75 %, тогда как в России – 32 % [4]. Чтобы обеспечить достаточно высокую рентабельность гостиниц и области туризма в целом, этот показатель оптимально должен быть на уровне 60–80 %. Загруженность отеля на 40 % считается гранью выживания отеля [6].

На современном этапе в России функционирует 1731 отель, однако из них только 16 – пятизвездочных. Это «Опера», «Хаятт Ридженси», «Премьер Палас», «Флотель Фараон», «Интерконтиненталь»; «Палас Дель Мар», «Отрада», «Маристелла Клуб»; «Нобилис», «Леополис»[4]. Но из 79 833 номеров в этих гостиницах соответствуют международным стандартам только лишь около 5 % [4]. Что касается уровня обслуживания, то он преимущественно ниже, а стоимость услуг значительно выше европейской.

Важно также принять во внимание, что загрузка гостиниц всех категорий составляет около 60 %, а в четырех- и пятизвездочных отелях может достичь 72 % [3]. Поиск новых сегментов рынка, обострение конкуренции между отелями, распространение и разнообразие туристического спроса, рост числа всемирных путешествий и туристов разного уровня, с одной стороны, бурное развитие новых технологий строительства, появление новых отделочных и строительных материалов, применение новейших компьютерных технологий и электроники – с другой, обуславливают появление новых современных тенденций развития всемирного гостиничного хозяйства, среди которых:

- распространение интересов гостиничного бизнеса на услуги и продукты, которые раньше предоставлялись предприятиями других отраслей;
- экологизация гостиничных услуг;
- усиление специализации гостиничного бизнеса, позволяет более четко ориентироваться на определенные сегменты потребителей с учетом различных обстоятельств;
- глобализация и концентрация гостиничного бизнеса;
- полная концентрация на потребностях и запросах клиентов с последующей персонализацией обслуживания;

- системная и глубокая экономическая диагностика с помощью внедрения новейших информационных технологий и средств коммуникации;
- концептуализация деятельности;
- широкое использование сети Интернет с целью продвижения на рынок гостиничных продуктов и услуг, внедрение новых технологий в деловую стратегию предприятий гостиничного бизнеса [4].

Российская гостиничная индустрия сегодня находится на этапе масштабного перехода с бумажно-ручного метода работы на применение автоматизированных ИТ-управления отелем, хотя до недавнего времени находилась в изоляции от мировых тенденций развития. Крайне важным и уже реальным фактом для успешного развития бизнеса для 60 % отелей России стало внедрение автоматизированных информационных технологий (АИТ). Очень важным для получения лидерства и создания конкурентных преимуществ, а также существования и выживания на рынке гостиничных услуг, является использование компьютерных сетей, Интернета и интернет-технологий, применение сквозной автоматизации всех бизнес-процессов гостиницы [3].

Инновационная информатизация гостиничного бизнеса – это целенаправленный процесс системной интеграции коммуникационных и информационных технологий, компьютерных средств в глобальном, информационном пространстве с целью получения новых общесистемных свойств, позволяющих эффективно организовать производство гостиничных услуг, формирование, реализацию и потребление гостиничных услуг с максимальной степенью его индивидуализации в пространстве и времени.

После проведения анализа потребностей потребителей и субъектов гостиничного бизнеса можно сделать выводы относительно требований, предъявляемых к информационным технологиям:

- быть достаточно простыми и доступными для пользования. Это очень важно для пользователей, которые не относятся к профессионалам в области информационно-компьютерных технологий;
- достаточно быстро и высоко окупаться;
- требовать минимальных затрат средств и труда для эффективного функционирования;
- иметь широкий диапазон возможностей и гибкость для совершенствования, развития и дополнения;

- иметь способность предлагать альтернативные варианты предлагаемых гостиничных услуг;
- иметь высокую информативность;
- быть способными самостоятельно распространять открытую информацию с целью привлечения новых клиентов или бизнес-партнеров.

Такой комплекс предложений обеспечит эффективное функционирование гостиничного предприятия и его прибыльность как целевую функцию. Также он позволит удовлетворить подавляющее большинство потребностей потребителей гостиничных услуг, как в основных, так и в дополнительных услугах, связанных или не связанных с непосредственной деятельностью отеля.

Информационные системы менеджмента, интегрированные коммуникационные сети, системы мультимедиа, электронные платежные системы, современные информационно-компьютерные системы резервирования и бронирования в настоящее время широко применяются и используются в гостиничном бизнесе. То есть на сайте гостиниц должны быть специальные опции для туристических агентств или потребителей гостиничных услуг, чтобы воспользоваться предоставленными возможностями, предназначенными для этого программными ресурсами [2].

Средства продвижения продукта гостиничного бизнеса и реклама также должны присутствовать в online-пространстве и являться продуктом инновационного развития информационных технологий. В современных условиях функционирования и развития гостиничного бизнеса необходимость наличия веб-сайта гостиничного предприятия уже не вызывает сомнений и является жизненно необходимой.

Недавно в Интернете появился новый вид бизнеса, которому следует уделить особое внимание. Это сайты-агрегаторы, которые могут быть специализированными и универсальными. Специализированные сайты содержат узко направленную информацию об отеле с описанием услуг и контактами. Универсальные сайты содержат обобщенную информацию из различных секторов экономики (allbiz. Info, biznes.net т.п.) с отдельным разделом об отелях. Итак, размещать информацию о гостиничном предприятии на таком сайте-агрегаторе очень выгодно, так как они имеют наибольшее количество посетителей. Согласно оценкам специалистов, большая часть успеха в деятельности гостиничного предприятия зависит от использования возможностей, предоставляемых новыми информационными технологиями и Интернетом.

Таким образом, инновационный процесс в гостиничном бизнесе – это не только предложение новых услуг и использования новейших информационных технологий, но и комплексное внедрение новых методов в сфере управления отелем. Наличие стандартного набора технологических операций финансово-учетной деятельности по управлению отелем или обслуживанию гостей в современных условиях не обеспечивает отелю конкурентных преимуществ. Сейчас этот процесс невозможен без внедрения и использования инновационных информационных технологий и автоматизированных систем управления, которые упрощают работу с одновременным повышением её эффективности.

Автоматизированная информационная технология (АИТ) – это системно организованная для решения задач управления совокупность методов и средств реализации операций сбора, регистрации, передачи, накопления, поиска, обработки и защиты информации на основе применения программного обеспечения, средств связи и вычислительной техники, а также средств продвижения информации к клиентам.

Внедрение и использование автоматизированной информационной системы способствует значительному снижению затрат. Она позволяет сократить расходы на текущий ремонт, техническое обслуживание, электроэнергию, значительно уменьшить текущие расходы благодаря оптимизации использования гостиничного номерного фонда и повышению эффективности обслуживания клиентов [1].

Услуги, предоставляемые через Интернет, также приносят экономический эффект. С помощью информационной системы можно также проанализировать количество и качество предоставленных услуг. В кратчайшие сроки можно исключить из перечня услуги, которые реализуются мало и плохо, заменив их новыми, а также получить экономический эффект и прибыль более точного определения того, как меняются предпочтения гостей, какие категории гостей получают услуги и какие именно и др. Благодаря внедрению и применению автоматизированной информационной системы можно повысить производительность труда и снизить потребность в рабочей силе, при этом сократив затраты на нее примерно на 30 %. На сегодня в мировой практике чаще всего используются такие автоматизированные гостиничные системы:

– Система управления гостиницей (PMS – Property Management System).

- Система управления рестораном (Point Of Sales).
- Система телефонного сервиса (Telephone Management System).
- Система электронных ключей (Key System).
- Система электронных минибаров ((Minibar System).
- Система интерактивного телевидения (Video Services System).
- Система энергосбережения (Energy Management System).
- Система обработки кредитных карт (Credit Card Authorization System).
- Система складского учета и калькуляции (Food & Beverage).
- Система финансово-бухгалтерского учета (Accounting System).
- Система центрального бронирования (Central Reservation System).
- Система интернет-бронирования (Web Reservation System).
- Система кадрового учета (Human Resource System).
- Система безопасности (Security System).

Автоматизация бизнес-процессов в гостинице касается как внешних бизнес-процессов (фронт-офис), так и внутренних бизнес-процессов (бэк-офис). Службы приема и размещения, маркетинга, бронирования и продаж, обслуживания и сопровождения – все структурные подразделения и сотрудники, задачей которых является непосредственное взаимодействие с гостями, – и называются фронт-офисом отеля. Внедрение последних достижений в области информационных технологий обуславливают появление конкурентного преимущества у предприятий гостиничной индустрии.

Поэтому для предприятий индустрии гостеприимства все более актуальными становятся вопросы комплексной автоматизации процессов деятельности отеля, то есть процессов бронирования мест, расчетов с клиентами, тур-агентами и тур-операторами, процессы управления и хозяйственной деятельности, безопасности объектов, сохранения ресурсов и др. [1].

При исследовании современного состояния развития индустрии гостеприимства в мире надо признать неоспоримый факт, что в подавляющем большинстве стран мира этот сектор экономики достаточно давно сформировался и стабильно развивается, имея большую материальную базу и обеспечивая работой миллионы трудоспособных людей, что, в свою очередь, оказывает поло-

жительное влияние на экономику страны. Превращение гостиничного хозяйства в отрасль экономики, которая развивается на индустриальной основе и способствует распространению иностранного туризма, экономика страны получает значительные валютные поступления. Таким образом, после проведенного исследования, определяем следующие приоритетные направления развития гостиничного бизнеса:

- углубление концептуализации и специализации объектов гостиничного бизнеса;
- создание консорциумов и международных гостиничных цепей в результате глобализации мирового хозяйства;
- полная концентрация на потребностях и запросах клиентов, персонификация обслуживания;
- диверсификация услуг;
- внедрение новейших информационных технологий на предприятиях гостиничного бизнеса.

Выводы и рекомендации. Таким образом, для эффективного решения неотложных задач гостиничного бизнеса необходимо внедрение автоматизированных информационных систем управления. Это откроет новые возможности в реализации программ ресурсосбережения и энергосбережения, снизив потребление электроэнергии и воды путем избегания пиковых нагрузок.

Развитие инновационных процессов в туристической отрасли на современном этапе определяется широким внедрением информационных технологий. Необходимо проанализировать и реструктурировать сам бизнес-процесс, учесть возможные изменения в структуре организации, в схеме поддержки информационных систем, методов управления и стратегии ведения бизнеса.

Список литературы

1. Гаврилов, Л. П. Инновационные технологии в коммерции и бизнесе : учебник для бакалавров / Л. П. Гаврилов. – Москва: Юрайт, 2019. – 372 с.
2. Баумгартен, Л. В. Маркетинг гостиничного предприятия : учебник для академического бакалавриата / Л. В. Баумгартен. – Москва: Юрайт, 2019. – 338 с.
3. Баранчев, В. П. Управление инновациями: учебник для академического бакалавриата / В. П. Баранчев, Н. П. Масленникова, В. М. Мишин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 747 с.
4. Алексева, М. Б. Анализ инновационной деятельности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / М. Б. Алексева, П. П. Ветренко. – Москва: Юрайт, 2019. – 303 с.

5. Поляков, Н. А. Управление инновационными проектами: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. А. Поляков, О. В. Мотовилов, Н. В. Лукашов. – Москва: Юрайт, 2019. – 330 с.

6. Ветитнев, А. М. Информационно-коммуникационные технологии в туризме: учебник для среднего профессионального образования / А. М. Ветитнев, В. В. Коваленко, В. В. Коваленко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 340 с.

УДК 005:620.9(470.51)

В. И. Кашин

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА В ГУП УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ «ОРДЕНА ЛЕНИНА ПЛЕМЗАВОД ИМ. 10-ЛЕТИЯ УАССР» КАК ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ВЫХОДА ПРЕДПРИЯТИЯ ИЗ КРИЗИСНОГО СОСТОЯНИЯ

На основании данных по энергозатратам на производство продукции ГУП Удмуртской Республики «Орден Ленина племзавод им. 10-летия УАССР» предлагается внедрить энергоменеджмент. Внедрение энергоменеджмента позволит снизить энергозатраты, что является одним из стратегических мероприятий, направленных на вывод предприятия из кризисного состояния.

Данная статья является продолжением статьи автора «Повышение энергоэффективности ГУП Удмуртской Республики «Орден Ленина племзавод им. 10-летия УАССР» [1].

В рыночных условиях, и особенно в условиях жесткой конкуренции, остро стоит задача по снижению себестоимости производимой продукции. В противном случае в выигрыше будет то предприятие, которое будет поставлять продукцию по более низкой цене. Особенно это касается сельхозтоваропроизводителей и в целом предприятий агропромышленного комплекса (далее АПК).

Из таблицы 1 [1] видим, что в себестоимости производимой продукции в ГУП Удмуртской Республики «Орден Ленина племзавод им. 10-летия УАССР» доля затрат на энергоресурсы составляла в 2013 году 21 % (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика потребления энергоресурсов предприятием за 2009–2013 годы

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Предшествующие годы				Отчетный 2013 г.
			2009	2010	2011	2012	
1	Объем производства продукции (работ, услуг)	тыс. руб.	44 118	62 068	78 589	81 894	64 004
2	Производство основной продукции в натуральном выражении, всего	т	2 054	2 656	3 203	3 712	2 885
3	Объем потребления энергоресурсов по номенклатуре основной продукции, всего	тыс. руб.	7 666	10 580	12 903	13 030	13 407
4	Потребление энергоресурсов по номенклатуре основной продукции, всего	т у.т.	882,3	1050,3	1104,1	1036,9	867,4
5	Энергоемкость производства продукции по номенклатуре основной продукции, всего	т у.т./тыс. руб.	0,02	0,017	0,014	0,013	0,014
6	Доля платы за ТЭР в стоимости произведенной продукции	% %	17,376	17,046	16,418	15,911	20,947

Из рисунка 1 [1] видим, что почти 60 процентов в структуре потребления энергоресурсов приходится на моторное топливо, а вместе с электроэнергией доля приближается к 80 процентам.

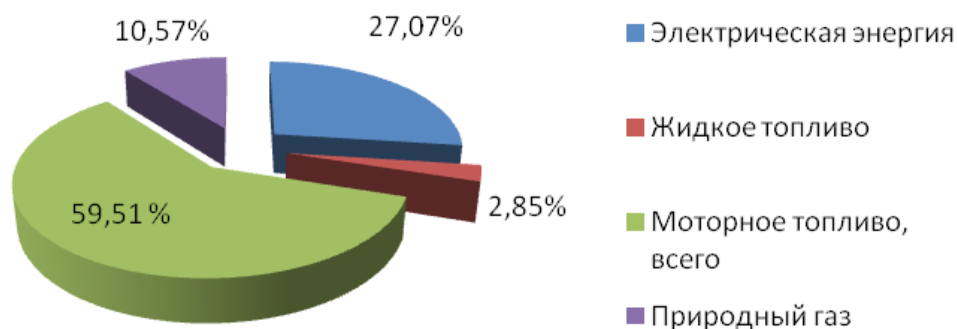


Рисунок 1 – Структура потребления энергоресурсов ГУП УР «Ордена Ленина племзавод им. 10-лет УАССР» в 2013 г.

Таким образом, одно из основных направлений снижения себестоимости производства продукции – это снижение энергозатрат, т.е. необходимо заниматься энергосбережением и повышением энергоэффективности производства, поэтому в 2008 году был принят Указ Президента России, согласно которому к 2020 году предусматривалось снизить энергоемкость российской экономики не менее чем на 40 процентов по сравнению с 2007 годом. В разви-

тие Указа были приняты в 2009 году новый закон «Об энергосбережении ...» [3] (далее Закон) и Государственная программа по энергосбережению и повышению энергоэффективности в 2010 году [4] (далее Госпрограмма). Для решения поставленных Указом задач Законом и Госпрограммой предусматривается использовать все механизмы, проекты и мероприятия в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности. И одно из этих направлений – внедрение системы энергетического менеджмента.

Для внедрения системы энергетического менеджмента (далее энергоменеджмента или СЭнМ) в 2013 году утвержден ГОСТ Р ИСО 50001- 2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению» [5] (далее ГОСТ). Согласно ГОСТ энергетический менеджмент – это управленческий проект, предполагающий последовательное выполнение, цикличность и координацию планирования, создания адекватных структур управления, механизмов стимулирования и контроля над рациональным расходованием топливно-энергетических ресурсов, осуществление которого обеспечивает условия и способы достижения уменьшения энергозатрат на предприятии с целью повышения уровня конкурентоспособности производимых товаров и услуг. Принцип действия СЭнМ предприятия согласно ГОСТ приведен на рисунке 2 [2, 5]. Из модели следует, что управленческий проект непрерывный и действия повторяющиеся. Связано с тем, что проводится мониторинг внедрения, выполнения мероприятий. Также идет движение в сторону обновления технологий и технических решений и т.д.



Рисунок 2 – Модель системы энергетического менеджмента согласно ГОСТ

Для внедрения СЭнМ и в дальнейшем координации деятельности в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности на предприятии необходимо создать энергетическую комиссию. Энергетическая комиссия – коллегиальный орган предприятия по управлению СЭнМ во главе с руководителем предприятия. Она включает в себя директора по энергетике (главного энергетика или главного инженера) и энергетической команды. Энергетическая группа – это работники, вовлеченные в силу своих должностных обязанностей в процесс энергопотребления предприятия, во главе с руководителями подразделений. Также, для обеспечения эффективного потребления энергоресурсов на предприятии целесообразно назначить энергоменеджера. Его основные функции:

- расчет показателей энергоэффективности;
- выявление организационных и коммерческих возможностей для повышения энергоэффективности;
- подготовка программ по рациональному потреблению энергии: срочных, среднесрочных, долгосрочных, комплексных, годовых;
- отчетность по результатам функционирования СЭнМ главному энергетiku.

Фактически вся работа по разработке мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности и их внедрению на предприятии лежит на энергоменеджере.

Для ответственности всех специалистов и сотрудников предприятия, входящих в состав энергетической комиссии, необходимо внести в должностные инструкции дополнительные обязанности, относящиеся к энергосбережению и повышению энергетической эффективности (рис. 3).

Последовательность работ по внедрению СЭнМ на предприятии приведена в работе [2]. И работы эти, как правило, разбивают на этапы.

Этап 1. Инициирование.

Этап 2. Обучение.

Этап 3. Энергопланирование.

Этап 4. Документирование.

Приведенные выше этапы и мероприятия по внедрению системы энергетического менеджмента могут меняться в зависимости от специфики предприятия. Сюда могут быть включены такие мероприятия как:

1. Анализ СЭнМ. Выявление несоответствий требованиям СЭнМ. Доработка СЭнМ (внесение соответствующих изменений в документацию и корректировок в СЭнМ).

2. Мониторинг эффекта от внедрения СЭнМ.

СЭнМ на предприятии может быть внедрена с привлечением специализированной сторонней организации или собственными силами. Но в последнем случае обязательно обучение специалиста с высшим техническим (энергетическим) образованием в объеме, требующемся для переподготовки.

В таблице 2 приведен перечень задач системы энергетического менеджмента для каждой функции.



Рисунок 3 – Общая структура системы энергоменеджмента крупного предприятия

Таблица 2 – Перечень задач СЭнМ согласно ГОСТ

Функции менеджмента	Задачи системы энергетического менеджмента
Планирование	1) введение приоритетности ЭнМ в стратегию и миссию компании; 2) разработка энергетической политики компании, учитывающей СЭнМ в качестве базовой платформы; 3) разработка нормативных документов, стандартов, регламентов СЭМ; 4) внесение изменений в существующие стандарты предприятия; 5) введение затрат на СЭнМ в бюджетную политику компании; 6) разработка программ, проектов, направленных на снижение энергозатрат

Функции менеджмента	Задачи системы энергетического менеджмента
Организация	1) изменение организационной структуры предприятия под выполнение функций СЭнМ; 2) назначение руководителя высшего звена, ответственного за управление СЭнМ; 3) назначение лиц в линейных подразделениях, ответственных за СЭнМ; 4) создание энергетических комитетов, рабочих групп СЭнМ; 5) мониторинг и реализация программ и проектов СЭнМ; 6) введение дополнительных должностных обязанностей
Мотивация	1) разработка системы поощрений, в том числе за счет сэкономленных средств; 2) разработка KPI; 3) вовлечение персонала в участие в проектах СЭнМ; 4) обучение персонала
Контроль	1) введение системы отчетов СЭнМ; 2) создание САУ потребления энергетических ресурсов; 3) создание баз данных параметров энергопотребления; 4) системный анализ показателей реализации проектов СЭнМ; 5) внедрение показателей энергопотребления в ERP-систему предприятия

Все задачи по функциям менеджмента должны быть в обязательном порядке задокументированы и утверждены. И в дальнейшем подлежат внесению в них корректировок.

Каков же может быть эффект от внедрения СЭнМ?

Исходя из мирового опыта, 2 % экономии от годового объема потребления энергоресурсов без вложения финансовых средств уже считается эффективным показателем.

В случае первого внедрения на предприятии энергосберегающих мероприятий, экономия может составлять до 20 процентов.

В качестве примера можно привести компании, достигшие снижение энергоемкости производства за счет энергоменеджмента [2]:

– Dow Chemical – 22 % (экономия 4 млрд долл.) с 1994 по 2005 гг., в настоящее время добивается снижения еще на 25 % в период с 2005 по 2015 гг.

– Toyota's North American (NA) Energy Management Organization сократила энергоемкость на единицу произведенной продукции на 23 % с 2002 г.;

– энергосберегающая деятельность в Северной Америке привела к экономии 9,2 млрд долл.

– В Евросоюзе компании, внедрившие системы энергоменеджмента достигли ежегодного снижения энергоемкости на 2–3 % по сравнению с 1 % снижением при ведении дел по принципу «business as usual».

Вывод. Система энергоменеджмента нужна предприятиям для стабильной и надежной работы в рыночных условиях.

Список литературы

1. Кашин, В. И. Повышение энергоэффективности ГУП Удмуртской Республики «Ордена Ленина племзавод им. 10-летия УАССР» / В. И. Кашин // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: матер. Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича, 20 июля 2020 года г. Ижевск. В 2 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 2. – 459 с.

2. Кашин, В. И. Энергоменеджмент в промышленном предприятии – необходимость, диктуемая рынком. / В. И. Кашин // Энергетика. Энергосбережение. Экология. – 2013. – № 2. – С. 9–13.

3. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ: текст с изм. и доп. вступ. в силу с 26.07.2019: [принят Государственной Думой 11 ноября 2009 года: одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года]. – Москва, 2019. – Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.

4. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Распоряжение Правительства РФ от 27 декабря 2020 г. № 2446-р – Москва, 2020. – Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.

5. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. Издание официальное. – М.: Стандартинформ., 2012.

**Т. А. Широбокова, И. Г. Поспелова,
М. А. Набатчикова, И. И. Иксанов**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Проведена технико-экономическая оценка двух светодиодных светильников по методике приведенных годовых затрат и представлены результаты этих исследований. Анализ данных показал, что энергоэффективность и КДП разработанного светильника, использующего термоэлектрическое преобразование вырабатываемой им тепловой энергии в электрическую, на 10...15 % выше аналогов.

Актуальность. Выбор наиболее экономичной и рациональной системы освещения является важнейшей задачей при проектировании наружного освещения, освещения производственных и сельскохозяйственных объектов [1–6].

В области светотехники используются различные методики для оценки эффективности и обоснования систем освещения [7–11].

Материалы и методика. Исследования проводились по методике приведенных годовых затрат.

Технико-экономическая оценка различных установок наружного освещения производится на 1 км освещаемой улицы по формуле [1]:

$$Q = \frac{1000 \cdot T \cdot (A + a) \cdot n \cdot \tau + a \cdot P \cdot q \cdot n + 150 \cdot A \cdot n + 250 \cdot O + 170 \cdot \delta + 1000 \cdot m \cdot B}{L}, \quad (1)$$

где T – число часов работы осветительного прибора за год, ч; P – потребляемая мощность источником света, Вт;

n – число ламп в осветительном приборе, шт.;

τ – номинальный срок службы источника света, ч;

q – действующий тариф на покупную электроэнергию, руб./
(кВт·ч);

m – число чисток светильника в год;

A – стоимость источника света в осветительном приборе, руб.;

O – стоимость осветительного прибора без источника света, руб.;

δ – стоимость монтажа осветительного прибора, руб.;

B – стоимость одной чистки одного светильника, руб.;

L – расстояние между осветительными приборами, м;

a – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети.

Результаты исследований. Сравнительная оценка проведена на двух светодиодных уличных светильников, один из которых будет использовать термоэлектрическое преобразование вырабатываемой им тепловой энергии в электрическую.

При одинаковых значениях мощности и величины светового потока они будут иметь одинаковую стоимость обслуживания и монтажа. Отличие светильников будет лишь в их стоимости и количеству потребляемой электрической энергии. Стоимость светильника является единоразовым капитальным вложением, а потребляемое количество энергии относится к эксплуатационным расходам и существенно влияет на срок окупаемости светильников.

Наружное освещение включается при наступлении сумерек. Исходя из значений данного показателя для Удмуртской Республики рассчитаем время работы наружного освещения в год, время работы светильника в автономном режиме, количество потребляемой энергии, а также величину и стоимость экономии. Результаты анализа данных приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики работы наружного освещения в Удмуртской Республике

Месяц	Продолжительность светового дня, ч	Время работы наружного освещения, ч	Общее время работы в месяц, ч	Время работы светильника в автономном режиме, ч	Количество энергии, потребляемой обычным светильником	Количество энергии, потребляемой разработанным светильником	Экономия, руб.
январь	9,00	15,00	465,00	132,86	46,50	33,21	29,23
февраль	11,00	13,00	377,00	107,71	37,70	26,93	23,70
март	13,00	11,00	341,00	97,43	34,10	24,36	21,43
апрель	16,00	8,00	240,00	68,57	24,00	17,14	15,09
май	19,00	5,00	155,00	44,29	15,50	11,07	9,74

Месяц	Продолжительность светового дня, ч	Время работы наружного освещения, ч	Общее время работы в месяц, ч	Время работы светильника в автономном режиме, ч	Количество энергии, потребляемой обычным светильником	Количество энергии, потребляемой разработанным светильником	Экономия, руб.
июнь	20,00	4,00	120,00	34,29	12,00	8,57	7,54
июль	20,00	4,00	124,00	35,43	12,40	8,86	7,79
август	20,00	4,00	124,00	35,43	12,40	8,86	7,79
сентябрь	16,00	8,00	240,00	68,57	24,00	17,14	15,09
октябрь	15,00	9,00	279,00	79,71	27,90	19,93	17,54
ноябрь	12,00	12,00	360,00	102,86	36,00	25,71	22,63
декабрь	10,00	14,00	434,00	124,00	43,40	31,00	27,28
Годовые показатели	181,00	107,00	3259,00	931,14	325,90	232,79	204,85

Исследования показали, что если время работы уличного светильника составляет 3259 часов в год, то время автономной работы составит около 931 часов. Тогда стоимость сэкономленной энергии для одного светильника составит 204,85 рублей в год. Соотношение продолжительности работы разработанного светильника и времени его работы в автономной режиме представлено на рисунке 1.

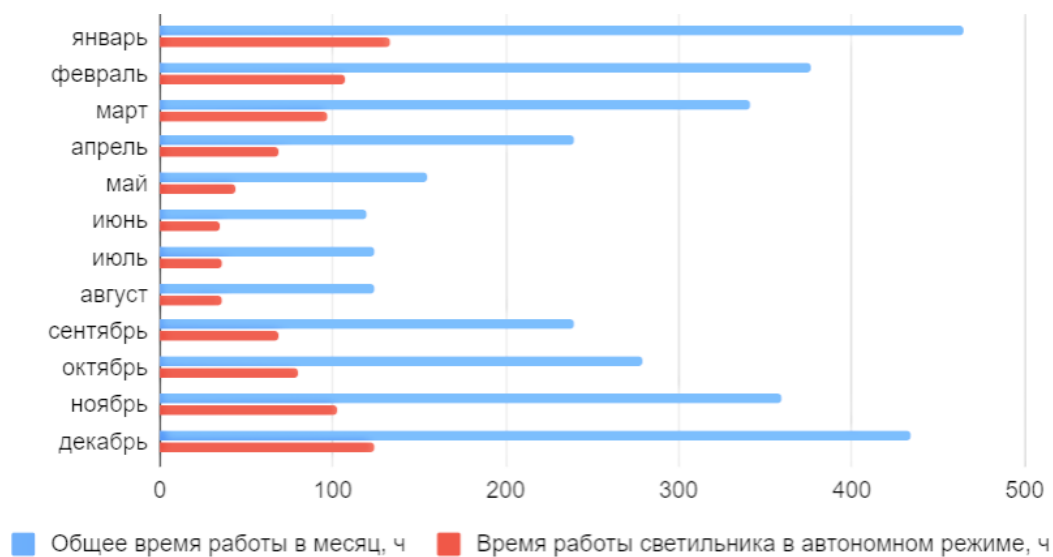


Рисунок 1 – Соотношение времени общего и автономного режимов работы светильника

Выводы и рекомендации. Исходя из анализа данных приведенных исследований, можно сделать вывод о том, что энергоэффективность и КПД разработанного светильника, использующего термоэлектрическое преобразование вырабатываемой им тепловой энергии в электрическую, на 10...15 % выше аналогов.

Список литературы

1. Амелькина, С. Оценка эффективности использования уличных светодиодных светильников в установках наружного освещения г. Саранска / С. Амелькина, Э. Амелькин // Полупроводниковая светотехника. – 2010. – Т. 6. – № 8. – С. 40–42.
2. Возмилов, А. Г. Способы снижения энергопотребления в животноводческом помещении за счет применения светоаэраторов и систем перенаправления света / А. Г. Возмилов, И. Ю. Лошкарев, О. В. Логачёва, А. И. Стерхов / АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 3. – С. 459–465.
3. Возмилов, А. Г. Система освещения сельских улиц, территорий парков и площадей / А. Г. Возмилов, И. Ю. Лошкарев, О. В. Логачева, А. И. Стерхов // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 3. – С. 453–458.
4. Vozmilov, A. G. Algorithm and software for calculating the design parameters of led lighting device / A. G. Vozmilov, T. A. Shirobokova, D. V. Astafev // Proceedings – 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2020. – 2020. – Ph. 9111934.
5. Vorobev, V. L. Nanoscale layers formed on the surface of a titanium alloy by the ion-beam mixing of carbon with a substrate / V. L. Vorobev, F. Z. Gilmutdinov, P. V. Bykov [and all] // Journal of Surface Investigation: X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2019. – Т. 13. – № 5. – Ph. 979–984.
6. Воробьёв, В. Л. Формирование наноразмерных слоев на поверхности 3-D металлов имплантацией ионов O⁺ / В. Л. Воробьёв, Ф. З. Гильмутдинов, П. В. Быков [и др.] // Химическая физика и мезоскопия. – 2018. – Т. 20. – № 3. – С. 354–364.
7. Loshkarev, I. Y. Automation of artificial lighting design for dairy herd cows / I. Y. Loshkarev, T. A. Shirobokova, L. A. Shuvalova // Journal of Physics: Conference Series The proceedings International Conference "Information Technologies in Business and Industry". – 2019.
8. Loshkarev, I. Y. Methods for assessing the parameters of led-based lighting in livestock houses / I. Y. Loshkarev, T. A. Shirobokova // Journal of Physics: Conference Series The proceedings International Conference "Information Technologies in Business and Industry". – 2019.
9. Стерхова, Т. Н. Энергосберегающие системы освещения для производственных зданий / Т. Н. Стерхова // Актуальные направления современной науки, образования и технологий: м-лы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2020. – С. 43–46.

10. Стерхов, А. И. Система энергосбережения в освещении улиц и дорог / А. И. Стерхов, И. Ю. Лошкарев, Н. В. Осадчий [и др.] // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы X национальной научно-практической конференции с международным участием. Под общ. ред. В. А. Трушкина. – Саратов, 2019. – С. 213–215.

11. Трошин, Е. И. Влияние светодиодов на продуктивность дойных коров / Е. И. Трошин, Л. А. Шувалова, Т. А. Широбокова, Ю. Г. Васильев // Ветеринария. – 2020. – № 2. – С. 54–56.

УДК 338.439.6

А. И. Сутыгина

Удмуртский филиал ИЭ УрО РАН

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

Проведен анализ влияния кризисов на формирование международной продовольственной системы, определена необходимость достижения независимости в продовольственном обеспечении для каждого государства, а для российской экономики также важно увеличение экспорта продукции агропродовольственного комплекса.

Актуальность. Генеральной Ассамблей ООН в 1948 г. право на питание определено основной компонентой прав человека на достаточный жизненный уровень. Международные организации в решениях проблем продовольственного обеспечения исходят из того, что все люди имеют право на достаточное питание и свободу от голода [1].

Материалы и методика. Исследование проводилось на основании материалов Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных наций (ФАО) и Федеральной службы государственной статистики.

Результаты исследования. Решающую роль в ликвидации недоедания и голода на глобальном уровне играет деятельность ФАО. Под ее эгидой разрабатываются и реализуются международные программы по обеспечению продовольственной безопасности в мире. Вначале они были направлены на оказание гуманитарной помощи и социальной поддержки наиболее уязвимых слоев населения в развивающихся странах [2]. Однако это не реши-

ло общую проблему отсутствия продовольственной безопасности. В дальнейшем наряду с решением острых проблем, складывающихся в связи с экстремальными погодными условиями, экономическими кризисами и военными конфликтами усилия международных организаций стали направляться на увеличение в каждой стране производства продукции сельского хозяйства. В целях достижения намеченных задач все государства должны реализовать стратегию обеспечения продовольственной безопасности исходя из имеющихся ресурсов [4]. Отдельное внимание уделяется поддержке мелких землевладельцев и семейных фермерских хозяйств, а также равноправному доступу женщин к агропроизводственным ресурсам. Это дает возможность решения вопросов продовольственного обеспечения, как на национальном, так и индивидуальном уровне, позволяет повысить физическую и экономическую доступность продовольствия [7]. Организацией Объединенных Наций на саммите Тысячелетия в 2000 г. была поставлена цель к 2015 г. по сравнению с 1990 г. вдвое снизить долю голодающего населения, и она была достигнута. В 2015 г. ООН были определены 17 целей глобального устойчивого развития. Их выполнение должно обеспечить к 2030 г. социальное, экономическое и экологическое устойчивое развития общества. В вопросах продовольственного обеспечения глобальной целью является ликвидация голода и улучшение питания населения, а также содействие устойчивому развитию сельского хозяйства. Однако в настоящее время многие эксперты отмечают, что ликвидировать голод полностью не удастся. Последние годы число людей, живущих в условиях недоедания или неполноценного питания, увеличивается.

В 2020 г. из-за пандемии глобальная продовольственная система испытывает сложности функционирования. Продовольственное обеспечение наиболее уязвимых слоев населения стран ухудшается. ФАО отмечает, что введение ограничений на продвижение грузов между странами из-за коронавируса обусловили сложности в перемещении сельскохозяйственной продукции и продовольственных товаров. Воздействие кризисных явлений наиболее ощутимо для стран, экономика которых зависима от экспорта нефти, туризма и денежных переводов [12]. Это обусловлено значительной волатильностью цен на энергоносители, закрытием границ, что привело к уменьшению туристических потоков и трудовых мигрантов. По оценкам экспертов ФАО, в 2019 г. около 9 % населения мира голодали. В зависимости от продолжительности

пандемии численность недоедающих в 2020–2021 гг. может вырасти на 4,9–10,0 п.п. Глава ООН по продовольствию Дэвид Бисли призвал миллиардеров и предприятия по всему миру оказать помощь в спасении 30 млн чел., которые могут умереть от голода в 2020 г. [11].

В условиях снижения развития мировой экономики отмечается рост безработицы, соответственно, и снижение доходов населения, как в развитых, так и в развивающихся странах. Однако кризис наиболее негативное влияние оказывает на продовольственную систему развивающихся стран, где не могут обеспечить устойчивое продовольственное снабжение всех слоев населения.

По расчетам экспертов, каждый процент уменьшения мирового ВВП может привести увеличению числа детей с задержкой роста еще на 700 тыс. чел., а каждый процентный пункт уменьшения ВВП приведет к сокращению предложения продовольствия в странах чистых импортеров продовольствия на 0,06 %, а в странах с дефицитом продовольствия – на 0,306 % [13].

В этих условиях значение независимости в продовольственном обеспечении повышается. В первой половине 2020 г. многие страны ввели ограничения на экспорт продовольственных товаров. ФАО указывало, что это нарушает функционирование глобальной продовольственной системы. Однако для национальных государств важнее было сохранение экономической и продовольственной безопасности страны. Россия, также являясь крупным экспортером зерна, вводила квоты на вывоз зерновых культур. Следом Евразийская экономическая комиссия ввела запрет на экспорт семечек подсолнечника, муки, гречки, риса и на ряд других продовольственных товаров из стран ЕАЭС. Это было направлено на сохранение стабильности на продовольственном рынке всех стран участников союза. В начале пандемии в условиях повышенного спроса на продукты питания меры, принятые Правительством России, сдержали рост цен на продовольственные товары. Ограничение вывоза зерна, кроме сохранения стабильности на продовольственном рынке, способствовало также бесперебойному обеспечению концентрированными кормами предприятий промышленного животноводства и птицеводства.

Следует отметить, что Россия является как импортером, так и экспортером сельскохозяйственной продукции и продовольствия и имеет высокий уровень самообеспеченности зерном, сахаром, растительным маслом (табл. 1).

Таблица 1 – Самообеспеченность Российской Федерации основными продуктами питания, % [5]

Продукция	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Растительное масло	143,1	125,5	142,6	153,5	157,3	175,9
Зерно	153,8	149,1	160,0	170,6	147,2	155,5
Сахар	95,4	100,6	105,9	115,1	108,0	125,4
Мясо и мясопродукты	82,8	88,7	90,6	93,5	95,7	97,4
Яйца и яйцопродукты	97,6	96,7	97,1	97,9	97,7	97,1
Картофель	98,0	102,1	93,2	91,1	95,3	95,1
Овощи и бахчевые	84,1	86,8	87,4	87,6	87,2	87,7
Молоко и молокопродукты	78,1	79,9	80,7	82,3	83,9	84,4
Фрукты	32,5	32,5	36,5	33,1	38,8	40,2

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что отечественный агрокомплекс только в 2015–2016 гг. начал активно участвовать в международной торговле продовольственными товарами. В эти же годы отмечается уменьшение объемов импорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия. Однако полностью осуществить импортозамещение не удалось [10]. Ввоз продовольственных товаров на отечественный рынок намного превышает объемы экспорта. При этом следует отметить, что благодаря деятельности интегрированных структур отмечается рост производства продукции промышленного птицеводства и свиноводства, сахара, растительного масла [3].

Доля импорта остается существенной в ресурсах молока и молочных продуктов и в 2019 г. составила 16,9 %, овощей – 9,6 %, мяса и мясопродуктов – 6,1 %. В тоже время удельный вес экспорта остается на низком уровне (рис. 1). При этом в связи с ростом производства свинины и мяса птицы увеличивается доля экспорта мяса и мясопродуктов.

Таблица 2 – Динамика импорта и экспорта продовольственных товаров Российской Федерацией, тыс. т [6]

Год	Молоко и молокопродукты		Овощи		Мясо и мясопродукты		Картофель		Яйца и яйцопродукты, (млн. шт.)	
	им-порт	экс-порт	им-порт	экс-порт	им-порт	экс-порт	им-порт	экс-порт	им-порт	экс-порт
2010 г.	8159,4	459,8	3084,4	85,0	2855,6	97,4	1121,8	85,0	881,3	243,6
2011 г.	7955,1	614,6	3041,9	64,4	2707,6	76,1	1538,6	48,9	1169,6	278,2
2012 г.	8524,8	645,1	2669,2	59,6	2710,4	127,7	735,2	48,1	1345,1	417,5

Год	Молоко и молокопродукты		Овощи		Мясо и мясопродукты		Картофель		Яйца и яйцопродукты, (млн. шт.)	
	им-порт	экс-порт	им-порт	экс-порт	им-порт	экс-порт	им-порт	экс-порт	им-порт	экс-порт
2013 г.	9455,1	628,3	2813,3	93,6	2480,0	117,2	762,8	74,1	1212,3	400,3
2014 г.	9157,9	628,9	2952,5	76,4	1952,1	135,3	1071,6	69,1	1241,7	304,7
2015 г.	7951,3	606,0	2643,6	197,5	1359,6	143,3	1029,6	207,3	1241,2	353,8
2016 г.	7578,6	644,8	2356,7	269,1	1246,4	236,2	972,6	291,5	1241,1	451,7
2017 г.	6996,9	607,6	2669,9	248,0	1084,6	307,4	1344,0	246,2	1206,4	720,3
2018 г.	6493,0	576,3	2484,6	282,2	879,7	354,4	1257,3	268,1	1255,9	769,8
2019 г.	6727,8	611,0	2435,5	322,8	771,8	415,3	759,9	463,6	2134,0	692,8

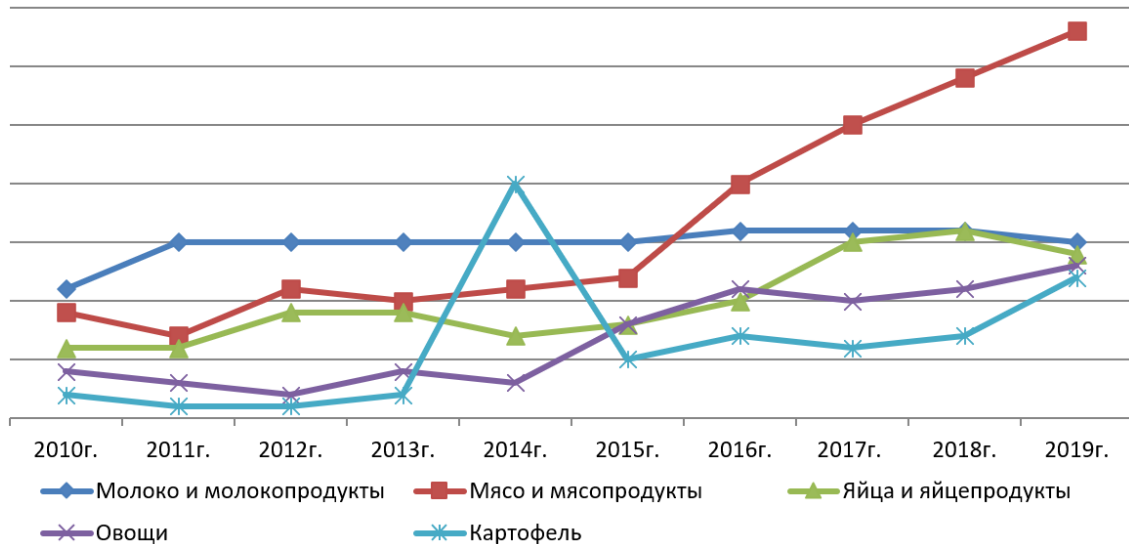


Рисунок 1 – Доля экспорта продукции в ресурсах соответствующего вида продовольствия в Российской Федерации, %

В условиях снижения цен на энергоносители на международном рынке и сокращения поступления доходов от экспорта нефти Правительством России в рамках реализации федеральной программы «Развитие внешнеэкономической деятельности» поставлена задача увеличения несырьевого экспорта [9]. Значение увеличение производства продукции АПК и ее экспорта возрастает. Продовольствие является одним из самых востребованных товаров на международном рынке [8]. В последние годы экспорт сельскохозяйственной продукции и продовольствия в денежном выражении превышает стоимость экспорта вооружений и военной техники. В соответствии с федеральным проектом «Экспорт продук-

ции АПК» объем экспорта агропромышленного комплекса должен увеличиться с 21,6 млрд долл. в 2017 г. до 45 млрд долл. в 2024 г.

В 2019 г. стоимость реализованной продукции агропромышленного комплекса на международном рынке составила 25,5 млрд долл., при этом на долю зерна, масложировой продукции и рыбы приходится 75 % стоимости всего экспорта. Однако основной экспортной продукцией остается зерно. В связи с тем, что в общем объеме экспорта преобладает продукция с низкой добавленной стоимостью, то стоимость одного кг экспортной продукции составляет 0,30–0,35 долл., против 1–2 долл. в странах Европы. Поэтому Федеральный проект «Экспорт продукции АПК» предусматривает наряду с увеличением объемов экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия рост продажи продукции с высокой добавленной стоимостью.

Выводы и рекомендации. В условиях кризиса возрастает значение независимости национальных государств в продовольственном обеспечении. Это дает возможность проводить самостоятельную внешнюю политику. Для России рост производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия актуально в связи необходимостью увеличения несырьевого экспорта.

Список литературы

1. Повышение эффективности использования ресурсного потенциала агропродовольственного комплекса Удмуртской Республики / А. Н. Алексеева, А. И. Сутыгина, О. Ю. Абашева и др. – Ижевск: Шелест, 2019. – 128 с.
2. Боткин, О. И. Интерпретация понимания продовольственной безопасности на международном уровне / О. И. Боткин, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2016. – Т. 26. – № 2. – С. 7–14.
3. Гоголев, И. М. Импортзамещение как фактор роста производства сельскохозяйственной продукции / И. М. Гоголев, М. В. Гоголев // Проблемы региональной экономики. – 2015. – № 1–2. – С. 179–183.
4. Гоголев, И. М. Особенности формирования и развития регионального продовольственного рынка / И. М. Гоголев, А. И. Сутыгина, К. И. Гоголев // Менеджмент: теория и практика. – 2016. – № 1. – С. 37–45.
5. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2019 г. Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [Электронный ресурс]. – URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/98a/98af7d467b718d07d5f138d4fe96eb6d.pdf> (дата обращения: 05.10.2020).

6. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL : <https://gks.ru/compendium/document/13278> (дата обращения: 12.10.2020).
7. Региональная экономика в Условиях ВТО / Под общей ред. д.э.н., профессора О. И. Боткина / В. И. Некрасов, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин [и др]. – Екатеринбург – Ижевск: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2013. – 158 с.
8. Сутыгина, А. И. Национальная продовольственная независимость в условиях кризиса / А. И. Сутыгина // Экономика сельского хозяйства России, 2020. – № 6. – С. 2–8.
9. Тополева, Т. Н. Экономическая сущность стратегии импортозамещения / Т. Н. Тополева, М. С. Ишманова // Проблемы региональной экономики. – 2016. – № 1–2. – С. 83–90.
10. Тополева, Т. Н. Роль вертикально–интегрированных структур в развитии производственного сектора экономики / Т. Н. Тополева // Вопросы региональной экономики. – 2019. – № 2(39). – С. 81–89.
11. Billionaires urged to combat world hunger by UN food chief. – URL: <https://www.cnbc.com/2020/09/18/billionaires-urged-to-combat-world-hunger-by-un-food-chief-do-the-right-thing.html> (дата обращения: 19.09.2020).
12. Global Report on Food Crises. Joint analysis for better decision. – URL: <https://www.fsinplatform.org/> (дата обращения: 30.09.2020 г.).
13. The State of food security and Nutrition in the World 2020. – URL: <http://www.fao.org/3/ca9692en/online/ca9692en.html> (дата обращения: 18.03.2020).

УДК 1:7/.9

С. И. Платонова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

«ЧЕТВЕРТАЯ ПАРАДИГМА» НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЦИФРОВАЯ НАУКА

Анализируется концепт «четвертая парадигма». «Четвертая парадигма» предполагает обработку больших объемов экспериментальных данных, появление принципиально новых научных методов, связанных с обработкой больших данных, и ориентирована на получение выводов, проистекающих из данных. Делается вывод, что четвертая парадигма научных исследований требует от ученых пересмотра всех стандартных научных операций, начиная от проведения эксперимента и заканчивая обработкой и интерпретацией научных данных.

Актуальность. Современная наука все чаще характеризуется как цифровая, она начинает использовать огромные массивы данных (big data), при этом поток данных непрерывно растет. Подобную трансформацию претерпевают не только естественные науки, но и социально-гуманитарные науки, а также науки инженерного и прикладного характера. Актуальность статьи обусловлена анализом изменения эпистемологических и методологических стратегий современной цифровой науки.

Результаты исследований. В литературе цифровая наука коррелирует с понятием «четвертая парадигма» научных исследований [4]. Концепт «парадигма» сформировался в философии науки во второй половине XX века и широко обсуждался с этого времени. Данный концепт нередко отождествляется прежде всего с теоретическим подходом, разработанным американским философом и историком науки Т. Куном. Вместе с тем в философии науки сегодня представлена другая версия концепта «парадигма», предложенная А. Сзалай и Дж. Греем. «Четвертая парадигма» является быстро развивающимся понятием, которое характеризует особенности современной науки.

Интерес к концепту «парадигма» был вызван идеями, сформулированными американскими учеными А. Сзалай и Дж. Греем в начале XXI столетия. Они предложили рассматривать динамику

науки и научных исследований в контексте развития и сменяемости четырех парадигм. По их мнению, развитие науки шло от экспериментальных исследований до появления цифровой науки, которую Джим Грей назвал «четвертой парадигмой» [8, p. 413–414].

Что собой представляют первые три парадигмы научных исследований? Начиная с античности и приблизительно до Нового времени, существовала экспериментальная наука, в основе которой лежали наблюдения, эксперименты с последующей систематизацией данных наблюдений и обобщением результатов экспериментов. Этот период получил название первой парадигмы. С XVII века начинается этап второй парадигмы, или этап теоретической науки, предполагающей использование теоретических моделей. На этом этапе были сформулированы законы механического движения И. Ньютона, законы движения планет И. Кеплера, уравнения Дж. Максвелла. Третья парадигма – крупномасштабное компьютерное моделирование – появилась в середине XX века [5, p. xviii]. Наука становится вычислительной. Современный этап в развитии науки Джим Грей предложил назвать четвертой парадигмой. В чем принципиально отличается данная парадигма от трех предыдущих? Особенностью четвертой научной парадигмы является то, что наука объединяет эксперимент, теорию и моделирование. «Четвертая парадигма Грея обеспечивает интегрирующую структуру, которая позволяет первым трем взаимодействовать и усиливать друг друга» [7, p. 177].

Одной из особенностей четвертой парадигмы является значительное увеличение объемов данных. «Объемы данных удваиваются с каждым годом в большинстве областей современной науки, и анализ этих данных становится все более и более сложным» [8, p. 413–414]. Данных становится очень много, поэтому они требуют автоматизированного анализа. Наука имеет дело с большими данными, которые обрабатываются программным обеспечением. «Для оценки масштаба объема цифровых данных Р. Уильямс составил таблицу соответствия между единицами измерения данных и привычными для человеческого восприятия объектами, переведенными в цифровую форму. Например, 20 гигабайт (объем цифровых данных) занимает музыкальная коллекция произведений Бетховена; 2 петабайта – это объем данных всех научных библиотек США; 5 эксабайт – это объем всех слов, которые произносятся людьми мира» [2, с. 114]. По поводу такой единицы, как йотабайт, метод аналогии уже не работает.

Например, «в астрономии с начала 20-го века мы наблюдаем третью «революцию» в экспериментальных данных. ... В настоящее время гигабайтные объемы информации, получаемые в одном наблюдении, являются нормальным явлением. ... Традиционный подход, при котором исследователь анализирует данные с помощью процедур обработки только на своем рабочем компьютере, уже ушел в прошлое. ... Анализ больших объемов данных остается сложной, трудоемкой и ресурсоемкой задачей. И возможным решением этих задач является систематическое использование новых технологий интернета, систем управления базами данных» [1, с. 47–48]. Современные ученые сейчас на самом деле не смотрят в телескопы. Вместо этого они «просматривают» крупномасштабные и сложные инструменты, которые передают данные в центры обработки данных, и только после этого они видят информацию на своих компьютерах. Для собирания и обработки огромного количества данных необходимо программное обеспечение, причем стоимость программного обеспечения может превышать капитальные затраты на строительство и обслуживание современных приборов. Рост объемов научных данных и изменения в методологии их анализа, обработки и интерпретации как раз и позволили утверждать А. Сзалай и Дж. Грею, что немногие традиционные и привычные методы научного исследования выживут в их нынешнем виде к 2020 году [8, р. 413–414]. Скорее всего, мы стоим на пороге больших перемен в изменении методологии научных исследований и традиционного понимания науки.

Подобные революционные трансформации касаются большинства (если не всех) наук. Данных становится все больше и больше. Данные поступают от астрономических наблюдений и телескопов, от большого адронного коллайдера, от генетических и иных биологических исследований, метеорологических станций. Большие данные появились в социальных науках, прежде всего, в социологии [3]. Это могут быть цифровые системы видеонаблюдения; данные розничных продаж; ведение журнала операций и взаимодействия по цифровым каналам связи (например, электронной почты или онлайн-банкинга); публикации в социальных сетях и другие данные. Получение этих данных не является целью какого-либо социального исследования. Большие данные зачастую являются побочным продуктом разного рода опросов.

К особенностям четвертой парадигмы можно отнести изменение мира науки в целом. Современная наука подразумевает меж-

дисциплинарность научных исследований, интеграцию разных научных дисциплин. Например, для определения экологических тенденций, влияющих на почвенное разнообразие, необходимо объединить экологические данные с данными по гидрологии, климату, биоразнообразию и биогеохимии [8, p. 414].

Авторы книги «Четвертая парадигма» Т. Хей, С. Тэнсли, К. Толл утверждают, что эволюцию научных исследований можно представить в виде двух ветвей, направлений: вычислительная-Х и Х-информатика, где под Х понимается любая наука [5, p. xix]. Например, если мы посмотрим на экологию, то сейчас есть как вычислительная экология, предполагающая моделирование экологических процессов, так и экоинформатика, связанная со сбором и анализом экологической информации. Аналогично можно выделить вычислительную биологию и биоинформатику. Вычислительная биология имитирует работу биологических систем, а биоинформатика собирает и анализирует информацию из множества различных экспериментов. «Если вычислительная ветвь науки (вычислительная-Х) отвечает на вопрос «Как это может быть?», то информационная ветвь науки (Х-информатика) отвечает на вопрос: «Что это?» [2, с. 119].

Подобное разделение научной дисциплины на две ветви можно наблюдать и в социально-гуманитарных науках. Сейчас существуют вычислительные социальные науки и цифровые гуманитарные науки. Вычислительные социальные науки связаны с исследованиями гораздо большего масштаба, глубины, охвата, чем это было при исследованиях, построенных на ограниченных наборах данных. Цифровые гуманитарные науки включают в себя деятельность по обработке и анализу данных, имеющих цифровой формат изначально, а также проекты по переводу в цифровой формат и созданию архивов [6, p. 7].

Выводы. В современной философии науки активно используется понятие «четвертая парадигма», ориентированное на вычислительную, цифровую науку. В данном контексте парадигма – это стратегия научного исследования. Она предполагает соответствующие методологию и эпистемологию научного исследования: использование определенных научных методов, научных операций, определенное соотношение между наблюдением, экспериментом и теорией, между индуктивными обобщениями и дедуктивными выводами и др. По сути, каждая парадигма предполагает свою логику научного исследования. Современная наука, названная вычислительной, или цифровой, начинает использовать огромные мас-

сивы данных, при этом поток данных непрерывно растет, и это относится не только к естественным наукам, но и к социально-гуманитарным наукам также.

«Четвертая парадигма» науки требует от ученых пересмотра стандартных научных операций (проведение эксперимента, анализ экспериментальных данных, обобщение данных, проверка гипотез, формулирование научной теории). Одной из целей современной методологии науки является создание инструментов для поддержки всего цикла исследований – от сбора данных и их обработки до анализа данных и их визуализации. Четвертая парадигма предполагает междисциплинарную работу ученых, начиная от создания программного обеспечения до получения данных, их анализа и интерпретации.

Список литературы

1. Желенкова, О. П. Методы управления данными, их организации и анализа в астрофизических исследованиях / О. П. Желенкова, В. В. Витковский // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем: труды Четвертого Всероссийского симпозиума (С.-Петербург, 6–8 октября 2014 г.). Под ред. Е. В. Кудашева, В. А. Серебрякова. В 2 т. – Т. 2. – М.: ВЦ РАН, 2014. – С. 47–66.
2. Журавлева, Е. Ю. Эпистемический статус цифровых данных в современных научных исследованиях / Е. Ю. Журавлева // Вопросы философии. – 2012. – № 2. – С. 113–125.
3. Платонова, С. И. «Большие данные» как эпистемологический вызов классической социологии / С. И. Платонова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: матер. Междунар. научн.-практ. конф. 12–15 февраля 2019 года, г. Ижевск. В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 3. – С. 236–240.
4. Платонова, С. И. Логика научного развития: парадигма Т. Куна и четвертая парадигма Дж. Грея / С. И. Платонова // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. – 2020. – Т. 9. – № 1–1. – С. 144–151.
5. Hey, T. Grey on eScience: A transformed scientific method» // The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery / Eds: T. Hey, S. Tansley, K. Tolle. Redmond: Microsoft Research, 2009. – Pp. XVII–XXXI.
6. Kitchin, R. Big data, New epistemologies and Paradigm Shifts / R. Kitchin // Big Data & Society. – 2014. – Vol. 1. – № 1. – Pp. 1–12.
7. Lynch, C. Grey's Fourth Paradigm and the Construction of the Scientific Record / C. Lynch // The Fourth Paradigm. Data-Intensive Scientific Discovery / Edited by Tony Hey, Stewart Tansley and Kristin Tolle. Microsoft Research, 2009. – Pp. 177–185.
8. Szalay, A. 2020 Computing: Science in an exponential world / A. Szalay, J. Gray // Nature. – 2006. – Vol. 440. – Pp. 413–414.

Ф. Н. Поносков, С. И. Платонова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ: НЕКОТОРЫЕ ОСНОВАНИЯ СТРУКТУРАЛИЗМА

В данной работе ставится следующая проблема: влияет ли структура изучаемого объекта на его содержание и функции. Анализируя ряд трудов структуралистов первой и второй волны, авторы приходят к выводу о том, что такое влияние существует.

В конце 60-х гг. XX века Европа пережила очередной экономический кризис, сопровождавшийся подрывом валютной системы. Начался этап перехода к постиндустриальному капитализму, сопровождавшийся обострением социальных противоречий. По всей Европе, в Америке, Японии прошла волна студенческих выступлений против диктаторских режимов, студенты боролись за улучшение условий обучения, за свои гражданские права. Они выступали также против авторитетного философского направления – структурализма, который обвиняли в оправдании незыблемости существующих политических структур.

Актуальность данной работы состоит в том, чтобы обозначить следующую проблему: определяет ли структура современных политических режимов их содержание и функции.

Цель работы: выявить взаимовлияние структуры изучаемого объекта и его содержания.

Используемые методы: сравнительно-исторический и метод экстраполяции.

Напомним, что структурализм появился в русле лингвистического поворота; первая волна этого направления в философии заявила о себе применением феноменологического принципа для анализа текстов. К структурализму как таковому относят: русскую формальную школу (В. Я. Пропп, О. Н. Фрейденберг), пражский лингвистический кружок (Р. Якобсон, В. Матезиус) и скандинавскую школу глоссематики (Л. Ельмслев, В. Брендаль). Суть структурализма заключалась в построении и применении структурных методов в области гуманитарных наук.

В 50-е гг. XX в. Клод Леви-Строс, Мишель Фуко, Жак Деррида разработали метод структурного анализа: выявление струк-

туры как совокупности отношений и выделение первичного множества объектов с одинаковой или сходной структурой, выведение из структуры всех возможных теоретических следствий и проверка их на практике, расчленение объектов на элементарные части (сегменты), в которых типичные, повторяющиеся отношения связывают разнородные пары элементов через раскрытие отношений преобразований между сегментами, их систематизацию и построение абстрактной структуры путем синтезирования, математического и логического моделирования.

Русский лингвист В. Я. Пропп (1928–1970) в своей работе «Морфология русской сказки» проанализировал русские сказки и обратил внимание на то, что в области фольклора нет внутренней логики. Однако за внешним уровнем повествования В. Пропп обнаружил глубинный смысл – устойчивую структуру: одинаковое число персонажей (7), выполняющих некоторые из 31 функций. В. Пропп показал, что, если структура выделена правильно, то она сама покажет логику своего соединения, связанную с реальными социальными отношениями, в данном случае с древним обрядом инициации. Важны не главные идеи, смыслы произведения, а функциональное значение выделенных в нём структур. Общий вывод исследований первой волны структурализма следующий: если мы принадлежим к одной культуре, то её структура заключена в нашем сознании, независимо от нас самих. Даже зная её, изменить структуру невозможно.

На основании анализа, проведённого В. Я. Проппом, можно заключить, что структура сказки формирует её содержание, предписывая героям сказок определённые функции.

Вторая волна структурализма формировалась независимо от первой. Её в какой-то мере предвосхитили работы этнологов (К. Леви-Брюля, Ф. Боаса) в начале XX в. Изучая индейские племена, они показали, что образ мысли так называемых «отсталых народов» сильно отличается от европейского типа мышления, действующего по законам логики. Швейцарский антрополог Ж. Пиаже сформулировал теорию о неспособности человека первобытного общества к абстрактным логическим операциям. Подобного рода исследования привели к оживлению расовых спекуляций, против которых выступили такие известные антропологи как Кемпбелл, Херсковиц, Коул, Скрибнер, М. Мид.

Теорию, опровергающую деление людей на разумных и неразумных, окончательно сформулировал французский этнолог Клод

Леви-Стросс (1908–2009) – основоположник французского структурализма. Он показал рациональность традиционного мышления, а также пришёл к выводу, что туземцы способны к совершению всех основных операций, которыми владеет цивилизованный человек, но в особой форме, а это значит: деление народов на низшие расы, неспособные мыслить логически, и высшие – разумные – оказалось совершенно необоснованным. Структура – единство на множестве, порядок элементов в системе [2, с. 144].

Изучая в университете Сан-Пауло культуру индейских племен, К. Леви-Стросс обнаруживает другую, магическую форму логики. Например, другое понятие числа (две рыбы и две стрелы – не одно и то же). К. Леви-Стросс поставил глобальную задачу – найти исходные универсальные структуры (праструктуры) человеческого мышления.

На исследования К. Леви-Стросса оказал сильное влияние швейцарский лингвист Фердинанд де Соссюр (1857–1913). Ф. Соссюр считал, что слова – знаки, и их не надо соотносить с какими-либо предметами. Понять их можно лишь в соотношении с другими знаками. Так, например, дорожный знак на дороге или тот же знак посреди поля – их значение неодинаково или условно, как всё в языке. К. Леви-Стросс производит творческое переосмысление идей Ф. Соссюра и создаёт новый метод познания общества и культуры – структурный анализ.

Метод опирается на приёмы анализа и синтеза, дополненные структурным воображением. Структурная антропология К. Леви-Стросса – это теория о том, что каждый человек на уровне бессознательного содержит в себе структурный алгоритм своей культуры. «Структура – ключ к человеческому в человеке» (К. Леви-Стросс). Он выражает модификацию единой исходной модели, в которой одни и те же структуры определяют общественные отношения независимо от степени исторического развития общества» [1, с. 37–60].

Исследования различных структур, проведённые в рамках второй волны структурализма, подтверждают выводы первой волны, показывая, что структура в известной степени формирует содержание объекта и задаёт ему ряд функций.

Выводы. Таким образом, структурализм стал новым методом гуманитарных наук, продолжившим линию классической науки в поиске закономерностей соотношения содержания и формы. Это была попытка преодолеть иррационализм в познании. Однако

она потерпела фиаско в 60-е гг., когда структурализм был обвинён в неправомерности подведения социальной реальности под некую абстрактную структуру и в утрате субъекта.

Современные политические режимы – это такие же реальные объекты социальной реальности как первобытные племена или тексты, подвергнутые герменевтическому анализу. Поэтому, исходя из сказанного и используя метод экстраполяции, мы приходим к общему выводу о том, что структура современных политических режимов определяет их содержание и функции. И с этим необходимо считаться каждому человеку.

Список литературы

1. Леви-Стросс, К. Структурная антропология / пер. с фр. Вяч. Вс. Иванова. – М.: ЭКСМО-Пресс, 2001. – 204 с.
2. Пропп, В. Я. Морфология волшебной сказки / В. Я. Пропп – М.: Лабиринт, 2001. – 203 с. – URL: http://philologos.narod.ru/semiotics/lstrauss_cont.htm (дата обращения: 06. 10. 2020 г.).

УДК 378

Е. А. Торохова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Рассматриваются проблемы и пути инженерно-технической подготовки в сфере коммуникативного взаимодействия. Приводится теоретический анализ понятий «компетентность» и «компетенция», основных составляющих коммуникативной компетенции. Рассматривается применение различных методов обучения при формировании коммуникативной компетентности.

В современных условиях глобализации для успешной профессиональной деятельности выпускнику технического вуза необходимо устанавливать эффективные коммуникации с коллегами, презентовать и отстаивать свои инициативы, организовывать и координировать коллективную работу. В наши дни особую актуальность приобретает задача формирования коммуникативной компетентности будущего инженера.

В современных условиях для успешной реализации профессиональной деятельности выпускникам инженерных направлений необходимы навыки коммуникативного взаимодействия с коллегами, аргументирования своей позиции, отстаивания своей точки зрения в профессиональной деятельности [1, 3]. Поэтому особую актуальность имеет формирование коммуникативной компетентности будущего специалиста. Термин «коммуникативная компетентность» был введен американским ученым Д. Хаймсом.

Важным компонентом успешного речевого общения на личностном и профессиональном уровне является сформированность коммуникативной компетентности: «наличие у человека коммуникативной компетентности позволяет ему взаимодействовать с другими людьми в бытовой, учебной, производственной, культурной и других сферах жизнедеятельности, используя различные знаковые системы (среди которых язык, безусловно, занимает доминирующее положение)» [2, с. 5].

Коммуникативная компетентность – это способность человека к общению в одном или нескольких видах речевой деятельности, которая представляет собой приобретенное в процессе естественной коммуникации или специально организованного обучения особое качество реальной личности.

Коммуникативная компетентность – это способность устанавливать и поддерживать необходимые контакты с другими людьми. Она определяется через совокупность коммуникативных знаний и умений [6 с. 55].

Формированию коммуникативной компетентности способствует курс «Культура речи и деловое общение». Согласно рабочей программе учебной дисциплины «Культура речи и деловое общение» студенты должны изучить два модуля: «Культура речи» и «Деловое общение».

По результатам входного контроля, проводимого в форме тестирования и опроса, было выявлено, что около 60 % студентов испытывают сложности, связанные с правильностью речи. В основном эти ошибки связаны с нарушением орфографических, грамматических и стилистических норм.

Используя метод наблюдения, выявлено, что около 70 % испытывают трудности в реализации навыков публичных выступлений: скованность, отсутствие зрительного контакта, неуверенность, путанность речи, неумение отвечать вопросы, – вот основные недостатки, которые можно наблюдать у студентов инженерных направлений.

Проведенное исследование выявило, что большинство студентов испытывает трудности коммуникативного характера, что проявляется в их низкой речевой культуре, в неумении поддерживать деловое общение, в неспособности и неготовности реализовывать оптимальные стратегии межличностного и профессионального взаимодействия, в проблематичности выступления перед аудиторией, в сложности презентации своих достижений, грамотном оформлении научных работ, в наличии большого количества речевых и грамматических ошибок в письменной и устной речи.

Практика и результаты научных исследований свидетельствуют о том, что подготовка будущего инженера в вузе нацелена в первую очередь на получение профессиональных знаний, навыков, умений и является формой развития инженерного сознания и технического мышления, в то время как собственно инженерная практическая деятельность как процесс создания и эксплуатации техники требует не только хороших профессиональных, но и коммуникативных знаний, умений, навыков и сформированных коммуникативных качеств личности. Следовательно, среди требований к специалисту-инженеру отмечается необходимость знания теоретических основ коммуникации, умений устанавливать и поддерживать контакты с другими людьми.

Анализируя устные выступления с презентациями и докладами, отмечаем, что большинство студентов инженерных направлений испытывают определенные трудности коммуникативного характера, которые проявляются в низкой способности давать адекватную коммуникативную реакцию, поддерживать беседу, недостаточном стремлении отвечать на вопросы аудитории. Анализ результатов проводимых методик по выявлению коммуникативных трудностей при устном выступлении студентов инженерных направлений позволяет заключить, что 58 % студентов испытывают страх и боязнь устных выступлений, 63 % скованы и напряжены во время устных докладов, 39 % студентов забывают известные факты во время устных выступлений в силу сильного эмоционального переживания.

При формировании коммуникативных компетенций студентов инженерных направлений необходимо учитывать методологические, психологические и собственно лингвистические факторы [4, 5].

К методологическим факторам следует отнести использование разнообразных интерактивных методов обучения, способствующих эффективной речевой коммуникации. Общеизвестно,

что в формировании коммуникативной компетенции помогают такие виды деятельности как: парная работа, работа малыми группами, общие дискуссии, обсуждения, обмен впечатлениями, использование ролевых игр. При работе в парах и группах обучающиеся изучают вместе то, над чем они потом смогут работать индивидуально. Главные преимущества работы в группах: развивающее взаимодействие «лицом к лицу», где обучающиеся объясняют материал друг другу, обучая друг друга тому, что знают; индивидуальная отчетность, личная ответственность, деятельность каждого ученика может оцениваться с помощью тестов; обучающиеся получают навыки работы в команде; важную роль играет рефлексия.

Использование метода проектов развивает активное самостоятельное мышление, творческие, интеллектуальные, коммуникативные умения. Обучающиеся учатся работать с текстом, выделять главную мысль, вести поиск информации, анализировать ее, делать обобщения, выводы. Проектная деятельность делает учебный процесс для обучающихся личностно значимым, где есть возможность раскрыть творческий потенциал, проявить свои творческие способности, активность, самостоятельность.

К психологическим факторам можно отнести скованность, страх, а вследствие этого нежелание вступать в коммуникацию. Поэтому на занятиях преподавателю требуется вовлекать таких студентов в коммуникативный процесс максимально тактично.

К лингвистическим факторам можно отнести низкий уровень речевой культуры, слабую школьную подготовку. Современные студенты, к сожалению, мало читают хорошую литературу, а чтение в Сети обычно ограничивается просмотром комментариев и постов.

Таким образом, формирование коммуникативной компетентности – процесс достаточно длительный, требующий значительных усилий как со стороны преподавателя, так и студентов.

Список литературы

1. Колмогорова, Л. А. Формирование коммуникативной компетентности личности. – Барнаул: АлтГПУ, 2015. – 205 с.
2. Сафонова, В. В. Коммуникативная компетенция: современные подходы к многоуровневому описанию в методических целях. – М.: Еврошкола, 2004. – 236 с.
3. Torokhova, E. A. Lexical Borrowing AND Cross-Cultural Communication / E. A. Torokhova, V. M. Litvinova // The European Proceeding of Social & Behavioural

Sciences/ 18th PCSF- Professional Culture of the Specialist of the Future 03–04 Desember 2018 Published of the Future Academy. – P. 1519–1527.

4. Торохова, Е. А. К вопросу о корпоративной речевой культуре / Матер. Междунар. науч.-практ. конф. 12–15 февраля 2019, г. Ижевск. В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 3. – С. 489–490.

5. Торохова, Е. А. Использование системы Moodle в учебном процессе по дисциплине «Русский язык и культура речи» / Е. А. Торохова // Современному АПК – эффективные технологии: матер. Международ. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 4. – С. 403–406.

6. Царенков, Д. И. Базисные составляющие коммуникативной компетенции и их формирование на продвинутом этапе обучения студентов-нефилологов / Д. И. Царенков // Русский язык за рубежом. – М., 1990. – С. 50–58.

СОДЕРЖАНИЕ

Р. Р. Шакиров

История агроинженерного факультета
Ижевской государственной
сельскохозяйственной академии. 3

М. Садовников, В. Садовникова

Воспоминания выпускников. 7

Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев,

О. П. Васильева, Я. Л. Максимова

Этапы творческого развития команды СКИБ. 9

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА МАШИН В АПК, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА

А. Ю. Алексеева, Д. В. Бельтюков,

Ю. Г. Корепанов

Обоснование ширины захвата
энергосберегающего выкапывающего рабочего органа
для уборки корнеклубнеплодов 22

Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров

Влияние инженерно-исследовательской деятельности
на техническое развитие в АПК. 26

Д. А. Вахрамеев, И. А. Дерюшев,

А. А. Мартюшев, А. А. Кавыев, А. И. Панков

Регулирование тракторного двигателя по нагрузке
как способ снижения динамических потерь 29

С. В. Владимиров, В. Г. Корнийчук

К вопросу расчета объемных дозаторов
для сыпучих крупнокусковых тел. 34

К. Г. Волков, А. Г. Ипатов

К обоснованию способа восстановления тарелок
клапанов автотракторных двигателей. 40

Н. В. Ворончихин, А. Н. Никоноров Диагностическая модель дизеля на основе соотношения концентраций продуктов изнашивания в работавшем масле.	51
В. А. Кириченко, С. В. Громов Модернизация механизма поддержки холостой ветви ленты конвейера	57
Н. В. Гусева Исследование концентрации напряжений в ступенчатых деталях с поднутрением углов	61
П. В. Дородов Динамическая прочность пластобетона.	67
А. Г. Иванов, Д. В. Аширов, Ф. Р. Арсланов, Ю. Г. Корепанов Расчет фиксатора мешкотары	73
А. Г. Иванов, К. И. Шубин, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков Комплекс оборудования для возделывания картофеля в хозяйствах малых форм собственности.	78
А. Г. Иванов, Р. Ф. Валеев Методика и результаты определения момента трения в подшипниках.	86
А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, С. М. Стрелков Перспективное развитие современных технологических процессов восстановления деталей машин	93
А. А. Кавыев, И. А. Дерюшев, Н. Д. Давыдов, А. А. Мартюшев, Р. Р. Шакиров Токсичность отработавших газов дизельного двигателя в период пуска.	99
М. М. Киселев Концентрация напряжений в ступенчатых деталях при внецентральном нагружении	104

Ю. Г. Корепанов, А. С. Марков, Ф. Р. Арсланов, О. Ю. Корепанова Совершенствование диагностирования шкворневых соединений на поточных линиях	109
В. Ф. Купряшкин, А. Ю. Гусев, П. В. Борисов Анализ конструкций почвообрабатывающих съемных модулей с активными рабочими органами для средств малой механизации	113
Л. Я. Лебедев Аэродинамическое транспортирование сыпучих грузов при механизации сельскохозяйственных работ	121
Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов, Ю. Г. Корепанов, М. А. Витвинова Анализ транспортирующих машин для механизации погрузо-разгрузочных работ сельскохозяйственных предприятий	127
Н. Н. Лебедева, А. А. Славянский, Д. П. Митрошина Усовершенствование процесса кристаллизации сахарозы . . .	135
А. Б. Максимов, И. С. Ерохина Мониторинг качества метизов в машиностроении.	140
В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов Результаты исследований экспериментальных машин для удаления ботвы картофеля	146
В. А. Петров Исследование контактных напряжений в модели детали на лазерном полярископе	152
И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев ИК-нагрев для обеззараживания почвы в защищенном грунте	158
Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев, А. А. Кавыев, Н. Д. Давыдов Обоснование выбора методов предпусковой тепловой подготовки для разных типов двигателей внутреннего сгорания	161

Е. А. Потапов, А. В. Афонин, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев, Ю. Г. Корепанов Анализ критериев экономической эффективности применения предпусковой тепловой подготовки автотракторных двигателей и агрегатов трансмиссии	166
С. Е. Селифанов, В. М. Федоров Предпосылки для разработки комплексов машин	172
А. А. Терехов, И. А. Шемонаев, И. В. Кулешов, В. О. Черешнев Разработка мобильной навозоуборочной машины для свиноводческой фермы	176
В. Л. Фадеев Классификация сошников сельскохозяйственных машин	186
О. С. Федоров, А. Н. Голубков, В. А. Глухов, С. П. Князев Влияние основных физико-механических характеристик сыпучих ингредиентов на качество комбинированных кормов	193
В. М. Федоров, С. Е. Селифанов Структура системы регулирования и управления переподжатым газовым двигателем	201
И. А. Шемонаев, И. В. Кулешов, А. А. Терехов, В. О. Черешнев Анализ современных трибометров для проведения исследований в экспериментальных условиях эксплуатации оборудования и материалов	206
К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев Малогабаритные сортировки для картофеля	211
А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев Методика и расчет механической части роботизированной транспортной платформы	217
М. В. Шкляев, А. А. Мохов Расчет производительности экструдера для отходов животноводства.	224

В. И. Ширококов, С. Н. Шмыков Комплексная оценка эффективности работы дробилок зерна открытого и закрытого типов . . . . .	.230
Б. А. Александров Особенности биомеханических свойств копытного рога крупного рогатого скота . . . . .	.235
С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина, М. М. Шайдуллина Экстерьер и тип телосложения как главный признак совершенствования молочных стад крупного рогатого скота . . . . .	.238
М. П. Аксенов, Н. Ю. Петров, К. В. Костычев Электротехнологии при предпосевном стимулировании семян подсолнечника . . . . .	.244

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

К. В. Анисимова, Т. С. Копысова, О. А. Осколкова, И. В. Бадретдинова, И. А. Осколкова Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы использования в пищевых технологиях . . . . .	.249
К. В. Анисимова, Л. Р. Рахматуллина Анализ результатов исследования замораживания клубники . . . . .	.253
И. В. Бадретдинова, С. П. Игнатъев, К. В. Анисимова, А. А. Сергеев Математическое моделирование плотности ультразвукового излучения в процессе производства льняной тресты . . . . .	.257
С. А. Боровков, А. В. Лисняк Применение растительного сырья для повышения качества хлебобулочных изделий . . . . .	.263
С. А. Боровков, В. С. Иванков, В. А. Полторак Переработка растительного сырья с целью создания функциональных продуктов питания. . . . .	.270

А. Т. Васюкова, Е. А. Аджян, А. С. Строкова Обогащение дрожжевого теста добавками дикорастущих растений . . . . .	.273
Э. Ф. Вафина Химический состав и качество семян яровых масличных культур семейства Капустные . . . . .	.280
Е. И. Гавшина Особенности рационального питания работников физического труда . . . . .	.283
Е. Н. Демина, А. П. Симоненкова Обеспечение безопасности производства инновационных молочных продуктов . . . . .	.289
Т. С. Копысова, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова Новые возможности использования sous-vide технологии для предприятий перерабатывающей промышленности . . . . .	.297
Л. А. Короп Обзор направлений деятельности в обеспечении продовольственной безопасности как элемента социальной безопасности в Донецкой Народной Республике. . . . .	.303
Г. В. Молдован Исследование физических принципов и практической значимости ИК-сушки продуктов питания . . . . .	.308
И. В. Ольшевская, Н. В. Кравченко Разработка новой рецептуры мягкого сыра, получаемого термокислотным способом, с добавлением семян чиа. . . . .	.312
М. А. Полуянова, Д. А. Плотников Безопасность и качество продуктов питания (колбасных изделий) . . . . .	.318
Т. Н. Попова, А. В. Пикус Проблемы качества и безопасности современной овощной продукции. . . . .	.325

О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина, Н. Э. Шабанов Зависимость продуктивности картофеля после консервации топинамбуром331
---	------

**НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОСФЕРЫ**

С. П. Игнатъев, И. В. Бадретдинова Исследование эргономики рабочего места тракториста . . . . .	.338
А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова Повышение безопасности труда водителей автомобилей . . . . .	.343
З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев Применение риск-ориентированного подхода при осуществлении контроля (надзора) в сфере безопасности труда . . . . .	.346
Р. А. Храмешин, Н. Н. Тимерханова, А. В. Храмешин, М. А. Эндерс Водные ресурсы Удмуртии . . . . .	.353

**ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ АПК**

В. А. Антонова Роль ресторанного бизнеса и стратегические направления развития в условиях повышенной готовности . . . . .	.358
Т. В. Воложанинова, А. А. Кульбида Инновационное развитие информатизации гостиничного бизнеса в условиях глобализации мирового хозяйства. . . . .	.364
В. И. Кашин Внедрение энергоменеджмента в ГУП Удмуртской Республики «Ордена Ленина племзавод им. 10-летия УАССР» как один из путей выхода предприятия из кризисного состояния . . . . .	.372

**Т. А. Широбокова, И. Г. Пospelова,
М. А. Набатчикова, И. И. Иксанов**
Экономическое обоснование
энергетической эффективности системы освещения 379

А. И. Сутыгина
Продовольственная безопасность в условиях кризиса 383

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

С. И. Платонова
«Четвертая парадигма» научных исследований
и цифровая наука 390

Ф. Н. Поносков, С. И. Платонова
Структура и функции:
некоторые основания структурализма 395

Е. А. Торохова
Формирование коммуникативной компетенции
студентов инженерных направлений 398

Научное издание

**РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЕГО РОЛЬ В ТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ АПК**

Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков
Ижевской государственной сельскохозяйственной академией

*11–13 ноября 2020 года
г. Ижевск*

Редактор И. М. Мерзлякова
Компьютерная верстка А. А. Волкова

Подписано в печать 02.03.2021 г. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 23,9. Уч.-изд. л. 18,7.
Тираж 300 экз. (первый завод 30 экз.). Заказ № 8176.
Отпечатано в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11.