

Министерство образования Нижегородской области

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Нижегородский государственный
инженерно-экономический институт

ВЕСТНИК

*Нижегородского государственного
инженерно-экономического
института*

Серия технические науки

Выпуск 2 (3)

Княгинино 2011

УДК 62
ББК 3я5
В 38

Центральная редакционная коллегия:

А. Е. Шамин (главный редактор), Н. В. Проваленова (зам. главного редактора), Б. А. Никитин, А. В. Золотов, О. Ф. Удалов, М. З. Дубиновский, Л. Г. Макарова, Н. В. Оболенский, Е. А. Пучин, А. Н. Скороходов, А. С. Серебряков, С. А. Суслов (секретарь редколлегии)

В38 Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. Серия технические науки. Выпуск 2 (3). – Княгинино: НГИЭИ, 2011. – 159 с.

Редакционная коллегия серии:

Е. В. Королев (отв. редактор), А. В. Мартьянычев (зам. отв. редактора), Е. В. Воронов, И. В. Волков, В. А. Коченов, В. И. Лашин, А. В. Колпаков, А. Г. Ретивин

Ответственный редактор выпуска В. Л. Осокин

УДК 62

ББК 3я5

© Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Бабанов Н. Ю., Ларцов С. В., Ларцов И. С. Об электронной идентификации подвижного состава и грузов на железной дороге.....	5
Бабанов Н. Ю., Батова Н. С. Методология создания систем качества.....	26
Болдин С. В., Пузиков Н. Т. Газогенераторная установка для производства генераторных газов из древесных отходов.....	40
Болдин С. В., Пузиков Н. Т. Энергосберегающие технологии использования биогаза в когенерационных установках.....	47
Борисова Е. Е. Влияние предшественников на засоренность и урожайность яровой пшеницы.....	55
Борисов С. А. Технические средства нагрева воды, применяемые в сельском хозяйстве.....	74
Денисюк Е. А., Носова И. А. Ресурсосберегающий способ обработки рассола при посолке сыров.....	85
Кенийз Н. В., Сокол Н. В. Влияние дефростации в технологии хлеба из замороженных полуфабрикатов на качество готового продукта.....	92
Кирсанов В. В., Матвеев В. Ю. Обоснование параметров гидромеханического устройства промывки молокопровода.....	101
Косолапов В. В. Модернизированный сошниковый механизм для совершенствования технологического процесса формирования посевного ложа.....	112
Крайнов Ю. Е. Микробиологические и паразитологические исследования воды, прошедшей через гидродинамический нагреватель....	123
Коченов В. А., Чичерова Т. С. Классификация режимов работы двигателей мобильных машин.....	132
Лайко Д. В. Применение функционально- стоимостного анализа при формировании	

машинно-тракторных парков сельскохозяйственных производителей.....	138
Нестеренко А. А., Решетняк А. И., Сергиенко Т. А. Электромагнитная обработка мясного сырья как новый способ интенсификации технологических процессов.....	143
Оболенский Н. В., Осокин В. Л. Результаты исследований на стенде ТИЭПВ-1 подогревателя воды на базе ТЭН.....	151
Протасова Е. П., Пузиков Н. Т. Математическое моделирование и численный анализ шахтной печи известкового производства.....	163
Пучин Е. А., Лайко Д. В. Оценка безотказности серийных отечественных (СНГ) и зарубежных тракторов.....	173
Стукачева О. Н. Экологическая безопасность кисломолочных продуктов.....	179
Тареева О. А. Потоки животных на конвейерных доильных установках и модель продолжительности выдаивания.....	183
Сизова Ю. В. Молочная продуктивность и азотистый обмен у коров в первую фазу лактации при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки в рационе.....	193
Осокин В. Л., Красиков С. Б. Практическая реализация результатов теоретических исследований.	211

ОБ ЭЛЕКТРОННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Н. Ю. Бабанов, к.т.н., профессор кафедры «Организация и менеджмент» НГИЭИ, зам. министра образования Нижегородской области;

С. В. Ларцов, д.т.н., проф. ОАО «Гипрогазцентр»;

И. С. Ларцов, магистрант ННГУ

Аннотация. В целях создания автоматизированной системы учета грузоперевозок предлагается решать задачу идентификации железнодорожного состава и грузов на основе создания электронного номера-пломбы, который должен удовлетворять требованиям свободного считывания идентификационного номера и параметров состояния. При этом проверка подлинности осуществляется на основе информационного обмена между считывателем и электронным номером-пломбой с применением асимметричного кодирования.

Ключевые слова: железнодорожные грузоперевозки, система учета грузов, идентификатор, нелинейный пассивный радиоответчик, параметрический рассеиватель, субгармоника, транспондер, электронный номер, электронная пломба.

ABOUT ELECTRONIC IDENTIFICATION OF THE ROLLING STOCK AND CARGOES ON RAILWAY

N. J. Babanov, the candidate of technical sciences, the professor of the chair «Organization and management» the NGIEI the deputy minister of education of the Nizhniy Novgorod region;

S. V. Lartsov, the doctor of technical sciences, professor of the Open Society "Giprogascenter";

I.S.Lartsov, magistrant of NNGU

Annotation. With a view of creation of the automated

system of the account of cargo transportations it is offered to solve the problem identifications of the train and cargoes on the basis of creation of electronic number-seal which should meet the requirements of free reading of identification number and parameters of a condition.

Thus check of authenticity is made on the basis of an information exchange between counting and electronic number-seal with application of dissymmetric coding.

The keywords: railway goods transportation, system of the account of cargoes, the identifier, the unlined passive radio respondent, parametrical dispersiveness, a sub harmonic, transponder, electronic number, an electronic seal.

Задача автоматизации учета грузоперевозок по железной дороге включает в себя как создание технологии учета движения грузов (транспортная логистика) [1], так и технологии обеспечения их сохранности. При этом обе технологии должны быть взаимоувязанными. Для этого, и в том и в другом случае должны использоваться идентичные (по крайней мере однородные), электронные идентификаторы грузов и подвижного состава.

В настоящее время на железной дороге применяются два типа идентификаторов: номер вагона, нанесенный краской, и пломба, механически закрепленная на грузе или вагоне.

Идентификатор – номер вагона вручную вносится в автоматизированную систему учета. Практически вручную выполняется и процедура считывания, хотя периодически появляются сообщения о внедрении или проведении работ по созданию средств идентификации номеров вагонов на основе их считывания видеокамерой с дальнейшим распознаванием. При этом возникают ошибки, типичные для перехода от аналогового сигнала (картинка номера) к

цифровому сигналу (последовательность цифр). Операция подтверждения достоверности номера вагона отсутствует, точнее подтверждение подлинности основывается не на физической защите (исказить или переписать номер вагона достаточно просто, иногда на вагонах их встречается несколько), а на документировании месторасположения в составе в виду сложности процедуры перестановки вагона в составе или его исключения. Идентификатор – механическая пломба так же вносится в автоматизированную систему учета только вручную. При этом при проверке подлинности, экспертом является человек, находящийся нередко в трудных погодных условиях и вооруженный только увеличительным стеклом и фонарем для работы в темное время суток.

Рассматривая задачу автоматизации учета грузоперевозок по железной дороге необходимо устранить перечисленные выше ручные операции ввода идентификатора в систему, его считывания и подтверждения подлинности.

Сегодня на железнодорожном транспорте ищутся пути по внедрению в качестве носителя идентификатора - электронных идентифицирующих устройств, которые должны быть принадлежностью транспортных средств (вагонов) и некоторых грузов (контейнеров). При этом идентификаторы, соответствующие данным идентифицирующим устройствам, должны иметь возможность свободно циркулировать в информационной системе учета грузоперевозок по железной дороге, естественно определенным образом защищенной.

В настоящий момент не решен вопрос о принципе работы и конструкции электронного железнодорожного идентифицирующего устройства. Поиску путей создания железнодорожного идентифицирующего устройства и технологии его взаимодействия с информационной системой

учета грузоперевозок по железной дороге и посвящено настоящему сообщению.

Рассмотрим основные требования к идентификатору подвижного состава и железнодорожных контейнеров и соответствующему ему электронному идентифицирующему устройству, с точки зрения общих потребительских свойств.

Высокая достоверность указанных идентификаторов должна сочетаться с тем, что они должны свободно циркулировать в информационной системе параллельно с самими грузами на железной дороге и, поэтому, не могут быть засекречены, то есть в системе должны быть предусмотрены меры по предотвращению только их модификации и подтверждению подлинности. Сам же идентификатор должен легко порождаться идентифицирующим устройством, которое всегда должно быть совершенно доступно к считыванию, естественно при наличии определенного стандартного оборудования считывателя. При этом указанное оборудование должно обеспечивать автоматическое всепогодное дистанционное считывание идентификатора грузов и подвижного состава с идентифицирующего устройства без участия человека.

Сформулируем указанные выше желаемые потребительские свойства в виде определенных технических требований:

1) идентификатор (номер груза или вагона) должен быть уникальным и соответствовать только одному идентифицирующему устройству и, соответственно, одной подвижной единице (грузу или вагону);

2) должна быть в максимальной степени затруднена возможность подмены идентифицирующего устройства на грузе или вагоне;

3) процесс считывания идентификатора с идентифицирующего устройства должен быть организован в виде

открытой общедоступной стандартизированной процедуры, защищенной от возможности модификации считанного идентификатора;

4) идентификатор должен иметь возможность свободного циркулирования по информационной сети системы учета и управления грузоперевозками;

5) описание конструкции идентифицирующего устройства и оборудования считывания должно быть общедоступно, технология воспроизводства самого идентифицирующего устройства и оборудования считывания должны быть так же доступны;

6) идентифицирующее устройство и оборудование считывания должны иметь возможность дистанционного бесконтактного считывания идентификатора без участия человека, во время движения состава, в любую погоду и время суток;

7) конструкция идентифицирующего устройства должна быть проста, дешева, не требовать обслуживания, иметь возможность «антивандального» исполнения и не содержать ценных деталей;

8) конструкции идентифицирующего устройства для номера вагона и пломбы должны учитывать особенности их механического размещения на грузе или вагоне, но быть одинаковыми в части информационного взаимодействия со считывателем.

Если учесть, что именно в процессе считывания в системе появляется указанные выше идентификаторы груза и подвижного состава, то есть источником указанных данных являются, находящиеся во взаимодействии идентифицирующее устройство и считыватель, можно сделать вывод, что именно во время указанного процесса, прежде всего, необходимо выполнить упомянутые выше и достаточно противоречивые требования.

Рассмотрим, насколько возможна техническая

реализация, указанных выше требований.

Требования 1 и 2 уникальности и невозможности подмены идентифицирующего устройства приводят, прежде всего, к тому, что указанный выше пассивный маркер – ответчик должен быть закреплен на грузе или выгоне один единственный раз в виде несъемной или разрушающейся при вскрытии конструкции. Таким образом, приходим к **первому техническому условию**: *попытка снять идентифицирующее устройство с носителя или гальванически подключиться к нему непосредственно на носителе с целью копирования содержания электронной памяти, должна, привести к физическому разрушению его электронных компонент.* Кроме того, требование 2 подразумевает условие обеспечения невозможности копирования идентифицирующего устройства на основе дистанционного зондирования. Вместе с 3-м требованием защищенности процедуры считывания от модификации это соответствует **второму техническому условию**: *применяемая технология считывания и изготовления идентифицирующих устройств не должна позволять воспроизвести идентифицирующее устройство, идентичное тому, с которым производится взаимодействие.*

Требование 4 возможности свободного обмена по информационной сети и требование 5 общедоступности описания конструкции системы соответствует **третьему техническому условию**: *оборудование системы учета движения железнодорожных грузов, включая считыватели и идентифицирующие устройства, должны соответствовать определенному открытому корпоративному или государственному стандарту.*

Требование 6 возможности дистанционного считывания идентификатора с идентифицирующего

устройства в любую погоду и время суток приводит к тому, что указанная система должна производить информационный обмен в радиодиапазоне, причем сам идентификатор должен выполнять роль ответчика, типа свой - чужой. Учитывая высокую помеховую обстановку в промышленных центрах, где расположены железнодорожные станции, а также из-за переотражений сигналов запроса и ответа в условиях железнодорожной станции, следует использовать различные частоты запроса и ответа. Требование 7 простоты и отсутствия постоянного обслуживания практически эквивалентно требованию использования пассивной (без замены батарей) конструкции идентификатора. Требование 8 эквивалентно тому, что идентифицирующее устройство состоит из 2-х частей: механической части, обеспечивающей крепление на вагоне или грузе которая, соответственно, может иметь несколько конструктивных вариантов исполнения, а так же электронной части, обладающей определенной идентичностью, соответствующей утвержденному корпоративному стандарту.

Таким образом, приходим к **четвертому техническому условию**: *электронная часть идентифицирующего устройства должна быть выполнена в виде пассивного маркера – нелинейного радиоответчика, а считыватель – в виде установки нелинейного зондирования.*

Описанные выше 4 условия формируют основные необходимые свойства электронного идентифицирующего устройства и соответствующего считывателя, требуемых на железной дороге в настоящее время. Пути и мероприятия реализации указанных требований и будут являться концепцией электронной идентификации подвижного состава и грузов на железной дороге.

Проведенный анализ существующих технических

средств и технологий электронных пломб и электронных номеров показал, что описанные выше 4 условия сегодня одновременно для какого-либо устройства не выполняются, однако так как в той или иной степени они все выполняются в известных устройствах и информационных технологиях, можно утверждать, что существуют технические возможности их одновременной реализации в одном техническом решении.

Выполнение первого технического условия должно обеспечиваться применением невскрываемой механической конструкции идентифицирующего устройства, при этом попытка физического доступа должна приводить к разрушению электронных компонентов, прежде всего электронной памяти идентифицирующего устройства, при этом сама конструкция должна быть прочной, «антивандальной». Возвращаясь к началу данного сообщения, следует вспомнить, что должно использоваться два типа идентифицирующих устройств, отличающихся по функциональному назначению: электронный номер и электронная пломба. Однако, с точки зрения взаимодействия с информационной системой, то есть принципа считывания – оба идентификатора должны быть однородны. Разными могут быть механизмы использования: электронный номер должен быть частью конструкции вагона, а электронная пломба может устанавливаться, например, на открывающуюся часть контейнера, как это делается с ее механическим аналогом. Следует отметить, что сегодня уже существует целый ряд устройств – электронных пломб, разрабатываемых в соответствии с соответствующим ГОСТом [2].

Выполнение второго технического условия связано с тем, что трудно обеспечить невозможность подделки идентифицирующего устройства одновременно со

свободным циркулированием идентификатора в информационной сети системы учета движения грузов. В то же время, это возможно на основе разделения операций считывания и подтверждения его подлинности. В частности, уникальный идентификатор может находиться в защищенной базе данных, позволяющей свободно выполнять процедуру его считывания из защищенной информационной сети системы учета движения грузов, а идентификация движущегося носителя должна состоять из процедур считывания идентификатора с идентифицирующего устройства, расположенного на носителе, подтверждения его подлинности и его сравнения с эталоном, хранящимся в защищенной базе данных при помощи сетевого обмена. Естественно, что база данных и сеть системы учета движения грузов должны быть защищены от модификации данных.

Практически предлагается использовать два источника данных (эталонный и текущий), которые сравниваются в процессе считывания, совпадение данных будет говорить о достоверности текущего источника и успешном завершении процесса считывания. Очевидно, что ключевым моментом данного процесса являются процедуры считывания идентификатора с идентифицирующего устройства и подтверждения подлинности идентификатора.

Кодирование самого идентификатора с целью подтверждения его подлинности как, это осуществляется для некоторых электронных пломб, при описанном подходе невозможно, так как это противоречит требованиям 3 и 4 свободного считывания и доступа к идентификатору в информационной сети. Кроме того, такое применение закодированного идентификатора нецелесообразно с точки зрения необходимости сообщать ключ кодирования всем участникам контроля подлинности, которых может быть

несколько десятков или даже сотен, по числу станций, через которые пройдет железнодорожный эшелон.

Следовательно, должна быть применены другие процедуры считывания (идентификации) и проверки подлинности с высоким гарантируемым, а значит измеряемым, уровнем защиты. Говоря образным языком, должен быть реализован принцип: **«каждый может считать идентификатор, но практически никто не может подделать носитель идентификатора»**. Примерно такие же требования сегодня предъявляются к механическим пломбам или денежным купюрам, которые при полной доступности определения номера и номинала должны обладать несколькими механизмами защиты от подделки.

Среди известных электронных процедур подтверждения подлинности при полном доступе к самому защищаемому объекту наиболее известна технология электронной подписи. Однако данная технология не может быть применена непосредственно, поскольку она направлена на защиту сообщения, а не источника данных. В то же время, технология электронной подписи обладает необходимым для нашего случая свойством, а именно несимметричностью обмена – в подлинности, защищенного одним пользователем сообщения, могут убедиться многие пользователи без потери уровня защищенности, при этом уровень защищенности гарантируем, измеряем и даже ГОСТИрован [3]. Указанное свойство является следствием применения для кодирования несимметричной пары кодирующих ключей: секретного и открытого.

Поэтому перспективной технологией для рассматриваемого нами информационного обмена следует считать технологию кодирования на основе асимметричных ключей с соответствующим ее видоизменением.

Закрытый ключ должен быть принадлежностью иден-

тифицирующего устройства – маркера, закрепленного на носителе. Он загружается в электронную память идентифицирующего устройства один раз, к нему запрещен всякий внешний информационный доступ. Открытый ключ, парный закрытому ключу, распространяется свободно по информационной сети системы учета движения ГРУ-зов. По той же информационной сети так же распространяется эталонный номер-идентификатор груза. При этом в сети должны осуществляться мероприятия по защите эталонного номера-идентификатора.

Процедура определения номера-идентификатора на основе информационного обмена. Считыватель – идентифицирующее устройство должен осуществляться в две фазы:

а) открытая передача от идентифицирующего устройства к считывателю номера-идентификатора по запросу считывателя и его сравнение с эталонным номером-идентификатором, поступившим по внешней защищенной информационной сети системы учета движения грузов от защищенной базы данных;

б) проверка подлинности источника номера-идентификатора, то есть идентифицирующего устройства.

Проверка подлинности идентифицирующего устройства состоит из следующих процедур:

1) генерация считывателем и передача от считывателя к идентифицирующему устройству исходной случайной бинарной последовательности определенной длины, которая тут же фиксируется в памяти идентифицирующего устройства;

2) преобразование в контроллере маркера исходной случайной бинарной последовательности в закодированную ответную бинарную последовательность путем ее кодирования, при помощи хранящегося в памяти маркера закрытого ключа;

3) передача от маркера к считывающему устройству закодированной ответной бинарной последовательности;

4) декодирование в считывающем устройстве принятой закодированной ответной бинарной последовательности при помощи открытого ключа, переданного по сети вместе с номером–идентификатором;

5) сравнение исходной случайной бинарной последовательности с декодированной ответной бинарной последовательностью, в случае их совпадения принятие решения о подлинности маркера.

Процедура определения номера-идентификатора завершается с положительным результатом в случае, если произойдет два события: 1) подтвердится подлинность маркера и 2) совпадет номер-идентификатор с эталонным номером-идентификатором. Следует отметить, что выполнение первого события является обязательным. Выполнение второго события является важным для функционирования автоматизированной системы учета грузоперевозок по железной дороге, как возможность гарантировать правильное движение определенного вагона или груза. В принципе, если рассматривается более локальная задача, можно ограничиваться выполнением только первой процедуры. Например, охрана станции может проверять сохранность груза на основе контроля целостности пломб в темное время суток при помощи переносного считывателя.

Практически процедура проверки подлинности сводится к проверке соответствия закрытого и открытого ключей кодирования. В принципе, открытый ключ может передаваться от маркера – считывающему устройству, а также одновременно служить номером-идентификатором груза. Тогда процедура считывания и идентификации практически полностью приблизится к ее сегодняшнему аналогу – проверке механической пломбы.

Выполнение третьего технического условия, являясь обязательным, лежит в области корпоративных или государственных организационных решений и, поэтому, выходит за рамки настоящего сообщения.

Перспектива выполнения четвертого технического условия связана с тем, что дистанция взаимодействия может быть ограничена десятком метров, что позволяет рассмотреть возможность использования в качестве идентифицирующего устройства разных типов нелинейных радиоответчиков.

Сегодня известны три типа пассивных нелинейных радиоответчиков: 1) Специально синтезированные нелинейные рассеиватели [4 - 6], у которых ОС появляется в результате нелинейного искажения ЗС на нелинейном элементе – удвоителе. Соответственно ОС переизлучается на частоте 2-й гармоники ЗС. Наиболее эффективно использование в качестве нелинейного элемента – удвоителя в виде диодного моста [6]. 2) Параметрические рассеиватели (ПР), у которых ОС появляется в результате генерации субгармоники в параметрическом генераторе, для которого ЗС является сигналом накачки [7 - 9]. 3) Транспондеры (RFID-системы) [10, 11], у которых энергия ЗС при помощи детектора-выпрямителя преобразуется в энергию источника питания, которая в свою очередь при помощи полупроводникового генератора преобразуется в энергию ОС.

Конструкция всех трех типов пассивных нелинейных ответчиков достаточно проста. Однако нелинейные рассеиватели существенно уступают остальным пассивным нелинейным ответчикам в коэффициенте преобразования (доли процента по сравнению с десятками процентов), поэтому практический интерес для указанной задачи представляют транспондеры и ПР. Следует так же иметь в виду, что независимо от конструкции пассивного

нелинейного ответчика, в нем должна быть предусмотрена приемная антенна, выпрямленный сигнал с выхода которой должен при облучении заряжать емкость, выступающую в роли источника питания памяти нелинейного радиоответчика. В этой связи можно рассматривать и параметрический рассеиватель как один из вариантов транспондера.

Отметим, что некоторые приложения транспондеров уже стали нашей повседневностью. В частности, этот принцип положен в основу конструкции электронных карточек Московского метро и электронных пропускных систем многих организаций. Принципиальное отличие предлагаемой конструкции идентифицирующего устройства от данных транспондеров в усложнении протокола информационного обмена и увеличении расстояния считывания от дистанции в несколько сантиметров до нескольких метров.

Конструкция идентифицирующего устройства в виде пассивного нелинейного радиоответчика – транспондера достаточно легко позволяет выполнить первое техническое условие. В частности, электронная часть идентифицирующего устройства в случае расположения на вагоне может быть реализована путем применения конструкции в виде полосковых антенн, соединенных с бескорпусными электронными компонентами, которые должны помещаться в твердый пластик, создавая невоскрываемую конструкцию идентифицирующего устройства – транспондера. Данная конструкция может просто приклеиваться к вагону или грузу специальным полимерным клеем. Другим вариантом расположения электронной части идентифицирующего устройства является его помещение внутрь полости несущей трубчатой рамы вагона или контейнера. Соответственно в этом случае антенна транспондера – идентифицирующего

устройства должна быть щелевой – в виде прорези или круглого отверстия в указанной трубчатой раме. Указанные конструкции вполне реализуемы и для нелинейных ответчиков в виде маркеров – параметрических рассеивателей [9].

Возможная блок-схема системы идентификации объектов железнодорожного транспорта, использующей для идентификации электронный номера – пломбу в виде нелинейного ответчика – параметрического рассеивателя [12] представлена на рис. 1. Здесь 1 – программирующее устройство, 2 – ключ, механически связанный с пломбировочным устройством, 3 – внутренняя электронная память, 4 – формирователь последовательностей ответного сигнала, элементы 3, 4 составляют ЧИП – идентификатор, 5 – управляемый элемент, 6 – параметрический генератор, 7 – приемо-передающая антенна нелинейного ответчика, элементы 5, 6, 7 составляют нелинейный ответчик – параметрический рассеиватель, выступающим в качестве СВЧ узла, 8 – вспомогательная антенна, 9 – детектор, 10 – источник электропитания, 11 – информационная сеть, 12 – контроллер считывающего устройства, 13 – формирователь запросного сигнала, 14 – СВЧ передатчик запросного сигнала, 15 – антенна запросного сигнала, 16 – приемная антенна ответного сигнала, 17 – приемник ответного сигнала, 18 – детектирующий блок ответного сигнала, 19 – запоминающее устройство, 20 – индикатор, элементы 2 – 10 составляют электронный датчик 21 электронного номера – пломбы, элементы 12 – 20 составляют считывающее устройство 22.

Особенностью входящего в состав электронного номера – пломбы 21 параметрического рассеивателя, является то, что кроме приемо-передающей антенны 7 и параметрического генератора 5, достаточно хорошо

описанных в литературе [8,13], в его конструкцию входит управляемый элемент 5, наличие напряжения на нем приводит к срыву параметрической генерации у параметрического генератора 6.

Система идентификации объектов транспорта функционирует следующим образом.

Во внутреннюю электронную память 3 заносят три бинарные последовательности, являющиеся идентификационным номером, закрытым асимметричным ключом и параметром состояния, имеющим значение «работоспособно».

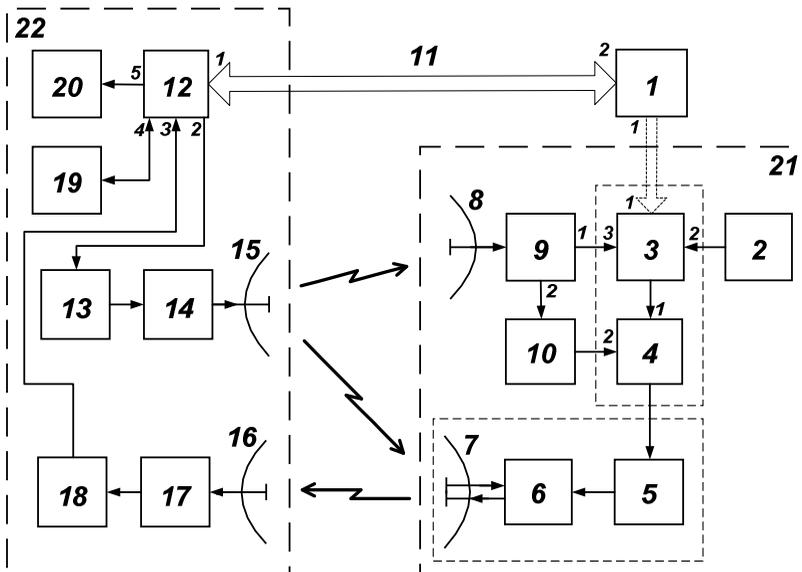


Рис.1. Блок-схема системы идентификации объектов железнодорожного транспорта

Объект, маркированный электронным номером – пломбой, направляется по маршруту. Одновременно,

через информационную сеть 11 в запоминающее устройство 19, находящееся на станциях по маршруту следования, передается идентификационный номер и соответствующий открытый ассиметричный ключ.

На маршруте, при несанкционированном вскрытии пломбирочного устройства, за счет механической связи изменяет свое состояние ключ 2, в результате чего во внутренней электронной памяти 3 параметр состояния необратимо переводится в положение «вскрытие». Во время информационного обмена антенна 15 излучает парную последовательность радиоимпульсов запросного сигнала на частоте f , которые облучают антенны 8 и 7. В параметрическом рассеивателе эти парные последовательности преобразуются и переизлучаются в виде парной последовательности ответного сигнала на частоте $0,5f$, которая принимается антенной 16. Для наглядности будем считать, что в каждой из парных последовательностей содержится по 5 импульсов. Осциллограммы сигналов представлены на рис. 2. На первом этапе, как и для любого транспондера, импульсами запросного сигнала на частоте f , излучаемыми антенной 15 (осциллограмма 1) и принимаемыми, заряжается до нужного значения ЭДС источника электропитания 10. В этом режиме управляющие сигналы на управляемый элемент 5 не поступают и параметрический рассеиватель соответственно переизлучает столько же импульсов на частоте $0,5f$ (осциллограмма 2). На втором этапе, когда на источнике электропитания 10, достаточного для функционирования электронного датчика 21 ЭДС, из ЧИП – идентификатора на вход управляемого элемента 5 синхронно с запросными радиоимпульсами поступают видеоимпульсы, соответствующие идентификационному номеру и параметру состояния.

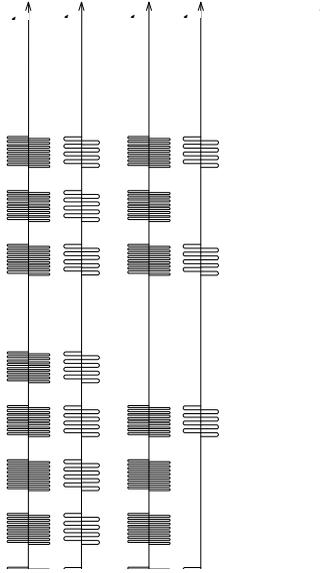


Рис. 2. Осциллограммы сигналов информационного обмена

В результате при облучении антенны 7 последовательностью радиоимпульсов запросного сигнала на частоте f (осциллограмма 3), на частоте $0,5 f$ рассеивается ответная последовательность, в которой содержатся данные об идентификационном номере и параметре состояния, в данном случае 10011 и 10111 (осциллограмма 4).

На третьем этапе в формирователе запросного сигнала 13 генерируется бинарная случайная последовательность (для примера 01010), которая при помощи СВЧ передатчика 14 и антенны 15 излучается в виде последовательности запросных радиоимпульсов на частоте f (см. первую последовательность осциллограммы 5). Указанная случайная последовательность радиоимпульсов

принимается антенной 8, преобразуется в случайную последовательность видеоимпульсов на детекторе 9 и загружается во внутреннюю электронную память 3 ЧИП – идентификатора. Эта последовательность случайных бинарных видеоимпульсов с помощью закрытого ассиметричного ключа, хранящегося во внутренней электронной памяти 3 преобразуется в закодированную бинарную последовательность, которая поступает на вход управляемого элемента 5 синхронно с запросными радиоимпульсами второй посылки запросных радиоимпульсов 3-го этапа. Например, бинарная случайная последовательность 01010, сгенерированная в формирователе запросного сигнала 13, будет путем кодирования закрытым ключом преобразована в случайную бинарную последовательность 00010 .

Так как в этом случае запросная последовательность содержит все радиоимпульсы (см. вторую последовательность осциллограммы 5), то указанная закодированная бинарная последовательность будет рассеяна на частоте $0,5f$ и принята антенной 16, (см. вторую последовательность осциллограммы 6).

После приема и детектирования эта закодированная бинарная последовательность поступает в контроллер считывающего устройства 12, где декодируется с помощью открытого ключа, поступившего через информационную сеть 11. В случае совпадения исходной случайной последовательности, сгенерированная в формирователе запросного сигнала 13, и принятой последовательности, раскодированной при помощи открытого ключа, принимается решение о подлинности электронного датчика 21 электронного номера – пломбы и производится сравнение определенного идентификационного номера с полученным через информационную сеть.

В случае, если принято решение о подлинности

идентифицирующего устройства, идентификационный номер соответствует ожидаемому, а значение параметра состояния имеет значение «исправно», то принимается решение и выдается сообщение о том, что зафиксировано нормальное прибытие объекта с определенным идентификационным номером электронного номера – пломбы.

В случае, если параметр состояния имеет значение «вскрытие», то принимается решение и выдается сообщение о факте несанкционированного вскрытия пломбировочного устройства электронного номера – пломбы с определенным идентификационным номером.

Как отмечалось выше, в принципе электронный номер – пломба может быть изготовлена на основе транспондера. В этом случае элемент 6 выполняется не в виде параметрического генератора, а в виде транзисторного генератора, соответственно от источника электропитания 10 на указанный транзисторный генератор должно поступать электропитание.

Таким образом, сегодня есть все технические возможности реализовать новый подход к идентификации подвижного состава и грузов, обеспечивающий высокий уровень достоверности идентификаторов вагонов и грузов, циркулирующих в системе учета движения грузов на железной дороге. Практически предлагается реализовать при идентификации принцип: **«легко считать, трудно подделать»**.

В то же время, следует иметь в виду, что информационное взаимодействие на основе асимметричного кодирования требует в несколько раз больше информационных ресурсов, чем для случая симметричного кодирования, кроме того предлагается создание новой технологии идентификации, для чего необходимы серьезные организационные и технические

усилия.

Список литературы

1. Козлов, П. А. Построение систем автоматизированного управления потоками разных собственников // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, 2009г., №6, стр.8 – 11.

2. ГОСТ Р 52259-2004. Устройства пломбировочные электронные. Общие технические требования

3. ГОСТ Р 34.10-2001. Группа П85. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи.

4. Bouthinon, M. Passive microwave transponder, frequency doubler for detecting the avalanche victims // 10th Eur.Microwave Conf. Warsawa,1980.

5. Shefer, J. Clutter-free radar for cars // Wireless World, 1974, v.80, 1461-1462.

6. Агрба, Д. Ш. и др. Нелинейные рассеиватели как средства маркировки //Радиотехника, 1998, N10, с.96 – 100.

7. Литвинов, А. М. Радиокomплекс розыска маркеров // Патент RU 2108596 С1

8. Горбачев, П. А. Нелинейный рассеиватель электромагнитных волн, создающий субгармоники // Радиотехника и электроника, 1999, т44, N10, с.164.

9. Нелинейный пассивный маркер – параметрический рассеиватель // Патент RU2336538С2 .

10. Стариков, О. Радиочастотная идентификация: технологии, системы, компоненты // Электронные компоненты. 2002. № 7. С. 103 – 105.

11. Стариков, О. Радиочастотная идентификация: технологии, системы, компоненты. Часть 2 // Электронные компоненты. 2003. № 1.

12. Способ и устройство маркировки объектов при помощи электронного номера – пломбы осуществляющей

информационный обмен со считывающим устройством на основе асимметричных ключей // реферат по заявке на патент №2009129170/28, ФИПС 2010г.

13. Каплан, А. Е. Параметрические генераторы и делители частоты. М.: Сов. Радио, 1966.

МЕТОДОЛОГИЯ И ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ СИСТЕМ КАЧЕСТВА

Бабанов Н. Ю., к.т.н., доцент;

Батова Н. С., преподаватель кафедры «Тракторы и автомобили» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. Существует множество трактовок и восприятия понятия качества. Например, одно из первых субъективных понятий и восприятия качества может представлять собой степень удовлетворения потребителей. Мнение о качестве меняется со временем, оно зависит от уровня информации об объекте, от технических средств обнаружения характеристик объекта и многое другое.

Ключевые слова: качество, качество образования, управление качеством образования, всеобщее управление качеством, составляющие качества, управление качеством образовательного процесса, ВУЗ.

METHODOLOGY AND PRACTICE OF CREATION OF SYSTEMS OF QUALITY

N. Y. Babanov, the candidate of biological sciences, the docent;

N. S. Batova, the teacher of the chair « Tractors and cars», the Nizhny Novgorod state engineering-economic Institute

Annotation. There is a set of treatments and perception

of concept of quality. For example, one of the first subjective concepts and perception of quality can represent a degree of satisfaction of consumers. The opinion on quality changes in due course, it depends on a level of the information on object, from means of tracking down of characteristics of object and more.

The keywords: quality, quality of formation, quality management of formation, the general quality management, making qualities, quality management of educational process

Впервые понятие «качество» было изучено Аристотелем в III в. до н. э. Он определял качество как различие между предметами или дифференциацию по признаку «хороший – плохой».

Гегель, в свою очередь, считал, что качество тождественная с бытием определенность, следовательно, нечто перестает быть тем, что оно есть, когда оно теряет свое качество.

Шухарт определял качество как состоящее из объективных физических характеристик и субъективной стороны – восприятия этой вещи.

Исикава утверждал, что качество – свойство, реально удовлетворяющее потребителей.

В китайском языке иероглиф, обозначающий качество, состоит из двух элементов: «равновесие» и «деньги». Значит, качество тождественно понятию «высококласный», «дорогой».

В философском энциклопедическом словаре «качество» трактуется как «...философская категория, выражающая неотделимую от бытия объекта его существенную определенность, благодаря которой он является именно этим, а не иным объектом. Качество отражает устойчивое взаимоотношение составных

элементов объекта, которое характеризует его специфику, дающую возможность отличать один объект от других».

В толковом словаре русского языка Ушакова качество – это «то, что делает предмет таким, каков, какой он есть; одна из основных логических категорий, являющаяся определением предмета по характеризующим его, внутренне присущим ему признакам».

В экономико-математическом словаре определение качества звучит как «совокупность свойств объекта, обуславливающих его способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением»

Таким образом, качество как философская категория – это всеобщая характеристика объектов, которая выявляется в совокупности их свойств.

В соответствии с ГОСТ 30335 качество услуги – это совокупность характеристик услуги, определяющих ее способность удовлетворять установленные или предполагаемые потребности потребителя.

В быту «качество» понимается как соответствие продукции или услуг определенным нормативным требованиям. В современном менеджменте акцент делают больше на удовлетворение запросов потребителя.

Степень удовлетворения потребителей зависит от качества, поэтому руководство организации, оказывающей услугу, должно четко обратить особое внимание на его составляющие (Рисунок 1).

Чтобы каждая составляющая качества работала в нужном направлении, необходимо, как правило, вложение инвестиций и, опираясь уже на многолетний опыт других организаций в области оказания образовательных услуг, внедряющих в свою деятельность элементы управления качеством, в настоящее время поддерживают мнение о



Рис. 1. Составляющие качества услуги

выгодности таких вложений.

Помимо ранее перечисленных составляющих качества необходимо учитывать:

- взаимосвязь образовательного учреждения с потребительским обществом и государством;
- развитие поля деятельности как за счет увеличения объемов оказания услуг на освоенных рынках, так и за счет внедрения оказываемого спектра услуг на новые рынки;
- методы привлечения внешних организаций, заинтересованных в образовательной и научно – исследовательской деятельности;
- развитие целевой подготовки (переподготовки) за счет целевых договоров с организациями;
- разработку сервисных услуг, дополнительно предлагаемых внешним организациям;
- создание благоприятного имиджа образовательного учреждения перед потребительским обществом и государством;
- обеспечение качественного образования мирового уровня;
- расширение ассортимента программ и услуг;
- качество работы с потребителем;
- развитие гибкой системы оплаты;

– процесс оказания услуги.

При наличии острой конкуренции между производителем товаров и услуг в настоящее время в условиях рыночной экономики требуются знания управления качеством. Следует учесть, что качественный подход в деятельности организации является самым эффективным средством удовлетворения потребностей и средством снижения издержек.

А. Г. Бермус отмечает, что проблема качества образования возникла с развитием образования как феномена, но само понятие было сформировано в последние десятилетия XX века. В настоящее время однозначного толкования понятия «качество образования» не существует. Это охарактеризовано не только широтой междисциплинарных категорий качества, но и большим количеством субъектов в сфере образования (государство, работодатель, обучаемый).

Каждая заинтересованная сторона имеет свои представления, касающиеся образования, считает Н. В. Сорокина. Например, для работодателя качество образования – это принятие на работу специалиста с высоким уровнем подготовки; для государства, качество образования – это повышение подготовки высококвалифицированных специалистов, способствующих социально-экономическому росту страны; для студента качество образования – представление профессии-онального и личностного развития. Данный пример позволяет увидеть, почему большинство учёных (Е. И. Сахарчук А. П. Крахмалев, М. М. Поташник, Л. Н. Давыдова, и др.) для рассмотрения категорий качества образования берут «производственную» трактовку данного понятия [2].

Основными потребителями услуг вуза являются абитуриенты и их родители, выпускники, работодатели,

студенты и аспиранты, преподаватели и сотрудники вуза, отмечает В. В. Зайцев. Согласно Б. С. Гершунскому, на многосубъектный характер потребителя, понятие образования может быть представлено как ценность, как система, как процесс и как результат.

А. И. Субетто определяет качество образования в двух основных значениях: как результат и как процесс. Качество «образования-результата» он определяет как совокупность качеств личности, уровня знаний, умений, творческих способностей, мотивации, а также социально-гражданской зрелости; качество «образования-процесса» – совокупность свойств образовательного процесса, сформулированного в той или иной образовательной системе, характеризующих приспособленность к реализации социальных целей по формированию личности.

В. И. Андреев определил качество образования как «интегральную характеристику показателей и признаков», несущих в себе построение процесса на высоком уровне и достижение результатов образования, которые соответствуют требованиям образовательных стандартов или превосходят их.

«Качество образования – это качество образовательного процесса, выраженное в его результатах», по мнению М. М. Поташника [2]. А. И. Моисеев полагает, что качество образования это совокупность свойств и характеристик результатов образования, способных удовлетворить потребности общества.

Таким образом, необходимо отметить, что при всём многообразии трактовок понятия качества образования данных различными авторами, присутствуют некоторые общие особенности, а именно цели – процесс – результат, где в конечном итоге основным параметром будет являться способность удовлетворение заинтересованных сторон в сферах образования.

Г. М. Полянская определяет качество образования как характер управленческой деятельности, который ориентирован на результат. Опираясь на всё вышесказанное, необходимо рассмотреть другое важное для нашего исследования понятие – «управление качеством образования» [1].

Анализ научной литературы показал, что управление достаточно распространённое понятие, но не имеет чёткого стандартизированного определения. Существует множество определений, характеризующих понятие управления со стороны исследователей. Е. Н. Рузаев считает управление как вид деятельности, основанный на создании конечного управленческого решения. В. В. Окрепилов рассматривает управление как процесс по достижению поставленной цели. В свою очередь, И. А. Иванова управление характеризует тоже как процесс, который содержит в себе совокупность управленческих действий, связанных между собой и имеющих протяжённость во времени и пространстве. Л. В. Макаров, В. А. Баринов под управлением понимают перевод состояния из одного в другое, воздействуя при этом на объект. Ф. Хедоуори, М. Х. Мескон считают, что управление – вид деятельности, включающий в себя процессы планирования, организаций, мотиваций и контроля, направленных на достижение поставленных целей. Анализируя различные точки зрения, необходимо сделать вывод, что в общем смысле управление – это процесс, включающий в себя совокупность управленческих действий (планирование, организация, мотивирование, контроль), в результате которого осуществляется целенаправленная деятельность по созданию необходимых условий для достижения поставленных целей.

Понятие «управление качеством образования»

появилось недавно – в 90 годах прошлого столетия. Тем не менее, исследования литературы показали, что существует множество трактовок этого понятия с точки зрения учёных по данному направлению.

В. Д. Татьянаенко определил «управление качеством образования» как процесс управленческой деятельности по созданию продуктов, зависящих от условий образовательного процесса и влияющих на него либо положительно, либо отрицательно. Данную точку зрения поддерживает Е. В. Яковлев, рассматривая «управление качеством образования», как создание продуктов управленческой деятельности, являющихся условиями образовательного процесса и подвергающихся соотношению цели и результата.

«Стимулирование и регулирование деятельности субъектов образовательного процесса для достижения поставленной цели», – рассматривает данное понятие В. Н. Максимова. В. В. Сериков понимает «управление качеством образования» как процесс целенаправленного воздействия на все факторы, от которых зависит качество образования. В. П. Панасюк рассматривает «управление качеством образования» как воздействие на весь образовательный процесс и на его отдельные основные элементы в целях достижения параметров и результатов, соответствующих требованиям, нормам и стандартам. Л. Г. Бермус считает, что «управление качеством образования» – это совокупность методов и видов деятельности, представляющих многоуровневую систему, которая способствует обеспечению диагностики существующего качества образования и целенаправленного его изменения. О. Л. Назарова определяет «управление качеством образования» как «планомерный, прогнозируемый и технологически обеспеченный процесс воздействия на управляемую

систему с целью максимально эффективного ее функционирования путем создания условия для перехода в качественно новое состояние, способствующее достижению поставленных целей» [3]. Г. М. Полянская характеризует данное понятие как использование методов и видов деятельности субъектами управления, направленных на оценивание и своевременное внесение изменений в образовательный процесс для достижения качественной специфики его результатов [1].

Изучив различные толкования понятия, позволяет сделать вывод, что «управление качеством образования» – это процесс создания условий благотворно влияющих на качество образовательного процесса за счёт осуществления управленческой деятельности субъектами управления, приводящих к достижению различных видов поставленной цели.

Понятие «управление качеством образовательного процесса в вузе» многие учёные, такие как Ф. Ф. Королёв, И. В. Блауберг, Э. Г. Юдин, Ю. А. Конаржевский рассмотрели с позиции системного подхода. Они считают, что системный подход позволяет рассмотреть объект управления с различных сторон, таких как систему, составляющие элементы данной системы, установления способов взаимосвязи элементов и многие другие.

Ф. Ф. Королёв первым указал, что «системный подход должен выступать в качестве одного из руководящих методологических оснований, когда ставится вопрос об определенности перспектив развития системы народного образования в целом или ее отдельных компонентов – общеобразовательной школы, высшей школы, системы подготовки научных и педагогических кадров». Обращение к основным закономерностям и принципам этого процесса предполагает использование системного подхода при анализе управления качеством

образовательного процесса в ВУЗе [4].

Обращение к основным закономерностям и принципам этого процесса предполагает использование системного подхода при анализе управления качеством образовательного процесса в ВУЗе.

Э. Г. Юдин рассматривает системный анализ, как методологию в сфере управления решающую крупные проблемы.

Проведя анализ в области управления качеством образования, было установлено, что при выявлении закономерностей управления многие исследователи (С. Ю. Тратицын, Е. В. Яковлев, А. А. Нестеров и др.) используют подход, который по своим общим признакам, свойственным управлению в любой сфере деятельности, сочетается с закономерностями, присущими только в сфере образования.

Многие работы ученых (Э. В. Злобин, В. А. Баринов, Б. И. Абрамова, Е. А. Замедлина, Б. И. Герасимов, И. А. Иванова, А. В. Макаров, С. В. Мищенко и др.) посвящены общей теории управления и общей теории управления качеством образования (Л. Н. Давыдова, Г. А. Бордовский, А. А. Нестеров, М. М. Поташник, С. Ю. Трапицын и др), которые разделены на этапы цикла управления.

Например, В. И. Абрамова считает, что цикл управления включает в себя планирование целей, мотивацию, организацию, координацию и контроль. Е. А. Замедлина рассматривает в качестве этапов цикла управления планирование, организация контроль, принятие необходимых корректирующих действий. И. А. Иванова определяет следующие циклы управления качеством: планирование, организация, координация, руководство и контроль.

В конечном счете, проведенный анализ позволяет сделать следующий вывод, что, несмотря на некоторую

несогласованность между учеными, все они выделяют этапы, на которых должны осуществляться формирование цели, организация, контроль и выработка управленческих решений

Чтобы проследить взаимосвязь управления качеством с общим менеджментом, необходимо рассмотреть эволюцию методов управления качеством.

В 1950-е годы сформировалась концепция тотального (всеобщего) контроля качества Total Quality Control (TQC). Автором этого нового направления, являлся американский ученый А. Фейгенбаум, который в 1957 г. опубликовал статью «Комплексное управление качеством». TQC включает в себя ряд основных задач, наименование которых представлено на рисунке 2.

В Японии TQC развивались с применением статистических методов и вовлечение персонала в работу кружков качества. Японцы долгое время указывали на использование подхода TQSC, где буква S означала Statistical (статистический).

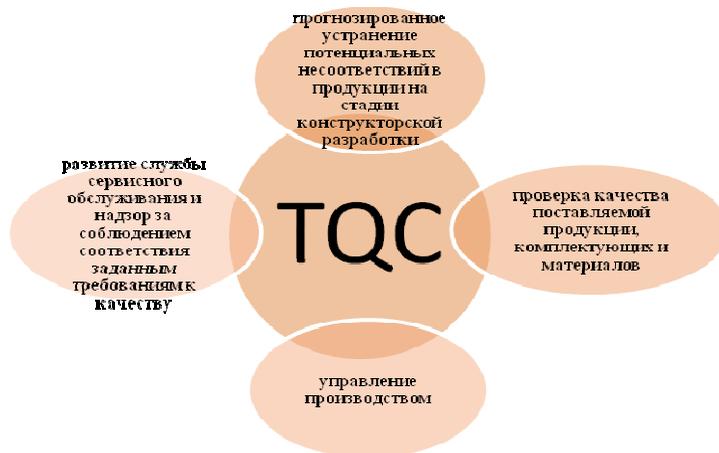


Рис. 2. Основные задачи TQC

Этот этап ознаменован, появлением документированных систем качества, которые устанавливали ответственность и полномочия, а также взаимодействие не только специалистов служб качества, а всего руководства предприятия в области качества. В сторону человеческого фактора стали смещаться системы мотивации. Материальное стимулирование уменьшалось, а моральное – увеличивалось. Работа в коллективе, признание должностей коллегами и руководством, забота фирмы о будущем работника, его страхование и поддержка его семьи стали главными мотивами качественного труда.

Хотя все основные идеи ТQC были разработаны в США и в странах Европы, явным лидером в области внедрения и развития концепции ТQC стала Япония. В результате американцам и европейцам пришлось учиться у японцев, однако это обучение сопровождалось и нововведениями.

Всеобщее управление качеством – это философия организации, в основе которой заложено стремление к качеству и управлению на практике. TQM – это организация управления качеством с участием всего персонала на всех уровнях организационной структуры, направленная на удовлетворение требований потребителя посредством выгоды как для сотрудников организации, так и для общества в целом.

TQM, в последние годы, становится идеологией для различных слоев общества. Если наша страна стремится конкурировать с экономически развитыми странами, нам необходимо знание всеобщего управления качеством.

Целями TQM являются:

- ориентация предпринимателя на удовлетворение текущих и потенциальных запросов потребителей;
- возведение качества в ранг цели предпринимательства;

– оптимальное использование всех ресурсов организации;

Основные элементы модели TQM представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Элементы модели TQM

их деятельность на удовлетворение запросов потребителя. Необходимо помнить, что сосредоточенное внимание на процессах, позволяет максимально удовлетворять потребителя качественной продукцией (услугой). Постоянное и непрерывное улучшение качества продукции (услуги) способствует конкуренции на мировом рынке. И последнее, все решения организации необходимо принимать, основываясь на фактах, а не на интуиции или опыте работников.

Основой будущей концепции TQM стала четырех-уровневая иерархия качества, отраженная в японских системах управления качеством, которая отражена на рисунке 4.



Рис. 4. Четырехуровневая иерархия качества

Список литературы

1. Полянская, Г. М. Управление качеством образования учащихся в современной школе: Дисс. канд. пед. наук: 13.00.01 / Г. М. Полянская – Саратов, 2007. – 144 с.

2. Поташник, М. М. Качество образования: проблемы и технология управления (В вопросах и ответах) / М. М. Поташник – М.: Педагогическое общество России, 2002. – 352 с.

3. Берестнева, О. Г. Критерии качества обучения в высшей школе/ О. Г. Берестнева, О. В. Марухина // Стандарты и качество. – 2004. - №8. – С. 84 – 86.

4. Всеобщее управление качеством: учебник для вузов / О. П. Глудкии, Н. М. Горбунов, А. И. Гуров, Ю. В. Зорин; под ред. О. П. Глудкниа. М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.

ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕНЕРАТОРНЫХ ГАЗОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

С. В. Болдин, к.т.н., доцент Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета;

Н. Т. Пузиков, к.т.н., доцент кафедры «Механика», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт

Аннотация. В условиях возрастающего потребления энергоресурсов углеродосодержащие отходы можно рассматривать как дополнительный сырьевой источник энергии. Вовлечение отходов в хозяйственный оборот может обеспечить крупные регионы страны относительно дешевыми энергетическими ресурсами. Решить эту задачу можно путём внедрения в регионах России самокупаемой промышленной газификации твердых отходов с получением горючего генераторного газа в газогенераторных установках. Важным условием самокупаемости такой переработки отходов является интеграция газогенераторных установок в структуры производства на территории предприятий, особенно в сельской местности, в лесных зонах, где имеются древесные отходы.

GASGENERATOR INSTALLATION FOR MANUFACTURE OF GENERATING GASES FROM WOOD WASTE

S. V. Boldin, the candidate of technical sciences, the docent, the Nizhniy Novgorod state architecturally-building University;

N. T. Puzikov, the candidate of technical sciences, the docent of the chair "Mechanics", the Nizhniy Novgorod state engineering-economic Institute

Annotation. In conditions of increasing consumption of power resources carbonized waste can be considered as an additional raw energy source. Involving of waste in economic circulation can provide large regions of the country with rather cheap power resources. To solve this problem it is possible by introduction in regions of Russia of self-supporting industrial gasification of firm waste with reception of combustible generating gas in gasgenerator installations. The important condition of self-support of such processing of waste is integration газогенераторных installations in structures of manufacture in territory of the enterprises, especially in countryside, in wood zones where there are wood waste.

Экспериментальная установка состоит из газогенератора, скруббера, вентилятора, подводящих трубопроводов и предназначена для переработки измельченной древесины с целью получения генераторного газа, используемого для производства электрической и тепловой энергий.

Корпус газогенератора изготовлен в виде цилиндра из листовой стали, сваренной в местах стыка. К корпусу в нижней части приварено днище, а в верхней части – соединительный фланец. На соединительный фланец корпуса установлен и закреплен болтами на асбестовых прокладках внутренний цилиндр с крышкой. Верхняя часть внутреннего цилиндра выполняет роль загрузочного бункера, нижняя – камеры горения. В средней части корпуса камеры горения расположено по окружности двадцать фурм для подвода воздуха. Колосниковая решетка, расположенная в нижней части корпуса газогенератора, поддерживает слой раскаленного угля под камерой горения. Зола через колосниковую решетку проваливается в зольную камеру и удаляется. Для отбора газа в верхней части корпуса газогенератора приварен

патрубок, к которому присоединен газоотводящий трубопровод. При таком расположении патрубка газ, отсасываемый из зоны восстановления, проходит по кольцевой полости, образованной стенками корпуса и бункера, обогревая бункер и улучшая в нем подсушку топлива, а сам при этом частично охлаждается до $400 - 500^{\circ}\text{C}$. Дальнейшее охлаждение газа до $20 - 30^{\circ}\text{C}$ и очистка происходит в скруббере, в котором реализован теплообмен контактного типа.

Металлическая часть газогенератора, отходящие трубопроводы изготовлены из жаропрочной и кислотоустойчивой стали.

Были проведены серии испытаний с работой вентилятора на наддув. При этом вентилятор крепился на корпусе генератора в районе коллектора фурм (рис. 1). Работа вентилятора на наддув позволяет использовать генераторный газ для сжигания в топке котла. При этом необходимость охлаждения газа в скруббере отпадает, однако, для отладки режимов работы скруббер был оставлен в схеме.



Рис. 1. Вид газогенераторной установки (без теплоизоляции) с размещением вентилятора на наддув

При использовании генераторного газа для питания двигателя внутреннего сгорания, необходимо провести

глубокое охлаждение газа и очистку его от твёрдых продуктов сгорания и смолы.

Так же были выполнены серии испытаний с работой вентилятора на разряжение. При этом вентилятор устанавливался после скруббера (рис. 2).



Рис. 2. Вид газогенераторной установки (с теплоизоляцией) с размещением вытяжного вентилятора на разряжение

Подсушенная до влажности 15 – 30 % древесная щепа с помощью дозирующего загрузочного устройства порционно поступает в газогенератор, где подвергается быстрому высокотемпературному нагреву и разложению с образованием паров органических веществ, воды, газообразных продуктов (CO_2 ; C_nH_m ; CO ; H_2 ; CH_4) и древесноугольного карбонизата.

В работающем газогенераторе все внутреннее его пространство можно разбить на четыре зоны: подсушки топлива, сухой перегонки, горения и восстановления.

Зона подсушки топлива расположена в верхней части бункера; температура в ней при работающем газогенераторе равна 150 – 200 °С. При этой температуре топливо, находящееся в этой зоне, подвергается

предварительной подсушке, и из него испаряется часть влаги.

Зона сухой перегонки расположена в средней части бункера до камеры горения. Температура в этой зоне равна 300 – 500 °С, и топливо, поступающее из зоны подсушки, подвергается сухой перегонке, т.е. сильному подогреву без доступа воздуха. Топливо обугливается, и из него выделяются смолы, кислоты и другие продукты сухой перегонки.

Зона горения расположена на уровне фурм. Поступающее в зону горения обугленное топливо и продукты сухой перегонки его при наличии достаточного количества кислорода, подводимого с воздухом через фурмы, сгорают. Температура в зоне горения достигает 1100 – 1300 °С. При сгорании топлива кислород воздуха соединяется с углеродом топлива, и образуется негорючий углекислый газ.

Зона восстановления расположена между зоной горения и колосниковой решеткой. В этой зоне находится раскаленный уголь, поступающий сюда из зоны горения. Температура в зоне восстановления достигает 900 – 1100 °С.

Углекислый газ, получаемый в зоне горения, проходит через слой раскаленного угля зоны восстановления, соединяется с частицами углерода и восстанавливается в горючий газ – окись углерода.

Просасываемые через зоны горения и восстановления смолы и пары воды под действием высокой температуры разлагаются и частично сгорают, образуя различные газы. В результате газификации твердого топлива получается генераторный газ, представляющий собой смесь различных газов, основными горючими частями которого являются окись углерода и водород.

Генераторный газ, образующийся при газификации, смешивается с продуктами термического разложения древесных отходов, и выводится из газогенератора в скруббер, где очищается от примесей и охлаждается до 30 °С. Полученный в экспериментальной установке генераторный газ после системы охлаждения и очистки от органических веществ и угольных частиц в скруббере направлялся в сопловой аппарат и сжигался. Газ горел стабильно бесцветным пламенем, выход смолы не наблюдался (рис.3).



Рис. 3 Факел горения генераторного газа

В дальнейшем предполагается использовать генераторный газ для работы двигателя - генератора, вырабатывающего электроэнергию, серийно выпускаемого на базе двигателя ЯМЗ-238. Для сушки сырья возможно использование тепла выхлопных газов ДВС.

В экспериментальной установке в качестве топлива использовалась древесная щепа (влажность 15 – 30 %) размером 10 – 40 мм.

Испытания проводились с загрузкой 150 кг топлива.

В результате испытаний были достигнуты следующие параметры технологического процесса:

- температура газа на выходе из газогенератора – 300 – 470 °С.

- температура газа после системы охлаждения – 30 °С.

- расход генераторного газа (при температуре 30 °С) – 350 – 400 м³/час.

Были взяты пробы генераторного газа после скруббера для лабораторного анализа его состава и рассчитана теплотворная способность, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Температура газа после генератора., °С	Характеристика генераторного газа					Низшая теплота сгорания газа, Q _н , МДж/кг
	Состав генераторного газа, %					
	H ₂	CH ₄	CO	O ₂	прочие газы	
310	17,58	4,0	14,4	1,98	62,04	5,15
370	11,5	0,8	9,2	1,6	76,9	2,69
420	10,7	0,4	17,3	1,4	70,2	3,48

Дальнейшие экспериментальные исследования направлены на изучение факторов, влияющих на теплотворную способность генераторного газа.

Список литературы

1. Лаврентьев, Н. А. К вопросу об использовании генераторного газа / Н. А. Лаврентьев, Д. Д. Жуков // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 4 – С. 82 – 84

2. Теплоэнергетические основы промышленной слоевой газификации растительной биомассы, Сергеев В. В., автореф. докторской диссертации, СПб, 2009 г., 32 с.

3. Биоэнергия: технология, термодинамика.

Издержки. Д. Бойлз, М., Агропромиздат, 1987 г., 187 с.

4. Цивенкова, Н. В. Дрова – автомобильное топливо будущего / Н. В. Цивенкова, А. А. Самылин. Леспроминформ № 4 (26) – 2009.

5. Бохан, Н. И. Газогенераторы / Н. И. Бохан, В. Б. Ловкис, В. В. Носко, Н. И. Фалюшин, Журнал «Новости теплоснабжения», № 08 (48), август 2004

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА В КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ

С. В. Болдин, к.т.н., доцент Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета;

Н. Т. Пузиков, к.т.н., доцент кафедры «Механика» Нижегородского государственного инженерно-экономического института

Аннотация. В последние годы в связи с удорожанием традиционных видов топлива – природного газа, нефти и др. все большее внимание привлекают нетрадиционные источники энергии: солнечное излучение, морские приливы и многое другое.

ENERGY CONSERVATION TECHNOLOGIES OF USE OF BIOGAS IN CO-GENERATION INSTALLATIONS

S. V. Boldin, the candidate of technical sciences, the docent, the Nizhniy Novgorod state architecturally-building University;

N. T. Puzikov, the candidate of technical sciences, the docent of the chair «Mechanics», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic Institute

Annotation. In recent years in connection with rise in price of traditional types of fuel – natural gas, oil, etc. the increasing attention involve nonconventional energy sources: sunlight, marine inflow and others.

Одним из забытых видов сырья является и биогаз, использовавшийся еще в Древнем Китае, и вновь востребованный в наше время.

Биогаз – это газообразный продукт, получаемый в результате анаэробной, т.е. происходящей без доступа воздуха, ферментации органических веществ самого различного происхождения. Теплотворная способность биогаза 22 – 24 МДж/м³. Один кубометр биогаза эквивалентен 0,6 м³ природного газа, 0,7 л мазута, 0,4 бензина, 3,5 кг дров.

Биометаногенез европейцами был открыт еще в 1776г. Вольтой, который установил наличие метана в болотном газе. Биогаз, получающийся в ходе этого процесса, представляет собой смесь из метана 65 %, углекислого газа 30 %, 1 % сероводорода и незначительных количеств азота, кислорода, водорода и окиси углерода.

Первые сведения о практическом использовании европейцами биогаза, полученного из сельскохозяйственных отходов, относятся к 1814 году. Для сбора отходов, начиная с 1881 года, стали использоваться закрытые емкости, которые, после небольшой модификации, получили название «септик». Еще в 1895 году уличные фонари в одном из районов города Эксетер (Англия) снабжались газом, который получали в результате брожения сточных вод.

В настоящее время в странах Европейского Союза принята программа по использованию нетрадиционных

видов топлива и доведения их до 20 % от общего объема топлива.

В этих странах, в среднем, вклад биомассы в энергетический баланс составляет около 3 %, но с широкими вариациями: в Австрии – 12 %, в Швеции – 18 %, в Финляндии – 23 %.

Ведущее место в мире по производству биогаза занимает Китай. КНР обеспечивает 30 % национальных потребностей в энергии за счет биогаза, там работает более 20 млн. установок по его производству. Второе место в мире занимает Индия, где ежедневное производство биогаза составляет 2,5 – 3 млн. м³.

В России этому виду энергии уделяется мало внимания, хотя возможности есть большие.

В нетрадиционной энергетике особое место занимает переработка биомассы (органических, сельскохозяйственных и бытовых отходов метановым брожением с получением биогаза). Биомассу можно разделить на следующие группы: отходы лесоматериалов (обрезки и опилки от переработки древесины); энергетические сельскохозяйственные культуры; твердые городские отходы; сточные воды.

В ННГАСУ совместно с ООО «ЭкоТехВолгонефтехиммонтаж» разработан газогенератор, позволяющий получать газ из древесных отходов [1]. Кроме того, возможен и ряд других способов получения и использования биогаза.

Ежегодное количество органических отходов по разным отраслям народного хозяйства России составляет более 390 млн. тонн, из которых: 250 млн. т. дает сельскохозяйственное производство, причем 150 млн. т. приходится на животноводство с птицеводством (помет птиц и КРС), а 100 млн.т. – на растениеводство (солома, стебли подсолнечника и др.)

- 70 млн.т. дает лесо– и деревопереработка (опилки, щепа, другие отходы).

- 60 млн.т. – твердые бытовые отходы городов.

- 10 млн.т. – коммунальные стоки.

Получение биогаза особенно эффективно на агропромышленных комплексах и на городских свалках, где существует возможность полного экологического цикла. На рис. 1 и 2 приведены схемы получения и использования биогаза.

Захоронение на полигонах твердых бытовых отходов, подверженных гниению, неизбежно приводит к образованию биогаза. 1 кг органического вещества, биологически разложимого на 70 %, производит 0,18 кг метана, 0,32 кг углекислого газа, 0,2 кг воды и 0,3 кг неразложимого остатка.

Опасность городских свалок:

Угроза растительности

Угроза строениям – возможность пожаров и взрывов

Угроза людям – неприятный запах, токсические активные элементы.

Угроза водам – загрязнение подземных источников

Угроза атмосфере – загрязнение «парниковыми газами».

Отходы, отвозимые на городские свалки, состоят из органических, неорганических материалов различных размеров. При правильном хранении отходов, т.е. сепарации, после ввода в действие соответствующей технологии, становится источником биогаза, который может использоваться при работе двигателей внутреннего сгорания в ЭГУ и КГУ, для производства электрической и/или тепловой энергии. (Рис. 2).

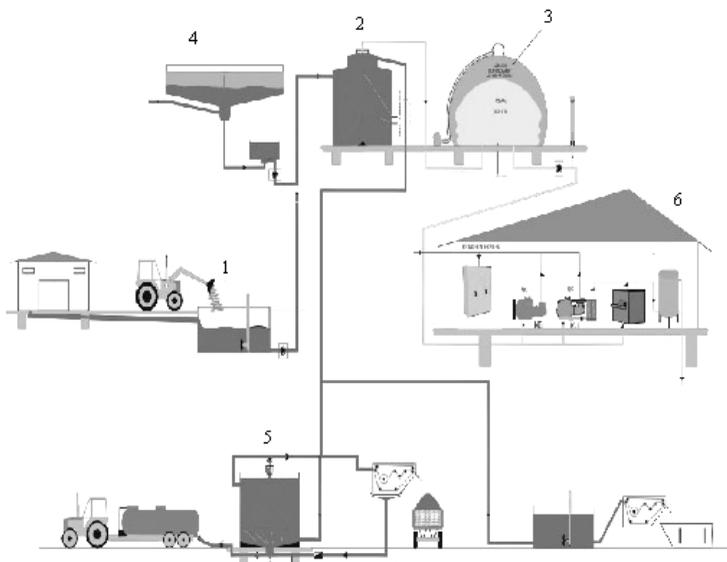


Рис. 1. Блок-схема получения и использования биогаза на агропромышленном комплексе: 1 – смешивающий и гомогенизирующий резервуар непосредственно в резервуар поступают экскременты животных; 2 – резервуар ферментации – реактор. В резервуаре происходит анаэробная обработка экскрементов, т. е. образование биогаза и переработка экскрементов; 3 – газгольдер служит для хранения биогаза. Рассчитан на однодневную продукцию; 4 – сборный резервуар служит в качестве промежуточного хранилища при обработке экскрементов в ферментаторе; 5 – сепарация обработанных экскрементов. Установка разделяет обработку экскрементов на жидкие и твердые составляющие для более эффективного использования экскрементов животных; 6 – блок энергетики. В блоке размещены устройства для производства электрической, тепловой энергии и разводка указанных видов энергии.

Сбор биогаза осуществляется из вертикальных скважин, пробуренных на месте уже заполненных хранилищ, или горизонтальных скважин-коллекторов, сооруженных в процессе складирования отходов.

Для выработки 1 МВт энергии необходима подача биогаза в количестве 525 м³/ч. Считается, что одна скважина дает 80 м³/ч газа.

Высокая плотность мусора позволяет извлекать газ с большой скоростью. Обычная свалка может выдавать газ в течение 10 – 12 лет. Максимум производительности приходится на четвертый год, затем происходит медленное ее снижение.

На количество образующегося биогаза влияют:

состав, возраст, плотность, температура и влажность отходов;

площадь, глубина, способы эксплуатации и рекультивации хранилища отходов;

водный баланс хранилища.

После окончания эксплуатации скважины, т.е. когда сбор образовавшегося биогаза становится экономически неэффективным (концентрация метана становится очень низкой), необходим контроль за его образованием и обезвреживанием. Один из способов обезвреживания – окисление метана воздухом в поверхностных слоях почвы в присутствии бактерий. В результате образуется углекислый газ, который диффундирует из почвы в атмосферу.

Одно из первых в США захоронений отходов с выработкой биогаза площадью 14 га функционировало с 1978 по 1985 г. В нем находились 1 млн. т мусора и 0,5 млн. т промышленных отходов. Свалка давала 60 млн. м³ газа в год или 6868 м³/ч. Полный ресурс мощности такой свалки составил 13,1 МВт.

Побочным продуктом в процессе получения биогаза выступают экологически чистые удобрения, способные увеличивать урожай сельскохозяйственных культур. В состав удобрения входят минерализованный азот в виде солей аммония (наиболее легко усвояемая форма азота),

минерализованный фосфор, калий, микро и макроэлементы в растворимом виде и в соотношениях, необходимых для растений.

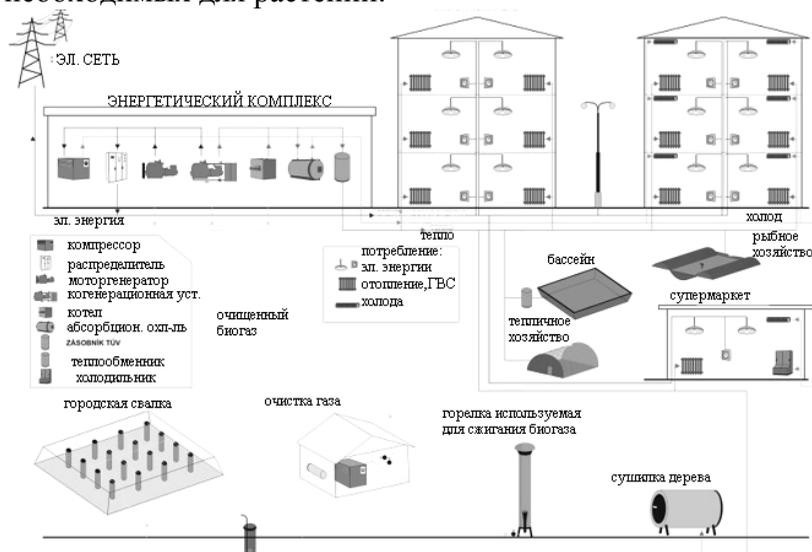


Рис. 2. Схема получения и использования биогаза на городских свалках

Биогаз, который содержит более 55 процентов метана, легко сжигается в горелке отопительных установок, в водонагревателях, газовой плите, инфракрасных излучателях. Для транспортных средств биогаз можно использовать после очистки от всех примесей и выработки почти чистого метана. Такая технология является дорогостоящей и применяется очень редко.

Более экономичным и широко распространенным в настоящее время является производство электричества и тепла на когенерационных установках.

Биогаз используется в качестве топлива дизельных двигателей, которые служат приводом генератора. Тепло

охлаждающей системы двигателя используется для производства тепловой энергии. Когенерационная установка преобразует энергию биогаза в следующем соотношении: 35 % в электрическую энергию и около 55 % в тепловую энергию. Такая система более экономичная, потому что выработанная электрическая энергия стоит больше и ее легче реализовать.

Очистка биогаза (для использования, например, в газовых двигателях) производится в две стадии. На первой стадии извлекается сероводород, а на второй производится удаление галогеносодержащих углеводородов. В качестве очищающего вещества применяется активированный уголь.

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы.

- Особенность биогазовых технологий в том, что они не являются чисто энергетическими, а представляют комплекс, охватывающий решение как энергетических, так и экологических, агрохимических, лесотехнических и других вопросов, и в этом состоит их высокая рентабельность и конкурентоспособность.

- Внедрение биогазовых установок позволит улучшить экологическую обстановку на животноводческих фермах, птицефабриках и на прилегающих территориях, предотвращаются вредные воздействия на окружающую среду. При применении биогаза экономятся традиционное топливо, электроэнергия, т.к. биогаз может использоваться для получения энергии для систем отопления животноводческих помещений, жилых домов, теплиц, для сушки сельскохозяйственных продуктов горячим воздухом, выработку электроэнергии.

- В результате утилизации биоотходов падает уровень заражения среды болезнетворными бактериями. Исчезают неприятные запахи от разложения и мухи.

- Пламя от горения газа не коптит и не содержит вредных смол и химических соединений, поэтому кухня и посуда не пачкаются копотью. Снижается риск респираторных и глазных заболеваний, связанных с дымом.

- Биогаз – это возобновляемый источник энергии.

Важно, что применение биогаза в различных системах генерации энергии обуславливает значительное снижение техногенного воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1. Горбатьюк, О. В. Утилизация биогаза полигонов твердых отходов. Проблемы больших городов / О. В. Горбатьюк, А. Б. Лифшиц, О. И. Минько // Обзорная инф. МГЦНТИ. – М.:1988.с. – 18

2. Лифшиц, А. Б. Утилизация свалочного биогаза – мировая практика, российские перспективы / А. Б. Лифшиц, В. И. Гурвич // Чистый город. – 1999. № 2. – С.8 – 17.

3. Елистратов, В. В. Обоснование комплексных энергетических технологий на полигонах твердых бытовых отходов / В. В. Елистратов, Л. И. Кубышкин, В. И. Масликов, Е. Р. Покровская // Энергетическая политика. Вып.3, 2001. – С.38 – 41.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Е. Е. Борисова, ст. преподаватель кафедры основ с.-х., химии и экологии, ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. Использование лучших предшественников для яровой пшеницы позволяет

получать урожайность в условиях светло-серых лесных почв Волго-Вятского региона от 1,18 до 4,39 т/га, без внесения под неё удобрений и без применения средств защиты её посевов. Самая высокая урожайность яровой пшеницы в среднем за 5 лет получена при размещении её по картофелю, что на 1,8 т/га больше или на 106,5 %, чем при повторном возделывании в течение этого времени и бесменно как яровую зерновую культуру.

Ключевые слова: зерновые культуры, урожайность, сорняки, предшественники, севооборот, яровая пшеница, сидерат.

INFLUENCE OF PREDECESSORS ON A CONTAMINATION AND PRODUCTIVITY OF A SPRING WHEAT

E. E. Borisova, the senior teacher of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology»

Annotation. Use of the best predecessors for spring wheat allows receiving productivity in conditions light grey wood soil of Volgo-Vyatskiy region from 1, 18 up to 4, 39 tons/hectares, without entering under it of fertilizers and without application of means of protection of its crops.

The highest productivity of spring wheat on the average is received for 5 years at its accommodation on a potato, that on 1, 8 tons/hectares it is more or on 106, 5 %, than at repeated cultivation during this time and is permanent as summer grain culture.

The keywords: grain crops, productivity, weeds, predecessors, a crop rotation, a spring wheat, siderat.

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

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

Кроме того, яровую пшеницу возделывали при бессеменных посевах яровых зерновых, с 2006 года повторные посевы яровой пшеницы.

Повторность полевых опытов 4-х кратная, размещение полей систематическое.

Агротехника культур в опыте была общепринятой, рекомендованной для зоны.

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

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

Минеральные и органические удобрения (за исключением соломы и зеленых удобрений) не вносили. Из химических средств защиты растений использовали препарат для борьбы с колорадским жуком на картофеле.

Уборку зерновых проводили прямым комбайнированием Сампо –2,2.

Методика проведения исследований в опытах была общепринятой.

Засоренность посевов сельскохозяйственных культур

сорняками определяли: на зерновых культурах в фазу кущения и перед уборкой. В начале вегетации учет сорняков проводили количественным, а в конце вегетации – по количеству и по массе с изучением видового состава сорных растений.

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

Сорняки – конкуренты культурных растений. Основной вред, причиняемый сорными растениями сельскохозяйственному производству, состоит не только в резком снижении урожая сельскохозяйственных культур, но и в ухудшении качества получаемой продукции (Земледелие, 2000).

Имея мощную корневую систему, сорняки (марь белая, щирица, щетинники – 2 м, ромашка непахучая, ежовник обыкновенный, вьюнок полевой – 5 м, бодяк полевой – 9 м, горчак ползучий – 10 м) поглощают огромное количество воды. Многие сорные растения, такие как овсюг, горчица полевая, ромашка, щирица, пикульник и др., расходуют в отдельные периоды вегетации влаги в 1,5 ... 2 раза больше, чем культурные, в результате на засоренных полях влажность почвы в корнеобитаемом слое понижается на 2 ... 5 %.

Такое расходование влаги губительно для культурных растений, особенно в засушливые периоды, когда сорняки сильно иссушают почву. В эти периоды сорняки, поглощая остатки доступной влаги, понижают влажность почвы, в результате чего задерживается рост и развитие культурных растений (Г. И. Баздырев. 1995).

Освобождение полей от сорняков позволяет многим хозяйствам нашей страны дополнительно получить 10 ... 11 % валового урожая зерна. В отдельные годы на засоренных полях урожай зерновых снижается на 25 ... 30 %.

Большая часть видов сорных растений в процессе эволюции приспособилась к произрастанию в посевах определенных культурных растений или к какой-либо их группе (яровые хлеба, многолетние травы, пропашные культуры и т.д.).

Возделывание длительное время на одном поле какой-либо одной культуры или группы растений, мало отличающихся по биологии, приводит к увеличению засоренности почвы и посевов, особенно теми видами сорняков, которые лучше приспособлены к совместному произрастанию с данными культурными растениями (Земледелие, 2000).

Большую роль в снижении количества сорняков, а также в предотвращении распространения болезней отводится севооборотам с научно обоснованным чередованием культур. Бесменное возделывание зерновых, зернобобовых, пропашных культур и многолетних трав ведет к значительному размножению сорняков, способствует накоплению в почве возбудителей грибных и бактериальных заболеваний.

При подборе предшественников в севообороте учитывают биологические особенности возделываемых растений и сорняков.

Один из важных и простых путей предотвращения роста засоренности полей заключается в ежегодном или периодическом чередовании возделываемых культур – севообороте. Независимо от вида культуры при переходе от бесменного посева к севообороту количество сорняков, в том числе и многолетних, резко снижается, а урожай

культур возрастает.

Включение в севооборот промежуточных культур усиливает его угнетающее действие на сорняки (В. Л. Никифоров, 1999).

Следовательно, выбирая оптимальный способ чередования и учитывая конкурентную способность культур, можно сформировать посевы культур со сравнительно небольшим количеством в них сорных растений (С. А. Воробьев, 1991; Земледелие, 2000).

Предшественники яровой пшеницы по засоренности делятся на пять групп. К первой группе предшественников, вызывающих наименьшую засоренность, относится картофель, на втором месте стоят рожь и кукуруза, на третьем – горох, на четвертом – многолетние травы и на пятом – озимая и яровая пшеница. Однако оценка их как предшественника зависит от соотношения этих групп сорняков. Например: овес и ячмень обладают более высокой конкурентоспособностью по отношению к сорнякам по сравнению с яровой пшеницей.

Севооборот сужает видовой состав сорных растений, а значит, и их вредоносность. Так, в опытах ТСХА в бессменных посевах встречалось 38 видов сорных растений, в том числе 15 многолетних, а в севообороте соответственно 29 и 9 (А. М. Туликов, 1985).

Внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных короткостебельных сортов зерновых культур показало, что в таких посевах засоренность возрастает, а вредоносность сорняков усиливается, в результате потери зерна от сорняков могут достигать 0,5 ... 0,8 т/га.

Особенно вредоносны многолетние сорные растения – осоты, хвощ, пырей. Так, при наличии 10 побегов пырея ползучего на 1 м² урожайность зерна яровой пшеницы снижается на 28 ... 30 %, при 26 побегов – на 48 ... 50 % и при 60 побегов – на 70 ... 75 %. Наличие сорняков ведет к

развитию болезней и вредителей. Щетинники, василек синий, марь белая, бодяк полевой – переносчики корневых гнилей, мозаики злаковых культур (Г. И. Баздырев, 1995).

Наблюдения за засоренностью яровой пшеницы в опыте с её предшественниками в севообороте и при её повторном возделывании показали, что из малолетников в сумме имели преимущество в посевах в это время зимующие сорняки: василек синий (*Centaurea cyanus L.*), фиалка полевая (*Viola arvensis Murray*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris L.*), гулявник (*Sisymbrium officinale L.*), ромашка (*Matricaria inodora L.*). Из яровых это были мокрица (*Stellaria media*), пикульник (*Galeopsis tetrahit L.*), марь белая (*Chenopodium album L.*) и редька дикая (*Raphanus raphanistrum L.*).

Общее количество сорняков сильно варьировало по годам. Наименьшее их количество в посевах яровой пшеницы в этом опыте было в 2010 году, когда в мае – июле сложились очень неблагоприятные условия по увлажнению (табл. 1)

Таблица 1

Общая засоренность посевов яровой пшеницы
в период начала кущения, шт/м²

Предшественник	Год				В среднем
	2006	2007	2008	2010	
1. Яровая пшеница повторно	325	631	216	61	308
2. Картофель	113	222	110	Не опред	148
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	112	172	89	7	95

Продолжение табл. 1

4. Озимая рожь по скошенному клеверу	164	157	113	22	114
5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	148	204	92	22	117
В среднем по озимой ржи	141	178	100	17	109
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	166	245	92	20	131
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	107	230	97	24	115
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	153	272	84	17	132
В среднем по озимой пшенице	142	249	91	20	126
НСР ₀₅	60	157	54	12	71

В среднем за 4 года наблюдений наибольшая засоренность яровой пшеницы в период начала кущения наблюдалась в первом варианте (яровая пшеница повторно). По другим предшественникам яровая пшеница весной имела практически одинаковую общую засоренность. Так яровая пшеница по озимой ржи по сидеральному клеверу была засорена на 213 штук на 1 м² меньше, чем по яровой пшенице бессменно, по клеверу на зеленый корм – на 194 и по отаве клевера на сидерат

соответственно на 191 шт/м² меньше. Не было отмечено различий, за исключением 2010 года, по общей засоренности яровой пшеницы, размещенной по озимой ржи и озимой пшенице. Только в 2010 году яровая пшеница по озимой ржи по клеверу на сидерацию была засорена меньше, чем по озимой пшенице по этому же предшественнику.

Часто в научной и учебной литературе отмечается, что пропашные культуры способствуют снижению засоренности последующих культур. Однако в наших исследованиях ни в один из годов яровая пшеница по картофелю не была засорена меньше, чем по озимой ржи и озимой пшенице.

Большая засоренность многолетними сорняками наблюдалась при размещении яровой пшеницы по яровой пшенице (первый опыт, табл. 2). Так, количество многолетних сорняков в яровой пшенице в период кущения в этом варианте было на 55 – 85 шт/м² больше, чем в пшенице по другим предшественникам.

Существовала тенденция более высокой засоренности многолетними сорняками яровой пшеницы в период кущения по озимым, которые размещались по отаве клевера на сидерацию. Так, после озимой ржи по клеверу на сидерацию (вариант 3) в среднем за 4 года в яровой пшенице их было на 15 штук на м² меньше, чем там где яровая пшеница возделывалась после озимой ржи по отаве клевера на сидерацию. При возделывании яровой пшеницы после озимой пшеницы в аналогичных вариантах (6 и 8) эта разница составила 32 сорняка многолетника на м², что близко к статистически доказуемой величине ($НСР_{05} = 34$).

Общая засоренность яровой пшеницы перед уборкой (табл. 3) имела ту же направленность, что и в период её кущения. Во все годы она была выше при повторном

возделывании яровой пшеницы и в среднем за три года эти различия составили 49 – 77 штук сорняков на м². В среднем за 3 года эти различия доказываются математически. Количество многолетников в посевах яровой пшеницы (табл. 4) в варианте бессменного возделывания 3 было более чем в 2 раза больше, чем в пшенице по другим предшественникам.

Таблица 2

Засоренность многолетниками посевов яровой пшеницы в период начала кущения, штук/м²

Предшественник	Год				В среднем
	2006	2007	2008	2010	
1. Яровая пшеница повторно	83	194	128	29	108
2. Картофель	20	75	25	Не опред	40
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	11	31	53	7	26
4. Озимая рожь по скошенному клеверу	39	35	35	16	31
5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	33	65	43	21	41
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	28	22	21	14	21
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	18	60	26	13	29
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	24	131	42	15	53
НСР ₀₅	25	72	31	13	34

Таблица 3

Общая засоренность посевов яровой пшеницы перед уборкой, штук/м²

Предшественник	Год			В среднем
	2006	2007	2010	
1. Яровая пшеница повторно	174	185	47	135
2. Картофель	24	88	Не опред	56
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	150	60	16	75
4. Озимая рожь по скошенному клеверу	125	64	20	70
5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	162	77	20	86
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	119	70	12	67
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	99	67	25	64
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	98	66	13	58
НСР ₀₅	57	46	24	30

Таблица 4

Засоренность многолетниками посевов яровой пшеницы перед уборкой, штук/м²

Предшественник	Год			В среднем
	2006	2007	2010	
1. Яровая пшеница повторно	77	117	38	77
2. Картофель	21	25	Не опред.	23
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	33	36	10	26
4. Озимая рожь по скошенному клеверу	55	22	18	32
5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	46	38	15	33
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	22	18	10	17
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	17	20	14	17
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	44	31	9	28
НСР	31	38	8	17

Вред, наносимый сорными растениями культурным, зависит не только от количества и видового состава сорняков и их роста и развития. Последнее в значительной степени характеризуется их массой. Чем больше масса сорняков, тем больше они иммобилизуют питательных веществ и расходуют больше влаги, лишая ее культурные растения. Особо большой вред от расходования воды на

создания биомассы сорных растений культурные посевы ощущают в засушливые годы, когда влага находится в первом минимуме и, соответственно, определяет величину урожая.

В наших исследованиях яровая пшеница имела достаточно высокую массу сорняков в посеве (табл. 6, 7). Если взять сырую массу сорняков в яровой пшенице по яровой пшенице повторно перед уборкой за 100 %, то по озимой ржи по отаве клевера на сидерацию она составила 47,4 %, а по озимой пшенице по отаве клевера на сидерацию – 49,7 %. В среднем за 2006, 2007 и 2010 гг. масса сорняков при естественной влажности в посевах яровой пшеницы по яровым зерновым (1 вариант) была в 2 и более чем в три раза больше, чем по другим предшественникам. Отрицательное влияние на массу сорняков оказывало возделывание яровой пшеницы по озимым, которые сами размещались после отавы клевера на сидерацию.

Таблица 5

Масса натуральной влажности сорняков в яровой пшенице перед уборкой, г/м³

Предшественник	Натуральная влажность			
	Год			Средняя я %
	2006	2007	2010	
1. Яровая пшеница повторно	423,5	117,8	63,1	201,47
2. Картофель	79,3	35,1	Не опред.	-
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	162,7	23,7	48,0	78,13
4. Озимая рожь по скошенному клеверу	165,3	39,8	33,5	79,53
5. Озимая рожь по отаве	182,1	58,6	45,4	95,37

Продолжение табл. 5

клевера на сидерацию				
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	99,5	30,2	22,8	50,83
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	119,4	26,3	39,2	61,63
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	197,4	66,5	36,2	100,03
НСР ₀₅	137,5	33,2	36,1	71,9

По воздушно-сухой массе сорняков меньше всего их масса была у яровой пшеницы по картофелю и по озимой пшенице по клеверу на сидерацию 20,5 и 24,60 г/м³.

Масса сорняков в воздушно-сухом состоянии к уборке была самая высокая при размещении их по яровым бессменно 62 г/м³, по озимой ржи по клеверу на сидерацию 37,1 г/м³, по клеверу на зеленый корм 37,8 г/м³, по отаве клевера 30,6 г/м³.

Воздушно-сухая масса сорняков (табл. 6) перед уборкой яровой пшеницы в значительной мере коррелировала с их натуральной массой по вариантам. В среднем за три года она была на 43,1 – 60,2 выше, чем при её выращивании по другим предшественникам.

Таблица 6

Масса сорняков в яровой пшенице перед уборкой, в воздушно-сухом состоянии, г/м³

Предшественник	В воздушно-сухом состоянии				
	Год			Сред- няя	%
	2006	2007	2010		
1. Яровая пшеница по-вторно	127,3	34,9	23,2	61,80	100

Продолжение табл. 6

2. Картофель	27,9	13,1	Не опред	-	-
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	64,8	9,9	16,4	30,37	49,1
4. Озимая рожь по скошенному клеверу	59,5	15,1	11,05	28,55	46,2
5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	60,3	20,4	11	30,57	49,5
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	54,9	11,9	7,1	24,6	39,8
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	50,2	9,9	15,4	25,17	40,7
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	70,6	21,7	11,4	34,57	55,9
НСР ₀₅	40,8	10,7	10,1	16,5	

Таким образом, бессменное возделывание яровых зерновых на светло-серых лесных почвах способствует значительному росту засоренности яровой пшеницы по сравнению с размещением её по другим предшественникам. Так общее количество сорняков в посевах яровой пшеницы по яровой пшенице было в отдельных случаях в три раза выше, а чаще, более чем в 2 раза. Количество многолетников в этом варианте по сравнению с другими было до 5 раз больше, а минимально было в 2 раза больше.

На урожайность яровых зерновых большое влияние оказывают предшественники. Лучшими предшественниками для яровой пшеницы считаются культуры, после которых в почве остается много питательных

веществ – многолетние травы, чистый пар, зернобобовые, пропашные и др.

В среднем за 2006 – 2010 гг. урожайность яровой пшеницы при её повторении в посеве, а до этого на поле возделывали ячмень, составила 1,69 т/га (табл.7) и, если эту величину взять за 100 %, то урожайность её по картофелю будет – 206,5 %, по озимой пшенице, которую возделывали по клеверу луговому на сидерацию – 160,9 % , а по озимой пшенице, которая шла после клевера, убранный на корм – 143,9 %.

Лучшим предшественником яровой пшеницы в среднем за 2006 – 2010 гг. был картофель, который размещался по озимым, идущим по сидеральному горчичному пару. Второе место по урожайности яровой пшеницы было по предшественнику картофелю, который возделывали после озимых, размещаемых по чистому пару. За четыре года наблюдений урожайность яровой пшеницы по озимым, возделываемым по сидеральной горчице, была выше (в отдельные годы незначительно), чем по озимым по чистому пару.

В 2007 – 2009 гг. урожайность яровой пшеницы по озимой ржи, размещаемой по клеверу на сидерацию была выше, чем по убранный клеверу на 0,56 т/га (табл. 7). Урожайность яровой пшеницы по озимой пшенице (табл.7), которая возделывалась после клевера на зеленое удобрение (вариант 9), была в среднем за 2006 – 2010 гг. на 0,29 т/га выше, чем после озимой пшеницы, размещаемой после клевера на корм (вариант 10).

Причем как по предшественникам озимой ржи по озимой пшенице прибавка урожайности яровой пшеницы по последствию сидерации была во все годы исследований, что указывает на статистическую доказуемость этой прибавки. Предшественник озимых, запаханная в качестве сидерата отава клевера, обеспечил уровень

Таблица 7

Урожайность яровой пшеницы, т/га

Предшествен- ник	Урожайность, т/га							
	Год					Средняя за 3 г. (2007-2009 гг.)	Средняя за 4 г. (2007-2010 гг.)	Средняя за 5 л (2006-2010 гг.).
	2006	2007	2008	2009	2010			
1. Бесменно яровые зерновые, с 2006 г. повторно яровая пшеница	2,60	1,77	1,18	1,23	1,66	1,39	1,46	
2. Картофель по озимой ржи по горчице на сидерат	4,39	3,37	4,00	3,41	2,26	3,59	3,26	
3. Картофель по озимой ржи по чистому пару	-	3,07	2,97	3,38	2,05	3,14	2,87	
4. Картофель по озимой пшенице по горчице на сидерат	-	3,56	3,79	3,31	2,00	3,55	3,17	
5. Картофель по озимой пшенице по чистому пару	-	2,83	3,48	3,47	1,98	3,26	2,94	
6. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	3,17	3,02	2,40	2,85	-	2,76	-	
7. Озимая рожь по скошенному клеверу	3,26	2,26	1,71	2,62	-	2,20	-	
8. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	3,37	2,55	2,01	2,12	-	2,23	-	

Продолжение табл. 7

9. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	3,74	3,21	1,94	2,56	2,13	2,57	2,46	
10. Озимая пшеница по скошенному клеверу	3,36	2,71	1,71	2,44	1,97	2,29	2,21	
11. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	3,32	2,52	1,67	2,70	-	2,30		
НСР ₀₅	0,37	0,59	0,67	0,50	0,50	0,64		

урожайности яровой пшеницы наравне с озимыми по клеверу на корм.

Эти различия за годы исследований в среднем составили 0,39–0,23 т/га.

В среднем за 5 лет (2006–2010) урожайность яровой пшеницы при бессменном посеве яровых зерновых, а для нее при повторном возделывании, уступала ее урожайности по озимой пшенице по клеверу на зеленое удобрение на 1,03 т/га. Размещение яровой пшеницы по картофелю, возделываемого по озимой ржи по горчице на сидерат, повышало ее урожайность по сравнению с бессменным выращиванием на одном месте на 1,8 т/га или более, чем в 2 раза.

На урожайность яровой пшеницы большое влияние оказывают не только ее предшественники, но и значительно сказывается на нее последствие предшественников культур. Бессменные посевы яровых зерновых и повторные яровой пшеницы ведут к снижению ее урожайности по сравнению с лучшими ее предшественниками. Использование сидерации под предшественники яровой пшеницы позволяет получать более высокую ее урожайность, без применения в севообороте мине-

ральных удобрений и навоза. Так после картофеля, где в звене севооборота был сидеральный горчиный пар, прибавка в этом случае составила в среднем по чистому пару за 2007 – 2009 гг. (табл.7) – 8,8 – 14,3 %. А в звене, где яровая пшеница размещалась после озимых, которые возделывали после клевера на сидерат, по сравнению яровой пшеницы по озимым, которые размещали после клевера, убранного на корм эти показатели были равны 12,2 – 25,5 %.

Влияние предшественника на урожайность яровой пшеницы на освоённой залежи видно из таблицы 7. Если в отдельные годы различия урожайности статистически не доказывались, то в среднем за четыре года математически доказуемо, что урожайность яровой пшеницы по озимой пшенице была ниже, чем после яровой пшеницы что, видимо, связано с более высокой урожайностью озимой пшеницы по сравнению с урожайностью яровой пшеницы, как предшественников яровой пшеницы.

Таким образом, влияние предшественника на урожайность яровой пшеницы может быть весьма значительным, и на неё оказывает влияние не только предшественник, но и культура, которая была на поле перед возделыванием предшественника.

Список литературы

1. Баздырев, Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современной земледелии / Г. И. Баздырев. – М.: Изд-во МСХА, 1995.
2. Воробьев, С. А. Земледелие/ С. А. Воробьев, А. Н. Каштанов, А. М. Лыков, И. П. Макаров//под ред. С. А. Воробьева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527с.
3. Земледелие / под ред. А. И. Пупонина.– М: КолосС, 2000. – 552 с.

4. Никифоров, В. Л. Влияние возделывания промежуточных сидератов на урожайность яровых культур и показатели плодородия светло-серых лесных почв Нижегородской области: Автореф. дис...канд. с.-х. наук: 06.01.01 / В. Л. Никифоров. – Н. Новгород, 1999. – 11 с.

5. Туликов, А. М. Конкурентоспособность культур и засоренность их посевов./ А. М. Туликов // Земледелие. – 1985. – №4. – С. 40 – 43 .

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА НАГРЕВА ВОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С. А. Борисов, доцент кафедры «Механика» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. Актуальной становится задача использования электроэнергии для обеспечения сельскохозяйственных процессов горячей водой и регулирования теплопотребления. Применение автономных систем электротеплоснабжения в агропромышленном комплексе, позволяет снизить энергозатраты на 30 – 40 % и общие приведенные затраты на теплоснабжение на 20 – 30 % по сравнению с теплоснабжением от котельных на твердом и жидком топливе, а следовательно, снизить себестоимость продукции до 3 %.

Ключевые слова: энергозатраты, электроводонагреватель, электрические тепловые сети, животноводческие фермы.

MEANS OF HEATING OF WATER, APPLIED IN AGRICULTURE

S. A Borisov, the docent of the chair «Mechanics» the Nizhniy Novgorod State Engineering-economic Institute

Annotation. There is an actual problem of use of the electric power for maintenance of agricultural processes with hot water and regulations of heat consumption. Application of independent systems of an electroheat supply in agriculture, allows to lower power inputs on 30-40 % and the general resulted expenses for a heat supply for 20-30 % in comparison with a heat supply from boiler-houses on firm and liquid fuel and consequently to lower a net cost of production up to 3 %.

The keywords: power inputs, an electrowater heater, electric thermal networks, cattle-breeding farms.

В настоящее время приоритетным направлением технической политики в агропромышленном комплексе в условиях экономического кризиса является разработка системы оперативных и перспективных мер по насыщению сельскохозяйственных товаропроизводителей высококачественной экологически чистой и безопасной энергосберегающей техникой, создание и ускорение развития новой, более совершенной системы энергосбережения.

Структура электрических и тепловых сетей в сельском хозяйстве имеет свои специфические особенности, обусловленные профилем производства, малым или средним уровнем установленной мощности. А также функционирование сетей в условиях децентрализации потребителей.

Использование в сельскохозяйственном производстве котельных в целях обеспечения тепловых процессов весьма не экономично, так как для их эксплуатации необходим труд значительного числа дополнительного обслуживающего персонала, который составляет около 15 % работающих, а эксплуатационный КПД таких котельных, как показала практика, значительно ниже паспортных данных. Актуальной становится задача использования электроэнер-

гии для обеспечения сельскохозяйственных процессов горячей водой и регулирования теплоснабжения. Применение автономных систем электротеплоснабжения в агропромышленном комплексе, позволяет снизить энергозатраты на 30 – 40 % и общие приведенные затраты на теплоснабжение на 20 – 30 % по сравнению с теплоснабжением от котельных на твердом и жидком топливе, а следовательно снизить себестоимость продукции до 3 % .

Наиболее высокий эффект от использования электронагрева в автоматических системах для теплоснабжения животноводческих и птицеводческих сельскохозяйственных объектов достигается при уровне установленной мощности до 100 кВт.

Горячая вода находит широкое применение во многих технологических процессах сельскохозяйственного производства, начиная от санитарно-гигиенических нужд работников сельского хозяйства, до животноводства и выращивания растений.

Технологический процесс нагрева воды занимает важную роль в эксплуатации машинно-тракторного парка (МТП) в зимний период, где горячая вода необходима для прогрева ДВС и заправки их систем охлаждения, а также для мойки машин и тракторов, промывки деталей двигателей и трансмиссии в ремонтных мастерских. Для эффективного применения данных технологических операций необходимо выполнение определенных условий, таких как поддержание температуры воды на определенном заданном уровне. Так, например, для заправки систем охлаждения ДВС и промывки деталей двигателя трансмиссии вода должна иметь температуру 90 – 95 °С.

Использование горячей воды в качестве теплоносителя получило широкое применение также при выращивании сельскохозяйственной продукции в тепличном и парниковом хозяйстве, где с ее помощью проводят нагрев как пло-

доносящего грунта, так и воздуха в теплице, что способствует повышению урожайности и ускоряет созревание овощей, фруктов и цветов.

На первом месте по применению тепловой энергии находится животноводство, где она используется для обогрева помещений, приготовления кормов подогрева питьевой воды зимой, санитарно-гигиенической обработки животных, производственных помещений и оборудования, пастеризации молока и других видов первичной обработки продуктов и отходов. Наибольшее применение обогрев помещений получил на фермах крупного рогатого скота и свинофермах. За счет его применения достигается снижение падежа и выбраковки животных на 8 – 40 %, повышение продуктивности животных на 5 – 20 %, экономия кормов на 10 – 12 %.

Доля потребления электроэнергии в животноводстве в данный период составляет 65 % от общего количества потребления электроэнергии, расходуемого в сельскохозяйственном производстве на тепловые процессы.

Для сельского хозяйства характерна рассредоточенность сравнительно малых потребителей тепловой энергии на большой территории, что делает неэффективным использование централизованного теплоснабжения, как на отопление, горячее водоснабжение, так и на технологические процессы в сельскохозяйственном производстве. В связи с этим в сельской местности нашли широкое применение электронагревательные устройства малой мощности – до 30 – 40 кВт и средней – до 100 кВт.

Электронагревательные устройства очень разнообразны по своему назначению, конструктивному исполнению, габаритным размерам, мощности, а также характерным признакам, которые лежат в основе их классификации.

Проведенный анализ электронагревательных устройств по методу нагрева теплоносителя – способа преобразования электрической энергии в тепловую, и подвода ее к нагреваемому объекту выделим основные четыре группы оборудования, получившее наибольшее распространение на практике.

Нагрев сопротивлением – выделение теплоты происходит в твердых или жидких телах при прохождении электрического тока. В данном способе нагрева оборудование подразделяется на:

- косвенного нагрева, когда тепло выделяется в промежуточных специальных нагревателях, включенных в электрическую цепь, и передается от них, в соответствии с законами теплопередачи, к нагреваемому объекту;

- прямого нагрева, когда тепло выделяется непосредственно в нагреваемом объекте при прохождении электрического тока;

- индукционный нагрев с передачей электрической энергии нагреваемому объекту, помещенному в переменное электромагнитное поле, и преобразование ее в тепловую при протекании индукционных токов;

- диэлектрический нагрев с выделением теплоты в диэлектриках и полупроводниках, помещенных в переменное электрическое поле, за счет перемещения электрических зарядов при поляризации;

- высокочастотный нагрев применяется для сварки термопластичных пластмасс, сушки диэлектриков, склеиваемых материалов (пластмассы с пластмассой, пластмассы с металлом, изделий из древесины и др.) в различных отраслях промышленности.

Известны также случаи использования высокочастотного нагрева в сельском хозяйстве для сушки и предпосевной обработки лука-севка и семян овощных культур. Нагрев лука-севка позволяет за 2 – 3 минуты снизить со-

держание влаги с 83 – 85 % до кондиционного значения 78 – 80 %, при этом температура внутри луковицы не превышает 60 – 65°С. Данная обработка семян дает прибавку урожайности репчатого лука, составляет от 15 до 70 %.

Комбинированный нагрев, одновременное использование двух и более способов нагрева.

В настоящее время в сельском хозяйстве наиболее широкое распространение получили электроводонагреватели двух типов – косвенного и прямого нагрева.

К установкам с косвенным электронагревом относятся элементные и индукционные водонагреватели. Промышленностью хорошо освоен выпуск элементных водонагревателей, где в качестве источника теплоты используются трубчатые нагреватели (ТЭНы). К установкам данного типа относятся водонагреватели типа САОС, САЗС, используемые для нагрева воды на технологические и гигиенические нужды ферм и др. сельскохозяйственных комплексов.

Вышеперечисленные водонагреватели относятся к емкостным электроводонагревателям аккумуляционного типа и работают в замкнутых системах автопоения животных, раздачи воды на подмывание вымени коров, мойку молочного оборудования, отопление и т.д. Аккумуляционные водонагреватели могут потреблять электроэнергию, как в ночные, так и в дневные часы снижения нагрузки сельских электрических сетей и энергосистемы. Недостатком данных нагревателей является то, что они работают по принудительному графику в часы провала графиков электрических нагрузок с целью его выравнивания. При этом ограниченный объем нагреваемой воды, соответствующий объему резервуара электроводонагревателя, не всегда может обеспечивать технологические процессы требуемым количеством горячей воды. В таблице 1.3. представлены технические данные элементных водонагревателей серии САОС и

САЗС, а также других наиболее известных водонагревателей.

Вместимость резервуара водонагревателей серии САОС и САЗС составляет от 400 до 1600 л. Блок ТЭНов размещен в нижней части резервуара и имеет мощность от 6 до 18 кВт. Важной отличительной особенностью электроводонагревателей серии САОС и САЗС является наличие системы автоматического регулирования температуры воды в резервуаре, которая обеспечивает значительную экономию электроэнергии за счет более точной и надежной работы системы подогрева воды в целом. При подаче в резервуар холодной воды регуляторы температуры включают блок нагревательных элементов. Для обеспечения энергосбережения при работе и исключения аварийных ситуаций электроводонагреватель снабжен защитным устройством от перегрева, которое автоматически отключает подачу электроэнергии при достижении температуры воды в резервуаре + 95 °С.

В результате температура воды автоматически поддерживается на заданном технологическом процессе уровне. Отбор горячей воды происходит из верхнего патрубка вытеснением ее из резервуара под давлением холодной воды, поступающей из водопровода, подведенного к нижней части резервуара. На случай аварийных режимов электроводонагреватели САОС и САЗС снабжены пружинным клапаном, который срабатывает при увеличении давления воды в резервуаре выше 0,4 МПа, а для предотвращения обратного хода воды линия раздачи оснащена обратным клапаном.

Электроводонагреватели типа САОС и САЗС работают при питании от сети переменного тока напряжением 380/220 В со стандартной частотой 50 Гц. Высокий КПД рассматриваемых электроводонагревателей достигается тем, что все тепловые потери сведены к минимуму, так как

блок ТЭНов находится непосредственно в нагреваемой среде .

Для элементных (ТЭНовых) электроводонагревателей характерно обязательное наличие пускорегулирующей и аварийной аппаратуры , так как температура поверхности ТЭНа значительно превышает температуру кипения воды. Данная аппаратура собирается в шкафу управления, стоимость которого, в настоящее время, соизмеримо со стоимостью самого электроводонагревателя, а в некоторых случаях превосходит ее. Также к недостаткам данных устройств можно отнести:

1) высокую удельную нагрузку на поверхности ТЭНа – до 10 Вт/см^2 , что в условиях нагрева воды до $95 \text{ }^\circ\text{C}$ приводит к интенсивному отложению накипи на них и быстрому выходу из строя, вследствие ухудшения теплопередачи и значительном перегреве;

2) низкую надежность;

3) изготовление ТЭНов – довольно сложный технологический процесс, требующий специального оборудования и дефицитных дорогостоящих материалов: нержавеющей стали, никрома, меди, что делает их неремонтопригодными в условиях потребителя;

4) регулирование мощности осуществляется с помощью терморегулирующей аппаратуры, что также не лучшим образом сказывается на надежности системы нагрева воды в целом;

5) эксплуатация данной системы обязательно требует присутствия высококвалифицированного обслуживающего персонала, необходимого для ремонта системы автоматического регулирования.

Другими представителями семейства устройств косвенного нагрева являются индукционные электроводонагреватели.

В настоящее время индукционные нагреватели промышленностью не освоены. Однако в связи с простотой его конструкции некоторые хозяйства собственными силами изготавливают и эксплуатируют данные устройства.

Принципиальное отличие индукционного водонагревателя заключается в том, что вода в нем нагревается вихревыми токами Фуко, образующимися в переменном магнитном поле, которое создается тремя индукционными катушками. При подаче 3-х фазного напряжения 380/220 В начинается активный разогрев металлических корпусов (магнитопроводов) индукционных катушек, от которых происходит теплоотдача нагреваемой воде.

Индукционные водонагреватели подразделяются на устройства с магнитопроводом и без магнитопровода; по ориентации основного магнитного потока относительно нагреваемого объекта – с продольным и поперечным магнитным потоком. А также индукционные устройства могут быть подразделены в зависимости от частоты тока, питающего обмотку индуктора.

Однако широкого применения индукционные водонагреватели не получили в связи с тем, что их изготовление требует больших затрат черных и цветных металлов на единицу мощности и они имеют низкий коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,8$ и сравнительно низкий КПД.

К типу нагревателей прямого действия относятся электродные электроустановки. Принцип действия этих водонагревателей основан на непосредственном выделении тепла в нагреваемой воде при прохождении через нее электрического тока. Данные нагреватели просты по конструкции, в изготовлении и ремонте, не требуют для изготовления дефицитных материалов. Наибольшее распространение они получили в системах отопления, так как в нагревателе под воздействием электрического тока вода приобретает неприятный запах, привкус и теряет прозрачность. В

связи с этим органами санэпиднадзора данную воду не рекомендуется использовать на бытовые нужды. Для устранения данного явления необходимо системы горячего водоснабжения оборудовать дополнительным теплообменником.

Вода, как электропроводник, имеет обратный температурный коэффициент сопротивления, то есть при ее нагреве электрическое сопротивление уменьшается, ток, проходящий через нее, возрастает и, соответственно, мощность нагрева увеличивается и достигает максимума перед закипанием. В связи с этим, к электродным нагревателям предъявляются еще более жесткие требования по поддержанию температурного режима нагрева и защиты от перегрева. В схемах управления предусматриваются рабочий и аварийный термодатчики, а также реле потока, отключающее нагреватель при отсутствии циркуляции воды через него.

Основным недостатком электродных установок является их чувствительность к отложению накипи на поверхностях электродов, которая уменьшает мощность нагрева. Также к недостаткам можно отнести необходимость применения дорогостоящих электрических шкафов управления с пускорегулирующей и аварийной аппаратурой.

Однако на основе прямого нагрева, возможно, построить гидравлически регулируемый способ нагрева. Основная его идея заключается в том, что тепло в виде пара, вырабатываемого электродным источником тепла, через стенки теплообменника передается нагреваемой воде. В зависимости от температуры нагреваемой воды скорость конденсации пара меняется, его давление изменяется и оно, действуя на воду, меняет ее уровень в парогенераторе, оголяя или погружая электроды, за счет чего и меняется его мощность. Простота и оригинальность такого способа нагрева привлекает многих, о чем свидетельствует большое

число авторских свидетельств и патентов. Однако логического завершения в разработке таких нагревателей до сих пор нет. Промышленностью данные нагревательные устройства также не освоены.

Основное достоинство данных нагревателей в том, что они способны к авторегулированию без применения термореле и магнитных пускателей, а так же, ввиду того, что температура на стенках теплообмена не превышает 100°C , нет опасности закипания нагреваемой воды, что повышает безопасность работы нагревателя. Также достоинствами данного способа нагрева являются: простота нагревательного устройства, надежность в работе, ремонтпригодность и отсутствие дефицитных материалов.

Основной недостаток таких парогенераторных источников тепла заключающийся в увеличенной металлоемкости и громоздкости, обусловленной необходимостью применения теплообменной поверхности достаточно больших размеров, составляющей по нашим данным $9/ F_{\text{уд}} = 0,039 \text{ м}^2/\text{кВт}$, в связи с этим данные устройства эффективны при небольшой мощности – до 12кВт для использования в емкостных электроводонагревателях.

Список литературы

1. Дацков, И. И. Электрические нагревательные устройства. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 96с.
2. Грошев, В. Н. Эксплуатация электрооборудования ферм. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 79с.
3. Баханов, Ю. М. Оборудование и пути снижения энергопотребления систем микроклимата. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 232с.
4. Шогенов, А. Х. Монтаж электрооборудования на фермах. – М.: Агропромиздат, 1991. – 256с.
5. Белехов, И. Г. Механизация и электрификация животноводства. – М.: Колос, 1984. – 400 с.

6. Белехов, И.Г. Механизация и электрификация животноводства. – М.: Колос, 1979. – 384 с.

7. Сырых, Н. Н. и др. Техническое обслуживание электрооборудования в сельском хозяйстве. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 224с.

8. Сырых, Н. Н. Эксплуатация сельских установок. М.: Агропромиздат, 1986. – 255 с.: ил.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ РАССОЛА ПРИ ПОСОЛКЕ СЫРОВ

Е. А. Денисюк, заведующая кафедрой Механизации переработки продукции животноводства, профессор, к.т.н., почетный работник высшего профессионального образования РФ;

И. А. Носова, доцент кафедры Механизации переработки продукции животноводства, ФГОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, инженерный факультет»

Аннотация. Рассмотрены проблемы интенсификации производства сыра и разработки ресурсосберегающих технологий. Рассмотрены особенности посолки сыров, влияние микробиологических показателей рассола на качество и выход сыров. Приведен анализ существующих способов подготовки и восстановления рассола. Предложен ресурсосберегающий способ обработки рассола с целью увеличения сроков его хранения и снижения энергозатрат.

Ключевые слова: сыроделие, посолка сыра, регенерация рассола

THE RESOURCE CONSERVATION WAY OF PROCESSING OF THE BRINE AT SALTING CHEESES

E. A. Denisuk, the candidate of technical sciences, the professor, the manager of the chair «Mechanization of processing of production of animal industries», the honourable worker of the maximum vocational training of the Russian Federation;

I. A. Nosova, the docent of the chair «Mechanization of processing of production of animal industries», engineering faculty, the Nizhniy Novgorod state agricultural Academy

Annotation. Problems of an intensification of manufacture of cheese and development resource conservation technologies are considered. Features of salting cheeses, influence of microbiological parameters of brine on quality and an output of cheeses are considered. The analysis of existing ways of preparation and restoration of brine is resulted.

It is offered a resource conservation way of processing of brine with objective of an increase of timeframes of its storage and decrease in power inputs.

The keywords: cheese production, cheese salting, cheese regeneration.

Потребление сыра характеризует социальное благополучие жителей любой страны. Поэтому для производителей сыров вопрос применения интенсивных технологий становится актуальным.

Интенсификация производства сыра – это комплексное воздействие биохимических и технологических факторов на весь процесс выработки сыра. Важно не только получить характерный вкус сыра за короткое время, но и сохранить его в течение всего срока годности продукта [2].

В последние годы практически все разработки ГНУ ВНИИМС направлены на ресурсосбережение, интенсифи-

кацию производства, повышение эффективности и увеличение объемов продуктов маслodelия и сыроделия, улучшение их качества и обеспечение безопасности. Ведется работа по созданию нового системного подхода к организации процесса посолки на сыродельном предприятии, включая исследования физико-химических характеристик и микробиологического состояния рассола на разных этапах его использования. Исследуется влияние данных характеристик на качество и выход сыров и сырных продуктов; проводятся сравнительные исследования способов очистки, обеззараживания, приготовления и регенерации рассола. Пересмотр технических и технологических подходов к вопросу посолки сыров позволит предотвратить целый ряд пороков сыров, причиной которых является устаревшая технология посолки [4].

Посолка сырной массы – важный этап в технологии производства сыров, в значительной степени определяющий формирование их видовых особенностей и качественных показателей. Наиболее распространенный на сыродельных заводах способ посолки сыров – выдержка их в течение определенного времени в растворе поваренной соли с концентрацией 18 ... 23 %. Поэтому контроль за микробиологическим состоянием рассола играет важную роль для гарантии качества сыра. В связи с этим к рассолу предъявляют определенные требования по химическому составу и микробиологической чистоте [5].

При приготовлении свежего рассола, а также при его повторном использовании, рассол перед посолкой необходимо подвергать определенной обработке (регенерации), обеспечивающей необходимую степень его очистки от микрофлоры и требуемый химический состав.

Для подготовки рассола, а также для его регенерации после посолки применяются различные методы очистки от имеющихся в нем загрязнений: механические, химические,

физические, тепловые, мембранные. В связи с этим разработаны и применяются в настоящее время в сыроделии три основных способа регенерации рассола.

Первый способ – восстановление с раскислением, отстаиванием, пастеризацией (традиционный). Второй – восстановление с помощью использования кизельгур-фильтрации. Третий – мембранные методы восстановления рассола.

Самым затратным способом регенерации рассола является пастеризация. Через 5 лет эксплуатации экономические потери перекроют выгоду от более дешевого оборудования по сравнению с мембранными установками, а через год эксплуатации будут сравнимы с ними. Затраты можно сократить и при традиционном способе восстановления рассола, если не использовать систему непрерывной очистки, а увеличить, например, объем рассола, количество бассейнов соответственно; не проводить охлаждение рассола в потоке, а охлаждать в бассейне естественным путем и т.д. [3]. Кизельгур-фильтрация и микрофильтрация имеют преимущества по сравнению с первым способом. Однако для их осуществления необходимо наличие больших производственных площадей соляных отделений, их выгодно применять при больших объемах производства сыров. Таким образом, выбирать способ необходимо конкретно для условий своего производства.

Поэтому в условиях малых перерабатывающих предприятий предпочтительно применять первый способ подготовки и регенерации рассола. Пастеризацию, как вид тепловой обработки, обычно осуществляют в аппаратах косвенного нагрева при помощи различных теплоносителей: пара, горячей воды, нагретого воздуха, электрического тока. Большинство конструкций пастеризаторов косвенного нагрева имеют пониженный КПД и

высокую энергоемкость. Приоритетными направлениями работ по совершенствованию и созданию новых пастеризационных установок являются снижение энергоемкости теплообменных процессов, минимизация их геометрических параметров, снижение стоимости.

Для решения поставленных задач предложена установка приготовления и регенерации рассола для посолки сыров, в состав которой входит кавитационный теплогенератор. Процесс нагревания среды в кавитационной трубе объясняется тем, что с наступлением кавитации за счет образующихся при этом пузырьков воздуха значительно возрастает поглощение звука в жидкости, сопровождающееся выделением тепла [1].

На рис. 1 предложена схема установки приготовления и регенерации рассола для посолки сыров с использованием кавитационного теплогенератора.

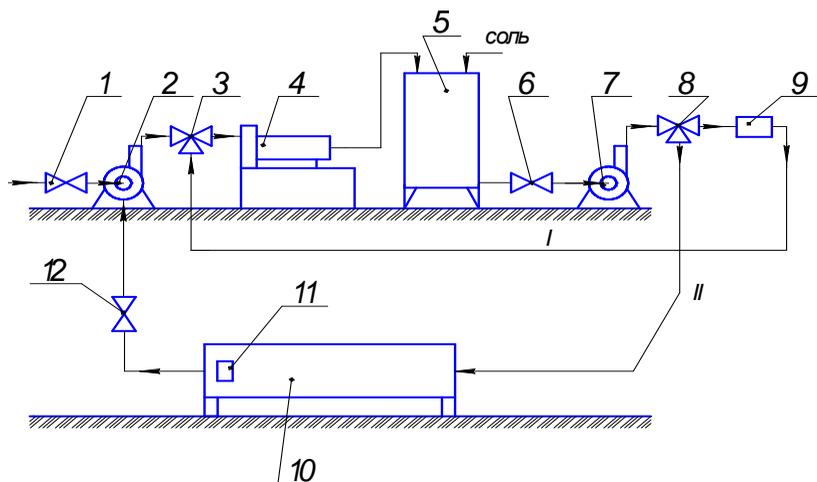


Рис. 1. Схема установки приготовления и регенерации рассола для посолки сыров:

1, 6, 12 – проходной кран; 2, 7 – центробежный гидравлический насос; 3, 8 – трехходовой кран; 4 – кавитационный теплогенератор; 5 – резервуар; 9, 11 – фильтр для очистки рассола; 10 – соляной бассейн

Данная установка в режиме приготовления рассола будет работать следующим образом. Центробежным насосом 2 подают чистую питьевую воду в кавитационный теплогенератор 4, где подогревают до температуры $80 \pm 10^\circ\text{C}$. Подогретую воду направляют в резервуар 5, куда также подают пищевую неполированную соль не ниже I сорта и перемешивают. Нагретый насыщенный раствор поваренной соли оставляют в резервуаре 5 для отстаивания. Полученный раствор очищают путем фильтрования в фильтре 9. Пастеризуют свежеприготовленный рассол при его циркуляции по замкнутому контуру I до достижения температуры $85 \pm 5^\circ\text{C}$. Затем охлаждают рассол до температуры $10 \pm 2^\circ\text{C}$ в резервуаре 5, снабженном теплообменной рубашкой, при этом периодически включая мешалку. Охлажденный рассол направляют в бассейн 10 для посолки сыра.

Восстановление (регенерация) «отработанного» рассола происходит следующим образом. По окончании процесса посолки из соляного бассейна 10 извлекают сырные головки. С помощью центробежного насоса 2 подают «отработанный» рассол через кавитационный теплогенератор 4 в резервуар 5, очищая его предварительно от механических примесей в фильтре 11. В резервуар 5 вносят необходимое количество извести или мела в измельченном виде и тщательно перемешивают их с «отработанным» рассолом мешалкой резервуара 5 и оставляют в покое на 1 сутки для раскисления.

Закрывают кран 12, отключают насос 2, переключают трехходовой кран 3 на подачу рассола к кавитационному

теплогенератору 4, открывают кран 6, переключают трехходовой кран 8 на подачу рассола к фильтру 9 и включают центробежный насос 7. При этом перемешанный с известью или мелом «отработанный» рассол будет циркулировать по замкнутому контуру I и нагреваться до температуры 80 ± 10 °С кавитационным теплогенератором 4. Нагретый рассол дополнительно насыщают поваренной солью до предельной концентрации, затем пастеризуют при температуре 85 ± 5 °С и охлаждают при отключенном насосе 7 до температуры 10 ± 2 °С в резервуаре 5, снабженном теплообменной рубашкой, периодически включая мешалку в резервуаре 5. Затем переключают трехходовой кран 8 на подачу рассола в контур II, включают насос 7 и перекачивают охлажденный рассол в соляный бассейн 10.

Таким образом, использование предложенной установки при приготовлении свежего рассола и регенерации «отработанного» позволит проводить более глубокую его обработку, увеличивая сроки его хранения и использования, снижая расход энергоносителей. При этом уменьшается себестоимость сыра, что является немаловажным фактором в условиях современного рынка пищевых продуктов. Применение данного способа регенерации позволит сократить расход поваренной соли и питьевой воды, уменьшить износ канализационных сетей сыродельных предприятий за счет уменьшения объема соленых сточных вод, что также благоприятно скажется на защите окружающей среды и улучшит показатели экологической безопасности производства и предприятия в целом.

Список литературы

1. Иванов, Е. Г. и др. к вопросу применения процесса кавитации при обработке молока в условиях малых сельскохозяйственных предприятий [Текст] / Е. Г. Иванов, Е. А. Денисюк, И. А. Носова // Ресурсосберегающие технологии технические средства в агропромышленном комплексе: материалы международной научно-практической конференции. Н.Новгород, 20 – 22 января 2010 г. – Н.Новгород: Нижегородская ГСХА, 2010. – С. 300 – 306.

2. Мордвинова, В. А. Интенсивные технологии сыроделия – это актуально [Текст] / В. А. Мордвинова // Переработка молока. – 2010. – №2. – С. 24 – 25.

3. Мордвинова, В. А. Посолка полутвердых сыров [Электронный ресурс] / В. А. Мордвинова // Электрон. журн. – 2010. – 18 окт. – Режим доступа: <http://www.produkt.by/Tags/show/65>.

4. Ожгихина, Н. Н. Новые разработки ВНИИМС в области сыроделия и маслоделия [Текст] / Н. Н. Ожгихина // Переработка молока. – 2008. - №12. – С. 10–12.

5. Свириденко, Г. М. Может ли быть рассол источником обсеменения продуктов опасными микроорганизмами? [Текст] / Молочная промышленность. – 2008. – №9. – С. 23.

ВЛИЯНИЕ ДЕФРОСТАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА КАЧЕСТВО ГОТОВОГО ПРОДУКТА

Н. В. Кенийз, аспирантка кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского ГАУ;

Н. В. Сокол, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского ГАУ, канд. с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния пектина как криопротектора на реологические свойства теста и физико-химические показатели качества хлеба. Полученные данные позволяют рекомендовать пектин в технологии хлеба из замороженных полуфабрикатов.

Ключевые слова: криопротектор, пектин, дрожжи, тестовые полуфабрикаты, хлеб.

INFLUENCE ДЕФРОСТАЦИИ IN TECHNOLOGY OF BREAD FROM THE FROZEN SEMIFINISHED PRODUCTS ON QUALITY OF A READY PRODUCT

Kenijz N., graduate student of faculty of technology of storage and processing crop production Kuban State Agrarian University;

Sokol N., the professor of faculty of technology of storage and processing crop production Kuban State Agrarian University, the candidate of agricultural sciences

Annotation. The results of research of pectin's influence as cryoprotector on rheological properties of the test and physical and chemical indicators of quality of bread are presented in article. Received dates allow to recommend pectin in the cryogenic production technology of bread.

Key words: cryoprotector, pectin, yeast, test semi-finished products, bread.

Последние годы характеризуются интенсивными исследованиями отдельных аспектов технологии приготовления хлебобулочных изделий, получаемых из замороженных полуфабрикатов хлебопекарного

производства и получаемых из них готовых изделий.

Однако во время замораживания тестовых полуфабрикатов происходит денатурация и агрегация белков, вызывающих потерю функциональных свойств, происходит гибель дрожжевых клеток вследствие образования кристаллов льда. Так же при заморозке происходит потеря влаги. Поэтому замораживание при производстве хлебобулочных изделий, может осуществляться с добавлением различных криопротекторов.

На производство замороженного теста с требуемыми сроками хранения влияет сочетание двух факторов, первым из которых является сохранение жизнеспособности и активности дрожжей в процессе обработки замороженного теста. Процессы, происходящие при охлаждении дрожжевых клеток, и механизм действия растворов или их концентрация и воздействия вторичной кристаллизации ответственные за повреждение и разрушение клеток. Вторым фактором является ухудшение газодерживающей способности замороженного теста. Здесь, важно отметить, что физико-химические изменения, связанные с воздействием отрицательных температур, могут воздействовать и на другие структурные компоненты теста, особенно на белки муки. Также на структуру и газодерживающую способность теста влияют свойства клейковины – гидратированных белков пшеничной муки. Уникальные упругопластичные свойства клейковины формируются при замесе в результате взаимодействия с белками муки. В приготовлении замороживаемого теста особенно важны стадия замеса и последующие механические операции, которые возможно, более важны, чем при традиционном приготовлении хлеба, поскольку образование и изменение клейковины происходит только во время этих операций. В отличие от

традиционных способов хлебопекарного производства при использовании замораживания отсутствует возможность исправить реологические дефекты теста последующей механической обработкой после замораживания тестовых заготовок. Короче говоря, приготовленные к замораживанию полуфабрикаты должны обладать оптимальными реологическими свойствами, а также иметь полностью сформированную клейковину. Эти свойства позднее отразятся на продолжительности созревания теста и показателях качества конечного изделия – главным образом на удельном объеме, структуре и текстуре мякиша, а также внешнем виде хлеба. В этом отношении требования к свойствам теста для замораживания выше, чем к другим видам теста хлебобулочных изделий. Оно должно быстро сбраживаться, что выражается в относительно короткой длительности созревания, и производимый из него конечный продукт должен обладать большим удельным объемом.

При внесении пектина свойства клейковины улучшаются, об этом говорит показатель силы муки. В исследованиях использовали прибор Альвеограф фирмы Chopin, который позволяет определить силу муки. В контрольном образце сила муки была 227 е.а. При добавлении пектина этот показатель улучшился, с увеличением дозировки от 0,5 до 2,0 % на 8 ед., 12 ед., 11 ед., таблица 1. Упруго-эластичные свойства характеризуются показателем отношения P:L, лучшие варианты отмечены при внесении пектина в дозировках 1,0; 1,5; 2,0 %

Для определения влияния пектина на показатель – сила муки, по альвеограмме, был использован регрессивный анализ, в результате получено уравнение, адекватно описывающее зависимость. Графическая интерпретация представлена на рисунке 1.

Таблица 1

Изменение показателей силы муки при внесении пектина

Альвеограф			
Образец	Сила	Максимальное избыточное давление, мм	Отношение P:L
Контроль	227	71	0,70
Контроль+ Пектин 0,5%	235	70	0,67
Контроль+ Пектин 1%	247	83	1,01
Контроль+ Пектин 1,5%	245	95	1,40
Контроль+ Пектин 2%	258	103	1,56

Уравнение регрессии, описывающее зависимость представляет полином третьей степени, коэффициент корреляции в этом случае равен 0,944, поэтому на основании уравнения можно сделать заключение, что внесение пектина, положительно сказывается на упруго-эластичных свойствах теста.

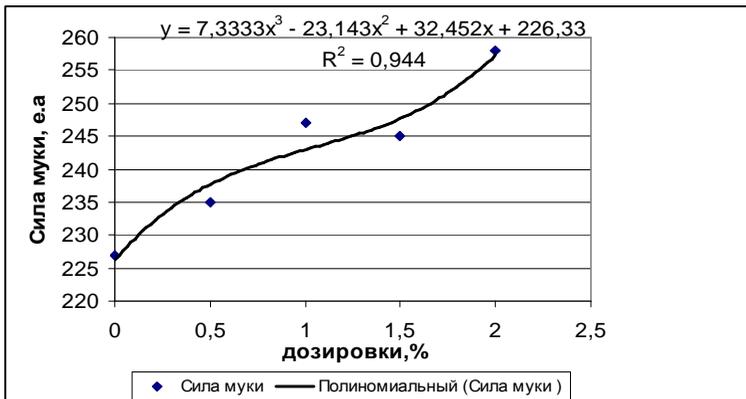


Рис. 1. Зависимость силы муки от дозировки пектина
Как показали исследования, размораживание и

расстойка полуфабрикатов хлебобулочных изделий имеет свои особенности.

Замороженное тесто перед проведением расстойки необходимо разморозить. Этот процесс может проходить в различных температурно-временных условиях. В исследовании по определению оптимальных условий размораживания сравнивались два режима: первый – расстойка в условиях цеха, второй – расстойка в СВЧ, рисунок 2.

Были заморожены 8 образцов дрожжевого теста без предварительной расстойки: 2 контрольных, 2 с добавлением пектина, 2 с добавлением сорбита и 2 с добавлением фруктозы, в количестве 1,5 % к массе муки.



Рис. 2. Влияние дефростации на качество полуфабрикатов (дефростация в СВЧ: 1 – с добавлением пектина; 2 – с добавлением сорбита; 3 – с добавлением фруктозы; 4 – контрольный образец; дефростация в условиях цеха; 5 – с добавлением пектина; 6 – с добавлением сорбита; 7 – с добавлением фруктозы; 8 – контрольный образец)
При дефростации в СВЧ в тесте с добавлением

пектина быстрее и интенсивнее начался процесс брожения, по сравнению с другими образцами, ускорился процесс расстойки, по сравнению с дефростацией в условиях цеха.

Продолжительность расстойки замороженных тестовых заготовок после размораживания существенно больше, чем у традиционного теста, что связано с двумя факторами: более низкой температурой размороженных заготовок, помещаемых в расстойный шкаф, и определенным снижением газодерживающей способности теста и активности дрожжей под влиянием процесса замораживания. Чтобы компенсировать их влияние, расстойка производится при повышенной температуре – 32 °С для хлеба и до 42 °С – для небольших изделия (например, детской сдобы при относительной влажности 75 %). Причиной неравномерного брожения и вследствие этого – перерасстоявшихся внешних слоев теста и недорасстоявшейся центральной части, может быть большой температурный градиент в тесте для хлебобулочных изделий. Применение более высокой относительной влажности 85 – 90 % по сравнению с традиционной 75 % может приводить к появлению на корке выпеченных изделия пузырей и светлых пятен.

Расстойка замороженных полуфабрикатов размороженных в СВЧ была меньше по времени и составляла 35 – 40 минут, в сравнении с расстойкой в условиях цеха, которая длилась 85 – 90 минут. В готовых выпеченных изделиях проводилась сравнительная характеристика физико-химических показателей качества, таблица 2.

Также была проведена сравнительная характеристика органолептических показателей качества, данные представлены на рисунке 3.

Полученные данные показали, что хлеб с введением

Таблица 2

Физико-химические показатели качества хлеба

Наименование показателя	Дефростация в СВЧ				Дефростация в условиях цеха			
	Кон - троль	С пек- тино м	С сор- бито м	С фрук- тозой	Конт - роль	С пек- тино м	С сор- бито м	С фрук- тозой
Влаж- ность мякиша, %	42,4	43,0	43,5	42,3	41,6	40,0	40,5	41,5
Кислот- ность мякиша, град	1,6	1,6	1,4	1,6	1,6	1,4	1,6	1,6
Порис- тость мякиша, %	77,1	81,4	78,6	77,0	77,4	78,2	73,8	74,8

пектина в тесто выделяется из всех вариантов эксперимента, как по органолептическим показателям – внешнему виду, поверхности, цвету, состоянию мякиша, пористости, виду, запаху, так и по физико-химическим показателям – влажности, кислотности, пористости.

Комплексная оценка качества хлеба из замороженных полуфабрикатов с криопротекторами такими, как сорбит, фруктоза, пектин, позволила выявить преимущества пектина в технологии приготовления хлеба из замороженных полуфабрикатов. За счет функциональных свойств пектина удается обеспечить жизнедеятельность дрожжевых клеток и хорошее качество готового хлеба.

Проделанная работа нашла практическое применение. Были разработаны нормативные документы на производство хлеба «Зимний», которые позволили выработать партию хлеба в условиях пекарни КНИИСХ.



Рис. 3. Готовые изделия (дефростация в СВЧ:
1 – с добавлением фруктозы; 2 – контрольный образец; 3 –
с добавлением пектина; 4 – с добавлением сорбита; 5 – с
добавлением фруктозы; 6 – контрольный образец; 7 – с
добавлением пектина; 8 – с добавлением сорбита)

Применение и внедрение в хлебопекарную отрасль технологии замораживания тестовых заготовок позволит наладить производство свежего хлеба в супермаркетах и снабжать население всегда свежей продукцией.

Список литературы

1. Донченко, Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л. В. Донченко. – ДеЛи, 2000. – С. 255.
2. Илюхин, В. В. Физико-технические основы криоразделения пищевых продуктов / В. В. Илюхин. – М.: Агропромиздат, – 1990. – С. 350.
3. Кульп, К. Производство изделий из замороженного теста / К. Кульп, К. Лоренц. – Санкт-Петербург: изд-во Профессия, – 2005. – С. 285.
4. Чижов, Г. Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов / Г. Б. Чижов. – Москва, – 1979. – С. 265.

5. Шамкова, Н. Т. Связывающая способность пектиносодержащих пищевых систем / Н. Т. Шамкова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006 № 5. – С. 20 – 25.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ПРОМЫВКИ МОЛОКОПРОВОДА

В. В. Кирсанов, д.т.н., профессор ФГОУ «Российская государственная сельскохозяйственная академия»;

В. Ю. Матвеев, аспирант, старший преподаватель кафедры «Организация и технология ремонта машин» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. На процесс мойки оказывают влияние различные факторы, наиболее естественным является гидромеханический. Для снижения затрат на мойку предлагается использовать устройство для очистки с активными рабочими органами, расчет которого представлен в работе. Расчет произведен на основе теории осевых вентиляторов.

Ключевые слова: интенсификация промывки, приводной элемент, воздушный поток, скорость потока, осевой вентилятор

BACKGROUND OF PARAMETERS OF THE HYDROMECHANICAL ARRANGEMENT OF WASHING MILK CONDUCTOR

V. V. Kirsanov, the doctor of technical sciences, the professor FGOU «The Russian state agricultural Academy»;

V. Y. Matveev, the post-graduate student, the senior

teacher of the chair «The Organization and technology of car repair» the Nizhniy Novgorod State Engineering-economic Institute

Annotation. Process of a sink is influenced with the various factors, the most natural is hydromechanical. For decrease in expenses for a sink it is offered to use an arrangement for clearing with active working bodies which calculation is presented in work. Calculation is made on the basis of the theory of axial fans.

The keywords: an intensification of washing, an driving element, airflow, speed of a stream, the axial fan.

Важнейшим фактором процесса мойки являются: гидродинамический фактор, стабилизация температурного режима, использование поролоновых пыжей.

Рассмотрим подробнее интенсификацию гидромеханического фактора очистки. Одним из перспективных методов интенсификации является разработка устройства с вращающимися рабочими органами.

Теоретически данное устройство может быть рассчитано на основе теории осевых вентиляторов и винтовых двигателей, создающих воздушный поток вращающимся винтом. В рассматриваемом нами случае решается обратная задача, когда приводной элемент, воспринимая воздушный поток, заставляет вращаться чистящее устройство (пыж), имеющее внутренние каналы для отвода воздуха. При этом «пыж» под действием перепада давлений совершает также поступательное движение по трубопроводу. В этом случае расход моющего раствора нужен только для «смазывающего» эффекта, которое будет вращаться вместе с пыжом, совершая винтовое движение и эффективно очищая

внутреннюю поверхность молокопровода.

Воздушный поток «Q» (рис. 1) воздействует на приводной элемент (1), выполненный в виде лопастного вентилятора создает вращательный момент « $M_{вр}$ », который через соединительное звено (2), приводит во вращательное движение устройство очистки – пыж (3), в котором выполнены внутренние каналы для прохода воздушного потока. Очевидно, что справа от устройства в трубопроводе действует вакуумметрическое давление $P_{вак}$, а слева устройства конца трубопровода будет атмосферное давление $P_{атм}$. Скорость воздушного потока, поступающего на приводной элемент, будет пропорциональна разности давлений ($P_{атм} - P_{вак}$).

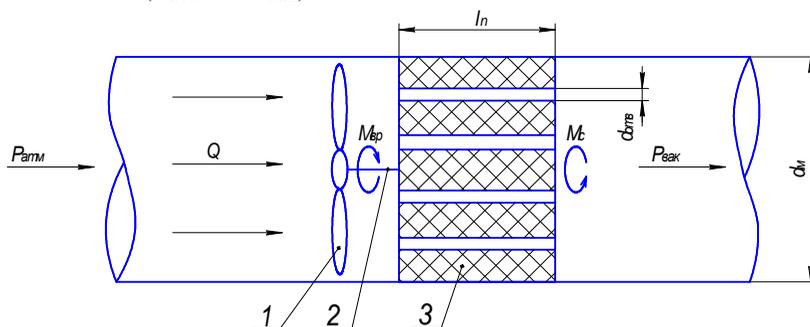


Рис. 1. Схема расчета устройства очистки молокопровода:
1 – приводной элемент; 2 – соединительное звено;
3 – устройство очистки

Условное вращение потока запишется следующим образом:

$$M_{вр} \geq M_c, \quad (1)$$

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

Рассмотрим сначала $M_{вр}$. Приводной элемент представляет собой рабочее колесо вентилятора (турбины),

поэтому его расчет целесообразно вести на основе теории осевых вентиляторов [1], основы которой были заложены Н. Е. Жуковским, который предположил, что обтекание замкнутой кольцевой решетки профилей вентилятора расположенной на поверхности цилиндра, цилиндрическим потоком происходит так же, как обтекание соответствующей ей бесконечной плоской решетки плоскопараллельным потоком. Эту гипотезу ученый подтвердил опытом. Исходя из вышесказанного, изучение обтекания лопаточных венцов осевого вентилятора в основе своей сводится к рассмотрению плоских решеток.

Подробнее рассмотрим геометрические параметры, характеризующие решетку профилей и поток.

Одинаковые профили в решетке (рис. 2) расположены друг от друга на равных промежутках и установлены под одинаковым углом к фронтальной линии решетки. Линия, перпендикулярная к фронтальной линии, называется осью решетки. Расстояние между сходственными точками соседних профилей называется шагом решетки t ; угол наклона профиля, под которым понимается наклон его хорды b к фронту решетки, – углом установки θ_r . Иногда удобно пользоваться геометрическим выносом решетки (β_r – углом наклона профиля к оси решетки. Профиль характеризуется: средней линией, равноотстоящей от верхней и нижней границ профиля; хордой b , которая представляет собой прямую, стягивающую среднюю линию; углом изгиба профиля $\varphi_1 + \varphi_2$; стрелой прогиба f ; максимальной толщиной c ; положением стрелы прогиба xf и мака мяльной толщины xc . Линейные параметры профиля и решетки принято выражать в долях хорды: $\bar{c} = c:b$ – относительная толщины профиля; $\bar{f} = f:b$ – относительная вогнутость профиля; $\bar{x}_c = x_c:b$ – положение

максимальной толщины вдоль хорды; $\overline{x_f} = x_f:b$ – положение максимальной стрелы прогиба вдоль хорды; $\overline{t} = t:b$ – относительный шаг решетки. Удобнее пользоваться не относительным шагом \overline{t} , а обратной величиной - густотой решетки $g' = b:t$.

Поток, обтекающий решетку, характеризуется величиной и направлением скорости, давлением и плотностью в различных сечениях. Направление потока будем задавать как относительно фронтальной линии и оси решетки, так и относительно самого профиля.

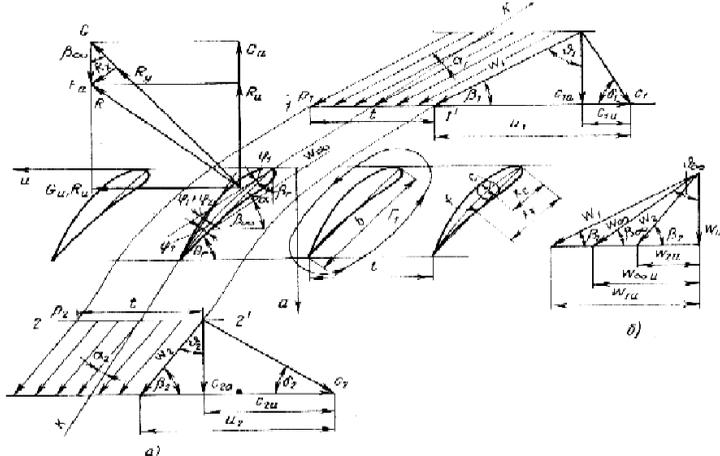


Рис. 2. Параметры решетки профилей и потока:
 а – треугольники скоростей и силы, действующие на профиль в решетке; б – совмещенные треугольники скоростей в решетке рабочего колеса в относительном движении

Обозначим сечения, параллельные фронтальной линии: далеко перед решеткой 1–1', далеко за ней – 2–2'.

Введем следующие обозначения (рис. 2): ω_1 –

скорость потока при входе в решетку; β_1, v_1 – угол входа потока в решетку – угол между направлением скорости ω_1 и фронтальной линией или осью решетки, соответственно $\beta_1 + v_1 = 90^\circ$; α_1 – угол атаки при входе в решетку – угол между направлением скорости и касательной к средней линии в носике профиля; ω_2 – скорость потока при выходе из решетки; β_2, v – угол выхода потока из решетки – угол между направлением скорости ω_2 и фронтальной линией или осью решетки, соответственно $\beta_2 + v_2 = 90^\circ$; $\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = v_1 - v_2$ – отклонение потока в решетке; α_2 – угол отставания потока от касательной к средней линии в хвостике профиля; ω_∞ – средняя векторная скорость, равная полусумме векторов ω_1 и ω_2 ; β_∞, v_∞ – углы притекания средней скорости (углы между скоростью и фронтальной линией или осью решетки соответственно), $\beta_\infty + v_\infty = 90^\circ$; α – угол атаки профиля в решетке – угол между направлением средней скорости ω_∞ и хордой; p_1 и p_2 – статическое давление соответственно в сечениях 1–1' и 2–2'. В теории решеток обычно пользуются углами с осью решетки.

Относительная скорость ω_1 вместе с переносной скоростью u_1 и абсолютной скоростью c_1 образуют треугольник скоростей на входе на вращающееся рабочее колесо. Аналогичные скорости образуют треугольник скоростей за рабочим колесом (рис. 2, а).

Выведем уравнение Бернулли из закона сохранения энергии. Выделим сечениями 1–1' и 2–2', расположенными далеко перед лопатками вентилятора и за ними, элементарную кольцевую струю толщиной dr , ограниченную радиусами r_1 и r_2 (рис. 3).

Энергия dE , подведенная в абсолютном движении элементами dr лопаток рабочего колеса к элементарному секундному объему воздуха dQ , равна сумме секундной работы сил давления $dE_{\text{дав}}$, приращения кинетической

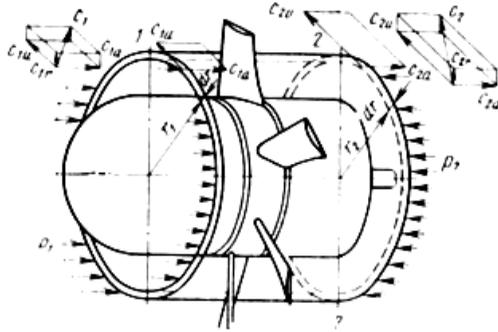


Рис. 3. Кольцевая струйка в проточной части вентилятора

энергии $dE_{кин}$ секундной массы dm и потерь механической энергии $dE_{тр}$, связанных с вязкостью воздуха, т.е.:

$$dE = dE_{дав} + dE_{кин} + dE_{тр}. \quad (2)$$

Толщина цилиндрической струйки тока dr выбрана столь малой, что в ее пределах скорость, давление и плотность можно считать неизменными. Площадь сечения струйки $dF = 2\pi r dr$. Секундная масса воздуха, проходящая через сечение 1–1', $dm = \rho_1 dQ_1 = \rho_1 2\pi r dr_1 = \rho_1 c_{1a} dF_1$. Для сечения 2–2', $dm_2 = \rho_2 c_{2a} dF_2$. Здесь c_{1a} и c_{2a} – скорости, нормальные соответственно площадям сечений dF_1 и dF_2 .

Струйка тока образована поверхностями тока, проходящими через контуры, которые в рассматриваемом случае представляют собой окружности с радиусами r_1 и $r_1 + dr_1$, r_2 и $r_2 + dr_2$.

Поверхность тока состоит из таких линий тока, в каждой точке которых скорости в данный момент направлены по касательным. Рассматривается только такое – установившееся – движение воздуха, при котором в каждой точке потока скорость, давление и плотность не изменяются во времени. При установившемся движении остаются неизменными и линии тока.

Согласно определению струйки тока поток может входить или выходить из выделенного участка ее только через торцевые сечения dF_1 и dF_2 . Уравнение неразрывности $dm_1 = dm_2 = dm$, согласно которому секундная масса остается неизменной для любого сечения струйки, может быть записано следующим образом:

$$\rho_1 c_{1a} dF_1 = \rho_2 c_{2a} dF_2 = \rho c_a dF . \quad (3)$$

В связи с тем, что давление, создаваемое вентиляторами, и их окружные скорости относительно невелики, воздух можно считать несжимаемым и положить $p_1 = p_2 = p$. При этом уравнение неразрывности (3) принимает один из следующих видов:

$$c_{1a} dF_1 = c_{2a} dF_2 = c_a dF; dQ_1 = dQ_2 = dQ . \quad (4)$$

Секундная работа сил давления в сечении 1—1' $dE_{1\text{дав}} = \rho_1 2\pi r_1 dr_1 c_{1a}$. Кинетическая энергия элементарной секундной массы $dm_1 = dE_{1\text{кин}} = dm_1 C_1^2 / 2$.

Аналогично для сечения 2—2' $dE_{2\text{кин}} = dm_2 C_2^2 / 2$, $dE_{2\text{дав}} = \rho_2 2\pi r_2 dr_2 c_{2a}$.

При этом $dE_{\text{дав}} = (dE_2 - dE_1)_{\text{дав}} = \rho_2 dQ_2 - \rho_1 dQ_1 = (\rho_2 - \rho_1) dQ$; $dE_{\text{кин}} = (dE_2 - dE_1)_{\text{кин}} = dm_2 C_2^2 / 2 - dm_1 C_1^2 / 2 = (C_2^2 - C_1^2) dm / 2$.

Подставив выражение для $dE_{\text{дав}}$ и $dE_{\text{кин}}$ в выражение (2), разделив его обе части на dQ и обозначив подведенную энергию, приходящуюся на единицу секундного объема, через $\rho_{\text{тв}}$, потерю механической энергии на единицу секундного объема – через $\Delta\rho_0$ и приняв во внимание уравнение неразрывности (3), получим:

$$\rho_{\text{тв}} = \rho_2 - \rho_1 + \rho C_2^2 / 2 - \rho C_1^2 / 2 + \Delta\rho_0 . \quad (5)$$

Введем уравнение Эйлера, которое для вентилятора устанавливает связь между величиной мощности, подведенной к валу вентилятора, и изменением параметров потока при прохождении его через рабочее колесо. Урав-

нение это непосредственно вытекает из теоремы о моменте количества движения. Согласно этой теореме изменение момента количества движения выделенной секундной массы воздуха равно сумме моментов всех внешних сил, приложенных к этой массе.

Рассмотрим кольцевую струюку, ограниченную сечением 1–1' перед рабочим колесом вентилятора и сечением 2–2' за ним (рис. 3). Чтобы полностью учесть энергию, которая передается потоку лопатками рабочего колеса, сечение 2–2' за лопатками нужно выбрать там, где уже закончилось их воздействие на поток, то есть там, где энергия потока уже перестала изменяться. Теоретически это сечение находится на бесконечности за лопатками. Практически сечение 1–1' выбирается на расстоянии, равном примерно половине хорды лопатки b , а сечение 2–2' – на расстоянии, равном примерно хорде. При наличии других решеток перед решеткой колеса и за ней имеет место незначительное взаимное влияние, которым, как правило, при рассмотрении средних значений скоростей и давлений пренебрегают. В этом случае сечения 1–1' и 2–2' выбираются в середине осевых зазоров между решетками. Эти зазоры обычно составляют $(0,2 - 0,6) b$.

Взаимное влияние решеток необходимо учитывать при рассмотрении динамических процессов на лопатках, связанных с их неустановившимся обтеканием.

В общем случае скорость потока перед вентилятором и за ним может иметь осевую, радиальную и тангенциальную составляющие. Однако ввиду того, что мы будем составлять уравнение моментов относительно оси вращения рабочего колеса, две первые составляющие можно не рассматривать, так как моменты соответствующих количеств движения будут равны нулю.

Силы давления на торцевых сечениях цилиндрической струйки направлены параллельно оси венти-

лятора, и момент их равен нулю. По той же причине следует учитывать только момент от тангенциальной составляющей R_u силы реакции R со стороны профиля на поток (рис. 2). Имея это в виду, можно написать, что

$$dm_2 c_{2u} r_2 - dm_1 c_{1u} r_1 = z dR_{ur}, \quad (6)$$

где z – число лопаток.

Умножим левую и правую части выражения (2) на угловую скорость рабочего колеса ω и учтем, что $dm_1 = dm_2 = \rho dQ$. При этом справа произведение из момента на угловую скорость даст элементарную мощность dN , передаваемую потоку элементами лопаток dr :

$$\rho dQ = (c_{2u} u_2 - c_{1u} u_1) = dN \quad (7)$$

Разделив это выражение на элементарный секундный объем dQ , получим справа мощность, приходящуюся на единицу секундного объема воздуха, $\rho_{тв}$:

$$\rho c_{2u} u_2 - \rho c_{1u} u_1 = \rho_{тв} \quad (8)$$

Для осевого вентилятора обычно $u_2 = u_1 = u$. Таким образом, уравнение Эйлера будет выглядеть следующим образом:

$$\rho_{тв} = \rho u (c_{2u} - c_{1u}) \quad (9)$$

Члены уравнения (8) имеют размерность давления. Поэтому величину $\rho_{тв}$ называют теоретическим давлением. Если бы не было потерь в вентиляторе, то вся подведенная к нему мощность шла бы на увеличение полного давления потока при данном значении Q и в этом случае вентилятор развивал бы давление, равное $\rho_{тв}$.

Перейдем к рассмотрению мощности сопротивления, оказываемой приводному элементу со стороны потока, которую в общем виде можно записать:

$$N_c = M_c \cdot \omega \quad (10)$$

Выразим величину элементарного момента сопротивления участка боковой поверхности пыжа площадью dF , на поверхности которого при контакте с трубопроводом вызывает тангенциальная сила $dF_{тр} \tau$ (рис. 4).

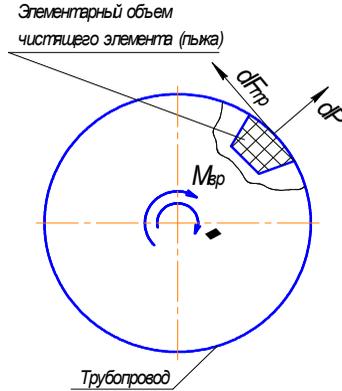


Рис. 4. Сопротивление участка боковой поверхности пыжа

Величину элементарной тангенциальной силы трения можно записать:

$$dF_{\text{тр}}\tau = f dP, \quad (11)$$

где f – коэффициент трения на поверхности трубопровода;
 dP – сила нормального давления на поверхности потока.

Тогда вызываемой этой силой элементарный момент сопротивления запишется:

$$M_c = dF_{\text{тр}}\tau r. \quad (12)$$

Подставляя последнее выражение в (10) получим:

$$dN_c = dM_c \omega = dF_{\text{тр}}\tau \omega r = dF_{\text{тр}} u = f dP u \quad (13)$$

Приравняв левые части уравнений (7) и (13), и учитывая, что $u = u_1 = u_2$, записываем выражение для «элементарного» мощностного баланса:

$$\rho dQ u (C_{24} - C_{14}) = f dP u \quad (14)$$

Очевидно, что условие для вращения элемента пыжа будет выполнено, если:

$$\rho dQ (C_{24} - C_{14}) \geq f dP. \quad (15)$$

Откуда сила нормального давления пыжа на поверхность dP не должна превышать:

$$dP \leq \frac{\rho dQ(C_{24} - C_{14})}{f} \quad (16)$$

Это же выражение является условием для осуществления вращательного движения пыжа.

Рассмотрено условие поступательного движения пыжа по трубопроводу. Очевидно, что оно будет определяться из выражения:

$$ma = \Delta p F - F_{\text{тр}} . \quad (17)$$

Список литературы

1. Жуковский, Н. Е. Вихревая теория гребневого винта / Н.Е. Жуковский // М.: ГТТИ. – 1949. – с. 494 – 528.

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ СОШНИКОВЫЙ МЕХАНИЗМ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПОСЕВНОГО ЛОЖА

В. В. Косолапов, преподаватель кафедры «Механика», ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. Получение высокой урожайности сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов, в том числе от качества выполнения технологических операции, т.к. каждая из них представляет собой сложную последовательность физических процессов, нарушение которых приводит к ухудшению конечного результата. Одним из направлений улучшения этих показателей, является совершенствование технических характеристик рабочих машин. В данном докладе мы рассмотрим направление возможной модернизации машин для посева, а имен-

НО ИХ СОШНИКОВ, Т.К. ОТ КАЧЕСТВА ЗАДЕЛКИ СЕМЯН В ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ МЕРЕ ЗАВИСИТ ИХ ПРОРАСТАНИЕ И ПОСЛЕДУЮЩЕЕ РАЗВИТИЕ.

Ключевые слова: сошник, семенное ложе, технология посева, заделка семян, высевающая секция.

THE MODERNIZED PLOUGHSHARE MECHANISM FOR PERFECTION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF FORMATION SOWING FLOOR

V. V. Kosolapov, the teacher of the Nizhniy Novgorod state engineering-economic Institute

Annotation. Reception of high productivity of agricultural crops depends about many factors, including on quality of performance technological operations since each of them represents complex sequence of physical processes which infringement leads to deterioration of an end result. One of directions of improvement of these parameters, perfection of characteristics of working cars is. In the report we shall consider a direction of possible modernization of cars for crop, namely their ploughshares since their germination and the subsequent progress appreciably depends on quality seeds patching up.

The keywords: ploughshare, seed floor, technology of crop, the seeds patching up, sowing section.

В настоящее время существуют различные виды сошниковых механизмов, которые имеют как плюсы, так и минусы с конструктивной и технологической точки зрения. В основе их лежат дисковые (рис. 1) (однодисковые и двухдисковые) или наральниковые (рис.

2) сошники (килевидные, полозовидные, анкерные и др.).

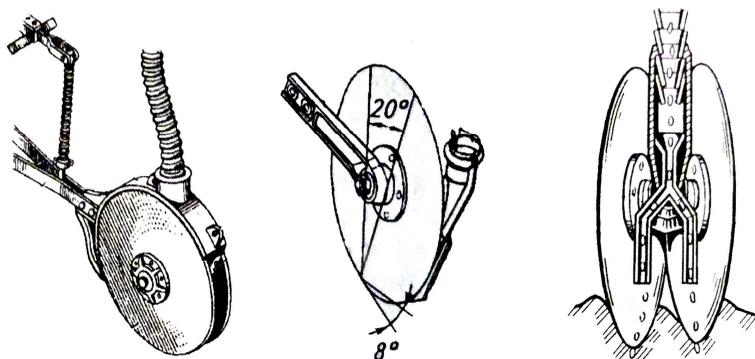


Рис.1. Дисковые сошники

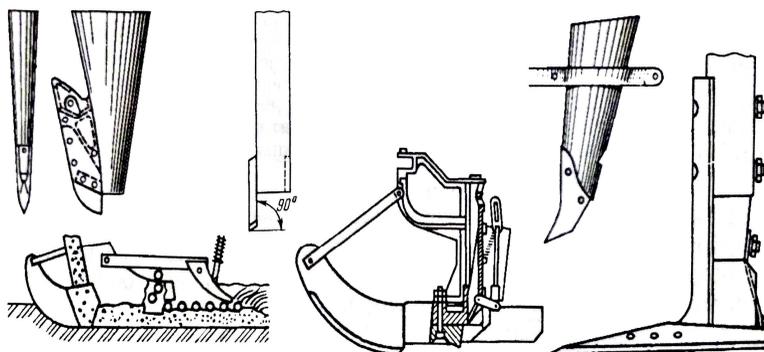


Рис. 2. Наральниковые сошники

Основная задача каждого из них заключается в образовании бороздок, с качественным семенным ложем, укладкой семенного материала и его закрытие равномерным слоем почвы. Правильное выполнение каждого этапа обуславливается физиологией прорастания семени, а

именно: поглощение воды, проклёвывание семени (корешок внедряется в почву и активно впитывает воду и питательные элементы) и появление всходов – во многом зависит от качества заделки. Поэтому наличие в почве кислорода и влаги является важным фактором в развитии семян и дружности всходов. Рыхлая почва содержит больше воздуха, но хуже удерживает влагу и наоборот, в плотной почве больше водоносных капилляров и меньше кислорода.

АгронOMICеские опыты показывают, что наилучшее сочетание указанных факторов достигается лишь при расположении зерновки в почве на границе двух слоев – нижнего плотного и верхнего рыхлого (рис. 3). В нижний слой почвы проникают корни растения, в нем хорошо развиты капилляры, и растения обеспечиваются влагой, не зависимо от складывающихся после посева погодных условий. Верхний мульчирующий слой защищает плотное ложе от испарения влаги и иссушения, через него происходит воздухообмен и поступление тепла.

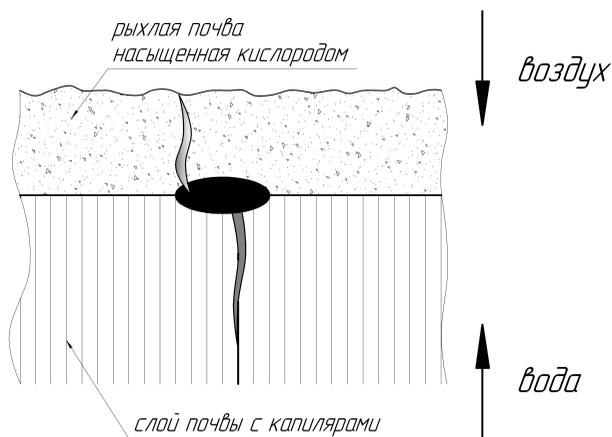


Рис. 3. Расположение зерновки в почве

Плотность верхнего слоя почвы изменяется путём после посевного прикатывания, что может привести к увеличению дружности всходов. При этом увеличивается контакт семян с почвой (богатой кислородом), а также осуществляется более равномерная заделка семян на глубину. При этом не допускается чрезмерное уплотнение.

На практике проявляется эффект переуплотнённого посевного слоя, неравномерность семенного ложа, неточная глубина заделки семени (рис.4), ведущие к уменьшению объёмам корневой системы, замедлению темпа прорастания и роста растений.

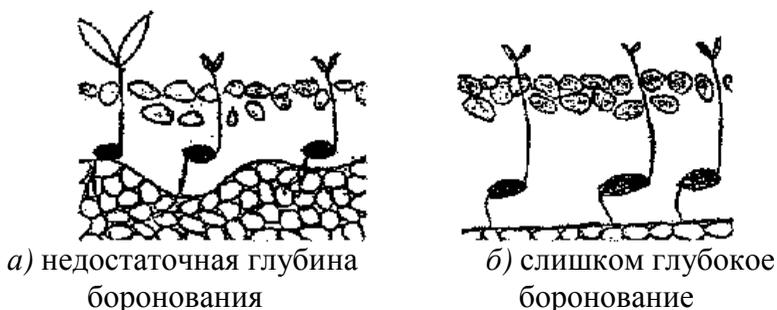


Рис. 4. Проблемы, возникающие при традиционной технологии

Применение данных требований на практике при традиционных технологиях (сплошная обработка почвы) весьма затруднительно. Положительный исход во многом зависит от различных факторов: тип почвы, качества предпосевной обработки, квалификации работников и т.д. Поэтому всё большую популярность начинают приобретать способы подготовки семенного ложа, отличие которых состоит в том, что уплотнение производится не сплошное, а вдоль ряда непосредственно под семенами. Это позволяет оставить нетронутыми структуру почвы в междурядья. За счёт этого непосредственно в бороздке

организуется стабильный гидровоздушный режим, а нетронутые междурядья обеспечивают лучший воздушный обмен в почве, а также не нарушается процесс проникновения атмосферной влаги в почву.

Наиболее полно этим вопросом в 80 – 90 гг. занимались сотрудники Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича АН БССР совместно с Центральным научно-исследовательским институтом мелиорации сельского хозяйства Нечернозёмной зоны СССР. Ими были сформулированы основные положения по технологическому процессу заделки семян:

- посевное ложе должно быть плотным, для лучшего подведения влаги к семени (восстановление капилляров происходит быстрее, чем при традиционной технологии);

- для увеличения скорости набухания и прорастания необходимо обеспечить плотное прилегание семени к дну борозды;

- семена должны закрываться рыхлым слоем почвы, снижающим испарение влаги и увеличивающим воздухообмен;

- конструкция сеялки должна обеспечивать равномерное размещение семян по площади поля, заделку их на одинаковую глубину, строго требуемую норму высева, проведение сева в наилучшие агротехнические сроки применительно к почвенно–климатическим условиям района.

На основании изложенных выводов была предложена технологическая схема работы катковой сеялки (рис. 4). Трехлетние (1984 – 1986 гг.) испытания этой сеялки подтвердили преимущества ее в сравнении с серийной СЗ – 3,6, что выражалось в увеличении полевой всхожести, продуктивности стеблестоя и урожайности на 14 – 29 %.

Основная масса современных посевных агрегатов зарубежного производства оснащены рабочими органами,

позволяющими придерживаться вышеуказанных критериев.

Как правило, принцип работы каждого из них

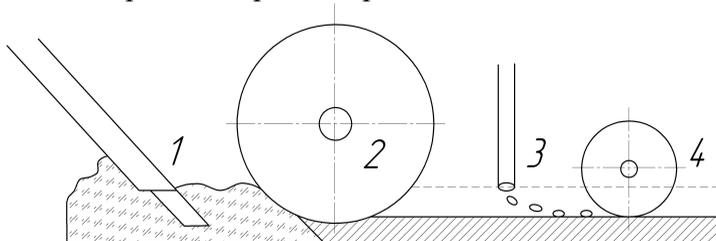


Рис. 5. Технологическая схема работы катковой сеялки:
1 – выравнивающее устройство; 2 – бороздообразующий клинчатый диск; 3 – трубчатый сошник;
4 – прикатывающий каточек

заключается в выравнивании почвы, перед уплотнением её с помощью катков, выпрессовывании клинчатых бороздок, укладке семян, прикатывании бороздок с семенами с помощью катков (или применением загортачей).

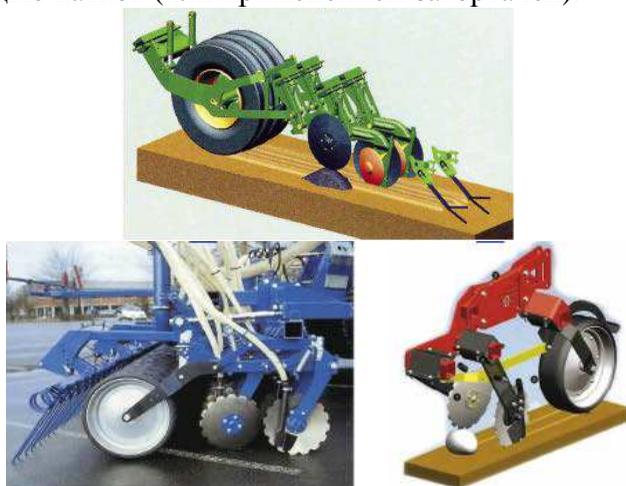


Рис. 6. Конструкции современных машин для посева

Недостатками данной технологии, на наш взгляд, являются чрезмерное уплотнение посевного ложа (пред уплотнение + уплотнение каточками) и увеличение процента травмированных семян (семена сдавливаются между каточком и почвой).

Мы предлагаем альтернативную технологию высева семян, которая позволит создать качественное уплотнённое дно борозды, закрыть семена слоем почвы, обогащенным кислородом, и повысить качество заделывания семян.

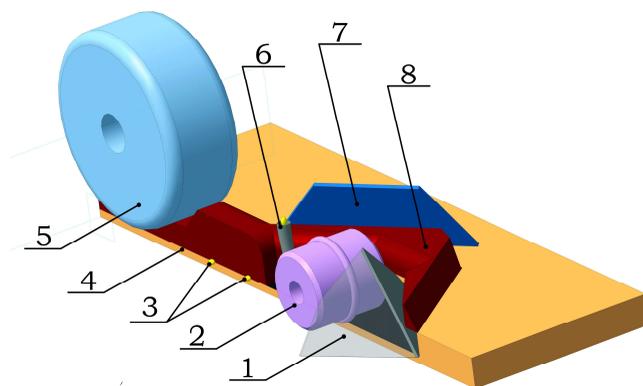


Рис. 7. Технологический процесс предлагаемой технологии

В общем виде технологический процесс представлен на рис. 5. Передний клиновидный нож (1) открывает дно борозды (4) (без уплотнения!). Следующий за ним прикатывающий бороздообразующий каток (2) формирует уплотненную бороздку в которую укладываются семена (3) через семяпровод (6). Сгребающие лапы (7) сводят поток почвы (8), отброшенный клиновидным ножом (1), к центру и закрывают бороздку с семенами. Прикатывающий каток (5) уплотняет верхний слой почвы, обеспечивая лучший контакт семян с семенным ложем.

При этом мы получаем качественно заделанное семя,

расположенное на границе влажного и обогащённого кислородом слоёв почвы, с уплотнением почвы под зерновкой и лёгким уплотнением над ней (рис. 6). Слой почвы, под семенем, восстанавливает свою капиллярную структуру быстрее, чем при сплошной обработке.

За основу взята разработка патент № 2224401 Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова.

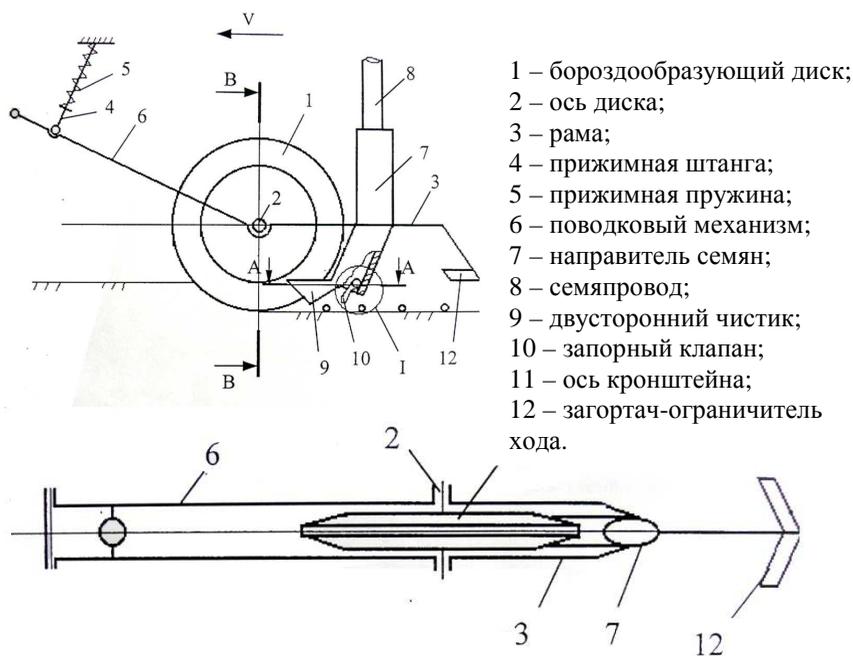
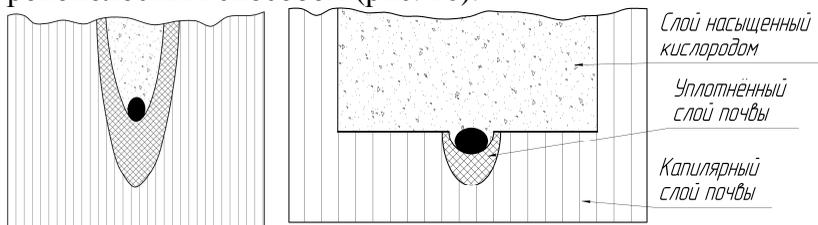


Рис. 8. Разработка патент № 2224401

Недостатком данной разработки, на наш взгляд, является чрезмерное уплотнение почвы создаваемое диском, который вдавлиывает почву на всю глубину сева семян (рис. 9).

Наиболее близким является изобретение № 120378 С. И. Лисовенко для внесения удобрений и семян ши-

рокопосным способом (рис. 10).



а) Заделка семян сошником

б) Заделка семян по предлагаемой № 2224401

2224401

технологии

Рис. 9. Структура почвы после посева

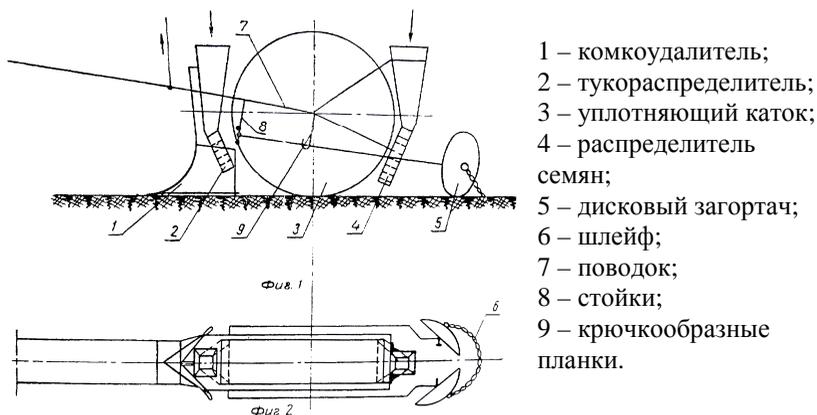


Рис. 10. Разработка патент № 120378

Принципиальное отличие в том, что каток в данном исполнении применялся для углубления в почву туков. Семенной материал располагался хаотично, что негативно сказывалось на дальнейшем развитии растений.

Полагаясь на данные полученные Институтом экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, а также результаты практического внедрения разработки патент № 2224401 Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова, мы предполагаем минимальный прирост урожайности 3 %. На примере сахарной свеклы:

- ⇒ урожайность сахарной свеклы в 2010 году составила – 323 ц/га.
- ⇒ стоимость 1 тонны сахарной свеклы – 1588 руб.
- ⇒ прирост урожайности $323 \cdot 1,03 = 332,69$ ц/га.
- ⇒ стоимость сахарной свеклы с 1 га: $32,3 \cdot 1588 = 51292,4$ руб.
- ⇒ стоимость сахарной свеклы по предлагаемой технологии: $32,37 \cdot 1588 = 51403,6$ руб.
- ⇒ прирост составляет 111,2 руб/га.

АФ ООО «Золотой колос» Сергачского района имеет в своём распоряжении более 12000 га: $111,2 \cdot 12000 = 1\,334\,400$ рублей дополнительной выгоды.

Вывод: Данная разработка имеет право на «жизнь». Более точные данные будут получены после проведения полевых экспериментов.

Список литературы

1. www.fips.ru патент RU 2224401, SU 791290A, RU 120378
2. www.dsh23.org.ru (руководство по улучшению рентабельности в растениеводстве)
3. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины. Учебник / И.В.Горбачев. – М.: КолосС, 2006. – 624 с.
4. «Белорусское сельское хозяйство», журнал, № 4(72), 2008 год.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ, ПРОШЕДШЕЙ ЧЕРЕЗ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ НАГРЕВАТЕЛЬ

*Ю. Е. Крайнов, преподаватель кафедры «Механика»,
«Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»*

Аннотация. Рассмотрены проблемы очистки воды и разработки ресурсосберегающих технологий. Рассмотрены особенности влияния микробиологических показателей на качество воды. Приведен анализ существующих способов подготовки и очистки воды. Предложен ресурсосберегающий способ обработки воды с целью уменьшения сроков очистки воды и снижения энергозатрат при очистке.

Ключевые слова: вода, нагреватель, кавитация, тепловой КПД, очистка.

MICROBIOLOGICAL AND VERMONOLOGICAL RESEARCHES OF THE WATER WHICH HAVE BEEN LAST THROUGH THE HYDRODYNAMICAL HEATER

*Y. E. Krainov, the teacher of faculty "Mechanics», the
Nizhniy Novgorod state engineering-economic Institute*

Annotation. Problems of water treating and development resourse conservation technologies are considered.

Features of influence of microbiological parameters on quality of water are considered. The analysis of existing ways of preparation and water treating is resulted. It is offered a resourse conservation way of processing of water with

objective of reduction of timeframes of water treating and decrease in power inputs at clearing.

The keywords: water, a heater, cavitation, thermal efficiency, clearing.

Вода – один из важнейших факторов, влияющих на здоровье и продуктивность сельскохозяйственных животных. Она является одним из основных материалов клеток живого организма и участвует во многих биологических процессах, протекающих в организме животных.

В настоящее время для нагрева воды в сельском хозяйстве, в основном, используются всевозможные котлы, теплообменники и электроводонагреватели. В большинстве своем – это аппараты косвенного нагрева. В них нагрев воды и других жидкостей происходит через промежуточный теплоноситель: нагретое тело, горячие газы, пар и пр. Такой способ нагрева имеет некоторые недостатки, основными из которых являются пониженный КПД процесса нагрева, высокая металлоемкость, образование накипи на греющей поверхности, сложность конструкции, потребность в дополнительном оборудовании (насосы, вытяжные системы, сложная автоматика и т.д.), ограниченные возможности по плавному регулированию тепловыделения, загрязнение окружающей среды, пожаро – и взрывоопасность и пр.

Разрешение этих вопросов возможно при применении аппаратов непосредственного нагрева жидкости. К таким аппаратам относится гидродинамический нагреватель жидкости. Нагрев жидкости в нем происходит за счет диссипации энергии при ее движении в рабочей полости нагревателя, благодаря чему он лишен перечисленных выше недостатков.

Гидродинамический нагреватель жидкости может

работать в условиях интенсивной кавитации. При этом наблюдается значительное снижение микрофлоры, находящейся в воде, т.е. он обладает обеззараживающим свойством, благодаря чему гидродинамический нагреватель можно использовать в целях нагрева и дополнительного обеззараживания воды при подаче ее для поения молодняка и приготовления кормов. Гидродинамический нагреватель жидкости показал хорошую работоспособность при стерилизации сырной сыворотки.

Сфера практического применения гидродинамического нагревателя очень широка, что является безусловным преимуществом для производителей гидродинамических нагревателей в современных рыночных условиях. Это предприятия пищевой, целлюлозно-бумажной промышленности, домохозяйства и т.д.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, гидродинамические нагреватели до сих пор недостаточно сильно распространены в мире. Это связано с недостаточной изученностью данного типа оборудования.

Сотрудниками ГОУ ВПО НГИЭИ был разработан гидродинамический нагреватель жидкости первоначально для стерилизации сырной сыворотки.[1]. Помимо этого, он показал хорошую работоспособность также, как и нагреватель жидкости. Однако разработанный нагреватель не был исследован.

В результате исследований была построена математическая модель его функционирования, определена зависимость его рабочих характеристик от режимов работы, определено влияние гидродинамической кавитации на микрофлору, находящуюся в воде, прошедшей через нагреватель. На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований, а также изучения аналогичных машин была предложена усовершенствованная конструкция нагревателя, имеющего больший тепловой КПД и

тепловыделение при той же массе.

На основе разработанной математической модели, результатов проведенных экспериментальных исследований и применения теории размерности и подобия была разработана методика расчета гидродинамических нагревателей. Базовой и усовершенствованной конструкций, позволяющая на практике определять геометрические и кинематические параметры нагревателя при заданном требуемом тепловыделении и перепаде напоров.

Природа разрушающего эффекта кавитации заключается в том, что в месте схлопывания каверны происходит локальное повышение давления и температуры. По данным Уилера [1], в материале вблизи схлопывающейся каверны температура повышается на 500 – 800 °С. Схлопывание пузырька происходит в течение милли- или даже микросекунды. Гаррисон [2], показал, что во время схлопывания пузырька жидкости перепады давлений могут составлять до 4000 атм. Брентон [3] доказал, что высокие давления, вызывающие разрушения, обусловлены кумулятивными струйками, образующимися при несимметричном схлопывании.

До недавнего времени кавитация рассматривалась как отрицательное явление, так как она является причиной преждевременного разрушения материала гидравлических машин. Однако, в последнее время, учеными всего мира все большее внимание обращается на другие стороны кавитации. Замечено, что кавитационные процессы способствуют интенсификации окислительных процессов [4], а выделяющееся при кавитации тепло поглощается жидкостью, в результате чего ее температура повышается. В настоящее время уже успешно решен вопрос о «контролируемой кавитации» [5], смысл которой в том, чтобы обеспечить схлопывание каверн вдали от рабочих поверхностей, в глубине жидкости. Благодаря этому можно обеспе-

чить более интенсивный нагрев жидкости и продлить срок службы машины. Оборудование такого типа описано в первой главе.

В последнее время все большее внимание уделяется также пастеризационному эффекту кавитации. Н. Е. Резник показал [6], что гидродинамическая кавитация неблагоприятно влияет на микрофлору, находящуюся в жидкости. Эксперименты Н. Е. Резника показали, что бактерицидный эффект проявляется уже при пятикратном прохождении жидкости через зону кавитации в течение 0,1 – 0,15 сек [7].

Разрушающее действие кавитации связано не с возникновением каверн, а с их исчезновением [5, 6, 7]. Мельчайшие каверны – парогазовые пузырьки, образовавшиеся в зоне пониженного давления, – являются весьма нестойкими включениями в сплошной массе жидкости. Попадая в область повышенного давления, они моментально схлопываются. Дезинтеграция биологических клеточных структур в жидкости обусловлена как физическим воздействием на них, так и активизацией молекул кислорода, присутствующих в жидкости. Например, было замечено образование под действием кавитации в водных растворах перекиси водорода [7].

Для определения влияния кавитационных явлений на микробиологические показатели воды, прошедшей через гидродинамический нагреватель, были проведены микробиологические исследования.

Из результатов исследования, после нагрева воды в электродонагревателе до 60 °С произошло снижение лишь количества колифагов примерно на 17 %, а после обработки воды в гидродинамическом нагревателе наблюдается снижение количества ОКБ и ТКБ примерно на 74 %, а колифагов – на 42 %. Особый интерес представляет сокращение числа термотолерантных кокиформных бактерий, устойчивых к повышению температуры. Что касается

паразитологических показателей, прослеживается аналогичная тенденция.

Таким образом, предварительные исследования показали, что исследуемый гидродинамический нагреватель обладает бактерицидным и дезинтегрирующим свойством. Результаты экспериментов подтверждаются заключением.

Так как причиной дезинтеграции микробиологических объектов является кавитация, то данный эффект будет иметь место только при режиме регулировки подачи жидкости на выходе из нагревателя.

Так как был проведен всего один эксперимент, нельзя дать точного ответа на вопрос о влиянии рабочих характеристик нагревателя на его бактерицидные и дезинтегрирующие свойства. Для этого требуются провести обширные экспериментальные исследования, которые не входят в рамки данной работы.

В результате проведенных экспериментальных исследований выяснилось, что основная диссипация энергии происходит в зоне завихрителя. Теоретический анализ показал, что тепловыделение можно регулировать как изменением расхода жидкости в рабочей полости нагревателя, так и изменением диаметра завихрителя и изменением угла входа жидкости. Основными геометрическими параметрами, влияющими на расход жидкости в лопастном канале, является диаметр угла входа жидкости в завихритель.

Выявлено, что для исследования гидродинамического нагревателя возможно применение теории подобия, однако с некоторыми корректировками на особенности рабочего процесса.

Из математической модели видно (1), что тепловыделение зависит от расхода жидкости, угловой скорости и его диаметра. Однако экспериментальные исследования показали, что расход жидкости в лопастной полости гидро-

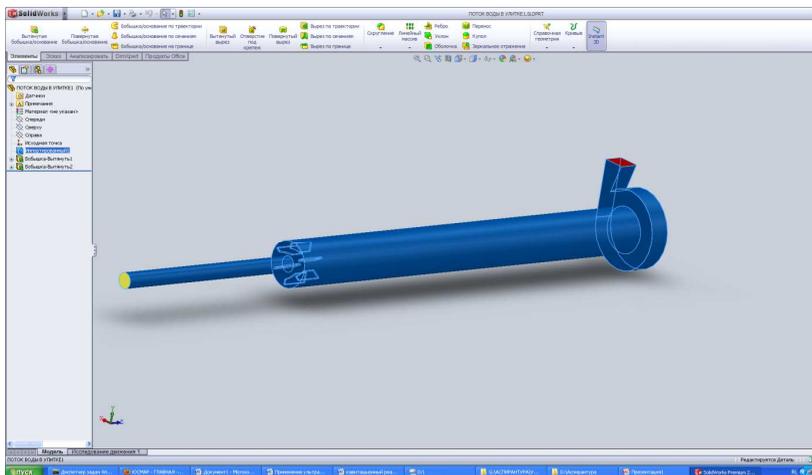
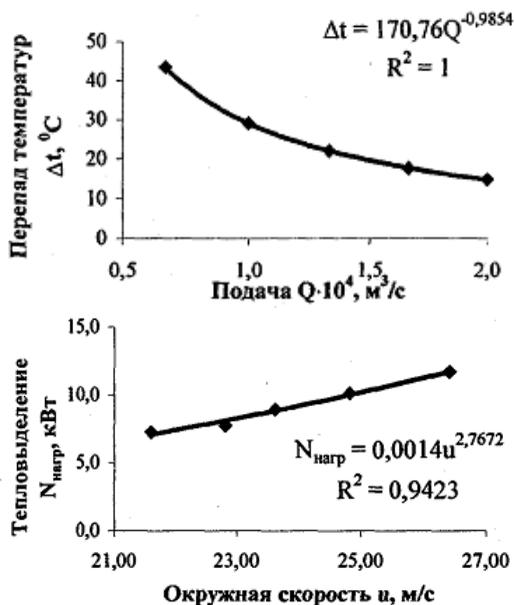


Рис. 1. Модель ГДНВ

намического нагревателя имеет небольшое значение, поэтому диссипация энергии за счет гидравлических потерь незначительна. Таким образом, видно, что рабочая полость нагревателя используется не достаточно рационально. Увеличить расход жидкости в рабочей полости нагревателя можно за счет: изменения диаметра; увеличения угловой скорости; изменения формы рабочей полости.





Теоретический анализ показал, что наиболее рациональным способом увеличения тепловыделения является увеличение диаметра, т.к. при этом увеличивается тепловой КПД нагревателя, а его удельная масса снижается.

Кавитация, имеющая место при работе с регулируемой подачей на выходе из нагревателя (полное заполнение), неблагоприятно влияет на материал. Однако при применении гидродинамического нагревателя в животноводческих комплексах для нагрева воды при поении животных и приготовления кормов кавитация является желательным явлением, т.к. оказывает бактерицидное воздействие на микрофлору, находящуюся в воде. Это позволяет использовать гидродинамический нагреватель при подаче воды молодняку, приготовления кормов, пастеризации молока, обеззараживании стоков животноводческих комплексов.

Гидродинамический нагреватель исследуемого образца обладает насосным эффектом, причем, гидравличе-

ский КПД нагревателя равен 0,45, что близко к величине гидравлического КПД большинства насосов, применяемых для водоснабжения животноводческих комплексов. Это позволяет сэкономить средства на оборудование животноводческих комплексов отдельными насосами.

Тепловой КПД гидродинамического нагревателя выше теплового КПД проточных нагревателей, используемых в сельском хозяйстве.

Выводы

1. Построена адекватная математическая модель функционирования ГДНЖ.

2. Тепловой КПД нагревателя достаточно высок и составляет от 92 до 99 % в зависимости от режима работы нагревателя и нагреваемой жидкости. Тепловой КПД установки составляет от 76 до 86 % в зависимости от режима работы нагревателя и нагреваемой жидкости. Механический КПД экспериментальной установки составляет от 82 до 86%, в зависимости от режима работы.

3. Гидродинамический нагреватель обладает бактерицидным и дезинтегрирующим свойством, обусловленным воздействием кавитации.

4. Наиболее рациональным режимом работы нагревателя в животноводческих комплексах является работа в режиме гидродинамической кавитации, т.е. при регулировке подачи на выходе из ГДНЖ.

5. При отсутствии необходимости в обеззараживании воды и создании избыточного напора на выходе из ГДНЖ рационально – регулировать подачу на входе в нагреватель.

6. Рабочая полость ГДНЖ используется не достаточно эффективно, т.е. имеется поле для дальнейшей рационализации конструкции.

Список литературы

1. Пирсол, И. Кавитация. Пер. с англ. Ю.Ф. Журавлева, М. «Мир», 1975 – 96 с.
2. Резник, Н. Е. Процесс воздействия звуковых и ультразвуковых колебаний в жидкости на микробиологические объекты. Труды ВИСХОМ. Вып. 59. Теоретические и экспериментальные исследования аппаратов для обработки молока на фермах. М., ВИСХОМ 1969 – с. 91–119.
3. Эпштейн, Л. А. Возникновение и развитие кавитации. – Труды ЦАГИ, 1948, № 655, с. 41 – 118.
4. Brunton, I. H. The Deformation of Solids by Cavitation and Drop Impingement. Неустановившиеся течения воды с большими скоростями, Труды Международного симпозиума в Ленинграде, М.: «Наука», 1973.
5. Harrison, M. Experimental study of single bubble cavitation noise, J. Acoust. Soc. Amer., 24, P776, 1952.
6. Jim Frederick. Economic Benefits of Utilizing Controlled Cavitation Technology for Black Liquor Oxidation and Heating. / Jim Frederick, Daniel Armstead, Steve Lien, Wolfgang Schmidl, Bijan Kazem – TAPPI Journal, January , 2002.
7. Wheeler, W. H. Indentation of metals by cavitation. Trans. ASME, Series D, 82, N1, 1960, p. 184 – 194.

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

В. А. Коченов, к.т.н., доцент;

Т. С. Чичерова, ст. преподаватель «Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии»

Аннотация. Анализируется влияние режимов работы на силы и моменты, действующие в кривошипно-шатунном механизме и цилиндропоршневой группе

деталей двигателей внутреннего сгорания мобильных машин.

CLASSIFICATION OF MODES OF OPERATION OF ENGINES OF MOBILE CARS

V. A. Kochenov, the candidate of technical sciences, the docent;

T. S. Chicherova, the senior teacher the Nizhny Novgorod state agricultural Academy)

Annotation. Influence of modes of operation on forces and the instants operating in the curvibearing-connectingrod mechanism and cylinder-piston group of details of internal combustion engines of mobile cars is analyzed.

Режим работы двигателя выражается законом движения коленчатого вала:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_i}{M_c},$$

где ω – частота вращения коленчатого вала; t – время; M_i – индикаторный момент; M_c – момент сопротивления; I – момент инерции.

Индикаторный момент M_i определяется по индикаторной диаграмме, имеющей подобный вид для всех двигателей и всех режимов работы. В дальнейшем исследовании характер изменения индикаторного момента в течение цикла остается единым для всех режимов работы двигателя.

По моменту сопротивления M_c выделяются три режима работы двигателя:

– установившийся скоростной и нагрузочный режим – крутящий момент, снимаемый с коленчатого вала, равен

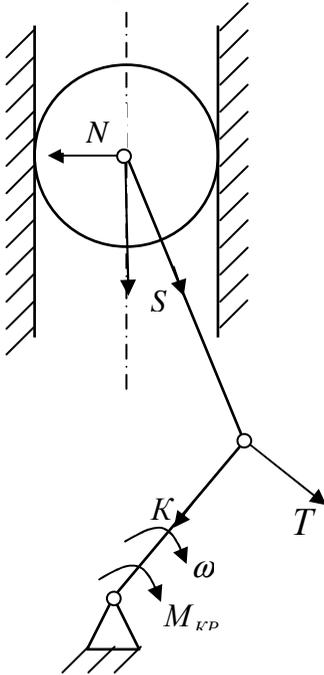
среднему, в течение цикла двигателя, индикаторному моменту $M_c = M_{i\text{ ср.}}$;

– режим перегрузки – крутящий момент, снимаемый с коленчатого вала, значительно больше среднего индикаторного момента $M_c \gg M_{i\text{ ср.}}$;

– режим торможения двигателем – крутящий момент, снимаемый с коленчатого вала, отрицательный и значительно больше среднего индикаторного момента $|M_c| \gg |M_{i\text{ ср.}}|$.

Момент инерции I для выделенных режимов постоянный.

Объект исследования 1-цилиндровый 4-тактный двигатель (рис. 1). Рассчитываются:



– частота вращения коленчатого вала ω ;

– суммарный крутящий момент коленчатого вала

$$M_{кр.} = M_i - M_c ;$$

– сила, действующая по оси цилиндра в сопряжении поршневой палец–поршень P_A ;

– нормальная сила, действующая в сопряжении поршень – цилиндр N ;

– сила, действующая по оси шатуна на подшипники верхней и нижней головок шатуна S ;

Рис. 1. Схема сил, действующих в КШМ 134

– тангенциальная сила, действующая на коренные опоры коленчатого вала T ;

– сила, действующая по кривошипу на коренные опоры коленчатого вала K .

Результаты расчета представлены на рис. 2.

По всем анализируемым величинам наиболее благоприятным является установившийся скоростной и нагрузочный режим работы 1. С большим размахом его повторяет режим перегрузки 2. В режиме торможения 3 характер изменения сил относительно режимов 1 и 2 практически зеркальный. Такой характер является закономерным, т.к. обуславливается закономерным, циклическим изменением сил и моментов от давления газов – они, и при производстве энергии и при торможении, являются главными.

По времени присутствия в эксплуатации двигательный режим является более продолжительным, чем тормозной. Этот режим определяет закономерности «нормальной» работы двигателя, в том числе закономерности износа деталей КШМ и ЦПГ. С точки зрения механических повреждений – поломок деталей, двигательный режим менее опасный, чем тормозной. При больших перегрузках двигатель может самозащититься, т.е. заглохнуть.

По зеркальности – противоположности направления нагрузок, выделяются два режима работы двигателя:

- 1) режим производства энергии (двигательный);
- 2) режим потребления энергии (тормозной).

Режим работы двигателя как потребителя энергии является менее продолжительным. По частоте появления в двигателе, он такой же закономерный как двигательный. Вследствие непродолжительности тормозной режим не играет заметной роли в определении закономерностей

износа сопряжений. С точки зрения случайных поломок: нарушений механической прочности деталей, заклинивания двигателя и т.д., этот режим более опасный, чем двигательный. В тормозных режимах работы меняется направление нагрузки, детали занимают неприработанное, неоптимальное положение, поэтому несущая способность сопряжений ниже, чем в двигательных режимах.

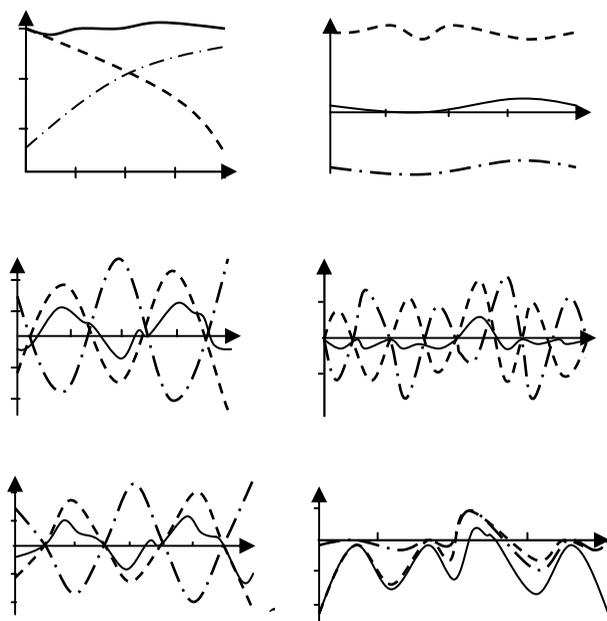


Рис. 2. Изменение частоты вращения ω (а), крутящего момента $M_{кр}$ (б), силы действующей в сопряжении поршневой палец – бобышки поршня P_A (в), силы действующей в сопряжении поршень – цилиндр N (г), силы действующей на подшипники верхней и нижней головок шатуна S (д), силы действующей на коренные подшипники коленчатого вала K (е) от угла поворота коленчатого вала φ

По максимальным значениям сил режимы перегрузки и торможения двигателем являются экстремальными. К экстремальным относятся режимы выжима сцепления и буксование. На этих режимах, кроме резкого изменения крутящего момента, снимаемого с двигателя, резко изменяется момент инерции коленчатого вала, вследствие добавления, или удаления моментов инерции трансмиссии и машины в целом (рис. 3).

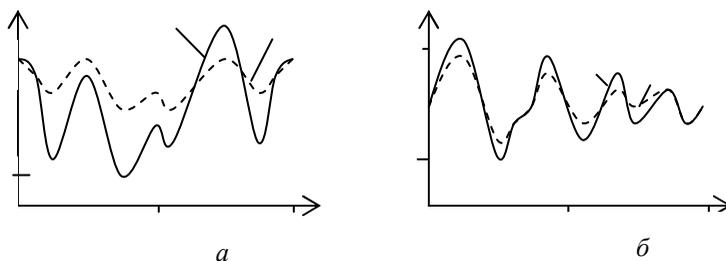


Рис. 3. Зависимость частоты вращения ω (а) и крутящего момента $M_{кр}$ (б) от угла поворота коленчатого вала φ при уменьшенном (1) и увеличенном (2) моменте инерции коленчатого вала I

Закономерности изменения нагрузок в КШМ и ЦПГ позволяют выявлять экстремальные режимы эксплуатации машины с целью их минимизации и повышения надежности двигателя.

Список литературы

1. Гоц, А. Н. Порядок проектирования автомобильных и тракторных двигателей / А. Н. Гоц, В. В. Эфрос; Владим. гос. ун-т – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 148 с.
2. Коченов, В. А. Конструирование и эксплуатация автомобильных двигателей: монография / В. А. Коченов. – Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2009. – 163 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО- СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ ПАРКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Д. В. Лайко, к.т.н., доцент НГМА

Аннотация: в статье представлена модель формирования машинно-тракторного парка с использованием функционально-стоимостного анализа, при котором используются количественные и качественные оценки для принятия решений по составу машинно-тракторного парка.

Ключевые слова: машинно-тракторный парк, сельскохозяйственные предприятия, стоимость, анализ.

APPLICATION OF THE FUNCTIONAL-COST ANALYSIS AT FORMATION OF CAR-TRACTOR PARKS OF AGRICULTURAL MANUFACTURERS

D. V. Laiko, the candidate of technical sciences, the docent (NGMA)

Annotation. In article the model of formation of car-tractor park with use of the functional-cost analysis at which are used quantitative and qualitative standards for decision-making on structure of car-tractor park is presented.

Key words: machine-tractor park, agricultural enterprises, the cost analysis.

Одной из важнейших задач в обеспечении

конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции является снижение ее себестоимости за счет использования механизированных процессов, которые полностью выполняются сельскохозяйственной техникой предприятия.

Определяющими исходными данными для формирования машинно-тракторного парка должны являться виды с.-х. культур, их посевные площади (объемы производства), технологические карты производства с.-х. продукции, а также технические характеристики и эксплуатационные затраты различных машинно-тракторных агрегатов (МТА) на одноименных операциях с.-х. работ.

Под оптимальным составом машинно-тракторного парка понимается такое сочетание тракторов и с.-х. машин, которые бы обеспечили выполнение годового комплекса работ в оптимальные агротехнические сроки при минимальных капиталовложениях и эксплуатационных затратах.

Совершенствование конструкции машин в направлении повышения рабочих скоростей МТА привело к увеличению энергоемкости работ и снижению их качества. Непропорционально высокая стоимость энергонасыщенных тракторов по отношению к производительности существенно снижает эффективность их использования. Так, например, стоимость тракторов К-701 и ДТ-75М составляет соответственно 1200 и 400 тыс. руб., а сменная производительность на вспашке почвы на глубину 18 – 20 см. – 14,7 и 8,6 га. При этом себестоимость работ у трактора К-701 почти в два раза выше, чем у ДТ-75М, что объясняется повышенным расходом топлива в результате их конструктивных особенностей (гидродинамическая трансмиссия, форсированный двигатель и др.), высокой пробуксовкой колес на тяжелых и энергоемких работах, нерациональным комплектованием агрегатов и другими

факторами [1].

Для того чтобы принять эффективное решение по составу машинно-тракторного парка, необходимо выполнить ряд работ, складывающихся из отдельных этапов, процедур и операций, которые представлены на рисунке 1.

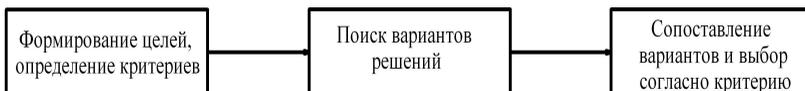


Рис. 1. Этапы формирования принятия решений

В реальных условиях эксплуатации машинно-тракторного парка (МТП) для руководителей хозяйств остается актуальным вопрос состава МТП с точки зрения эксплуатационных затрат. При формировании машинно-тракторного парка нами предлагается использовать функционально-стоимостной анализ.

На первом этапе формирования принятия решений необходимо определить критерии оценки и сформулировать задачу [2].

Формализованная постановка задачи состоит в следующем: пусть имеется n моделей тракторов A_1, A_2, \dots, A_n (К-701, ДТ-75М, МТЗ-1221 и т.д.), каждый из которых может выполнять одинаковую технологическую операцию и m эксплуатационных критериев, по которым осуществляется выбор тракторов: V_1 – соблюдение правил технического обслуживания (затраты на плановое техническое обслуживание); V_2 – наличие в данной местности дилерского центра (затраты на запасные части и их транспортировку); V_3 – исполнители технического обслуживания (затраты на обучение персонала для проведения технического обслуживания и ремонта в послегарантийный период); V_4 – оснащение ремонтной

мастерской (затраты на закупку дополнительного оборудования);...; V_m .

Обозначим: i – номер модели трактора ($i = 1, 2, \dots, n$);

j – номер эксплуатационного критерия ($j = 1, 2, \dots, m$).

Z_{ij} – затраты по j – му эксплуатационному критерию, связанные с i – м трактором.

Требуется так сформировать машинно-тракторный парк, чтобы суммарные затраты на эксплуатацию были минимальными.

Согласно сформулированным на первом этапе критериям выбора происходит сопоставление, оценка и выбор решения на основании не только минимизации затрат, но и мнения экспертов, в качестве которых могут выступать руководители сельскохозяйственных предприятий.

Значимость выбранных нами критериев можно оценить качественной оценкой, используя коэффициент значимости. Это та качественная информация, которая, собственно, и отличает систему формирования решений от формальных оптимизационных методов. Согласно эксперт-ной оценки [3] критерию V_1 соответствует коэффициент значимости $k_1 = 0,4$; $V_2 \rightarrow k_2 = 0,3$; $V_3 \rightarrow k_3 = 0,2$; $V_4 \rightarrow k_4 = 0,1$. Единственным условием для коэффициентов значимости является – сумма коэффициентов значимости всех критериев должна быть равна единице $\sum_{j=1}^m k_j = 1$.

Обобщим результаты сравнения, сведя их в единую таблицу № 1.

Общая оценка каждого варианта рассчитывается по формуле:

$$Q = \sum_{j=1}^m k_j \cdot Z_{ij}$$

Таблица 1

Сравнительный анализ тракторного парка

Критерий \ Трактор	B_1	B_2	...	B_j	...	B_m
A_1	Z_{11}	Z_{12}	...	Z_{1j}	...	Z_{1m}
A_2	Z_{21}	Z_{22}	...	Z_{2j}	...	Z_{2m}
...
A_i	Z_{i1}	Z_{i2}	...	Z_{ij}	...	Z_{im}
...
A_n	Z_{n1}	Z_{n2}	...	Z_{nj}	...	Z_{nm}
Коэффициент значимости критерия	k_1	k_2	...	k_j	...	k_m

Таким образом, наилучшим вариантом, при формировании машинно-тракторного парка будет вариант, для которого Q будет минимальным.

Список литературы

1. Ерохин, М. Н. Машинно-технологические станции – резерв технического и экономического развития АПК: монография / Ерохин М. Н., Кушнарев Л. И., Пучин Е. А. – ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. – 272 с.
2. Моисеева, Н. К. Основы теории и практики функционально-стоимостного анализа. – М.: Высш. школа. 1988.
3. Сельскохозяйственные тракторы. Технические и эксплуатационные характеристики / Под ред. Н. А. Щельцына. – М.: НП «Гильдия «АПК-ПРЕСС», 2007.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА МЯСНОГО СЫРЬЯ КАК НОВЫЙ СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. А. Нестеренко, аспирант кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ;

А. И. Решетняк, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ;

Т. А. Сергиенко, студентка факультета перерабатывающих технологий Кубанского ГАУ

Аннотация. Сегодня исследования биологического действия электромагнитных полей охватывают большой спектр излучения, в диапазоне 10 Гц. Энергию микроволн используют в медицине, пищевой промышленности и микробиологии, это вызвано спецификой микроволнового нагревания обрабатываемых объектов, а именно, возможность воздействовать одновременно на весь объем, чтобы отрегулировать скорость поглотительной энергии и температуру образца.

Ключевые слова: электромагнитный-импульс, гистология, волокна, микробиальная обсемененность.

ELECTROMAGNETIC PROCESSING OF MEAT RAW MATERIALS AS A NEW WAY OF AN INTENSIFICATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

A. A. Nesterenko, graduate student of faculty of technology of storage and processing stock-raising production

Kuban State Agrarian University;

A. I. Reshetnjak, associate professor of faculty of technology of storage and processing stock-raising production Kuban State Agrarian University;

T. A. Sergienko, the student of faculty of processing technologies Kuban State Agrarian University

Annotation. Now researches of biological action of the electromagnetic fields cover all spectrum of electromagnetic fluctuations of radio of a range from constant fields to frequencies of an order of 10 Hz. Use microwave energy in the medical, food and microbiological industry it is caused by specificity of microwave heating of irradiated objects, namely: possibility to heat up simultaneously all volume to regulate speed of absorption energy and temperature of the sample.

Key words: electromagnetic-pulse, Histology, fibres, microbiological semination.

В настоящее время, несмотря на профилактические мероприятия, повышение качества и безопасности выпускаемой продукции поиск ресурсосберегающих технологий по проблеме сохранения микробиологической стойкости и пищевой безопасности новых продуктов питания, имеет большое значение для здорового питания населения страны. Огромное значение в связи с этим приобретают вопросы, связанные с обезвреживанием мяса и мясопродуктов, гарантирующих полную безопасность готовых продуктов для потребителя.

Внедрение в производство достижений современной физики, химии, радиоэлектроники и биологии позволило значительно сократить энергетические затраты, уменьшить себестоимость выпускаемой продукции и увеличить сроки сохранения качества пищевых продуктов.

В последние годы для этих целей, помимо существующих способов обезвреживания (проварка, заморозка, посол), предложено использование ультрафиолетовых лучей, ионизирующего излучения, электромагнитного излучения и др. Наряду с этим, бесспорно, стоит и сверхвысокая частота электромагнитного излучения или СВЧ обработка пищевых продуктов [3].

Исследования биологического действия электромагнитных полей охватывают весь спектр электромагнитных колебаний радио диапазона от постоянных полей до частот порядка 10 Гц [4]. Использование СВЧ – энергии в медицинской, пищевой и микробиологической промышленности обусловлено спецификой СВЧ – нагревания облучаемых объектов, а именно: возможность нагревать одновременно весь объем, регулировать скорость поглощения энергии и температуру образца [5].

При электромагнитно-импульсном воздействии на мясную продукцию определенной частотой и формой сигнала можно получить обеззараживание данной продукции от бактерий определенного вида. Из биологических и химических исследований известно, что каждая нативная единица имеет свою частоту электромагнитного излучения, поэтому если создать условия резонанса внешних электромагнитных воздействий с внутренними излучениями клетки, то может произойти внутреннее разрушение биологической единицы. Экспериментально использовались сигналы треугольной формы, которые показаны на диаграмме 1.

Из полученной осциллограммы видно, что в импульсе напряжение равно 60 вольт, частотный диапазон исследовался от 10 до 200 Гц, где очевидно проявился резонансный режим воздействия на биологию и гистологию мясного продукта.

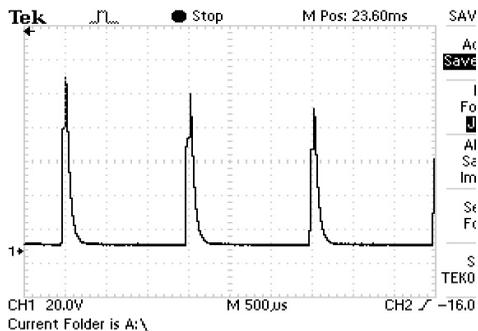


Диаграмма 1. Осциллограмма формы напряжения сигнала

Эксперимент по воздействию на мясную продукцию (говядина) предусматривал продолжительность воздействия 60 минут на каждую биологическую единицу с диапазоном частот от 10 до 200 Гц, в результате были получены следующие данные по биологии и гистологии мясной продукции, которые показаны в таблице 1.

Таблица 1

Количество колониеобразующих единиц в зависимости от параметров электромагнито-импульсной обработки

№ Образца	Время обработки, мин.	Частота (f), Гц	Масса образца до обработки	Масса после обработки	КМА ФАн М, КОЕ/г (-3)	БГКП, в 0,001г.
к	60	-	-	-	7,9x10 ⁴	Обнар.
1	60	10	18,85	18,58	2,6x10 ⁴	Обнар.
2	60	100	18,45	18,13	2,1x10 ⁴	Обнар.
3	60	200	22,73	22,12	3,0x10 ⁴	Не обнар.
4	30	30	19,76	19,54	3,7x10 ⁴	Обнар.

При гистологическом исследовании поперечнополосатая мышечная ткань у всех видов была представлена

мышечными пучками. Каждый мышечный пучок состоял из мышечных волокон различного диаметра.

Диаметр мышечных волокон у крупного рогатого скота варьировал от 35 до 100 мкм, а в среднем составлял 68 мкм; у свиней варьировал от 22 до 78 мкм, а в среднем составлял 51 мкм.

Ядра в мышечных волокнах располагались по периферии и имели овальную или вытянутую форму. В цитоплазме волокон просматривались миофибриллы, которые придавали им поперечнополосатую исчерченность, которые представлены на рисунках 4, 7.

Между мышечными волокнами располагались тонкие прослойки соединительной ткани, представленной коллагеновыми волокнами и фиброцитами. Мышечные волокна располагались параллельно и составляли мышечные пучки различной толщины. Мышечные пучки имели различное направление. Между ними хорошо определялась соединительная ткань, представленная эластическими и коллагеновыми волокнами, фибробластами, фиброцитами, кровеносными сосудами и нервами.

При патоморфологическом исследовании обработанной поперечно-полосатой мышечной ткани крупного рогатого скота, свиньи особых отличий от необработанной не выявлено.

При гистологическом исследовании «обработанной» поперечнополосатой мышечной ткани у всех видов имелись структурные изменения в мышечных волокнах, которые характеризовались лизисом миофибрилл. При этом сами мышечные волокна были фрагментированы, что показано на рисунке 1. Соединительная ткань между мышечными волокнами и между мышечными пучками также была в состоянии распада и представляла гомогенную белковую массу, которая практически не окрашивалась.

Эти изменения указывают на то, что данный способ обработки поперечнополосатой мышечной ткани и речении действительно оказывает воздействие на поверхностные и глубокие структуры, что подтверждает эффективность обработки сырья животного происхождения НЧ ЭМП для ускорения биохимических превращений и снижения микробиальной обсемененности.

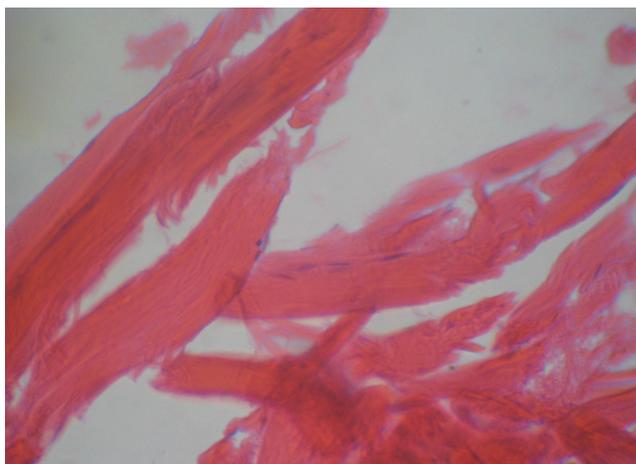


Рис. 1. Гистологический срез обработанной поперечно-полосатой мышечной ткани

Произведем математический расчет электромагнитных параметров, влияющих на биологию и гистологию мясной продукции. Данные расчета откроют нам физику процесса обработки мясной продукции.

По осциллограмме на рисунке 1, нам известно, что частота сигнала составляет $f = 280\text{--}300$ Гц, длительность импульса $t = 2$ мс, период сигнала $T = 20$ мс, напряжение в импульсе от $U_{\text{ср}}=30\text{В}$ до $U_a = 60\text{В}$, ток в импульсе от $I_{\text{ср}} =$

1,5А до $I_a = 30\text{А}$ сопротивление излучающего устройства $r = 2\ \text{Ом}$.

Определим скважность сигнала:

$$S = \frac{T}{t} = \frac{20}{2} = 10, \quad (1)$$

Определим мощность среднюю и амплитудную:

$$P_{\text{ср}} = I_{\text{ср}} \cdot U_{\text{ср}} = 30 \cdot 1.5 = 45\ \text{Вт},$$

$$P_a = I_a \cdot U_a = 60 \cdot 30 = 1800\ \text{Вт}.$$

Найдем энергию одного импульса среднюю и амплитудную

$$\dot{A}_{\text{нб}} = \dot{D}_{\text{нб}} \cdot t = 45 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0.09 \cdot c = 0.09\ \text{Дж},$$

$$\dot{A}_a = \dot{D}_a \cdot t = 1800 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3.6 \cdot c = 3.6\ \text{Дж}.$$

В дальнейшем, чтобы рассчитать энергию электромагнитного излучения, произведем перевод энергетических показателей в электрон-вольты известно, что $1\ \text{эВ} = 1.602 \cdot 10^{-19}\ \text{Дж}$, тогда

$$\dot{A}_{\text{нб}} = 5.617 \cdot 10^{17}\ \text{эВ};$$

$$\dot{A}_a = 2.247 \cdot 10^{19}\ \text{эВ}.$$

Произведем расчет диапазона изменения энергии сигнала электромагнитно-импульсного воздействия

$$E_{\text{ср.нб}} = E_{\text{ср}} \cdot f = 5.617 \cdot 10^{17} \cdot 280 = 1.573 \cdot 10^{20}\ \text{эВ};$$

$$\dot{A}_{\text{а.нб}} = \dot{A}_a \cdot f = 2.247 \cdot 10^{19} \cdot 300 = 6.741 \cdot 10^{21}\ \text{эВ}.$$

По данным расчета произведем расчет энергии излучаемого фотона в данном процессе, для этого воспользуемся справочными данными о количестве содержания электронов в $1\ \text{см}^3 = 615 \cdot 10^{22}$ шт. Рассчитаем объем используемого медного провода в излучаемой установке на рисунке 2 обозначенный по 1. Известно что длина медного провода равна $L = 300\ \text{см}$, сечение провода $d = 0,025\ \text{см}^2$, тогда объем медного провода равен

$$V=300 \cdot 0,025=7.5 \text{ см}^3.$$

Найдем количество электронов в данном объеме про-
вода:

$$n_B=7.5 \cdot 615 \cdot 1022=4.613 \cdot 1025 \text{ шт.}$$

Найдем энергию одного фотона излученного от излу-
чающей установки для этого, используем среднюю и ам-
плитудную энергии:

$$\dot{A}_{\text{п.д.д}} = \frac{1.573 \cdot 10^{20}}{4.613 \cdot 10^{25}} = 3.4 \cdot 10^{-6} \text{ eV};$$

$$\dot{A}_{\text{п.д.а}} = \frac{6.741 \cdot 10^{21}}{4.613 \cdot 10^{25}} = 1.46 \cdot 10^{-4} \text{ eV}.$$

Определим диапазон длин волн излучения фотона,
используя постоянную Планка $h = 6.626 \cdot 10^{-24}$, и скорость
света $C = 2,9979 \cdot 108 \text{ м/с}$

$$\lambda_{\text{п.д.д}} = \frac{h \cdot C}{E_{\text{п.д.д}}} = \frac{6.626 \cdot 10^{-24} \cdot 2.9979 \cdot 10^8}{3.4 \cdot 10^{-6}} = 5.842 \cdot 10^{-10} \text{ м};$$

$$\lambda_{\text{п.д.а}} = \frac{h \cdot C}{E_{\text{п.д.а}}} = \frac{6.626 \cdot 10^{-24} \cdot 2.9979 \cdot 10^8}{1.46 \cdot 10^{-4}} = 1.36 \cdot 10^{-11} \text{ м}.$$

Полученные данные длины волны излучения фотона
согласно [5] входят в диапазон рентгеновского излучения
по длине волны, это предположительно и является основ-
ным фактором воздействия на биологию и гистологию
мясных продуктов.

Таким образом, развитие новых биотехнологических
направлений обработки сырья растительного и животного
происхождения с целью интенсификации технологических
процессов, внедрение барьерной технологии для сохране-
ния качества пищевых продуктов представляет актуальный
интерес для комбинированных процессов барьерной тех-
нологии.

Список литературы

1. Беляева, М. А. Влияние ИК и СВЧ-нагрева на жиры говяжьего мяса / М. А. Беляева // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2004 №5. – С. 36 – 37.
2. Бенгтсон, Н. СВЧ – нагрев в пищевой промышленности / Н. Бенгтсон, Т. Олссон // М. – Вестник ТИИЭР, – 1974. – С. 52 – 66.
3. Голубева, И. В. Энтеробактерии: Учебное пособие / И. В. Голубева, В. А. Килессо, В. С. Киселева; Под редакцией В. И. Покровского. – М.: Медицина, 1985. – С. 320.
4. Игнатов, В. В. Влияние электромагнитных полей сверхвысококачастотного диапазона на бактериальную клетку: Учебное пособие для вузов / В. В. Игнатов, А. П. Панасенко, Ю. П. Радин, Б. А. Шендеров; Под ред. В. В. Игнатова. – Саратов.: Издательство СГУ, 1978. – С. 80.
5. Кожаева, Д. К. Обеззараживание мяса птицы сверхвысококачастотной энергией / Д. К. Кожаева // Вестник ветеринарии. – 1998 № 9(3). – С. 42 – 44.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СТЕНДЕ ТИЭПВ -1 ПОДОГРЕВАТЕЛЯ ВОДЫ НА БАЗЕ ТЭН

*Н. В. Оболенский, д.т.н., профессор кафедры
«Механика»;*

*В. Л. Осокин, доцент кафедры «Механика»,
ГОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно-
экономический институт*

Аннотация. Увеличены компактность размещения испытуемого и испытательного оборудования, а также эффективность выявления наиболее рациональных с точки зрения энергопотребления подогревателей воды,

используемых в технологических процессах сельскохозяйственных производств, путем обеспечения их исследований в идентичных условиях, благодаря чему сокращена продолжительность, повышена достоверность результатов и сокращены материальные затраты на проведение исследований.

Разработанный стенд смонтирован в лаборатории НГИЭИ. Схема стенда запатентована как полезная модель.

Ключевые слова: элемент, электрод, оборудование, стенд.

THE DEVELOPMENT OF THE STAND TO IDENTIFY ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC DESIGNS OF WATER HEATERS

Annotation. The compactness of the placement test and test equipment is increased, and also the effectiveness of identifying the most efficient in terms of power structures of water heaters used in technological agricultural production by providing energy studies under identical conditions, thus the duration of the research process is reduced, the reliability increased of their results is increased and material costs for conducting the tests are reduced.

The designed stand is mounted in a patented laboratory of Nizhegorodskiy state engineer-economic institute. The schema of the stand is patented as a useful model.

Key words: element, electrode, equipment, stand.

В работах [1 ... 3, 6, 7] теоретически обоснована целесообразность создания инструмента для выявления наиболее рациональных с точки зрения энергопотребления подогревателей воды, используемых в технологических

процессах сельскохозяйственных производств. Таким инструментом стал созданный нами стенд испытаний подогревателей воды, рис. 1, 2.

Сконструированный стенд изготовлен и смонтирован в лаборатории кафедры «Механика» Нижегородского государственного инженерно-экономического института (НГИЭИ). Аттестован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии ФГУ «Нижегородский ЦСМ» (аттестат № 5147/1600 -10), а также защищен патентом [4]. Там же на стенде проведено экспериментальное исследование удельных энергозатрат для нагрева воды тэновым подогревателем (ЭПВ).



Рис.1. Стенд для испытаний электрических подогревателей воды

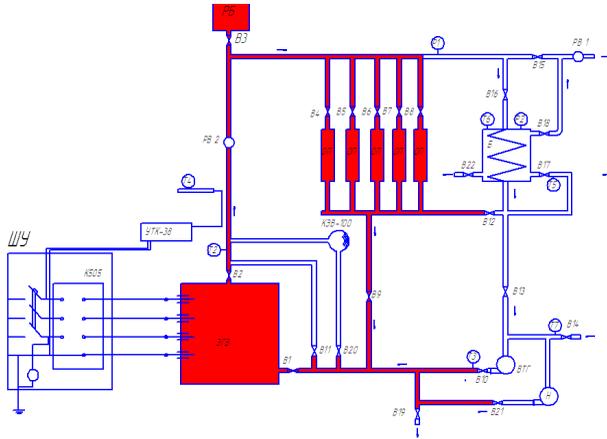


Рис.2. Схема стенда испытаний электрических конструкций подогревателей воды (задействован отопительный режим работы ЭПВ)

Экспериментальное исследование проводилось в четырёх режимах работы: отопительном (при естественной и принудительной циркуляции воды), проточном и бойлерном для трёх мощностей ЭПВ: 10800; 21020 и 31820 Вт.

На рис.2 показана схема отопительного режима работы ЭПВ при естественной (конвекционной) циркуляции воды в системе стенда.

Суть исследований заключалась в замерах: времени нагрева – τ , ч; температуры воды на входе – $t_{вх}$, °С; температуры воды на выходе – $t_{вых}$, °С; расхода воды (зафиксированного расходомером P2) – $G_{ф}$, л; температуры поверхности отопительного прибора – $t_{ом}$, °С (только для режима отопления); напряжения сети – U В; тока в сети – I А; количества потреблённой электроэнергии (зафиксированной электросчетчиком) – W , кВт; уровня шума – L , дБ, а также в расчётах по результатам замеров параметров: температуры

нагрева воды Δt – разница между температурой воды на выходе из подогревателя и на входе в него в фиксированный момент времени, Δt_1 – разница между температурой воды на выходе из подогревателя и на входе в него в начале испытаний, коэффициента тепловых потерь Ψ , отражающего потери теплоты на нагрев среды, окружающей элементы стенда:

$$\Delta t = t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}; \quad (1)$$

$$\Delta t_1 = t_{\text{вых}} - t_{\text{н}}; \quad (2)$$

$$\Psi = 3,6 (W \tau) : (G_{\phi} C_p \Delta t). \quad (3)$$

с последующим занесением полученных данных в таблицы для каждого режима работы и каждой потребляемой мощности ЭПВ, см., например, табл. 1 и обработкой этих данных в прикладной программе MathCAD 2001 Professional, в соответствии с которой рассчитываются математические ожидания измеряемых величин, их дисперсии и среднеквадратические отклонения. Используя критерий Стьюдента, определяются доверительные интервалы ожидаемых величин, замеряемых параметров и их нормальность распределения, выявляются грубые ошибки измерений, исключаемые из дальнейших расчетов.

Кроме того, при известности границ измеряемых аргументов методом двойных вычислений (способ границ) рассчитываются точные границы для искомого значения функции. Поскольку для выявления энергосберегающих электрических подогревателей воды и способов её нагрева не требуется высокой точности измерений исследуемых параметров, мы опустили вышеназванные математические действия.

Ошибки измерений обуславливаются, естественно, и средствами измерений.

В аттестате стенда, выданном Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии ФГУ

Таблица 1

Экспериментальные данные исследуемых параметров
в отопительном режиме работы ЭПВ при естественной
конвекции и $t_n = 7\text{ }^\circ\text{C}$

τ , ч	Потребляемая мощность ЭПВ: $P_T = 10800$ и $P_\Phi = 11550$ Вт								
	$t_{вх}$, $^\circ\text{C}$	$t_{вых}$, $^\circ\text{C}$	Δt , $^\circ\text{C}$	Δt_1 , $^\circ\text{C}$	$t_{от}$, $^\circ\text{C}$	G_Φ , л	W , Вт	ψ	L , дБ
0,5	26	46	20	39	32	90	5775	0,71	
1,0	40	60	20	53	49	240	11550	0,78	
1,5	53	70	17	63	62	410	17325	0,87	
2,0	60	82	22	75	67	555	23100	0,95	
2,5	65	86	21	79	73	700	28875	1,12	
3,0	70	90	20	83	77	855	34650	1,26	
Среднее значение параметра				27, 7		285	11550		

«Нижегородский ЦСМ» отмечено:

«Стенд для сравнительных теплотехнических испытаний электрических подогревателей воды» тип ТИЭПВ – 1, инв. № 027 в составе: подогреватель проточный скоростной (ЭВП), подогреватель емкостной толстостенный (КЭВ – 100), емкостной тонкостенный вихревой теплогенератор (ВТГ) – для выявления наименее энергоемких конструкций, используемых в сельскохозяйственном производстве и в быту, соответствует требованиям программы и методики аттестации (ПМА), ТИЭПВ -1-2010 РЭ и НД».

Значения напряжения и тока в сети, потребляемая мощность и динамика роста температуры нагрева воды, а также теплоотдающей поверхности отопительных приборов фиксировались измерительным комплектом К 505, с относительной погрешностью $\pm 0,7\%$. Регистрация значений температуры на выходе и входе ЭВП осуществлялась восьмиканальным измерительным прибо-

ром УКТ –38 с термопреобразователями ТСМ –50М. Относительная погрешность прибора составляла $\pm 0,5 \%$, погрешность преобразующего элемента – термометра сопротивления составляла $\pm 2 \%$.

При точных измерениях параметров: t_{ex} , $t_{вых}$, t_{om} , t_{σ} , G_{ϕ} , W , их графические зависимости (рис.4) должны быть параллельными линиями, а зависимость Δt – прямой линией.

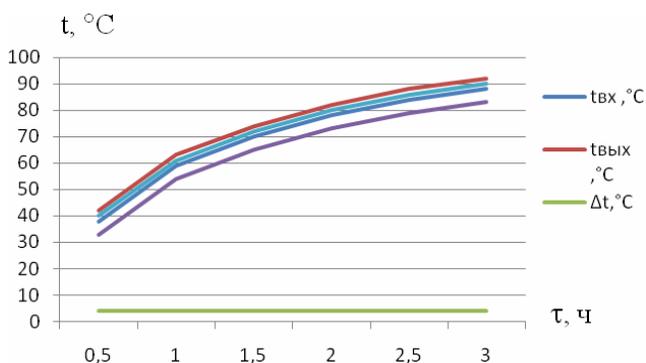


Рис. 4. Зависимость температур : t_{ex} , $t_{вых}$, t_{om} , Δt , Δt_1 от времени работы ЭПВ в режиме отопления при принудительной конвекции и мощности 11550 Вт

Наличие пересечений графических зависимостей показывает на грубые ошибки измерений, искажающие расчетные величины параметров, а значит, обуславливает повторение замеров. Повторные замеры параметров в отопительном режиме работы ЭПВ при естественной конвекции $U = 220$ В, $I = 20$ А и $t_n = 14$ °С позволили получить зависимости более близкие к действительным. Это, в свою очередь, дало возможность сделать объективные выводы по результатам проведённых исследований.

Удельный расход электроэнергии для нагрева 1 кг воды на 1 °С определяли по уравнению, Вт/кг °С,

$$W_{y\partial} = W:G_{\phi} \Delta t_1, \quad (4)$$

где W – количество электроэнергии, израсходованной в течение 1 ч; G_{ϕ} – усреднённое фактическое количество воды, нагретой в течение 1 ч; Δt_1 – усреднённая разница между температурой воды на выходе из подогревателя и на входе в него в начале испытаний.

Результаты расчета $W_{y\partial}$ сведены в табл.2, по результатам которых построены зависимости (рис. 5).

Таблица 2

Результаты расчета $W_{y\partial}$

Мощность ЭПВ, Вт	№ и режим работы ЭПВ	$W_{y\partial}$, Вт/кг °С
11550	1.Отопление при естественной циркуляции	1,463
	2.Отопление при принудительной циркуляции	0,163
	3.Проточный	0,585
	4.Бойлерный	0,410
13200	1.Отопление при естественной циркуляции	1,017
	2.Отопление при принудительной циркуляции	0,142
	3.Проточный	0,593
	4.Бойлерный	0,368
24750	1.Отопление при естественной циркуляции	0,591
	2.Отопление при принудительной циркуляции	0,103
	3.Проточный	0,706
	4.Бойлерный	0,368

Как видно из рис.5 наименьший удельный расход электроэнергии $W_{y\partial}$ происходит при работе ЭПВ в режиме

отопления с принудительной циркуляцией воды, а при работе ЭПВ в режиме отопления с естественной (чисто конвекционной) циркуляцией воды $W_{уд}$ уменьшается с увеличением потребляемой мощности ЭПВ.

Технико-экономическая эффективность использования вновь созданного стенда заключается в том, что создан инструмент, позволивший при незначительных затратах (балансовая стоимость стенда составляет всего 117 тыс. руб.) уже провести исследования тэновой конструкции подогревателя воды при различных потребляемых мощностях и идентичных условиях в четырёх режимах работы и определить $W_{уд}$ т.е. выявить наиболее эффективные потребляемые мощности и условия эксплуатации тэновых подогревателей.

Исследователями Красиковым С. Б., Борисовым С. А., Крайновым Ю. Е. и др. начаты аналогичные исследования вихревого теплогенератора, электродного и индукционного подогревателей.

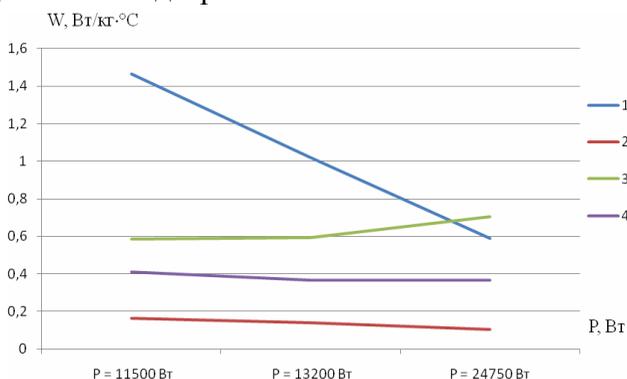


Рис. 5. Зависимости удельного расхода электроэнергии $W_{уд}$ от режима работы ЭПВ и его потребляемых мощностей 11550, 13200, 24750 Вт:

1. Режим отопления при естественной циркуляции.
2. Режим отопления при принудительной циркуляции.
3. Проточный режим. 4. Бойлерный режим

Получив аналогичные результаты исследований других конструкций подогревателей воды, можно выявить наиболее энергосберегающие, что имеет большое значение для экономики сельскохозяйственных, как впрочем и других, предприятий.

Кроме того, использование вновь созданного стенда предусмотрено в учебном процессе обучения студентов по дисциплинам «Теплотехника» и «Гидравлика».

В результате выполненной научно-исследовательской работы решились следующие **научные задачи**.

1. Обоснована необходимость создания стенда для исследования электропотребления подогревателями воды и способов её нагрева по следующим причинам: пока стоимость горячей воды весьма высока, следует искать путь снижения энергозатрат для более эффективного и экономичного её нагрева с использованием уже существующих способов – конструкций подогревателей, для чего необходимо правильно выбрать подогреватель из многочисленных конструкций или изготовить его в условиях имеющихся мастерских. То и другое может быть осуществлено наиболее эффективно только на основании знания удельного энергопотребления для нагрева воды, которое возможно приобрести путём исследований различных по конструкции подогревателей на стенде, обеспечивающим идентичные условия испытаний.

2. Получена математическая модель теплообмена в элементном источнике теплоты (ТЭН); позволившая разработать методику инженерного расчета подогревателей воды использованную: при обработке результатов экспериментальных исследований; при создании ЭПВ для сертифицированного испытательного стенда, а также пригодную для использования при подборе или проектировании новых подогревателей воды.

3. Создан стенд исследований подогревателей воды

в четырёх режимах работы, обеспечивающий идентичность проведения испытаний. Патент на полезную модель № 101835 (заявка № 2010130289). Стенд для испытаний электрических конструкций подогревателей воды /Оболенский Н. В., Осокин В. Л. (РФ). – 4 с: ил.1//Полезные модели.– 2011. – № 3, а также аттестат №5147/1600-10).Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии ФГУ «Нижегородский ЦСМ»

4. Разработана методика проведения исследований подогревателей воды в четырёх режимах работы на вновь созданном стенде, изложенная в работе [5]. Суть методики испытаний – поочерёдное создание четырёх режимов работы посредством открывания и закрывания вентилей.

5. Проведены лабораторные исследования по изучению удельного электропотребления тэновым подогревателем воды в четырёх режимах работы, в результате которых подтверждено создание инструмента, позволяющего при незначительных затратах проводить испытания различных конструкций подогревателя воды в идентичных условиях в четырёх режимах работы и определить удельные потребляемые мощности для нагрева 1кг воды на 1 °С, т.е. выявить наиболее эффективные по энергопотреблению подогреватели воды.

Список литературы

1. Осокин, В. Л. Анализ электроподогревателей, используемых при нагреве воды в технологических процессах сельскохозяйственных производств / Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин // Аграрная наука Евро – Северо – Востока, – 2010. – № 3 (18) – С.60 – 64.
2. Осокин, В. Л. Математическое моделирование теплообмена в электроподогревателях воды. /

Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин // Аграрная наука Евро – Северо – Востока, – 2010. – № 4 (19) – С.58 – 62.

3. Осокин, В. Л. Оптимизация энергопотребления при нагреве воды в технологических процессах пищевой промышленности / Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин // «Актуальные вопросы пищевой промышленности: модернизация и интеграция» – Труды V Межвузовской научно-технической конференции. – Н.Новгород: Филиал ГОУ ВПО МГУТУ в г. Н.Новгород, 2010 – 06 – 08. С. – 22 – 28.

4. Осокин, В. Л. Патент на полезную модель № 101835 (заявка № 2010130289). Стенд для испытаний электрических конструкций подогревателей воды / Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин // (РФ). – 4 с: ил.1. // Полезные модели. – 2011. – № 3. С. – 38.

5. Осокин, В. Л. Практикум по теплотехнике. / Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин. – Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2010. – 236 с.

6. Осокин, В. Л. Теоретические исследования процесса нагрева в элементных электрических подогревателях воды (ЭВП). / Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин // «Актуальные вопросы пищевой промышленности: модернизация и интеграция» – Труды V Межвузовской научно - технической конференции. – Н.Новгород: Филиал ГОУ ВПО МГУТУ в г. Н.Новгород, 2010 – 06 – 08. – С.105 – 117.

7. N. V. Obolenskij, V. L. Osokin. Mathematical modeling of heat exchangers for electric water heater. / «Probltny intensyfikcji produkcji zwierawy z uwzględnieniem poprawy struktury obszarowej gospodarstw rodzinnych. ochrony, srodowiska i standardow UE (14 – 15 wrzesnia 2010 r.)» – Materiały na konferencje, – Warszawa: Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentfch – S.185 – 191.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ШАХТНОЙ ПЕЧИ ИЗВЕСТКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Е. П. Протасова, доцент Нижегородского
государственного архитектурно-строительного
университета;*

*Н. Т. Пузиков, к.т.н., доцент кафедры «Механика»
Нижегородский государственный инженерно-
экономический институт*

На российском рынке, как показывает анализ, основными конкурентными преимуществами печных систем являются низкий удельный расход топлива, компактность установок и приемлемая стоимость оборудования [4]. Высокие расценки на импортные печи не позволяют рассчитывать на широкое их внедрение на территории России, а качество российских альтернатив недостаточно.

Большое количество работ, проводимых в настоящее время, посвящено совершенствованию старых и разработке новых конструкций отечественных шахтных печей [2,3,5]. Существует около 150 действующих российских патентов в области оборудования и способов производства извести, однако целый ряд мероприятий, эффективность использования которых установлена опытом работы некоторых разновидностей шахтных печей зарубежной конструкции [7,8], в отечественной практике шахтного обжига известняка, применения пока не нашел. Повышенное внимание уделяется и вопросам автоматизации установок обжига известняка [6]. Реализация создаваемых этими мероприятиями возможностей, разработка новых эффективных систем отопления, устройств загрузки и выгрузки, точная режимная настройка шахтных

печей требуют глубокого изучения теплотехнических особенностей шахтного обжига и их пристального анализа методами физического и математического моделирования, компьютерного расчета. Недостаточно изученными остаются и некоторые вопросы, касающиеся кинетики диссоциации известняка, аэродинамики шахты, условий движения материала, эффективности сжигания топлива, стойкости футеровок, режимной оптимизации шахтных печей. Все это сдерживает инновационную динамику и увеличивает остроту проектных рисков при реализации новых конструкторских идей в области технологии и оборудования шахтного обжига известняков.

С учетом вышеизложенного задачей исследования является синтез прогнозирующей математической модели шахтной печи с газовым отоплением на базе современных представлений о кинетике диссоциации карбонатных пород, механизме тепломассообменных процессов, аэродинамики газового потока и движения гранул, модели сгорания газообразного топлива (метана).

При анализе процессов, протекающих в шахтной печи, их условно можно разделить на два уровня: микро- и макроуровень, поэтому и общую модель шахтной печи целесообразно разбить на две части: микро- и макрокинетическую [1]. Совокупность факторов, определяющих скорость физико-химических процессов в малых областях шахтной печи, можно отнести к микрокинетике. Микрокинетическая группа включает уравнения состояния единичной гранулы материала, реакции горения в газовой фазе. На эффекты микроуровня оказывают влияние крупномасштабные тепловые, диффузионные, гидродинамические явления, которые относятся к макрокинетической группе. Их специфика зависит от конструкции печи, способа и условий ввода топлива, воздуха, структуры плотного слоя и других факторов.

С точки зрения системного анализа можно выделить пять базовых уровней, на которых моделируются процессы, протекающие в шахтной печи обжига известняка:

1) физико-химическая кинетика (реакции горения топлива, испарение влаги, диссоциация карбонатов);

2) протекание процессов в отдельно взятой грануле материала (теплоперенос, диффузия, напорное течение в узких поровых каналах);

3) обстановка в пограничном слое вокруг гранулы (гидродинамика обтекания, теплообмен газами, диффузия);

4) характер взаимодействия в пределах рассматриваемой зоны аппарата (преимущественно гидродинамика);

5) обстановка в масштабе аппарата (гидродинамика печи, движение материала, теплоперенос).

Ввиду тесной связи перечисленных явлений решение задачи моделирования шахтной печи должно осуществляться совокупно на всех уровнях иерархии. Такой подход позволяет создать завершенную модель аппарата и объединить общие закономерности теплофизических процессов с конкретной технологией, режимными параметрами и конструкцией шахтной печи. Для этого были изучены и применены следующие методы:

1) оценки порозности слоя;

2) теплообмена в плотном фильтруемом слое;

3) анализа аэродинамики газового потока и гидродинамического сопротивления шихты;

4) численного моделирования движения материала;

5) расчета горения газообразного топлива;

6) диссоциации кускового известняка;

7) многопараметрической оптимизации с ограничениями.

В работе синтезирована динамическая математическая модель шахтной печи обжига известняка, структурированная по иерархическому принципу. Модель высшего ранга создана для осесимметричной геометрии. Ее обобщенное уравнение можно записать в простой форме

$$-\frac{\partial}{\partial t}[\gamma_i \rho_i \varphi_i] + \frac{\partial}{\partial x}[\gamma_i \rho_i u_i \varphi_i] + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}[r \gamma_i \rho_i v_i \varphi_i] - \frac{\partial}{\partial x} \left[\gamma_i \mu_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} \right] - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[r \gamma_i \mu_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial r} \right] = S_i,$$

где t , x и r – соответственно время, вертикальная и радиальная координаты печи, с, м; i – индекс, указывающий на принадлежность параметров твердой или газовой фазе; γ – объемная доля фазы; μ – зависящая переменная; ν – коэффициент переноса (диффузионный коэффициент); S – источниковый член.

В таблице 1 дается расшифровка величин, превращающих уравнение (1) в систему балансовых уравнений неразрывности, массы, энтальпии и инерции, отражающих состояние гранулированной твердой и газообразной фаз. В таблице приняты следующие обозначения: g и s – индексы, указывающие на принадлежность параметра газовой или твердой фазе; g_i – массовая доля j -го компонента в твердой фазе, причем i меняется от 1 до 5 (H_2O , CO_2 , O_2 , N_2 , CH_4); h – энтальпия, Дж/кг; u и v – соответственно вертикальная и горизонтальная составляющие вектора скорости потока, м/с; S_j и $S_{i=j}$ – соответственно суммарный и покомпонентный перенос массы из твердой фазы в газовую с испаряющейся водой в зоне сушки $S_{i=1}$ и выделяющимся углекислым газом в зоне обжига $S_{i=2}$, кг/(м³с); ν_{ik} – стехиометрический коэффициент i -го компонента газа в k -ой реакции; R_k – скорость k -ой реакции, кг/(м³с); Q_{gm} – перенос тепла между газом и материалом в результате конвекции, Вт/м³; H_k и H_{sgj} – соответственно изменение энтальпии газа в результате k -ой реакции в газовой фазе и выделения вещества из материала, Дж/кг; p и p_s – давление в газовой и твердой

фазе соответственно, Па; T_g и T_{g0} – соответственно фактическая и опорная температура, К; g_0 – плотность газа при опорной температуре, кг/м³; g_g – коэффициент температурного расширения газа, К⁻¹; g – ускорение свободного падения, м/с²; $F_{x,gs}$ и $F_{r,gs}$ – вертикальная и радиальная составляющая объемной силы F_{gs} взаимодействия газа и материала, Н/м³; j – стехиометрический коэффициент пропорциональности, причем $j=1$ для зоны сушки, $j=100/44$ для зоны диссоциации; g и s – соответственно динамический коэффициент вязкости газа и приведенный коэффициент вязкости гранулированной среды, Пас. Указанная система решается при граничных условиях I и II рода.

Таблица 1

Подстановочные выражения для уравнения (1)

Балансовое уравнение	i				S	
неразрывности массы вещества	g		1	0	S_j	
	g		g_i	$g D_{gi}$	$S_{i=j} + \sum_k v_{ik} R_k$	
энтальпии	g		h_g	g/c_{pg}	$Q_{gm} + \sum_k (-\Delta H_k) R_k + \sum_j \Delta H_{sgj} \cdot S_j$	
	x	g	u_g	g	$-\varepsilon(\partial p / \partial x) + \varepsilon \rho_{g0} g \beta_g (T_g - T_{g0}) - F_{x,gs}$	
импульса	r	g	v_g	g	$-\varepsilon(\partial p / \partial r + \mu_g v_g / r^2) - F_{r,gs}$	
неразрывности	s	(I-)	1	0	$-S_j$	
массы вещества	s	(I-)	g_i	0	$-\kappa_j \cdot S_j$	
энтальпии	s	(I-)	h_s	s/c_s	$-Q_{gm} + \sum_j (-\Delta H_{sj}) \kappa_j \cdot S_j - \sum_j \Delta H_{sgj} \cdot S_j$	
импульса	x	s	(I-)	u_s	s	$(1 - \varepsilon)(\rho_s g - \partial p_s / \partial x)$
	r	s	(I-)	v_s	s	$-(1 - \varepsilon)(\partial p_s / \partial r + \mu_s v_s / r^2)$

Состояние газовой фазы в областях печи, не заполненных материалом, может определяться по уравнениям, составленным для плотного слоя, если при использовании выражений из таблицы 1 принять: $S_j = S_{i=j} = 0$, $Q_{gm} = 0$, $F_{gs} = 0$.

Коэффициент межфазного переноса тепла при расчете Q_{gm} определяется по известному критериальному выражению Ранца–Маршала. Движение материала описывалось моделью механики жидкости, адаптированной к механике гранулированных сред Жангом и Ю (Zhang и Yu). Силовое взаимодействие между газом и материалом учтено с помощью закона Эргуна.

Для описания процесса диссоциации кускового известняка разработана усовершенствованная математическая модель, возникшая на базе работ В. Г. Пивоварова, В. Моффата и Р. В. Валмсли. В модели совместно рассмотрены процессы теплопроводности, конвекции и диффузии, кинетика и физические условия реакции диссоциации карбоната (рис. 1). Разработанная модель является динамической, что позволяет при переменных значениях внешних факторов получать данные о состоянии гранулы в каждый момент времени.

В ее основе лежит дифференциальное уравнение 2-го порядка для одномерной симметричной задачи

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial t} = \psi \left(\frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial \varphi_i}{\partial r} \right) - \gamma \cdot \frac{2}{r} \left(u \frac{\partial \varphi_i}{\partial r} + \varphi_i \frac{\partial u}{\partial r} \right),$$

где t и r – соответственно временная и радиальная координаты, м; φ_i – зависимая переменная; ψ и γ – коэффициенты уравнения; u – скорость газа в пористой оболочке оксида кальция, м/с; i – индекс, указывающий на принадлежность параметров оксидной оболочке $i = 1$ и ядру $i = 2$ гранулы.

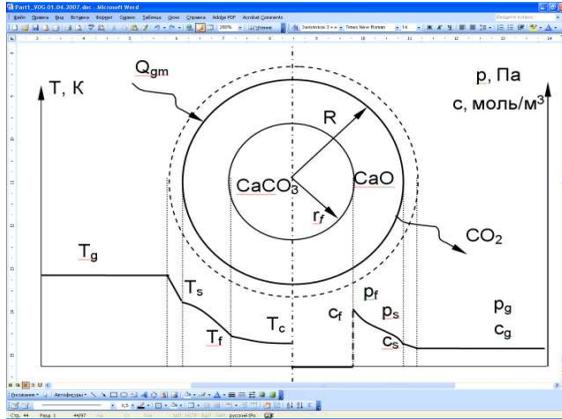


Рис. 1. Тепломассообменные процессы в грануле известняка при диссоциации:

R – радиус гранулы, м; r_f – радиус фронта диссоциации, м;

T – температура, К; c – концентрация CO_2 , моль/м³; p – давление, Па; Q_{gm} – тепловой поток от газов к материалу, Вт; нижние индексы: g – газ; s – поверхность гранулы; f – фронт реакции; c – центр гранулы.

Система балансовых уравнений, отражающих состояние гранулы известняка, составляется на базе таблицы 2, аналогично предыдущему случаю. В таблице приняты следующие обозначения: ρ_g – плотность газа, находящегося в порах оболочки, кг/м³; T – температура, К; c и p – соответственно концентрация углекислого газа в объеме пористой оболочки и давление, моль/м³ и Па; a_{ef} , ρ_f и C_{ef} – соответственно эффективные значения температуропроводности, плотности и удельной теплоемкости оболочки, м²/с, кг/м³ и Дж/(кгК); ρ_g и C_g и μ_g – плотность, удельная теплоемкость динамический коэффициент вязкости газа, находящегося в порах, кг/м³, Дж/(кгК) и Пас; D – коэффициент диффузии, м²/с; k – проницаемость пористой структуры, м².

Таблица 2

Подстановочные выражения для уравнения (2)

Уравнение	i			
Тепловой баланс	1	T	a_{ef}	${}_g C_{g/ef} C_{ef}$
	2	T	a_2	0
Материальный баланс	1	c	D	1
Силовой баланс	1	p	k/g	0

Скорость газа в порах определяется по уравнению неразрывности с допущением, что газ несжимаем. Давление во фронте гранулы формулируется с помощью граничного условия II рода. Кинетика реакции разложения известняка рассчитывается по известной методике с учетом величины равновесного давления CO_2 и температурной зависимости для константы скорости. Условие сохранения тепловой энергии во фронте реакции учитывает сток тепла при диссоциации. Также рассчитывается скорость смещения фронта реакции, объемная и массовая степени диссоциации гранулы. Описанные модели реализованы в пакете Comsol Multiphysics 3.5a.

Для эффективного решения задачи оптимизации математическая модель шахтной печи приведена к стационарному одномерному виду и реализована совместно с моделью диссоциации гранулы и блоком многофакторной оптимизации в программной среде Matlab R2006a. В разработанной программе «LSF Wizard» при поиске решения используется метод прогонки (рис. 2). Модель идентифицирована на основе промышленных данных.

Проверка достоверности модели проводилась на основе данных о работе шахтных печей, предоставленных ОАО «Силикатный завод №1» (г. Нижний Новгород) и ЗАО «Борский силикатный завод» (г. Нижний Новгород),

на базе НПФ ООО «Промэнергогаз-2». Совокупность процессов, протекающих в шахтной печи, удовлетворительно описывается предложенной системой уравнений, отклонение расчетных значений содержания СаО в извести от экспериментальных и производственных данных не превышает 2 %. Математическая модель, учитывающая теплообмен в оксидной оболочке, химическую кинетику процесса диссоциации карбоната кальция и нестационарный характер влияния внешних факторов удовлетворительно описывает разложение гранул известняка различной крупности в широком диапазоне температур и концентраций CO_2 в газовой фазе.

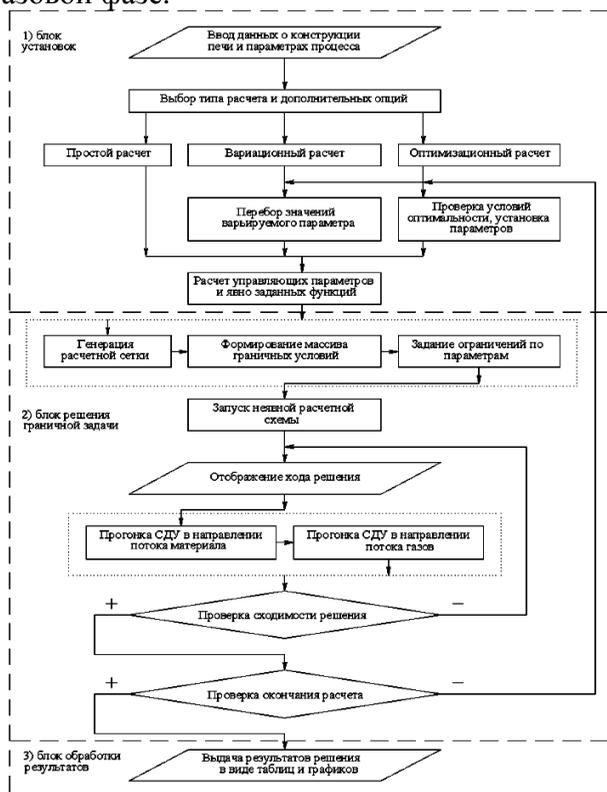


Рис. 2. Алгоритм решения математической модели

Список литературы

1. Кафаров, В. В. Системный анализ процессов химической технологии: основы стратегии / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. – М.: Наука, 1976. – 498 с.

2. Косников, А. А. Разработка математических моделей кинетики окислительно-восстановительных процессов шахтной свинцовой плавки: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.16.03 / А. А. Косников; Ин-т металлургии и обогащения. – Алма-Ата, 1991. – 24 с.

3. Котельников, Ю. В. Комовая известь. Оборудование для обжига извести [Электронный ресурс] / Ю. В. Котельников. – Красково: Спецпромтех, 2006. – Режим доступа : <http://www.spsss.ru>.

4. Материалы отраслевого семинара производителей извести (пос. Угловка, октябрь 2005 г.) / ОАО «УИК». – Угловка [пос.]: УИК, 2005.

5. Шубин, А. Ф. Прямоточно-противоточная шахтная печь для производства активной извести / А.Ф. Шубин [и др.] // Сталь. – 2001. – № 5 – С. 80–81.

6. Constantinescu, R. MRAC strategy for the temperature profile control of a lime kiln [Electronic resource] / R. Constantinescu. – Bellingham : IDEAS Simulation Inc. – Режим доступа: <http://www.ideas-simulation.com/downloads/LimeKiln.pdf>.

7. Piringer, H. Process optimization on Maerz lime kilns / H. Piringer // ZKG Int. – 2005. – Vol. 58, № 1. – P. 41–48.

8. Predescu, L. Improving the Vertical Lime Kiln / L. Predescu // Steel Times Int. – 1997. – Vol.

ОЦЕНКА БЕЗОТКАЗНОСТИ СЕРИЙНЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ (СНГ) И ЗАРУБЕЖНЫХ ТРАКТОРОВ

Е. А. Пучин, д.т.н., проф. (МГАУ им. В. П. Горячкина);

Д. В. Лайко, доцент НГМА

Аннотация: в статье представлен анализ сложных отказов серийных отечественных (СНГ) и зарубежных тракторов.

Ключевые слова: показатель, надёжность, трактор, безотказность, наработка.

ASSESSMENT OF NON-FAILURE OPERATION OF SERIAL DOMESTIC (SNG) AND FOREIGN TRACTORS

E. A. Puchin, the doctor of technical sciences, the professor (MGAU by V. P. Goryachkin);

D. V. Laiko, the candidate of technical sciences, the docent (NGMA)

Annotation. In article the analysis of complex refusals of serial domestic (SNG) and foreign tractors is presented.

Key words: value, reliability, tractor, reliability, and time.

Уровень надёжности сельскохозяйственных тракторов определяет величину затрат на их поддержание в работоспособном состоянии, составляющих значительную часть (до 15 – 20 %) себестоимости механизированных

работ. От уровня надежности зависят также годовая наработка тракторов и продолжительность их простоев в пиковые периоды, приводящих к потере урожая, и в целом эффективность использования тракторов. Таким образом, уровень надежности наряду с функциональными показателями в значительной степени определяет конкурентоспособность выпускаемых тракторов на рынке.

На протяжении многих лет осуществлялась всесторонняя оценка эксплуатационной надежности тракторов, которая базировалась на результатах, проводимых МИС по ежегодным планам, длительных, периодических, типовых (ресурсных) и приемочных (для новых моделей) испытаний. Результаты этих испытаний использовались для проверки выполнения требований по надежности, установленных в государственных стандартах, ТУ и нормативах для «нормальных» условий эксплуатации [1].

Вследствие некоторых экономических причин проведение длительных и типовых контрольных испытаний тракторов на МИС в последние годы резко сократилось, а периодические наблюдения за тракторами в реальных условиях эксплуатации были практически прекращены.

Большая часть технических (функциональных) показателей тракторов, определяющих их производительность, тяговые характеристики, энергетическую экономичность, условия труда механизатора и другие потребительские свойства, может быть определена на основе кратковременных испытаний единичных образцов машин. В отличие от этих показателей, показатели надежности имеют заметный разброс от образца к образцу, изменяются по мере роста наработки трактора, существенно зависят от условий использования, технического обслуживания и ремонта и потому требуют для своего определения длительных

эксплуатационных испытаний в типичных условиях их работы и основных почвенно-климатических зонах.

Минимальная продолжительность испытаний, обеспечивающая достоверный прогноз показателей надежности, должна быть не менее удвоенной наработки, в течение которой происходят «выжигание» основных производственных отказов [2].

Сравнение данных о безотказности в реальных условиях эксплуатации серийных отечественных (СНГ) тракторов, в том числе минского, волгоградского и харьковского тракторных заводов позволяет сделать вывод, что самый высокий уровень безотказности среди отечественных тракторов (СНГ) имеет трактор Беларус-82.1. Средняя наработка на сложный отказ составляет около 500 моточасов. Большинство сложных отказов за первую 1000 моточасов носит единичный характер. К повторяющимся до настоящего времени сложным отказам можно отнести: отказы топливного и водяного насосов; разрушение подшипников промежуточной опоры карданного вала; течь масла по уплотнениям ПВМ и конечных передач заднего моста; отказы ВОМ; зависание золотников распределителя; отказы гидроусилителя руля; отказы генератора и стартера. Также отмечаются конструктивные и функциональные недостатки: при оптимальной загрузке тракторов топлива в баках хватает только на 5 – 7 часов работы при требовании по ТУ – не менее 10 часов; в холодное время не обеспечивается тепловой режим работы двигателя (отсутствие шторки радиатора и утеплительного чехла в базовой комплектации); затруднено трогание с места трактора при работе с почвообрабатывающими орудиями (повышенная вибрация, подгорание фрикционных дисков сцепления) и другие.

У тракторов ДТ-75 волгоградского тракторного завода средняя наработка на сложный отказ за 1000

моточасов в реальных условиях эксплуатации составляет около 285 моточасов. Номенклатура повторяющихся сложных отказов тракторов ДТ-75 следующая: течи масла по уплотнениям конечных передач и опорных катков; отказы топливного и водяного насоса двигателя; износ пальцев и звеньев гусениц; течь масла по уплотнениям гидроцилиндра; отказы ведущего колеса и другие.

Результаты наблюдений за тракторами харьковского тракторного завода в реальных условиях эксплуатации показали, что их средняя наработка на сложный отказ составляет около 245 моточасов. Можно отметить, что на колесных тракторах типа ХТЗ-150К снизилось число таких сложных отказов, как течи масла через уплотнения редукторов переднего и заднего мостов, износ протекторов шин за наработку до 1000 моточасов и течи масла через уплотнения гидроцилиндра рулевого управления. К повторяющимся отказам тракторов типа ХТЗ-150К относятся: излом крестовин вала привода ВОМ; скол зубьев сателлитов редуктора заднего моста; отказы гидронасоса навески и другие.

В технических интернет – журналах [3] представлены данные об отказах тракторов John Deere 6800, Steier 9145, Fend 716 и 509С, New Holland 8870, Case MX 135, Ford 7740SEL, Agrottron 106 Deutz, прошедших испытания за рубежом. Результаты этих испытаний, проведенных по одинаковой методике и с близкими наработками, свидетельствуют, что их безотказность различается в существенно меньшей мере: средняя наработка на сложный отказ тракторов разных фирм-производителей и различной мощности (от 95 до 210 л.с) составляет 170–400 моточасов.

В таблице №1 представлены показатели безотказности зарубежных тракторов за контрольную наработку 1000 моточасов.

Таблица 1

Показатели безотказности зарубежных тракторов за контрольную наработку 1000 моточасов

Марка трактора	Наработка, мото-ч	Число отказов по группам сложности			Средняя наработка на сложный отказ, мото-ч
		I	II	III	
John Deere 6800	700	2	2	0	350
Steier 9145	796	6	2	0	400
Fend 716	1000	5	3	0	330
Fend 509C	1000	2	3	0	330
New Holland 870	1000	2	2	1	333
Case MX 135	1000	2	5	0	200
Ford 7740SEL	1000	4	3	1	365
Agrotron 106 Deutz	1000	5	6	0	170

В таблице 2 представлены данные по наработке на сложный отказ зарубежных тракторов (единичного образца), прошедших испытания на МИС.

Как видно из таблиц №1 и №2, наработка на сложный отказ зарубежных моделей, прошедших испытания на МИС, значительно превышает наработку, полученную при испытаниях за рубежом. Причина таких значительных различий объясняется разницей методик испытаний, в том числе возможной специальной подготовкой образцов зарубежных тракторов, поступивших на МИС.

Таблица 2

Показатели безотказности зарубежных тракторов,
прошедших испытания на МИС

Марка трактора	Наработка. мото-ч	Число отказов по группам сложности			Средняя наработка на сложный отказ (единичного образца), мото-ч
		I	II	III	
Тракторы, прошедшие испытания на МИС					
John Deere 7800	1000	4	0	0	> 1000
	2000	6	0	0	> 2000
John Deere 8420	1730	0	0	0	> 1730
John Deere 9420	1482	0	0	0	> 1482
John Deere 7920	1716	0	0	0	> 1716
Magnum MX-240	2015	0	0	0	> 2015
Valmet 8400E	1000	3	1	0	1000
	2000	3	2	0	1000
	3000	3	5	0	600

Следует также отметить, что достаточно быстрая реакция ведущих зарубежных фирм-производителей на выявленные отказы машин, поставляемых на перспективные рынки сбыта, должна служить положительным примером для отечественного тракторостроения.

Список литературы

1. Купрюнин, Д. Г. Анализ надежности (безотказности) отечественных и зарубежных тракторов. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 96 с.
2. ГОСТ 7057-82. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний.
3. <http://www.profi-int.com/>.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

О. Н. Стукачева, к.б.н., доцент, НГСХА

Аннотация. При исследовании кисломолочных продуктов, полученных в результате технологического опыта, получены данные, характеризующие степень перехода тяжелых металлов из молока в продукты переработки.

Ключевые слова: молочные продукты, экологическая чистота, тяжелые металлы.

THE ECOLOGICAL SECURITY OF SOUR-MILK PRODUCTS

*O. N. Stukacheva, the candidate of biological sciences,
the docent the Nizhniy Novgorod state agricultural Academy*

Annotation. At research of the sour-milk products received as a result of technological experience, the data describing a degree of transition of heavy metals from milk in products of processing are obtained.

The keywords: dairy products, ecological cleanliness, heavy metals.

Резкое ухудшение экологической ситуации практически во всех регионах мира, связанное с антропогенной деятельностью человека, повлияло на качественный состав потребляемой пищи. С продуктами питания в организм человека поступает значительная часть химических и биологических веществ. Они попадают и

накапливаются в пищевых продуктах по ходу как биологической цепи, обеспечивающей обмен веществ между живыми организмами, с одной стороны, и воздухом, водой и почвой с другой. Так и в пищевой цепи, включающей все этапы сельскохозяйственного и промышленного производства продовольственного сырья и пищевых продуктов. В связи с этим обеспечение безопасности и качества продовольственного сырья и пищевых продуктов является одной из основных задач современного человеческого общества, определяющих здоровье населения и сохранение его генофонда.

К числу этих загрязнителей, прежде всего, относятся некоторые тяжелые металлы (свинец, кадмий, хром, ртуть, алюминий и др.) и эссенциальные микроэлементы (железо, цинк, медь, марганец и др.), также имеющие свой токсический диапазон.

Основным путем поступления тяжелых металлов в организм является желудочно-кишечный тракт, который наиболее уязвим к действию техногенных экотоксикантов. В связи с этим была проведена научно-исследовательская работа по выявлению степени загрязненности молока и молочных продуктов солями тяжелых металлов.

В рамках научно-хозяйственного опыта на базе ЗАО «Горбатовское» был проведен технологический опыт по изготовлению молочных продуктов: кефира, сметаны и творога. Они относятся к кисломолочным продуктам и получают при сквашивании молока и сливок чистыми культурами молочнокислых бактерий с добавлением или без добавления дрожжей и уксуснокислых бактерий.

Для выяснения экологических характеристик выработанных продуктов было определено содержание тяжелых металлов. Во всех продуктах отмечено содержание токсичных элементов ниже значений ПДК.

Максимальное содержание тяжелых металлов

наблюдалось в кефире, по сравнению со сметаной и творогом. Это связано с тем, что кефир – цельномолочный продукт и токсичные элементы практически в полном объеме переходят в продукт, что и подтверждают коэффициенты перехода, рассчитанные для каждого металла; их значения варьируют от 0,5 до 1,0.

Сметана, как высокожирный продукт, содержит тяжелых металлов меньше, чем кефир в 5 – 7 раз. Причем кадмия отмечено минимальное количество из всех выработанных кисломолочных продуктов. Эти результаты подтверждают данные Саломатина А. Д. с соавторами (1997) о переходе кадмия при сепарировании в обезжиренное молоко в количестве 95 %. Содержание меди в сметане от 0,01 до 0,15 от концентрации в молоке подтверждают результаты исследований Барабанщикова Н. В., Хрисановой Л. П. (1983) и Алексеевой Н. Ю. с соавторами (1986), что с оболочками жировых шариков связано 10–35 % естественной меди. Коэффициенты перехода цинка из молока в сметану имеют значение от 0,01 до 0,05, что не противоречит данным Барабанщикова Н. В., Хрисановой Л. П. (1983) и Алексеевой Н. Ю. с соавторами (1986), что с оболочками жировых шариков связано 6–8 % цинка.

Творог содержит больше тяжелых металлов, чем сметана, но меньше, чем кефир, в пересчете на цельное молоко. Коэффициент перехода свинца из молока в творог варьировал от 0,9 до 0,2, что при пересчете на молоко составило 0,02 – 0,09. Таким образом, можно констатировать, что свинец в основном связан с белками молока, в частности казеином. Аналогичные результаты получены С. В. Карташовым (1998) при исследовании перехода тяжелых металлов в молочные продукты. Самые высокие концентрации цинка получены в твороге, от 7 до 90 % цинка переходит в творог. Эти результаты подтверждают

данные Алексеевой Н. Ю. с соавторами (1986), Карташова С. В. (1998), что этот биометалл связан главным образом с казеином, а не с белками сыворотки. Меди в твороге в среднем в 5 раз больше, чем в цельном молоке, но при пересчете на исходное молоко процент перехода составляет 14 – 57 %. Это подтверждает мнение ряда авторов (Барабанщикова Н. В., Хрисановой Л. П. 1983, Алексеевой Н. Ю. с соавторами (1986), Карташова С. В., 1998), что медь на 35 – 39 % связана с казеином. Довольно высокий переход кадмия в готовый белковый продукт 45 – 70 %, но при пересчете на цельное молоко коэффициент меньше 10 %.

Обобщая выше изложенное можно утверждать, что при переработки молока тяжелые металлы переходят в молочные продукты в определенной пропорции. Кефир содержит максимальное количество токсичных элементов, степень перехода свинца и кадмия составляет 80–85 %. Творог, содержит меньше свинца, чем цельное молоко, но концентрация кадмия, цинка и меди в 2 – 3 раза больше. В сметане, содержится минимальное количество всех исследуемых токсичных элементов (0,012 – 0,013 мг\кг). Во всех выработанных кисломолочных продуктах содержание тяжелых металлов меньше значений ПДК.

Список литературы

1. Алексеева, Н. Ю. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: Справочник / Под ред. Костина Я. И. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.
2. Барабанщиков, Н.В. Распределение и концентрация микроэлементов в молоке и молочных продуктах // Молочная промышленность. – 1983, №10, С. 23 – 25.
3. Карташов, С.В. Содержание тяжелых металлов в молоке и молочной продукции разных районов Новгород-

ской области. // Миграция тяжелых металлов и радионуклеидов в звене: почва – растение (корм, рацион) – животное – продукт животноводства – человек / Карташов С. В., Семенов Н. К., Твердохлеб Г. В. Материалы международной конференции 23 – 25 марта 1998.

4. Саломатин, А. Д. Экологические аспекты производства безопасных молочных продуктов // Обзор. информация. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1997. – вып. 3. – 16 с.

ПОТОКИ ЖИВОТНЫХ НА КОНВЕЙЕРНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ И МОДЕЛЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫДАИВАНИЯ

О. А. Тареева, преподаватель кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. Оценка пропускной способности доильных установок различных типов, в том числе и конвейерных, определяемая по закону нормального распределения, является неточной, т.к. допускает нулевое и отрицательное значение продолжительности доения коров, что противоречит физической сущности. Наиболее точно отражает физическую сущность изучаемого признака логарифмически-нормальный закон распределения.

Ключевые слова: пропускная способность доильной установки, закон нормального распределения, логарифмически-нормальный закон, продолжительность доения коров.

STREAMS OF ANIMALS ON CONVEYOR MILKING MACHINES AND MODEL OF DURATION MILK DRYING

O. A. Tareeva, the teacher of the chair « Bases of agriculture, chemistry and ecology» the Nizhniy Novgorod state engineering-economic Institute

Annotation. Assessment of throughput of milking machines of various types including conveyor, defined under the law of normal distribution, is inexact, because supposes zero and negative value of duration of milking of cows that contradicts physical essence.

Most precisely reflects physical essence of a studied sign the logarithmically-normal law of distribution.

The keywords: throughput of a milking machine, the law of normal distribution, the logarithmically-normal law, duration of milking of cows.

Пропускная способность и производительность доильного зала в условиях современных молочных ферм жестко регламентирована. Это связано с продолжительностью дойки стада. В свою очередь, продолжительность дойки регламентируется принятой организацией труда и т.д.

Некоторые зарубежные фирмы регламентируют доильные установки для почти круглосуточного доения (продолжительность работы доильного зала 16 Карташов, С. В., Семенов Н. К., Твердохлеб Г. В. 20 часов). По их мнению, такой подход позволяет существенно повысить эффективность использования капитальных вложений на строительство доильного зала.

В связи с вышесказанным практика предъявляет достаточно высокие требования к точности определения про-

изводительности доильных установок, а это, в свою очередь, требует уточнения связей между потоком выдоенных животных к параметрам доильной установки, включая характеристики стада.

Основной задачей проектирования является определение рационального типа и числа доильных установок, количества доильных станков и обслуживающего персонала, удовлетворяющего заданным организационно-технологическим ограничениям.

В настоящее время в доильных залах используют несколько типов станочных доильных установок: с индивидуальными доильными станками «Тандем» и проходные с групповыми доильными станками «Елочка», «Параллель» и конвейерными доильными станками, ряд фирм выпускает установки «Полигон», «Тригон».

Из вышеизложенного следует, что реализация доильного зала допускает многовариантное решение.

При анализе каждого конкретного случая для получения сопоставимых данных по пропускной способности сравниваемых доильных установок необходимо исходить из того, что на обеих установках «доится» стадо с одинаковыми характеристиками распределения продолжительности доения коров. Изменяя характеристики распределения данного признака, можно определить влияние подобранности стада по продолжительности доения на пропускную способность доильных установок.

Также на эффективность функционирования поточной линии доения большое влияние оказывает уровень профессиональной подготовки оператора и наличие необходимых навыков. От этих факторов зависит продолжительность и качество выполнения ручных операций.

Однако, влияние такого важного фактора как квалификация оператора, можно исключить. Наличие четкой системы профессиональной подготовки операторов дое-

ния, новых технических средств обучения позволяет повысить квалификацию операторов до высокого профессионального уровня. Влияние индивидуальных особенностей, по мнению М. де Монмоллена [6], на качество выполнения операций невелико. Это подтверждается таким фактом: сравниваемые данные по производительности доильных установок одного и того же типа и размера, опубликованные в различных странах, существенно не отличаются между собой. Поэтому, при сравнении эффективности различных доильных установок влияние квалификации оператора на продолжительность выполнения операции не учитывается. Продолжительность выполнения ручных операций при этом можно без ущерба принимать постоянной.

Эффективность функционирования поточной линии доения зависит также от взаимодействия между доильным аппаратом и животным. Изучение взаимодействия доильного аппарата и животного, создание доильной машины, обеспечивающей эффективную стимуляцию рефлекса молокоотдачи и повышение продуктивности коров, исключая отрицательные воздействия на животное Карташов С. В., Семенов Н. К., Твердохлеб Г. В. это сложнейшая научно-техническая задача комплексного характера. Решением этой задачи занимались такие ученые, как Н. М. Аранович, В. Ф. Королев, Э. К. Вальдман, И. Г. Велиток, Л. Л. Карташов и др. Несмотря на большое количество различных типов российских и зарубежных доильных установок, все они комплектуются одними и теми же доильными аппаратами. Зоотехнические требования к качеству машинного доения по полноте выдаивания, скорости молоковыведения, величине ручного дооя и другим показателям также одинаковы для всех типов установок. Вместе с тем доильный зал и сама доильная установка является одними из факторов, определяющих стереотип доения.

Однако количественных оценок влияния типа доильных установок на уровень возбуждения рефлекса молокоотдачи не приводится. Поэтому влияние доильного аппарата на эффективность функционирования разных типов доильных установок можно считать условно одинаковыми при условии, что будет обеспечен адекватный вакуумный режим и характер взаимодействия подвесной части аппарата с выменем. В связи с этим при сравнительной оценке возможных вариантов реализации поточно-технологической линии доения и обеспечения этого условия сам процесс извлечения молока из вымени коровы доильным аппаратом при построении моделей функционирования доильных установок можно не учитывать.

Как известно по исследованиям, при существующих методах комплектования технологических групп распределение в них животных по продолжительности выдаивания является фактором случайным. В качестве модели, отражающей основные свойства изучаемого признака Карташов С. В., Семенов Н. К., Твердохлеб Г. В. продолжительности выдаивания, большинство исследователей принимают статистическую модель. Большинство исследователей рекомендуют использовать в качестве статистической модели нормальный закон распределения [8, 9, 10, 5, 12, 13, 14].

Однако выбор такой модели не отражает одну очень важную для изучаемого признака особенность. Продолжительность доения не может быть меньше определенной величины или нуля, т.е. изучаемый признак всегда ограничен слева. Т.е. нормальный закон распределения допускает нулевое или отрицательное значение продолжительности доения, что противоречит физической сущности. Поэтому правомерность выбора в качестве статистической модели продолжительности доения коров нормального закона распределения сомнительна.

Выше указанные доводы, а также обследование реальных стад и обработка материалов, имеющих в литературе [6], показывают, что более точно отражает физическую сущность статистической модели продолжительности доения коров логарифмически-нормальный закон распределения. Теоретические и экспериментальные кривые распределения продолжительности доения коров по данным исследования ГНУ ВИЭСХ представлены на рис. 1.

В результате обработки статистических данных было установлено, что логарифмически-нормальный закон распределения не противоречит экспериментальным данным с вероятностью 0,4 – 0,6. Уровень значимости предлагаемой модели значительно выше уровня значимости нормального закона распределения.

Логарифмически-нормальный закон широко используют для описания биологических явлений и признаков, например размеров организмов, объема груди, частоты пульса, уровня кровяного давления, величины урожая и т.д. [15, 16].

Плотность распределения логарифмически-нормального закона описывается параметрами распределения уже не самой изучаемой величины, а ее логарифмов:

$$f(x, \mu, \sigma, \xi) = \frac{1}{-\sigma(x - \xi)\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} [\ln(x - \xi) - \mu]^2 \right\}$$

при $x \geq \xi$, $-\infty \leq \mu \leq \infty$, $-\infty < \xi < \infty$, $\sigma > 0$

Следовательно, μ и σ уже не характеризуют центр распределения. Параметр ξ представляет собой нижний предел случайной величины, распределение которой подбирается. Т. е. продолжительность доения не может быть меньше нуля или какой-либо другой положительной величины. Помимо ξ логарифмически-нормальный закон распределения характеризуется еще двумя параметрами η и γ .

Если известна выборка и значение ξ , то параметры распределения связаны между собой таким образом

$$Z_{\alpha} = \gamma^* + \eta \ln(x_{\alpha} - \xi).$$

где Z – нормированная нормально распределенная случайная величина.

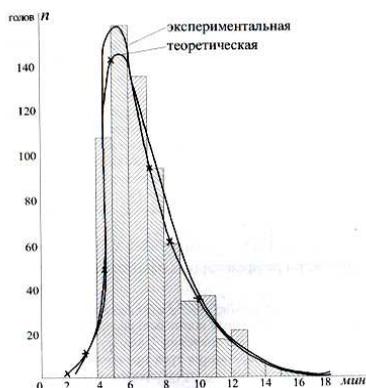


Рис. 1. Кривые распределения продолжительности выдоя коров

При неизвестном значении ξ оценку параметров η , γ и ξ производят путем приравнивания трех перцентилей, определяемых из выборки, соответствующим трем перцентилем нормированной нормально распределенной случайной величины Z , например $X_{0,05}$, $X_{0,5}$, $X_{0,95}$.

Минимальная продолжительность (ξ) может быть обоснована, исходя из современных представлений о рефлекторном освобождении окситоцина нейрогипофиза и последующих сократительных воздействиях этого гормона на миоэпителиальные мышцы, окружающие альвеолы и мелкие протоки [1, 2, 3, 4, 7].

Согласно данным опытов необходимая для молоковыведения концентрация окситоцина в крови поддержива-

ется недолго, от 2 до 5 минут. Поэтому считают, что корова должна выдаиваться в первые 2 – 3 минуты [7,17]. Однако в литературе приводятся различные данные по продолжительности выдаивания коров, на основании которых можно без большого ущерба принять минимальную продолжительность доения равной приближенно одной минуте, т.е. $\xi \approx 60$ с. При известном значении ξ для определения параметров распределения можно сопоставить только два процентиля.

При известном ξ значение $X_{0,95}$ можно получить путем линейной интерполяции. Эта величина характеризует нижнее значение изучаемого признака. Процесс функционирования станочных доильных установок представляет собой совокупность циклически повторяющихся операций: выпуск животного в индивидуальный или групповой станок, выполнение операций по выдаиванию животного в станке, выпуск животного из доильного станка. На занятость доильных станков животными и соответственно производительность доильных установок непосредственно влияет суммарная продолжительность доения всех коров, т.е. $\sum_1^n t_i$ или $\sum_1^n t_i / n$. Здесь t_i – продолжительность выдаивания i -й коровы в стаде из n коров; $t_{i \max}$ – продолжительность выдаивания, i -й наиболее тугодойной коровы. Поэтому погрешности, возникающие при определении $X_{0,95}$ путем линейной интерполяции, не оказывают существенного влияния на конечные значения, что подтверждается расчетами.

Не смотря на то, что большинство исследователей [5, 8, 9, 85, 11, 14] предполагают, что в течение всей дойки параметры распределения не изменяются, между тем количество невыдоенных коров или величина выборки, к которой относят параметры распределения, в процессе доения всегда уменьшается от n до 0. Поэтому и сами параметры распределения невыдоенных коров в процессе дойки также меняются.

Количество тугодойных коров, имеющих продолжительность доения $M_i \pm n_i \sigma$, на ферме всегда ограничено, так как всегда ограничено по размерам и само стадо, т.е. величина выборки. Поэтому тугодойные коровы оказывают влияние только на ограниченное количество циклов. Максимальное число этих циклов будет всегда меньше или равно абсолютному количеству тугодойных коров. На продолжительность остальных циклов они не будут влиять, поскольку такие животные не будут в них присутствовать. Поэтому использование при расчете продолжительности циклов максимального значения продолжительности выдаивания $M_i \pm n_i \sigma$ внесет существенную погрешность в конечные результаты.

Поэтому, учитывая конечное, счетное значение n , представляется более целесообразным использовать в качестве расчетных величин полные или частичные суммы $\sum t_i$. Подсчет этих показателей при наличии современных систем компьютеризированного управления стадом, предусматривающих функцию регистрации продолжительности выдаивания каждой коровы не представляет трудностей. Наличие такой информации позволяет сократить продолжительность дойки за счет перераспределения наиболее тугодойных коров.

Список литературы

1. Куликов, Л. В. Физиологические основы доения коров / Л. В. Куликов – М.: Россельхозиздат, 1969. – с. 35 – 48.
2. Грачев, И. И. Физиология лактации сельскохозяйственных животных / И. И. Грачев, В. Л. Ланцев. – М.: Колос, 1974. – 280 с.
3. Тверской Г. Б. Регуляция секреции молока / Г. Б. Тверской – Л.: Наука, 1972. – с. 356.

4. Вальдман, Э. К. Физиология машинного доения коров / Э. К. Вальдман – Л.: Колос, 1977. – с.192.

5. Викторова, И. Н. Уточненный расчет показателей доильных установок «Елочка» / И. Н. Викторова, А. А. Патрушев // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1979, № 25. – с. 30-33.

6. Де Монмоллен, Н. Системы «человек-машина» / Н. де Монмоллен. – М.: Мир, 1973. – с. 256.

7. Велиток, И. Г. Технология машинного доения / И. Г. Велиток. – М.: Колос, 1975. – 256 с.

8. Билибин, Е. Б. Методические рекомендации по технологическому расчету конвейерных доильных установок молочных ферм промышленного типа / Е. Б. Билибин. – М.: ВИЭСХ, 1977. – 32 с.

9. Билибин, Е. Б. Методические рекомендации по технологическому расчету доильных установок «Елочка» молочных ферм промышленного типа / Е. Б. Билибин. – М.: ВИЭСХ, 1978. – с. 32.

10. Викторова, И. Н. Расчет некоторых параметров конвейерных доильных установок / И. Н. Викторова, Е. Н. Палецкий // Механизация и электрификации социалистического сельского хозяйства, 1974, №24. – с. 19 – 21.

11. Вилцанс, А. И. Выбор доильных установок для ферм промышленного типа / А. И. Вилцанс, В. К. Галван, З. И. Гельштейн // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1974, №21.

12. Гельштейн, З. И. Уточненный расчет производительности доильных установок / З. И. Гельштейн, А. Я. Вилцанс, А. Р. Лаурс, М. Я. Лусис// Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1973, №10. – с. 19–21

13. Крашаков, И. С. Производительность доильных установок «Карусель» / И. С. Крашаков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства.

1973, №10. – с. 21 – 23.

14. Мкртумян, В. С. Применение теории вероятности для расчета доильных установок / В. С. Мкртумян, Н. А. Петухов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1967, №1. – с. 33 – 36.

15. Закс, Л. Статистическое оценивание / Л. Закс. – М.: Статистика, 1976. – с.104 – 107.

16. Хан, Г. Статистические модели в инженерных задачах / Г. Хан, С. Шапиро. – М.: Мир, 1969. – 396 с.

17. Карташов, Л. Л., Куранов Ю.Ф. Машинное доение коров / Л. Л. Карташов, Ю. Ф. Куранов. – М.: Высшая школа, 1969. – с. 22.

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И АЗОТИСТЫЙ ОБМЕН У КОРОВ В ПЕРВУЮ ФАЗУ ЛАКТАЦИИ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ НЕЙТРАЛЬНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ КЛЕТЧАТКИ В РАЦИОНЕ

*Ю. В. Сизова, кандидат биологических наук, доцент
кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии»*

Аннотация: уровень нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) в сухом веществе рационов молочных коров в первую фазу лактации оказывает влияние на молочную продуктивность и азотистый обмен этих животных. Установили, что оптимальный уровень НДК в рационах молочных коров в первой трети лактации находится в пределах 31,0 – 35 %.

Ключевые слова: молочные коровы, азотистый обмен, нейтрально-детергентная клетчатка, молочная продуктивность, свободные аминокислоты крови

DAIRY EFFICIENCY AND NITROGENOUS EXCHANGE AT COWS IN THE FIRST PHASE OF LACTATION AT A DIFFERENT LEVEL NEUTRALLY-DETERGENTAL CELLULAR IN RATION.

J. V. Sizova, the candidate of biological sciences, the docent of the chair « Bases of agriculture, chemistry and ecology»

Annotation. The level neutrally- detergentnal cellular (NDC) in dry substance of dairy cows`s ration in the first phase of a lactation influences dairy efficiency and a nitrogenous exchange of these animals. It has established, that optimum level of NDC in dairy cows`s ration in the first decade of lactation is in the limits of 31,0 – 35 %.

The keywords: dairy cows, a nitrogenous exchange, neutral- detergentnal cellular, dairy efficiency, free amino acids of blood

Продуктивность молочных коров во многом зависит от их обеспеченности обменным протеином, который, как известно, формируется за счет микробного белка, поступившего из преджелудков в кишечник, кормового белка, не распавшегося в рубце, и эндогенного протеина (Прот. питание..., Боровск, 1998; Харитонов Е. Л., Кальницкий Б. Д., 2004; Santos F.A.P., 1998).

Предполагается, что уровень поступления в кишечник коров различных источников обменного протеина может варьировать в зависимости от содержания нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) в рационе. В процессе переваривания клетчатка оказывает влияние на микробиологические процессы в преджелудках. При этом меняется глубина расщепления кормового протеина в

рубце, уровень образования микробного белка, обеспечивая тем самым поступление доступных для всасывания аминокислот в кишечник.

Для высокопродуктивных молочных коров требуется повышенная концентрация обменной энергии в рационе, что достигается за счет снижения уровня клетчатки. Это часто является причиной нарушения пищеварения и снижения молочной продуктивности коров (Clark P. W., Armentano L. E., 1993). В то же время молочным коровам, как жвачным животным, необходим определенный оптимальный уровень клетчатки в рационе, что остается недостаточно изученной проблемой (Курилов Н. В. и др., 1989; Чмырь И. С. и др., 2002; Воробьева С. В., 2003).

Основной целью наших исследований явилось изучение особенностей азотистого обмена и молочной продуктивности коров при различном содержании НДК в рационе, что может быть использовано для уточнения норм питания высокопродуктивных коров.

Опыт проведен методом групп – периодов на 9 коровах холмогорской породы в первые месяцы лактации (15–105-й дни лактации). Было сформировано 3 группы коров по 3 головы в каждой живой массой 500 кг и среднесуточным удоем 25–30 кг. Продолжительность каждого периода составляла 30 дней.

Кормление животных осуществлялось согласно намеченному рациону из индивидуальных кормушек 3 раза в сутки, при свободном доступе к воде. Рационы кормления животных составлены с учетом норм и потребностей, разработанных ВНИИФБиП (Физиол. потр., Боровск, 2001).

В I период опыта с 15-го по 45-й день лактации группы животных получали рационы, различающиеся содержанием НДК (29,0 %, 31,3 и 33,5 %) за счет использования силоса разного вида (в кукурузном силосе –

43,6 % НДК и в разнотравном – 55,1 %) (табл.1).

Во II период (с 45-го по 75-й день лактации) в рационах коров всех групп содержание НДК было увеличено по сравнению с I периодом опыта (в среднем на 12,1 %). Различие в уровне НДК в рационах животных достигалось за счет изменения соотношения доли грубых и концентрированных кормов.

Таблица 1
Рационы кормления коров, первый опыт

Корма и их состав. кг	Периоды опыта и группы животных								
	I			II			III		
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Сено козлятниковое	2	2	2	2	2	2	5	3,7	2
Силос кукурузный	20	10	0	0	0	0	20	25	30
Силос разнотравный	0	10	20	20	25	30	0	0	0
Комбикорм	9	9	9	12,0	10,5	9	10	10	10
НДК в сухом веществе рациона, %	29,0	31,3	33,5	32,1	35,1	38,1	38,2	37,9	37,6
Сырая клетчатка в сухом веществе рациона, %	14,2	14,9	15,6	14,9	16,3	17,8	18,1	17,8	17,6

В рационе первой группы оно составило 26:74, во второй – 33:67 и в третьей – 39:61.

В III период опыта (с 75-го по 105-й день лактации) содержание НДК в рационах животных во всех группах было одинаковым (около 38 %), но с разным преимущественным кормовым источником (сено-силос), обеспечивающим заданный уровень клетчатки.

В течение опыта ежедневно учитывали молочную

продуктивность животных и потребление кормов. В конце каждого периода исследований проводили балансовые опыты, отбирали образцы крови из яремной и молочной вен до и через 3 часа после утреннего кормления.

В цельной крови анализировали содержание свободных аминокислот на аминокислотном анализаторе ААА-Т-399 М, в плазме – мочевины по реакции с диацетилмонооксимом и глюкозу глюкозооксидазным методом. В среднесуточных пробах молока определяли содержание азота, жира и концентрацию свободных аминокислот, в пробах корма, мочи и кала – азот по Къельдалю (Методы биохимического анализа, Боровск, 1997).

Степень извлечения молочной железой глюкозы и аминокислот вычисляли как процент разницы концентраций этих метаболитов в крови молочной и яремной вен от их концентрации в яремной вене (Lykos T., Varga G.A., 1997). Поглощение свободных аминокислот молочной железой определяли на основе разности величин концентрации аминокислот в крови яремной и молочной вен с учетом объемной скорости кровотока. Кровоток через молочную железу оценивали по отношению выхода с молоком тирозина и фенилаланина к их разнице между концентрацией в крови молочной и яремной вен (Pacheco-Rios D. et al., 2001). Обеспеченность аминокислотами синтеза белка молока вычисляли по соотношению количества поглощенных выменем аминокислот и уровня выделения их в составе молока (Cant J.P. et al., 1993).

Достоверность различий групповых средних определяли по t-критерию (Асатиани, 1965).

Одним из основных показателей эффективности использования корма у лактирующих коров является их молочная продуктивность, а также содержание в молоке жира и белка.

В I период опыта коровы получали рационы с разным содержанием НДК за счет силоса разного вида, при этом в рационе коров 1-й группы уровень НДК был наименьшим (29,0 %).

При уровне НДК в рационе коров 2-й группы 31,3 % их среднесуточный удой был выше, чем в 1-й группе на 25,8 %, продукция молочного белка – на 12,3 %, выделение жира с молоком – на 20,5 % (табл. 2). У коров 3-й группы, получавших рацион с наибольшим уровнем НДК (33,5 %), среднесуточный удой был выше на 16,7 %, выделение белка с молоком – на 5,6 и молочного жира – на 25,6 % по сравнению с 1-й группой.

Таблица 2

Показатели молочной продуктивности коров

Пе-ри-оды	Группы	Удой, кг/сут	Белок молока		Жир молока	
			%	суточная продукция, г	%	суточная продукция, г
I	1	18,6 ±1,54	3,5 ±0,03	637,0 ±59,6	4,1 ±0,24	762,8 ±98,8
	2	23,4 ±2,09	3,0 ±0,12	715,4 ±73,5	3,9 ±0,41	918,9 ±126,6
	3	21,7 ±1,57	3,1 ±0,16	673,2 ±58,3	4,4 ±0,33	958,3 ±103,9
II	1	19,6 ±1,63	3,5 ±0,06	695,5 ±56,3	3,6 ±0,32	692,0 ±52,7
	2	23,9 ±0,83	3,0 ±0,05	725,3 ±36,6	3,4 ±0,06	810,0 ±35,2
	3	21,9 ±4,15	2,9 ±0,10	639,7 ±113	4,2 ±0,29	923,0 ±179
III	1	18,0 ±1,60	3,7 ±0,08	660,0 ±46,9	4,01 ±,31	718,0 ±65,7
	2	22,6 ±1,10	3,0 ±0,10	679,0 ±12,6	3,9 ±0,17	880,4 ±42,1
	3	23,3 ±2,25	3,0 ±0,10	702,0 ±58,2	4,09 ±0,10	948,9 ±89,8

Во II период исследований повышение уровня НДК в рационе коров всех групп обеспечивали за счет изменения соотношения доли грубых и концентрированных кормов, что оказало положительное влияние на молочную продуктивность этих животных. Среднесуточный удой коров 1-й и 2-й групп увеличился на 5,4 и 2,1 % по сравнению с предыдущим периодом, а удой животных 3-й группы изменился в меньшей степени.

У коров 2-й группы при содержании в рационе НДК 35,1 % молочная продуктивность превышала 1-ю группу на 17,9 %, при увеличении суточной продукции молочного белка и жира. Содержание НДК в рационе коров 3-й группы было самым высоким – 38,1 %, среднесуточный удой был выше, чем в 1-й, на 11,7 %.

Следует отметить, что изменение молочной продуктивности коров связано как с варьированием состава рационов, так и с фазой лактации этих животных, что не исключает возможность анализировать воздействия разного уровня НДК.

В III период исследований содержание НДК в рационах животных всех групп было доведено до 38 % за счет использования разного кормового источника (сено, силос). Среднесуточный удой коров 1-й и 2-й групп несколько снизился по сравнению с предыдущим периодом, а у животных 3-й группы, которые во II период получали рацион также с повышенным уровнем НДК, величина молочной продуктивности сохранилась. По-видимому, это обусловлено адаптацией процессов пище-варения этих животных к этому уровню НДК в предыдущий период.

Таким образом, при варьировании уровня НДК в рационе животных, более высокая молочная продуктивность была у коров 2-й группы во II периоде опыта, когда концентрация НДК возросла с 31,3 % до 35,1%. Данный уровень НДК в рационе способствовал

более интенсивному течению пищеварительных процессов в рубце, обеспечивающих организм в должной мере всеми необходимыми продуктами ферментации, влияющими на молочную продуктивность коров (Хотмирова О. В., 2009). При уровне в рационе около 38% НДК в III периоде не отмечено значительного снижения среднесуточного удоя у коров. Оптимальное содержание НДК в рационе обеспечивает не только нормальную функцию пищеварительного тракта, но и молочную продуктивность коров, что согласуется с данными ряда исследователей (Clark P. W., Armentano L. E., 1997; Beauchemin K. L., Rode L. M., 1997).

Изучение обмена азота в организме коров позволяет дать более полную оценку полноценности белкового питания и направленности обменных процессов.

Процент использования принятого с кормом и переваренного азота на продукцию молока был самым высоким у коров 2-й группы в I период, а по общему усвоению на молокообразование и отложению в теле значения в этой группе были ниже по сравнению с 1-й группой (табл. 3). Это обуславливается тем, что в ранний период лактации у молочных коров доминирующим процессом является синтез составных компонентов молока (Курилов Н. В. и др., 1989).

Во II период исследований у коров всех групп показатель эффективности использования азота корма на образование молока несколько снизился и более значительная часть всосавшихся азотистых веществ пошла на отложение в теле этих животных, чем у животных в I период опыта. Известно, что лактирующие коровы в начале лактации способны мобилизовать запасы питательных веществ своего тела, в том числе и тканевые белки, для молокообразования.

Таблица 3

Эффективность использования азота
в организме коров, %

Показатели	Периоды и группы животных								
	I			II			III		
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Выделено с молоком от принятого	28,6 ±2,5	30,6 ±3,1	27,8 ±2,3	25,2 ±2,1	27,4 ±1,8	24,2 ±5,0	22,4 ±1,5	23,4 ±0,4	24,9 ±1,8
Выделено с молоком от переваренного	39,7 ±4,1	42,3 ±4,4	36,0 ±2,8	34,5 ±3,27	40,5 ±2,6	36,0 ±7,3	32,9 ±2,3	35,4 ±0,9	36,2 ±2,7
Усвоено от принятого	35,0 ±2,7	31,3 ±1,4	36,8 ±3,3	38,4 ±1,5	32,8 ±0,2*	33,5 ±1,0	29,2 ±0,5	29,5 ±2,4	29,2 ±0,9
Усвоено от переваренного	48,4 ±3,2	43,6 ±2,2	47,6 ±4,1	53,7 ±1,4	48,5 ±0,6	49,7 ±0,9	40,4 ±0,6	40,0 ±2,4	39,4 ±1,3

У коров 3-й группы показатель общего использования азота снизился, при этом молочная продуктивность коров сохранилась на высоком уровне.

В III период опыта эффективность общего использования организмом азота корма во всех группах находилась практически на одном уровне, различия были незначительными. Однако у коров 3-й группы использование переваренного азота на молоко было выше на 10,0 отн.% по сравнению с животными 1-й группы.

Таким образом, использование азота в организме

коров на молокообразование и отложение в теле был более высоким у животных во II период при уровне НДК в рационе 35,1 %, а только на молокообразование – у коров в первый месяц лактации (I период опыта). Более высокий уровень НДК в сухом веществе рациона в III период исследований (около 38 %) не оказал отрицательного влияния на использование азота корма в организме животных.

Различия в уровне НДК в рационе между группами коров в I период опыта мало отразились на общем содержании свободных аминокислот в крови яремной вены (табл. 4).

Таблица 4

Содержание свободных аминокислот в крови
яремной вены и их поглощение молочной железой коров в
I период опыта

Аминокислоты	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.
Таурин	0,89 ±0,07	0,77 ±0,11	0,82 ±0,06	0,77 ±0,07	0,83 ±0,06	0,70 ±0,06
Аспараг. к-та	0,91 ±0,07	0,69 ±0,12	0,78 ±0,08	0,72 ±0,09	0,79 ±0,07	0,66 ±0,06
Треонин	0,60 ±0,05	0,73 ±0,09	0,53 ±0,04	0,67 ±0,05	0,53 ±0,04	0,70 ±0,09
Серин	0,47 ±0,03	0,69 ±0,08	0,42 ±0,03	0,67 ±0,12	0,45 ±0,03	0,75 ±0,06
Глутам. к-та	0,80 ±0,07	1,12 ±0,09	0,78 ±0,06	1,30 ±0,12	0,91 ±0,07	1,22 ±0,16
Глицин	1,38 ±0,11	0,64 ±0,04	1,75 ±0,14	0,77 ±0,04	1,66 ±0,13	0,80 ±0,05
Аланин	0,98± 0,04	0,69 ±0,05	0,81 ±0,05	0,67 ±0,03	0,90 ±0,06	0,70 ±0,06
Валин	1,27 ±0,07	1,16 ±0,09	1,34 ±0,07	1,44 ±0,08	1,11 ±0,08	1,32 ±0,09

Продолжение табл.4

Метионин	0,26 ±0,01	0,43 ±0,06	0,21 ±0,02	0,38 ±0,03	0,20 ±0,01	0,38 ±0,06
Изолейцин	0,89 ±0,04	1,03 ±0,05	0,98 ±0,05	1,39 ±0,09	0,92 ±0,05	1,22 ±0,06
Лейцин	0,98± 0,07	1,12 ±0,10	1,01 ±0,07	1,44 ±0,09	0,86 ±0,07	1,27 ±0,05
Тирозин	0,54 ±0,04	0,64 ±0,11	0,47 ±0,03	0,72 ±0,06	0,48 ±0,04	0,61 ±0,06
Фенилаланин	0,60 ±0,07	0,73 ±0,08	0,57 ±0,05	0,91 ±0,09	0,58 ±0,06	0,85 ±0,09
Орнитин	0,52 ±0,04	0,43 ±0,05	0,51 ±0,05	0,53 ±0,09	0,51 ±0,05	0,47 ±0,03
Лизин	0,79 ±0,03	0,90 ±0,06	0,77 ±0,03	1,10 ±0,06	0,80 ±0,04	1,03 ±0,09
Гистидин	0,74 ±0,04	0,60 ±0,05	0,71 ±0,04	0,67 ±0,09	0,70 ±0,05	0,61 ±0,04
Аргинин	0,59 ±0,05	1,12 ±0,08	0,55 ±0,07	1,20 ±0,09	0,57 ±0,05	1,27 ±0,13
Сумма	13,20	13,49	13,01	15,36	12,81	14,56

Однако у коров 2-й группы, содержание НДК в рационе которых составило 31,3 %, уровень тирозина и глюкогенных аминокислот (аланин, аспарагиновая кислота) в крови был ниже по сравнению с животными 1-й, что связано с более высоким поглощением этих аминокислот молочной железой (табл. 4). Это могло быть обусловлено также усилением глюконеогенеза, о чем свидетельствует повышение уровня мочевины и глюкозы в крови, увеличение выделения азота с мочой у этих животных.

При этом поглощение изолейцина было достоверно выше на 34,9 % ($P < 0,05$), лейцина – на 28,5% ($P < 0,05$), фенилаланина – на 24,7 % ($P < 0,05$), валина – на 24,1 % ($P < 0,05$), лизина – на 22,2 % ($P < 0,05$) и гистидина – на 11,3 %, чем у коров 1-й группы, что обусловлено увеличением кровоснабжения молочной железы, а также интенсивности извлечения аминокислот из крови.

Обеспеченность незаменимыми аминокислотами синтеза белков молока у коров 2-й группы была на достаточно высоком уровне, за исключением метионина и гистидина, а также ряда заменимых аминокислот (глутаминовая кислота, серин), поглощение которых было в меньшем объеме, чем их выделилось с молоком. Известно, что аминокислоты, поглощаемые в меньшем количестве, чем было их выделено с молоком, могут образоваться из незаменимых аминокислот, потребляемых молочной железой в большем количестве, а также поступающих из крови пептидных соединений (Beckwell F.R.C., 1995; Тараненко А. Г., 1987).

У коров 3-й группы в I период (НДК 33,5 %) уровень свободных незаменимых аминокислот в крови яремной вены был ниже, чем в 1-й группе (кроме изолейцина) в среднем на 10,2 % (табл. 4). Это обусловлено увеличением поглощения их молочной железой, величина которого для фенилаланина, лизина, валина, лейцина и аргинина была выше в среднем на 14,3 % по сравнению с 1-й группой животных. Возросла обеспеченность белкового синтеза в молочной железе незаменимыми аминокислотами, кроме треонина, метионина и гистидина. Следует учесть, что часть белков молока поступает в молочную железу из плазмы крови. Видимо этим объясняется то, что в опытах обеспеченность синтеза молочного белка рядом незаменимых аминокислот была ниже 100 % (Bequette V. J., 1998).

Во II период исследований у коров 2-й группы было выше содержание главных глюкогенных аминокислот – глутаминовой и аспарагиновой (на 7,0 и 9,0 %), а также орнитина (на 14,8 %) по сравнению с 1-й группой, что может быть связано со снижением использования их в качестве энергетических субстратов (табл. 5).

Таблица 5

Содержание свободных аминокислот в крови
 яремной вены и их поглощение молочной железой коров
 во II период опыта

Аминокислоты	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.
Таурин	0,79 ±0,05	0,79 ±0,07	0,77 ±0,05	0,82 ±0,13	0,83 ±0,07	0,85 ±0,09
Аспараг. к-та	0,89 ±0,05	0,84 ±0,12	0,95 ±0,07	0,96 ±0,10	0,87 ±0,07	0,99 ±0,06
Треонин	0,67 ±0,03	0,66 ±0,09	0,63 ±0,03	0,67 ±0,06	0,59 ±0,03	0,61 ±0,07
Серин	0,51 ±0,03	0,70 ±0,03	0,43 ±0,03	0,72 ±0,07	0,44 ±0,03	0,52 ±0,04
Глутам. к-та	0,89 ±0,08	1,41 ±0,11	0,97 ±0,07	1,87 ±0,15	0,95 ±0,06	1,36 ±0,09
Глицин	1,73 ±0,13	0,70 ±0,09	1,63 ±0,12	0,62 ±0,06	1,78 ±0,12	0,71 ±0,07
Аланин	1,09 ±0,07	0,57 ±0,03	1,03 ±0,05	0,58 ±0,06	1,16 ±0,06	0,85 ±0,06
Валин	1,21 ±0,08	1,06 ±0,06	1,28 ±0,07	1,34 ±0,09	1,33 ±0,07	1,36± 0,09*
Метионин	0,20 ±0,01	0,31 ±0,03	0,19 ±0,02	0,38 ±0,03	0,19 ±0,02	0,38 ±0,03
Изолейцин	0,76 ±0,04	1,01 ±0,09	0,77 ±0,03	1,15 ±0,13	0,83 ±0,04	1,03 ±0,07
Лейцин	0,85 ±0,07	1,19 ±0,09	0,88 ±0,06	1,39 ±0,09	0,86 ±0,06	1,22± 0,10
Тирозин	0,48 ±0,03	0,70 ±0,07	0,51 ±0,05	0,62 ±0,05	0,48 ±0,04	0,66 ±0,03
Фенилаланин	0,51 ±0,05	0,84 ±0,07	0,49 ±0,05	0,62 ±0,07	0,51 ±0,04	0,80 ±0,09
Орнитин	0,54 ±0,05	0,57 ±0,06	0,62 ±0,05	0,67 ±0,06	0,50 ±0,05	0,61 ±0,03

Продолжение табл.5

Лизин	0,72 ±0,04	1,14 ±0,07	0,75 ±0,03	1,20 ±0,06	0,73 ±0,04	1,18 ±0,12
Гистидин	0,69 ±0,04	0,66 ±0,06	0,70 ±0,02	0,62 ±0,03	0,69 ±0,05	0,85 ±0,06
Аргинин	0,58 ±0,05	1,19 ±0,09	0,53 ±0,04	1,34 ±0,07	0,51 ±0,05	1,08 ±0,12
Сумма	13,11	14,34	13,13	15,60	13,25	15,04

Отмечено достоверное более высокое поглощение молочной железой валина, лейцина и аргинина в среднем на 18,6 %, а использование фенилаланина и тирозина ниже на 20,2 ($P < 0,05$) и 11,4 %, соответственно, в сравнении с животными 1-й группы.

Обеспеченность большинством незаменимых свободных аминокислот синтеза молочного белка у коров 2-й группы была выше, чем в 1-й, что обусловило более высокий среднесуточный удой и продукцию молочного белка у этих животных.

При повышении уровня НДК в рационе до 38,1 % у коров 3-й группы содержание треонина, серина, орнитина и аргинина в крови было ниже, чем у животных 1-й группы, при более высокой концентрации глутаминовой кислоты, аланина, валина и изолейцина, что может свидетельствовать об эффективном использовании этих аминокислот на синтез молочного белка.

В III период исследования, когда количество НДК в рационах подопытных групп было доведено до 38 %, уровень свободных аминокислот в крови яремной вены коров всех групп несколько возрос в сравнении с предыдущими периодами (табл. 6).

У коров 2-й группы общий уровень свободных аминокислот был несколько ниже в сравнении с 1-й группой в основном за счет ряда незаменимых аминокислот, которые более интенсивно использовались

на молокообразование. Об этом свидетельствует величина поглощения гистидина, лизина, фенилаланина и лейцина, которая повысилась в среднем на 17,8 %, и в меньшей степени других аминокислот.

Высокая степень поглощения молочной железой некоторых незаменимых аминокислот у коров может указывать на лимитированное обеспечение этими аминокислотами синтеза молочного белка (Cant J. P. et al., 1993; Henson J. E. et al., 1997).

У коров 3-й группы содержание большинства незаменимых (треонин, гистидин, лейцин) и ряда заменимых аминокислот в крови яремной вены было ниже, чем в 1-й группе, что обусловлено более высоким использованием их на синтез молочного белка. При этом достоверно возросла обеспеченность синтеза молочного белка гистидином, изолейцином и метионином.

Полученные данные отражают влияние разного уровня НДК в рационах лактирующих коров на их молочную продуктивность и использование аминокислот организмом на молокообразование. Уровень НДК 31,0 – 35,0 % в рационе коров в начале лактации оказал наиболее благоприятное влияние на молочную продуктивность и

Таблица 6

Содержание свободных аминокислот в крови яремной вены и их поглощение молочной железой коров в III период опыта

Аминокислоты	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.	содержание, мг%	поглощ., г/ч.
Таурин	0,98 ±0,07	0,84 ±0,09	0,93 ±0,06	1,06 ±0,15	0,77 ±0,05	0,94 ±0,05
Аспараг. к-та	1,06 ±0,06	1,01 ±0,14	1,03 ±0,07	1,15 ±0,12	0,90 ±0,05	1,03 ±0,06

Продолжение табл.6

Треонин	0,65 ±0,04	0,88 ±0,12	0,61 ±0,03	0,87 ±0,03	0,55 ±0,03	0,94 ±0,09
Серин	0,49 ±0,02	0,79 ±0,06	0,45 ±0,03	0,74 ±0,03	0,53 ±0,03*	0,76 ±0,09
Глутам. к-та	0,92 ±0,07	1,36 ±0,09	0,87 ±0,06	1,52 ±0,12	0,93 ±0,07	1,62 ±0,12
Глицин	1,59 ±0,14	0,79 ±0,09	1,85 ±0,13	0,78 ±0,06	1,92 ±0,16	0,67 ±0,05
Аланин	0,89 ±0,05	0,75 ±0,06	0,96 ±0,06	0,82 ±0,07	0,89 ±0,06*	0,58 ±0,06
Валин	1,39 ±0,07	1,45 ±0,20	1,23 ±0,07	1,47 ±0,12	1,34 ±0,09	1,53 ±0,14
Метионин	0,23 ±0,02	0,53 ±0,06	0,16 ±0,01	0,41 ±0,03	0,17 ±0,01	0,36 ±0,03
Изолейцин	0,72 ±0,04	0,88 ±0,05	0,82 ±0,04	1,06 ±0,06	0,96 ±0,05*	1,35 ±0,06
Лейцин	1,03 ±0,06	1,45 ±0,12	1,00 ±0,07	1,61 ±0,15	0,98 ±0,08*	1,53 ±0,09
Тирозин	0,49 ±0,04	0,6 ±0,06	0,56 ±0,05	0,97 ±0,09	0,50 ±0,05	0,76 ±0,06
Фенилала- нин	0,46 ±0,05	0,66 ±0,07	0,45 ±0,04	0,92 ±0,09	0,44 ±0,05*	0,85 ±0,06
Орнитин	0,49 ±0,05	0,44 ±0,03	0,46 ±0,03	0,55 ±0,06	0,37 ±0,03*	0,40 ±0,03
Лизин	0,84 ±0,03	1,19 ±0,13	0,80 ±0,05	1,29 ±0,10	0,69 ±0,03*	1,03 ±0,12
Гистидин	0,81 ±0,04	0,57 ±0,03	0,75 ±0,05	0,64 ±0,06	0,70 ±0,06	0,90 ±0,08
Аргинин	0,46 ±0,04	0,88 ±0,09*	0,50 ±0,03	0,97 ±0,09	0,52 ±0,05	1,03 ±0,07
Сумма	13,50	15,09	13,43	16,83	13,16	16,28

белкомолочность этих животных. При этом отмечено более высокое поглощение свободных незаменимых аминокислот молочной железой. Следует отметить, что изменение поглощения заменимых аминокислот было менее выраженным и обеспечение ими синтеза молочного белка в определенной степени происходило за счет превращения незаменимых аминокислот и расщепления

пептидов (Тараненко А. Г., 1987; Beckwell F.R.C., 1995).

Таким образом, проведенные опыты позволяют сделать заключение, что оптимальное содержание НДК в аналогичных рационах коров составляет 31,0 – 35,0 % от сухого вещества, а равное 38 % может служить верхней границей.

Список литературы

1. Асатиани, В. С. Новые методы биохимической фотометрии. М.: Наука, 1965, 544 с.

2. Воробьева, С. В. Влияние разного уровня НДК в рационах на потребление сухого вещества и продуктивность лактирующих коров. В сб.: Проблемы кормления с.-х. животных в современных условиях развития животноводства. Мат. науч. конф. Дубровицы, 2003, 38 – 40.

3. Кальницкий, Б. Д. К вопросу о нормировании аминокислотного питания. Доклады РАСХН, 2004, 3: 24 – 27.

4. Курилов, Н. В. Новая система оценки и нормирования протеинового питания коров. – Боровск. –1989. – 105 с.

5. Методы биохимического анализа. Справочное пособие (ред. Б. Д. Кальницкий). Боровск, 1997, 357 с.

6. Протеиновое питание молочных коров. Рекомендации по нормированию. Боровск, 1998, 28 с.

7. Физиологические потребности в питательных веществах и нормирование питания молочных коров. Справочное руководство. Боровск, 2001, 134 с.

8. Хотмирова, О. В. Рубцовое пищеварение у высокопродуктивных молочных коров в начале лактации при разном уровне фракций клетчатки в рационе. Канд. дисс. Боровск – 2009. – 121 с.

9. Чмырь, И. С. Переваримость и использование

первотелками клетчатки малокомпонентных рационов. Зоотехния, 2002, 8. 24 – 26.

10. Beauchemin, K. L. Minimum versus optimum concentrations of fiber in dairy cow diets based on barley silage and concentrates of barley. – J. Dairy Sci. – 1997. – Vol. 80. – P. 1629 – 1639.

11. Beckwell, F. R. Peptides as precursors of mammary protein synthesis. In: Rorer Research Institute Annual Report, 1995. – P. 37 – 38.

12. Bequette, B. J. Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. – Dairy Sci. – 1998. – Vol. 81. – P. 2540 – 2559.

13. Cant, J.P. Mammary amino acid utilization in dairy cows fed fat and its relationship to milk protein depression. J. Dairy Sci., 1993, 76: 762 – 774.

14. Clark, P.W. Effectiveness of neutral detergent fiber in whole cottonseed and dried distillers grains with alfalfa haylage. J. Dairy Sci., 1993, 76: 2644 – 2650.

15. Clark, P.W. Replacement of alfalfa neutral detergent fiber with a combination of nonforage fiber sources. J. Dairy Sci., 1997, 80: 675 – 680.

16. Lykos, T. Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: effects on nutrient uptake and utilization by the mammary gland in high producing Holstein cows. J. Dairy Sci., 1997, 80: 3356 – 3367.

17. Henson, JE. Lactational evaluation of protein supplements of varying ruminal degradabilities.- J. Dairy Sci.- 1997. – №2. – Vol.80. – P. 385 – 392.

18. Pacheco-Rios, D. Comparison of two variants of the pick principle for estimation of mammary blood flow in dairy cows fed two levels of dry matter intake. Can. J. Anim. Sci., 2001, 81: 57 – 63.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В. Л. Осокин, доцент кафедры «Механика» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»;

С. Б. Красиков, директор ГОУ НПО «Профессиональный лицей № 41»

Аннотация. Проведенный математический анализ теплообмена в электронагревателе – основном рабочем элементе тэнового подогревателя воды [1, 2] позволил, прежде всего, получить математическую модель теплообмена в электронагревателе и, как следствие, подготовить методику инженерного теплового расчета подогревателей воды.

Ключевые слова: элемент, электрод, оборудование, стенд.

PRACTICAL REALIZATION OF RESULTS OF THEORETICAL RESEARCHES

V. L. Osokin, docent of the chair «Mechanic» GOU VPO «Nizhniy Novgorod state engineer–economic institute»;

S. B. Krasikov, the director of GOU NPO «Professional lycée № 41»

Annotation. The carried out mathematical analysis of heat exchange in an electro heater – the basic working element of heaters water heater has allowed to receive, first of all, mathematical model of heat exchange in electro heater and, as consequence, to prepare a methodology for engineering thermal design of water heaters.

Key words: element, electrode, equipment, stand

Мощность, необходимая для нагрева воды, рассчитывается по формуле (Вт)

$$P = \frac{GC_p \Delta t_a \psi}{3,6 \tau}, \quad (1)$$

где G – масса нагреваемой среды, кг; C_p – удельная теплоемкость нагреваемой среды, кДж/(кг·°С) (табл.6) в [3]; перепад между температурами нагретой и абсолютной величиной нагреваемой среды, определяемый по формуле

$$\Delta t_a = t_a - |t_n|; \quad (2)$$

3,6 – тепловой эквивалент электрической энергии, кДж/(Вт·ч); τ – время, за которое требуется нагреть среду на величину Δt_a , ч; ψ – коэффициент, учитывающий увеличение мощности на тепловые потери, практические значения которого приведены для различного ЭТО ниже:

Виды подогревателей ψ

Подогреватели воды проточные скоростные.....1,01

Подогреватели воды емкостные толстостенные .1,08.

Подогреватели воды емкостные тонкостенные...1,20

Рассчитав необходимую для нагрева воды мощность, приступают к выбору и расчету потребного количества ЭН, их размещению и определению габаритов подогревателя

Окончательно габариты подогревателей определяют в зависимости от их типа. Так, размеры емкостных подогревателей зависят от необходимого разового нагрева объема воды, а габариты проточных подогревателей – от количества и размеров ЭН или гидравлических характеристик изделия.

Определив габариты подогревателя, прочность деталей и плотность их соединений, необходимо вычислить температуру его поверхности и КПД.

Температуру наружной поверхности рассчитывают по формулам (°C):

для плоской стенки:

$$t_{стП} = \frac{K_{п} \Delta t_{сд}}{\alpha_{п}} + t_{сд}; \quad (3)$$

для цилиндрической стенки:

$$t_{стц} = \frac{K_{ц} \Delta t_{сд}}{\pi L_{ц} \alpha_{ц}} + t_{сд}, \quad (4)$$

где $K_{ц}$ и $K_{п}$ – соответственно коэффициенты теплопередачи плоской и цилиндрической стенок, Вт/(м²·°C) и Вт/(м·°C); $t_{сд}$ – температура среды, окружающей изделие, в частном случае может быть $t_{сд} = t_{н}$, °C; $\alpha_{п}$, $\alpha_{ц}$ – соответственно суммарные коэффициенты теплоотдачи плоской и цилиндрической стенок, Вт/(м²·°C); $L_{ц}$ – длина цилиндра, м; $\Delta t_{сд}$ – перепад между температурой, окружающей изделие, и нагреваемой в нем среды (°C):

$$\Delta t_{сд} = t_{а} - t_{сд}. \quad (5)$$

Величины $\alpha_{п}$ и $\alpha_{ц}$ при практических расчетах ЭТО по заданной температуре его наружной, поверхности выражаются уравнениями: для плоской стенки (по Нуссельту) [Вт/(м²·°C)]:

$$\alpha_{п} = 9,75 + 0,07(t_{д} - t_{сд}), \quad (6)$$

для цилиндрической стенки (по Хельману и Коху):

$$\alpha_{ц} = 9,40 + 0,052(t_{д} - t_{сд}), \quad (7)$$

где $t_{\text{д}}$ – температура наружной поверхности, допустимая по условиям эксплуатации, °С.

Коэффициент теплопередачи для плоской стенки определяется из формулы:

$$\frac{1}{K_{\text{п}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (8)$$

для цилиндрической стенки из формулы:

$$\frac{1}{K_{\text{п}}} = \frac{1}{D_{\text{в}} \alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{2 \lambda_{\text{ст}}} \ln \frac{D_{\text{ст}}}{D_{\text{в}}} + \frac{1}{D_{\text{ст}} \alpha_{\text{н}}}, \quad (9)$$

где $\delta_{\text{ст}}$ – толщина теплопередающей стенки, м; $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи нагреваемой в подогревателе среды, который при некоторых практических расчетах судового ЭТО можно вычислять по формулам Шака, Вт/(м²·°С).

Коэффициент турбулентного потока жидкости в цилиндрических подогревателях

$$\alpha_{\text{в}} = f(\text{Ш})v^{0,85}. \quad (10)$$

Здесь $f(\text{Ш})$ – функция Шака, значения которой при нагревании воды

$$3080 (1 + 0,014) t_{\text{в}};$$

v – средняя скорость движения воды в подогревателе, м/с.

Определить температуру наружной поверхности электрических подогревателей по формулам (2) и (3) можно по известным $t_{\text{ст}}$, P и v .

Рассчитанная температура наружной поверхности изделия сравнивается с заданной или допустимой для подогревателей данного типа. Если полученная расчетная температура поверхности подогревателя больше заданной или допустимой, следует заменить материал корпуса (в случае небольшой разницы) или изолировать подогреватель, ввести в его конструкцию защитный кожух и повторить расчет (в случае значительной разницы и невозмож-

ности замены материала). Изменяя параметры теплоотдающей поверхности, материал и толщину корпуса, вводя теплоизоляцию и кожухи, можно добиться необходимых результатов. Однако следует по возможности избегать введения дополнительных элементов в конструкции подогревателей, так как они значительно увеличивают их габариты, массу и стоимость. Поэтому теплоизоляционные материалы в конструкциях подогревателей следует применять только в обоснованных случаях. Например, для уменьшения тепловых потерь емкостных подогревателей, в которых среда в нагретом состоянии должна сохраняться значительное время без подогрева, или подогревателей, температура, температура наружных поверхностей которых без теплоизоляции превышает допустимые нормы.

Расчет температуры наружной поверхности подогревателей, имеющих тепловую изоляцию и кожухи, ведется по формулам (2) ... (8) с введением в формулы (7) и (8) дополнительных слагаемых:

$$\frac{1}{K_{\Pi}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}; \quad (11)$$

$$\frac{1}{K_{\Pi}} = \frac{1}{D_{\text{в}} \alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{2 \lambda_{\text{ст}}} \ln \frac{D_{\text{ст}}}{D_{\text{в}}} + \frac{1}{2 \lambda_1} \ln \frac{D_1}{D_{\text{ст}}} + \dots + \frac{1}{2 \lambda_n} \ln \frac{D_n}{D_{n-1}} + \frac{1}{D_{\text{н}} \alpha_{\text{н}}}, \quad (12)$$

где $\delta_1, \dots, \delta_n$ – толщина изоляции, кожуха и т. д., м; $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ – коэффициент теплопроводности материалов изоляции, кожуха и т. д., Вт/(м·°С); D_1, \dots, D_n – средние диаметры слоя изоляции, кожуха и т. д., м.

Тепловыделения (тепловые потери) с нагретой поверхности определяются по формуле (Вт)

$$\phi_{\Pi} = \alpha F_{\text{ПВ}} (t_{\text{ПВ}} - t_{\text{сд}}), \quad (13)$$

где $F_{\text{ПВ}}$ – площадь теплоотдающей поверхности, м²; $t_{\text{ПВ}}$ – температура теплоотдающей поверхности, в частных случаях:

$$t_{\text{пв}} = t_{\text{ст}}, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Тепловые потери изделия, имеющего несколько различно ориентированных поверхностей, равны (Вт):

$$\phi_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n \phi_{\text{п}i} = \sum_{i=1}^n \alpha_i F_{\text{пв}i} (t_{\text{пв}i} - t_{\text{сд}i}), \quad (14)$$

где n – число теплоотдающих поверхностей.

Теплоотдача в среду, охлаждающую изделие, определяется по формуле (Вт):

$$\phi_{\text{пв}} = \frac{Y' \gamma C_p \Delta t'_{\text{сд}}}{3,6}, \quad (15)$$

где Y' – расход воздуха через изделие, м²/ч; $\Delta t'_{\text{сд}}$ – перепад температур между температурой охлаждающей среды и температурой среды, окружающей ЭТО (°C):

$$\Delta t'_{\text{сд}} = t_{\text{н.ср}} - t_{\text{сд}}. \quad (16)$$

Чтобы рассчитать КПД изделия, сначала определяют тепловые потери по формулам (Вт):

для плоской стенки:

$$\phi_{\text{п}} = K_{\text{п}} F_{\text{п}} (t_{\text{пв}} - t_{\text{сд}}); \quad (17)$$

для цилиндрической стенки:

$$\phi_{\text{пц}} = K_{\text{ц}} L_{\text{ц}} (t_{\text{пв}} - t_{\text{сд}}), \quad (18)$$

где $F_{\text{п}}$ – площадь плоской стенки (поверхности), м².

Расчетный КПД в общем случае определяется из отношения утилизируемой части мощности к потребному количеству энергии для нагрева воды по формуле:

$$\eta = \frac{P - \sum_{i=1}^n \phi_{\text{пц}i}}{P}. \quad (17)$$

КПД ЭПВ не должен быть менее 95 %. В том случае, когда расчетный КПД окажется меньше допустимого, следует ввести в конструкцию изделия тепловую изоляцию,

увеличить первоначально принятую ее толщину или применить другой теплоизоляционный материал с меньшим коэффициентом теплопроводности и повторить расчет.

Разработанная методика использована: при создании ЭПВ для вновь созданного стенда; при обработке результатов исследований, а также включена в работу [4].

Список литературы

1. Оболенский, Н. В. Теоретические исследования процесса нагрева в элементных электрических подогревателях воды (ЭВП) / Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин // Труды V Межвузовской научно-технической конференции «Актуальные вопросы пищевой промышленности: модернизация и интеграция (8 июня 2010 г.)» – Н.Новгород: Филиал ГОУ ВПО МГУТУ в г.Н.Новгород, 2010–06–08. С. 105 ... 117.

2. N. V. Obolenski., V. L. Osokin. Mathematical modeling of heat exchangers for electric water heater // Materiały na konferencje «Problemy intensyfikacji produkcji zwierawy z uwzględnieniem poprawy struktury obszarowej gospodarstw rodzinnych. ochrony, środowiska i standardów UE (14 – 15 września 2010 r.)», – Warszawa: Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentfch. S.185 ... 191.

3. Оболенский, Н. В. Справочник по судовому электротермическому оборудованию. – Л.: Судостроение, 1985. – 272 с.

4. Оболенский, Н. В. Осокин В. Л. Практикум по теплотехнике: Учебное пособие / НГИЭИ, Княгинино, 2010. – 236 с.

Научное издание

ВЕСТНИК
Нижегородского государственного
инженерно-экономического
института

Серия технические науки
Выпуск 2 (3)

Главный редактор А. Е. Шамин
Отв. редактор серии Е. В. Королев

Отв. редактор выпуска В. Л. Осокин
Корректор Т. А. Быстрова

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы
по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций по Нижегородской области
Регистрационное свидетельство ПИ № ТУ 52-0345 от 10 августа 2010 г.

Сдано в набор 15.04.2011 Подписано в печать 20.04.2011
Формат 60×90 1/16. Бумага писчая. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 12,94 Уч.-изд. л. 7,47 Тираж 500 шт. экз. Заказ.19

Отпечатано в типографии НГИЭИ в полном соответствии
с предоставленным оригинал-макетом
606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22