

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

ИНЖЕНЕРНАЯ НАУКА - АГРАРНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

Материалы
международной научно-практической конференции

Казань, 2014

УДК 631.17:631.3
ББК40.7

Инженерная наука – аграрному производству / Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. - Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2014 – 179с

В сборнике представлены научные труды ученых России, Узбекистана, Туркмении и других стран по вопросам механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, а также технического сервиса в АПК.

Материалы предназначены для преподавателей, аспирантов, студентов высших учебных заведений, научных работников научно-исследовательских институтов, а также специалистов инженерных служб сельскохозяйственных предприятий.

Редакционная коллегия: д.э.н., проф. Файзрахманов Д.И., д.т.н., проф. Зиганшин Б.Г., к.т.н., доц. Валиев А.Р., к.с-х.н., доц. Низамов Р.М., д.т.н., доц. Яхин С.М., к.т.н., доц. Марданов Р.Х.

Технический секретарь: к.т.н., доцент Марданов Р.Х.

Печатается по решению Ученого Совета Казанского государственного аграрного университета.

За достоверность информации в опубликованных материалах ответственность несут авторы публикаций.

© Казанский государственный аграрный университет, 2014

УДК 631.31

**ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО МЕЖДУРЯДНОЙ
ОБРАБОТКИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР**

Абдрахманов Р.К. – доктор технических наук, профессор;

Калимуллин М.Н. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г.Казань

Для повышения урожайности возделываемых культур важное значение имеет обработка почвы в междурядьях, которая проводится с целью придания ей определенной структуры, созданная благоприятных условий для накопления и содержания влаги, питательных веществ, уничтожения сорняков, изменения формы и состояния поверхностей междурядий. От качества ее выполнения в значительной степени зависит продуктивность культурных растений. [1]

Исследованиями многих ученых установлено, сложной задачей обработки почвы является улучшение ее физических свойств. Так, А.С.Кушнарев доказал, что плотность почвы оказывает определенное влияние на урожайность возделываемых культур и относится к одной из основных агротехнических характеристик почвы. Как увеличение, так и уменьшение плотности по сравнению с оптимальной на $0,1...0,3\text{г/см}^3$ приводит к снижению урожайности на 20...40%.

На основании многолетних исследований мы пришли к выводу, что оптимальной плотностью серой лесной зоны почвы для развития кукурузы, подсолнечника и картофеля следует считать ее величины в пределах $1,0...1,2\text{ г/см}^2$.

Другой задачей обработки почвы следует считать рыхление ее до мелкокомватого состояния. Агротехническим ценным считаются комочки размерами до 10 мм. Установлено, что при сложении пахотного слоя из комочков таких размеров получается оптимальная плотность почвы, уменьшается испарение влаги, активизируется жизнедеятельность полезных микроорганизмов.

Известно, что в вегетационный период под воздействием внешних факторов повышается биологическая активность верхнего слоя почвы, а прочность его структуры, в сравнении с нижними слоями, заметно снижается. Поэтому в зонах, не подверженных эрозии, под определенные культуры требуется более глубокая обработка междурядий с одновременным внесением минеральных удобрений. При этом за счет восстановления высокого плодородия в обрабатываемом слое почвы создаются благоприятные условия для роста и развития культурных растений.

Таким образом, качество поверхностной обработки почвы представляет собой интегральный показатель, зависящий от многочисленных факторов как агротехнического, так и технологического характера. Однако наибольшее влияние на качество междурядной

обработки пропашных культур оказывают следующие основные факторы:

- конструктивная схема культиватора и его рабочих органов;
- механический состав и технологические свойства обрабатываемой почвы;
- скорость поступательного движения агрегата;
- технологические регулировки культиватора и его рабочих органов, а также показатели стабильности хода всего агрегата.

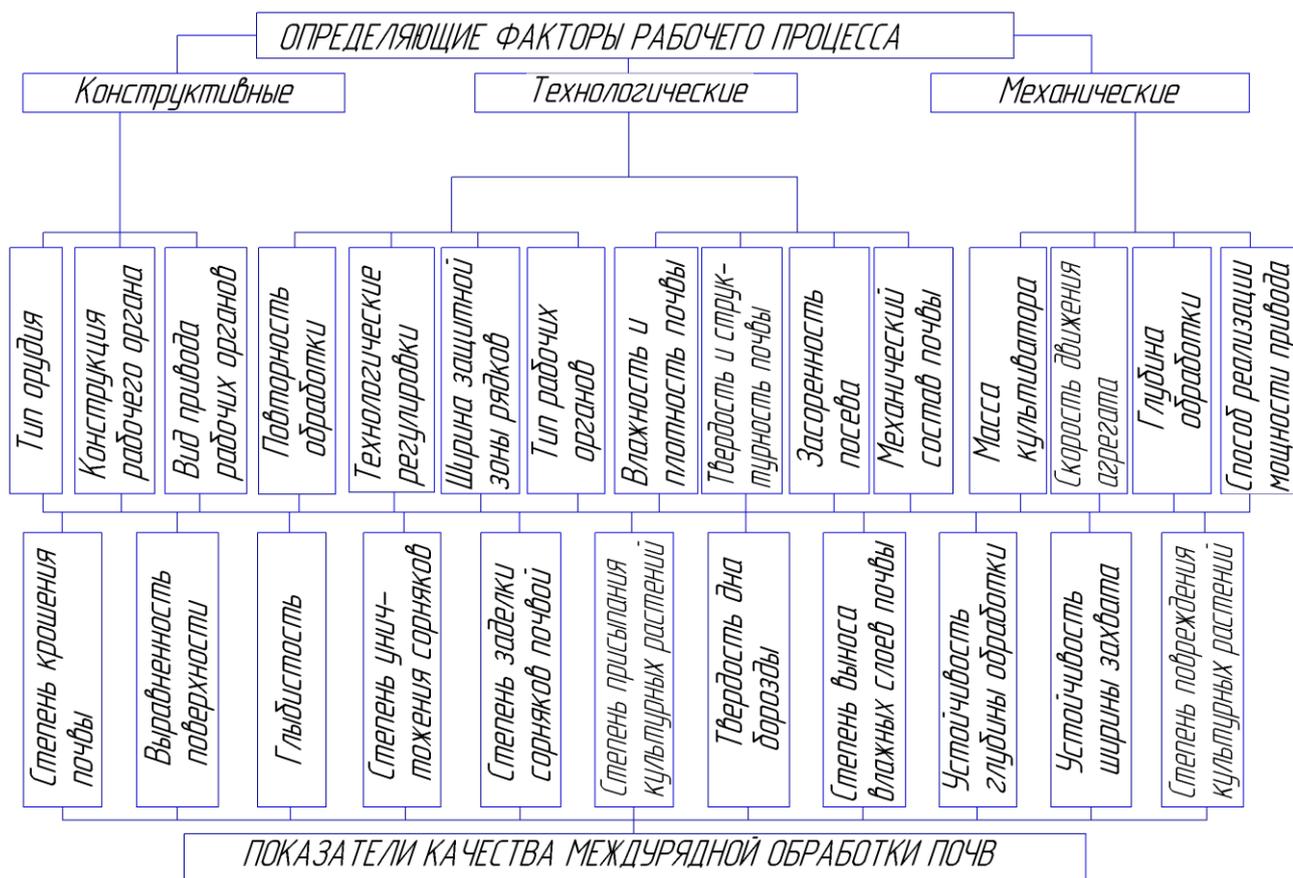


Рисунок 1 – Схема структурной связи факторов, влияющих на показатели качества междурядной обработки

Следовательно, качество работы культиватора, главным образом, зависит от его технического состояния, правильной регулировки его механизмов и рациональной настройки их в работу, а также от скорости движения агрегата.

Другими немаловажными факторами, влияющими на качество междурядной обработки, следует считать вид возделываемой культуры и качества посева семян. Эти факторы считаются базисным и играют решающую роль в формировании высоких урожаев возделываемых культур.

Влияние природных условий и физико-механических свойств почвы на качественные показатели рабочего процесса проявляются также непосредственно, однако результаты воздействия этих факторов менее

значительны. На основании анализа взаимосвязи и взаимного влияния указанных факторов на качество междурядной обработки разработана схема их структурной связи, представленная на рисунке 1. Как следует из схемы, наибольшее влияние на качество обработки междурядий оказывает параметры рабочих органов и конструктивно-кинематические показатели агрегата. Кроме того, при оценке качества междурядной обработки следует убедиться в выдержанности заданной глубины хода рабочих органов и постоянстве установленной ширины защитной зоны рядков, в отсутствии огрехов и повреждений органов обрабатываемой культуры.

Многие авторы указывают на важность прямолинейного ведения агрегата по междурядью, и рекомендует выполнять эту операцию квалифицированным и опытным механизаторам, а трактор оборудовать следоуказателем.

Литература

1. Абдрахманов, Р.К. Машины и орудия для междурядной обработки почвы (конструкция, теория, расчет, эксплуатация) /Р.К. Абдрахманов. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2001. – 149 с.

УДК 621.43:629.3.014.2

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДАМИ ВИБРОДУГОВОЙ ОБРАБОТКИ.

***Адигамов Н.Р. – доктор технических наук, профессор
Нигматзянов Н.Д.– магистр***

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

В процессе эксплуатации сельскохозяйственных машин и оборудования перерабатывающих предприятий происходит интенсивный износ их деталей рабочих органов работающих в агрессивной абразивной среде. По мере изнашивания деталей изменяются размеры, массогабаритные характеристики и физико-механические свойства их рабочих поверхностей. Все это негативно сказывается на производительности, эксплуатационной надежности, и безопасности эксплуатации техники. [1]

В данной статье рассматривается возможность использования новых технологий при восстановлении рабочих ножей масло давящих шнековых прессов. Ножи этих машин работают в агрессивной абразивной среде и при воздействии высокого давления. Такие условия работы предполагают повышенные требования к износостойкости рабочих поверхностей ножей масло давящих шнековых прессов. Поэтому при восстановлении этих ножей важно обеспечить не только восстановления геометрических размеров, но и передать заданные характеристики рабочих поверхностей ножей по показателю износостойкости.

В практике ремонтного производства, ремонт считается успешным в случае, если удается достичь 70% от ресурса срока службы новой детали или нового агрегата. [2]

На сегодняшний день на кафедре «Технический сервис» разработаны технологии восстановления деталей с последующим поверхностным упрочнением, которое позволяет не только достичь ресурса новой детали, но в ряде случаев и превзойти его. Восстановления ножей немецких масло-давильных шнековых прессов с заданными физико-механическими свойствами по износостойкости, а значит с повышенным послеремонтным ресурсом, позволит в какой то мере обеспечить импорто-замещение по запасным частям и снизить затраты на эксплуатации этих прессов.

На рисунке 1 приведены фотографии изношенных и вновь восстановленных ножей с поверхностным упрочнением.



Рисунок 1: Ножи маслодавильных шнеков
а - изношенные ножи; б - вновь восстановленные ножи.

Одним из перспективных методов поверхностного упрочнения является вибродуговое упрочнения. Вибродуговое упрочнения осуществляется за счет использования вибрации электрода, которая составляет в порядке 75 Гц. При амплитуде колебаний от 0,5—3 мм. В процессе этих колебаний возникает прерывистый плазменный разряд, который характеризуется тремя периодами: 1- короткое замыкание, 2- период горения дуги, 3- холостой ход. [3]

В процессе вибродугового упрочнения можно использовать металл керамические порошки, которые позволяют насыщать упрочняемый слой различными ферро добавками, и за счет этого получать заданно физикомеханические свойства.

На базе Казанского государственного аграрного университета совместно с ГОСНИТИ была разработана установка для вибродугового упрочнения вновь восстановленных рабочих органов сельскохозяйственных машин. Общий вид установки представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общий вид установки для вибродугового упрочнения

В комплект оборудования для вибродугового упрочнения деталей машин входит:

- Установка ВДГУ-2;
- Вибратор;
- Пульт управления;
- Инвертор;
- Блок питания.

Оборудование изготавливается вида климатического исполнения УХЛ2ИТ2 по ГОСТ15150 для работы при температуре окружающей среды от -30 до +40 °С и относительной влажности не более 80%. Установка используется для работы в закрытых помещениях, снабженных приточно-вытяжной вентиляцией и на открытых площадках при отсутствии атмосферных осадков, прямого солнечного излучения, песка и пыли, а так же при условии, что окружающая среда не взрывоопасна, не содержит токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров, разрушающих металлы и изоляцию.

Промышленное использования этой установки при восстановлении и изготовлении рабочих органов сельскохозяйственных машин и оборудования перерабатывающих предприятий позволит снизить

затраты на их эксплуатации за счет повышения послеремонтного ресурса вновь изготовленных и восстановленных деталей машин.

Литература.

1. Восстановление деталей машин / Ф.И. Пантеленко и др.. М.: Машиностроение, 2003. - 672 с.
2. Микотин В.Я. Технология ремонта сельскохозяйственных машин и оборудования. –М.: Колос, 1997. –367 с.
3. Адигамов Н.Р. Отчет о научно исследовательской работе по хоздоговорной теме №7-12 НИР «Разработка перспективной технологии восстановления изношенных деталей сельскохозяйственных машин с поверхностным упрочнением». – Казань, 2013. -54 с.

УДК 621.434.044

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫХЛОПНЫМИ ГАЗАМИ

Алашвили И.К. – кандидат технических наук, доцент

Макарова О.И. – к.с.-х.н., доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

В современных условиях одним из загрязнителей атмосферы являются отработавшие газы силовых агрегатов тракторов и автомобилей. Рассматривая силовой агрегат (двигатель) как источник загрязнения окружающей среды, можно выделить три основных источника засорения воздуха токсичными веществами: а) выхлопные газы, б) картерные газы и в) испарившееся горючее.

Основным источником загрязнения атмосферы являются выхлопные газы и сажа, характерная для выхлопа дизельных двигателей в виде дыма. Отработавшие газы состоят из большого количества различных веществ, которые классифицируются на группы: экологически нейтральные, экологически активные и токсичные. Кроме того, вещества от выхлопа автотракторных силовых агрегатов подразделяются по степени воздействия на живой организм, на классы опасности: первый – чрезвычайно опасные; второй – высоко опасные; третий – умеренно опасные; четвертый – малоопасные.

Необходимо отметить тот факт что, состав отработавших газов и их токсичность, сильно зависит от типа силового агрегата и кардинально отличается у дизелей и у бензиновых двигателей (табл.1).

Согласно ГОСТ-12.1.005-88 и нормативным документам ГН 2.2.5.691-98, ГН 2.2.5.692-98 (нормативы гигиенического состояния воздушной среды), состав отработавших газов тракторных и комбайновых дизельных силовых агрегатов, влияние на организм человека содержащихся в них вредных компонентов, а также нормативы по их предельно допустимой концентрации (ПДК) характеризуются нижеследующими показателями (табл.2)

Таблица 1

Предельное содержание отдельных токсичных компонентов
отработавших газов

Компоненты	Предельное содержание компонентов (в % по объему для газа)		Примечание
	Бензиновый	Дизельный	
Азот	74 – 77	76 – 78	Нетоксичен
Кислород	0,3 – 8,0	2 – 18	Нетоксичен
Пары воды	3,0 – 5,5	0,5 – 4,0	Нетоксичны
Диоксид углерода	5,0 -	1,0 – 10,0	Нетоксичен
Оксид углерода	5,0 -	0,01 – 0,5	Токсичен
Оксиды азота	0,0 – 0,8	0,002 – 0,5	Токсичны
Углеводороды канцерогенные не	0,2 – 3,0	0,009 – 0,5	Токсичны
Альдегиды	0,0 – 0,2	0,001 – 0,009	Токсичны
Сажа	0,0 – 0,4	0,01 – 1,1	Канцероген
Бенз(а)пирен	До 10 -	До 10	Канцероген

Таблица 2

Качественные характеристики и ПДК токсичных веществ в
отработавших газах

Компоненты	Обозначение	Максимум содержание в %	Качественная характеристика токсичности	ПДК мг/м ³
Диоксид углерода	CO ₂	12	Н, РС, У, СС	-
Оксид углерода	CO	0,4	КЯ, НС	20
Оксиды азота	NO _x	0,5	КЯ, НС, П. КТ	5
Углеводороды	C _n H _m	0,3	РС, Г. Н, СС, КЯ, НС, КТ, П, ПО	300
Диоксид серы	SO ₂	0,02	РС, КЯ, КТ, П, Г	10
Альдегиды	RCHO	10	О, Г, Н, НЯ, НС, РС, П, ПО	5
Сажа	С	1,1	-	-

Условные обозначения: О – общее токсичное действие, Г – поражение зрительного нерва и сетчатки глаза, помутнение хрусталика, ожог роговицы; КТ – яды, вызывающие изменение состава крови; Н – наркотики; НС – поражение нервной системы; НЯ – нервные яды, вызывающие судороги и параличи; П – поражение печени; ПО – поражение почек; РС – раздражение слизистых оболочек глаза и дыхательных путей; СС – поражение сосудистой системы; У – удушающее действие.

Нормальное значение экологической безопасности самоходных сельскохозяйственных машин в агропромышленном комплексе регламентируются по ГОСТ 17.2.2.05-97, согласно которого удельная концентрация вредных веществ в отработавших газах дизелей не должна превышать норм $NO_x < 18$, $CO < 11$, $C_nH_m < 3,0$ г/кВт.ч. Дымность отработавших газов дизелей в условиях эксплуатации должны соответствовать ГОСТ 17.2.2.02-98.

Таким образом, образование сажи считается важнейшей проблемой для дизельных силовых агрегатов, которая является продуктом неполного сгорания топлива и составляет 75...85% от общей токсичности отработавших газов при низких значениях коэффициента избытка воздуха. Сажа в основном образуется в условиях сильного недостатка кислорода, кроме того, есть ещё ряд причин её возникновения, например, при попадании струей топлива на сравнительно холодные стенки цилиндра и это обстоятельство вынуждает создать более равномерный температурный баланс внутри цилиндра.

УДК 62-144.3

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВС С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ ИХ РАБОТЫ**

Ахметзянов И.Р. - аспирант,

Халиуллин Ф.Х. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Создание методов диагностирования двигателей внутреннего сгорания невозможно без экспериментальной установки (стенда) исследования ДВС. Стенд должен обеспечивать возможность проведения динамических испытаний двигателя внутреннего сгорания, исследования работы двигателя на эксплуатационных режимах работы [7]; создание контролируемых неисправностей, т.е. таких отклонений различных параметров двигателя, которые могут изменяться в строго определенных пределах, задаваемых экспериментаторами, автоматический сбор и обработка данных, оценивать техническое состояние двигателя и его узлов, рассчитывает количественные характеристики установленного состояния – потери мощности и крутящего момента, перерасход топлива, время перехода двигателя на установившийся режим работы. [5]

Для решения данных задач модернизирована экспериментальная установка (стенд) [6], включающий в себя электромагнитный тормоз, соединенный с двигателем Д-240, шкаф управления электромагнитным

тормозом, система охлаждения электромагнитного тормоза, устройства для плавного регулирования компрессии в цилиндрах, блок имитации неисправности топливной системы, устройство для регулирования поступления воздуха во впускной коллектор; комплект высокоточных датчиков для испытания (исследования) ДВС: датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя, датчик линейного перемещения рейки ТНВД, расходомер топлива, датчик массового расхода воздуха (ДМРВ), датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик давления масла, тензорезистивный мост с усилителем для измерения величины крутящего момента на коленчатом валу двигателя, датчик измерения компрессии; аналогово-цифровой преобразователь (АЦП); ноутбук для записи и обработки данных, поступающих с АЦП, специализированное программное обеспечение.

Предполагается провести экспериментальные исследования для нескольких типов переходных процессов (сбросы и набросы разной интенсивности и амплитуды). В процессе эксперимента изменяются следующие параметры: компрессия в пределах от 20 до 30 кгс/см², давление впрыска топлива для каждого цилиндра по отдельности в пределах от 170 до 210 кгс/см², гидравлическое сопротивление впускного тракта, при частоте вращения коленчатого вала в пределах от 1200 до 2200 мин⁻¹. Экспериментальные исследования проводятся в соответствии с ГОСТ. [4]

Рассмотрим способы имитации различных неисправностей двигателей, необходимые для получения переходных характеристик для диагностирования двигателя на динамических режимах его работы.

От всех отказов и неисправностей двигателя внутреннего сгорания приходится около 20 % отказа цилиндропоршневой группы [3]. Поскольку метод стендовых испытаний по переходным характеристикам не требует прямого измерения компрессии, достаточно для исправного двигателя симитировать падение компрессии на различных цилиндрах двигателя и в различных пределах [1].

Рассмотрим устройство для имитации неисправностей цилиндропоршневой группы, предназначенное для использования в составе автоматизированного диагностического стенда, определяющего неисправности путем сравнения эталонных переходных характеристик двигателя с их реальными характеристиками в динамических режимах работы двигателя. Такое устройство, устанавливаемое на головку цилиндров, представляющие из себя трубки, внутри которых имеется регулирующий стержень, позволяет плавно изменять компрессии каждого цилиндра в отдельности.

В большинстве случаев изменение характеристик дизеля вызывается неисправностями системы питания, на которую приходится 45–60 % [2] всех отказов, возникающих в дизельном

двигателе. Основными неисправностями системы питания является изменение регулировочных параметров топливного насоса и форсунки (изменение угла момента впрыска топлива, изменение давления впрыска). Также для форсунки причинами отказа являются заклинивание иглы, забивание отверстий распылителя, которые в данной работе имитируются установкой распылителя с соответствующей неисправностью. Имитируется также такая неисправность как засорение топливного фильтра, для этого устанавливается устройство, ограничивающая подачу топлива, в трубку между фильтром тонкой очистки и ТНВД.

Полученные в ходе имитации неисправностей переходные характеристики (изменение мощности, крутящего момента, расхода топлива и воздуха и ряд других) будут уникальными для каждого вида неисправностей и их комбинаций и повторяемыми для всех других двигателей той же модели. Далее происходит сравнение характеристик неисправного двигателя или его систем с эталонными характеристиками, характерными для исправных двигателей (систем, агрегатов и т.д.).

Литература

1. Бабошин А.А., Оценка технического состояния двигателей внутреннего сгорания по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя / Косарев А.С., Малышев В.С. // Вестник МГТУ. – 2013. - №1, С. 33-39.

2. Крашенинников С. В., Диагностика топливной аппаратуры дизельного двигателя / Пятин С. П. // Сельский механизатор. – 2010. – № 7. – С. 30–31.

3. Николаев Е.В. Совершенствование технологии диагностирования цилиндропоршневой группы дизельного двигателя по параметрам картерных газов // автореферат дисс. к.т.н. Москва, 2013.

4. ГОСТ 18509-88 Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний.

5. ГОСТ 20417-75 Техническая диагностика. Основные понятия, термины и определения. Надежность в технике, состав и общие правила задания требований по надежности.

6. Юлдашев А.К., Стенды для исследования двигателей внутреннего сгорания при неустановившихся нагрузках / Хайрутдинов И.Н.// - Казань: Изд-во «Фэн», 2002.

7. Medvedev V.M., Khaliullin F.K., Ahmetzyanov I.R., Shiriyazdanov R.R. Operating conditions of the D-240 Engine based dual fuel gas-diesel engine of the agricultural tractor // 2nd European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences, May, 2014. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗЕРНА

Белова А.А. – кандидат технических наук, доцент

Коробков А.Н. – соискатель

Михайлова О.В. – доктор технических наук, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Известно, что в процессе увлажнения и последующего отволаживания в зерне происходят физико-биологические изменения, в результате которых облегчается отделение оболочек от зерна. Гидротермическая обработка зерна преследует несколько целей: повышение переваримости углеводного комплекса в результате гидролиза крахмала и превращения части его в более простые соединения (декстрины и сахара); стерилизация сырья, т.е. снижение уровня обсемененности микрофлорой. Для тепловой обработки зерна перед помолом используют кондиционеры. По принципу передачи тепла зерну различают кондиционеры: воздушные, водяные и скоростные, в которых нагревание зерна осуществляется соответственно горячим воздухом, горячей водой и паром [1]. Наиболее широкое распространение нашли скоростные кондиционеры. К их основным параметрам относят производительность, степень увлажнения зерна, расход пара и температуру зерна на выходе. Увлажняют зерно на 2%, при этом температура зерна на выходе составляет 55°С.

Для обработки зерна нами разработана установка, где реализован технологический процесс воздействия ЭМП СВЧ и поджаривания зерна за счет контакта с сильно нагретыми поверхностями, где для их нагрева используются индукционные плиты. При интенсивном прогреве происходит испарение влаги внутри зерна, появляются микротрещины, в результате механической и химической деструкции часть крахмала превращается в более простые углеводы – декстрины. Максимальный эффект достигается при предварительном увлажнении бобовых культур на 2 % и последующим поджариванием в процессе экзо-эндогенного нагрева. Такая обработка обеспечивает полное уничтожение бактериальной микрофлоры. Такой процесс микронизации достаточно компактен, однако имеет ряд недостатков: довольно большой расход электроэнергии, невысокую производительность. Достоинства получаемых продуктов, их высокая питательность, стерильность приводит к необходимости дальнейшего совершенствования.

Для обоснования параметров электромагнитного поля (напряженности электрического поля и частоты) и мощности индукционного нагревателя необходимо анализировать физико-механические и диэлектрические параметры зерна [2]. Ниже приведены графики изменения диэлектрических параметров зерна и воды. Диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь и коэффициент диэлектрических потерь составляют основные

электрофизические характеристики зерна. Они зависят от влагосодержания, температуры и частоты электромагнитного поля [3]. С увеличением частоты электромагнитного поля диэлектрические параметры зерна уменьшаются (рис. 1).

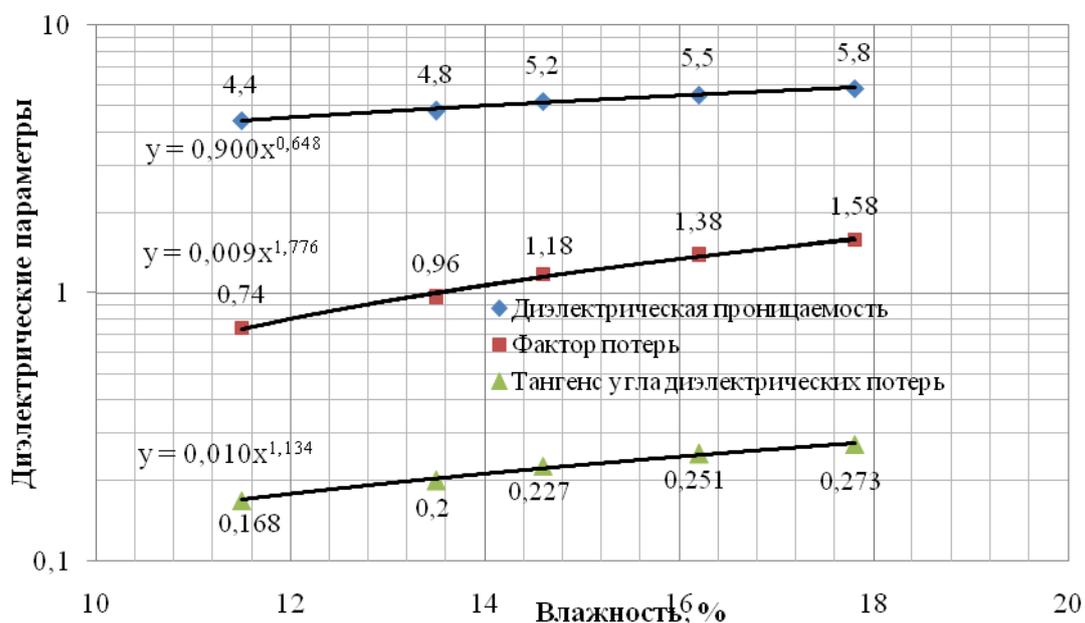


Рисунок 1 – Диэлектрические характеристики зерна при температуре 20°C в зависимости от влажности зерна

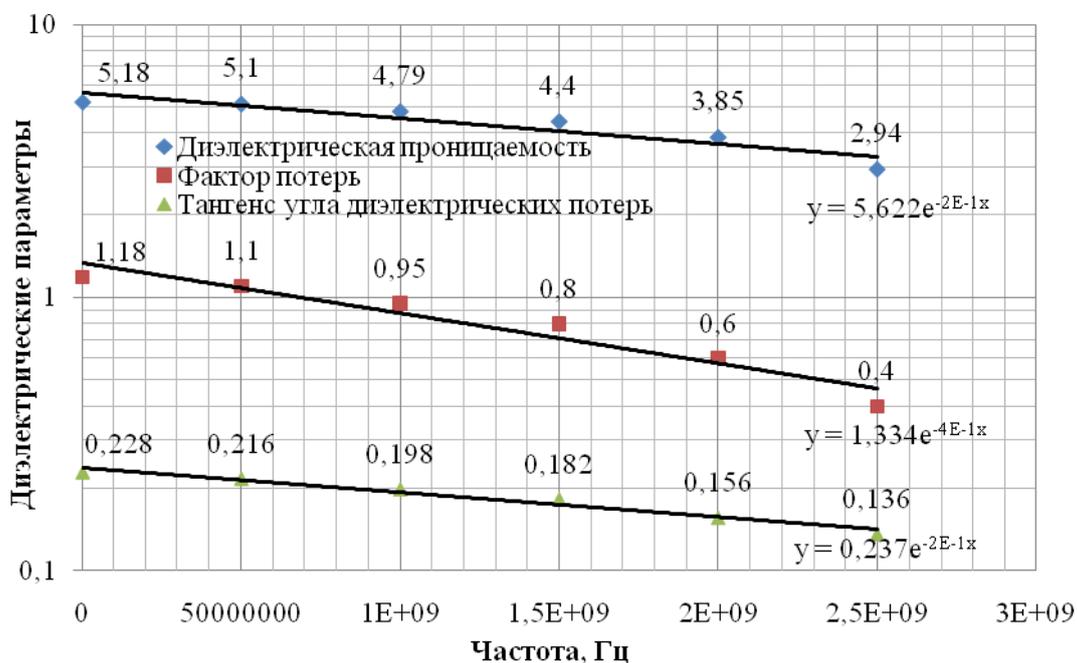


Рисунок 2 – Диэлектрические характеристики зерна при температуре 20°C в зависимости от частоты ЭМП

С увеличением влажности диэлектрическая проницаемость зерна увеличивается с 4,4 до 5,8, а тангенс угла диэлектрических потерь – с 0,168 до 0,273. С увеличением температуры с 5°C до 95°C тангенс угла

диэлектрических потерь воды уменьшается. На частоте 2450 МГц она уменьшается с 0,3 до 0,11 (рис. 3).

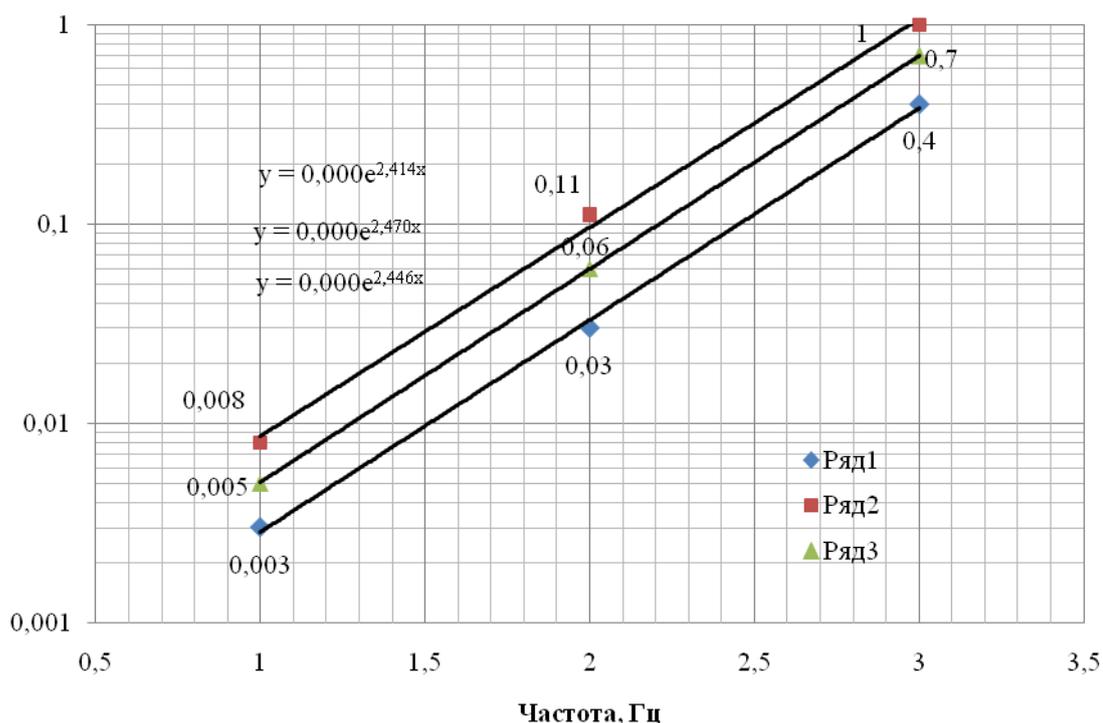


Рисунок 3 – Тангенс угла диэлектрических потерь воды зависимости от частоты ЭМП при разной температуре: 1 – 95°C; 2 – 5°C; 3 – 45°C

Литература

1. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий / А.Б. Демский и др. – М.: Колос, 1980. – 383 с.
2. Белова, М.В. Зависимость мощности потерь СВЧ-энергии от напряженности электрического поля / М.В. Белова, Г.В. Новикова, А.Н. Понамарев // Вестник ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет» Чебоксары: 2011, №2 (70). – С. 119...122.
3. Лыков, А.В. Теория сушки /А.В. Лыков – М.: Энергия, 1968. – 468 с.

УДК 664.7

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ ЗЕРНА

Белов А.А. – кандидат технических наук, доцент

Сторчевой В.Ф – доктор технических наук, профессор

Зайцев Г.В. – кандидат технических наук, доцент

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Разработка технологии, позволяющей повысить эффективность функционирования установки для микронизации фуражного сырья, актуальна. Исследования технологического процесса микронизации фуражного зерна осуществляли с помощью разработанной и

изготовленной опытной установки. Известно, что электромагнитное поле сверхвысокой частоты, воздействуя на химические связи сложных соединений (белки и углеводы) способствует их ослаблению или разрыву. Новая технология микронизации зерна основана на эффекте декстринизации зерен крахмала. Процесс микронизации наиболее эффективно действует на зерна бобовых культур.

Разработанная СВЧ-индукционная установка барабанного типа [2] для микронизации зерна включает в себя загрузочный патрубок с заслонкой, установленный на верхнем основании цилиндрического корпуса (рис.1). Внутри корпуса концентрически расположен секционный барабан [1]. Секции барабана выполнены из ферромагнитного материала и образуют резонаторные камеры в виде треугольной призмы. Причем верхним и нижним основанием резонаторных камер являются основания цилиндрического экранирующего корпуса. Под нижним основанием цилиндрического корпуса установлены плиты индукционные с регулируемой мощностью. Секционный барабан приводится в движение от мотор-редуктора. Цилиндрический корпус установлен на монтажном столе. На нижнем основании цилиндрического корпуса имеется отверстие для заслонки выгрузного патрубка. На верхнем основании корпуса установлены СВЧ генераторы, имеющие регуляторы мощности. Их количество и мощность влияют на производительность установки. Толщину слоя фуражного зерна в отсеках барабана регулируют с помощью заслонки, находящейся в загрузочном патрубке. Микронизированное зерно выгружается через выгрузной патрубок. Корпус одновременно выполняет функцию экрана. Емкость резонаторной камеры оптимизирована в соответствии с частотой электромагнитного поля и необходимой напряженностью электрического поля. Высокая напряженность электрического поля (более 3 кВ/см) позволяет обеззараживать фуражное зерно, т.е. уничтожать бактериальную микрофлору вегетативной формы. Размеры зазоров для загрузки и выгрузки зерна согласованы с длиной волны с целью ограничения излучения ЭМП СВЧ. Доза воздействия ЭМП СВЧ на зерно и индукционного нагрева регулируются изменением мощности соответствующего источника и продолжительности обработки.

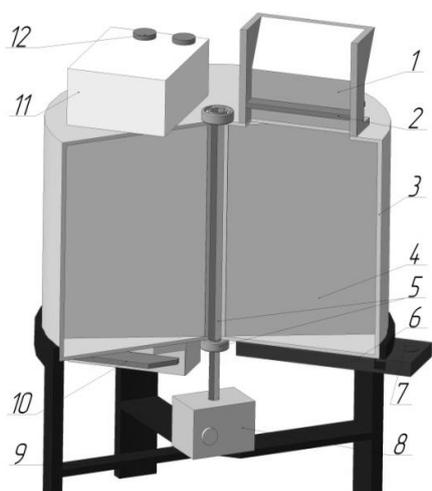


Рисунок 1 – Пространственное изображение СВЧ-индукционной установки барабанного типа для микронизации зерна:

1 – загрузочный патрубок; 2 – заслонка; 3 – цилиндрический корпус; 4 – секционный барабан; 5 – вал барабана; 6 – индукционная плита; 7, 12 – регуляторы мощности; 8 – мотор-редуктор; 9 – монтажный стол; 10 – выгрузной патрубок; 11 – СВЧ генератор

Основание экранирующего корпуса нагревается за счет *индуктирования в них вихревых токов*. При этом электрическая энергия преобразуется трижды. Сначала при помощи индуктора она преобразуется в энергию переменного магнитного поля, которая в основании корпуса превращается в энергию электрического поля. Далее, под действием электрического поля в токопроводящем материале начинают двигаться заряды, т.е. энергия электрического поля превращается в тепловую энергию. На интенсивность и характер нагрева основания корпуса влияют частота тока, напряженность электрического и магнитного полей. Фуражное зерно нагревается косвенно, поэтому использован индукционный нагрев на частоте 50 Гц. При этой частоте сокращается расход энергии и не требуется преобразователь частоты.

Проектируемое индукционное нагревательное устройство под стеклокерамическим покрытием содержит индуктор (первичная обмотка), представленный в виде спирально расположенной медной проволоки в горизонтальной плоскости (рис. 2).

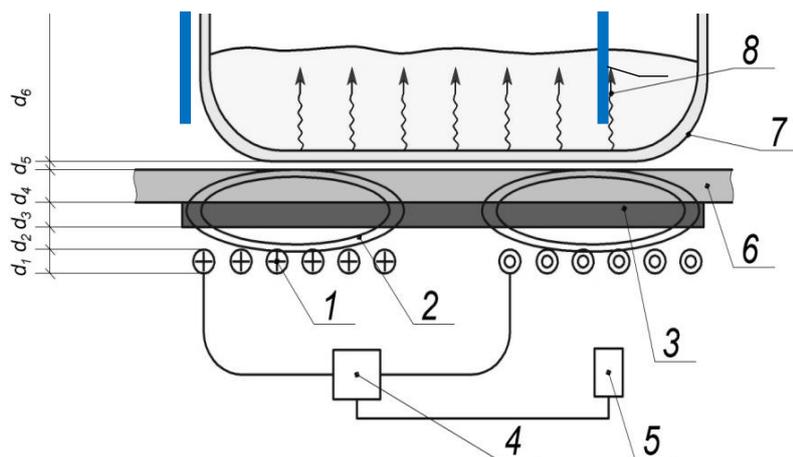


Рисунок 2 – Функциональная схема индукционного нагревательного устройства: 1 – индуктор (первичная обмотка); 2 – магнитное поле; 3 – стеклокерамическое покрытие; 4 – преобразователь частоты; 5 – электронный блок управления; 6 – основание экранирующего корпуса из ферромагнитного материала (вторичная обмотка); 7 – диэлектрический контейнер; 8 – тепловой поток в зерновой массе; 9 – резонаторная камера; d_1 – высота первичной обмотки; d_2 – зазор между первичной обмоткой и стеклокерамическим покрытием; d_3 – толщина стеклокерамического покрытия; d_4 – толщина ферромагнитной пластины; d_5 – воздушный зазор; d_6 – высота контейнера

Вторичная обмотка выполнена в виде основания экранирующего корпуса из ферромагнитного материала и находится над стеклокерамическим покрытием. Расчет основных параметров индукционного нагревателя состоит из двух частей: тепловой и электрической. При тепловом расчете определяют мощность

нагревательного устройства, тепловые потери, частоту тока, продолжительность нагрева и термический КПД индуктора. Электрический расчет сводится к определению конструктивных параметров индуктора, электрических и энергетических характеристик нагревателя. Для анализа работы индукционного нагревательного устройства воспользовались Γ – образной эквивалентной схемой замещения. Зная максимальный ток, который протекает через ферромагнитное основание корпуса, находим мощность индуктора Вт:

$$P_1 = I_1'^2 (R_1 + R_2') \quad (1)$$

Приведенный максимальный ток, протекающий через ферромагнитное основание корпуса:

$$I_1' = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (x_1 + x_2')^2}}, A \quad (2)$$

Мощность, потребляемая индуктором из сети $P_{\text{общ}}$, расходуется на потери в контуре намагничивания P_μ , потери в индукторе P_1 и преобразуется в электромагнитную мощность P_2 , позволяющую нагреть основание экранирующего корпуса.

Электромагнитная мощность :

$$P_2 = I_2'^2 R_2' = \frac{U_1 \cdot R_2'}{(R_1 + R_2')^2 + (x_1 + x_2')^2} \quad (3)$$

Эта мощность расходуется на нагрев фуражного зерна, транспортирующего контейнера и экранирующего корпуса, а также идет на компенсацию тепловых потерь через экранирующий корпус в окружающую среду. На основе дифференциального уравнения теплового баланса выведено уравнение нагрева фуражного зерна, что позволило оценить приращение температуры за промежуток времени транспортирования сырья поверх ферромагнитного основания корпуса, нагретой до необходимой температуры. Источником индукционного нагрева основания экранирующего корпуса является плита индукционная марки HS-III-B26 мощностью 1,8 кВт. Разработана методика термообработки фуражного зерна в поточном режиме за счет многократного комбинированного воздействия экзо-эндогенного нагрева, реализованная в СВЧ-индукционной установке с рабочей камерой, образованной цилиндрическими объемными резонаторами и индукционными нагревательными устройствами, расположенной под экранирующим корпусом. Мощность индукционного нагревательного устройства согласована с конструктивными параметрами экранирующего корпуса установки.

Литература

1. Патент № 2489068 РФ А23N17/00. СВЧ-индукционная установка барабанного типа для микронизации зерна. / М.В. Белова, Н.К. Кириллов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, А.А.Белов. - № 2012100432; заявл.16.01.2012 г. Бюл. № 22. – 14 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ КИШЕЧНОГО СЫРЬЯ

Белова М.В. – кандидат технических наук, доцент

Зуева Н.А. – аспирант,

Новикова Г.В. – доктор технических наук, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Технологический процесс обезжиривания и обеззараживания кишечного сырья с использованием УЗ и СВЧ генераторов осуществляется следующим образом. Кишечное сырье со шлями, при нахождении в сферической резонаторной камере, погруженной в мощную жидкость, подвергается воздействию ультразвуковых колебаний. Это обеспечивает раздробление не только жировых тканей, но и *раздробление колоний микроорганизмов*. Тогда, при воздействии электрического поля определенной напряженности СВЧ диапазона, происходит затормаживание развития бактериальной микрофлоры, а слои жира растапливаются и выводятся с мощью жидкостью за пределы тороидального экранирующего корпуса. СВЧ генератор обеспечивает обеззараживание сырья в процессе его дробления, в том числе и колоний микроорганизмов за счет воздействия УЗ колебаний. Разрушительное воздействие ультразвуковой кавитации на колонии микроорганизмов способствует снижению бактериальной обсемененности кишечного сырья, освобожденного от жировых тканей при наложении электрического поля СВЧ диапазона (рис.1).

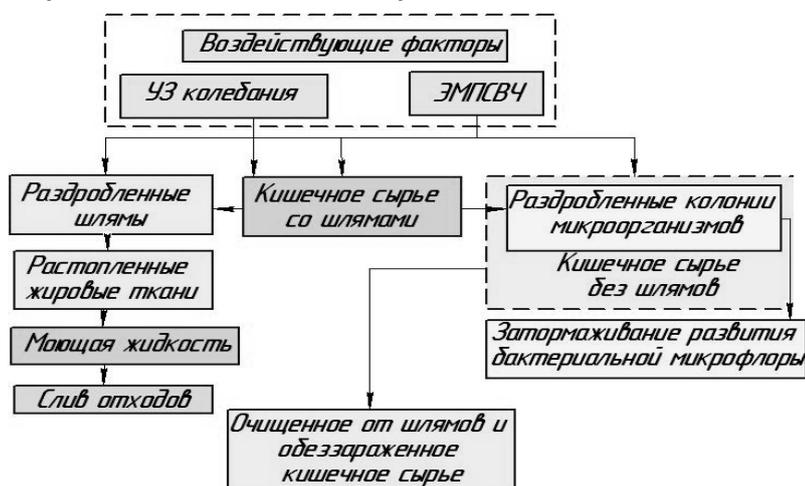


Рисунок 1 – Схема процесса комбинированного воздействия УЗ колебаний и ЭМП СВЧ на кишечное сырье

Результаты научных исследований.

1. Предложена операционно-технологическая схема обработки кишечного сырья с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты и ультразвуковых колебаний.

2. Получены математические выражения, позволяющие оценить параметры основных узлов установки, и предложена методика согласования конструктивно-технологических параметров с режимами работы установки для обезжиривания и обеззараживания кишечного

сырья убойных животных четырехкратным комбинированным воздействием УЗ колебаний и ЭМП СВЧ. Согласована нагруженная добротность (100...300) с объемом сферической резонаторной камеры (2,8 л) и напряженностью электрического поля (3 кВ/см) в сырье, обеспечивающей снижение бактериальной обсемененности на два порядка.

3. Предложена конструкция установки для обезжиривания и обеззараживания кишечного сырья убойных животных с использованием УЗ и СВЧ генераторов в процессе транспортирования дозированного сырья в перфорированных сферических резонаторах, помещенных в тороидальный экранирующий корпус, совмещающий функцию кольцевого волновода, обеспечивающего поле бегущих волн, распространенных из зазора между полусферами, где находится источник, возбуждающий волну. *Установлено*, что эффективными режимами обезжиривания и обеззараживания кишечного сырья убойных животных являются: удельная мощность СВЧ генератора 2...2,67 Вт/г; мощность УЗ генераторов – 0,73 кВт; общая продолжительность процесса обработки – 240 с. *Выявлено*, что зубчатый венец диаметром 0,68 м, транспортирующий десять сферических резонаторных камер, внутренним диаметром 18,36 см, со скоростью 0,019 м/с, обеспечивает производительность установки 45...60 кг/ч. Экранирующий корпус установки (тороидальный волновод) снижает мощность потока электромагнитных излучений на расстоянии 0,5 м до 100 мкВт/см².

4. В результате апробирования установки *выявлено*:

- снижение себестоимости расходов на обезжиривания и обеззараживания кишечного сырья с 6,23 до 3,65 руб./кг;
- улучшение качества натуральной оболочки на 14 баллов;
- снижение бактериальной обсемененностью сырья с $10 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ до 100 000 КОЕ/см³;
- увеличение срока хранения обработанного кишечного сырья на 4...5 суток при температуре 3...5°C.



Рисунок 2 – Установка для обезжиривания и обеззараживания кишечного сырья убойных животных без верхнего основания

Технические характеристики установки:

Производительность – 45...60 кг/ч.
Резонансная частота ультразвукового преобразователя – 43 кГц.

Мощность ультразвуковых генераторов – 0,73 кВт.

Мощность СВЧ генераторов – 2,4 кВт.

Мощность электропривода – 0,6 кВт.

Общая мощность установки – 3,73 кВт.

Удельные энергетические затраты – 0,075...0,083.кВт·ч/кг

Испытано четыре образца в 4-х кратной повторности: первый образец – контрольный вариант (обработка сырья традиционным способом), второй – обработка сырья до 30°C комбинированным воздействием УЗ колебаний и ЭМП СВЧ; третий – обработка сырья до 45°C комбинированным воздействием УЗ колебаний и ЭМП СВЧ, четвертый – обработка сырья до 45°C воздействием УЗ колебаний (рис. 3).

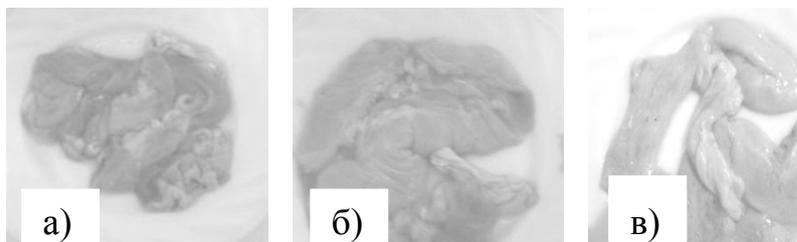


Рисунок 3 – Структура сырья: а) исходный образец; б) после воздействия УЗ колебаний; в) после воздействия УЗ колебаний и ЭМП СВЧ

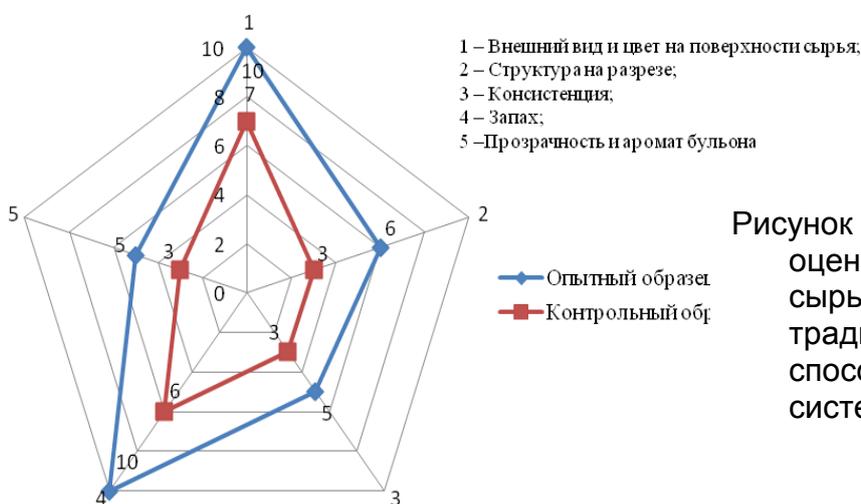


Рисунок 4 – Органолептическая оценка качества кишечного сырья, обработанного традиционным и проектными способами по балльной системе

Сравнительная диаграмма органолептической оценки качества кишечного сырья опытного и контрольного образцов представлена на рис. 4. Из результатов исследований вытекает, что органолептические показатели опытного образца лучше контрольного на 14 баллов.

Экономический эффект от применения установки для обработки кишечного сырья убойных животных составит 353 тыс.руб./год.

Литература

1. Новикова, Г.В. Обоснование пропускной способности рабочей камеры установки для термообработки фарша/ Г.В. Новикова, Т.М. Григорьева. Знания молодых: наука, практика и инновации: Сборник научных трудов международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей. – Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2013. – С. 19...22.

2. Белова, М.В. Установка для термообработки крови с.-х. животных / Белова М.В., Зиганшин Б.Г., Уездный Н.Т. // Вестник Казанского государственного университета, 2013. – № . 3 (29). – С. 53...56.

РЕЗОНАТОРНЫЕ КАМЕРЫ СВЧ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ С.-Х. СЫРЬЯ

Белова М.В. – кандидат технических наук, доцент

Зиганшин Б.Г. – доктор технических наук, профессор

Новикова Г.В. – доктор технических наук, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Известно, что в области сантиметровых волн для передачи энергии применяют волноводы и объемные резонаторы. Исследованию электромагнитных процессов в волноводах посвящены работы многих ученых: Б.А. Введенского, С.М. Рытова и др. В диапазоне сантиметровых волн применяют колебательные системы в виде объемных резонаторов. В них тепловые потери малы, а потери на излучение практически отсутствуют, так как электромагнитное поле в диэлектрике экранировано оболочкой из неферромагнитного материала. Индуктивность и емкость резонатора имеют незначительные величины. Поэтому собственная добротность объемного резонатора весьма высока (до 10^4). Разрабатываемое оборудование с использованием энергии электромагнитных излучений разных длин волн, осуществляющие технологические операции по переработке животного сырья в пищевые, кормовые и технические продукты, предназначены для термообработки: крови; эндокринно-ферментного сырья; кишечного сырья (обезжиривания и обеззараживания); кератиносодержащего сырья и щетины; жиросодержащего сырья и т.п. (рис.1) [1, 2].

Сырье убойных животных



Рисунок 1 – Технологические операции по переработке животного сырья в пищевые, кормовые и технические продукты

Известно, что эффективность функционирования оборудования выражается техническими и технологическими параметрами, такими как производительность; энергетическая мощность; режимы работы; качество вырабатываемой продукции; габаритные размеры и т.п.

Существующие рабочие камеры сверхвысокочастотных (СВЧ) установок позволяют транспортировать сырье через объемный резонатор в случае содержания запердельных волноводов и специальных шлюзов, ограничивающих мощность потока излучений. Все эти дополнительные узлы сложны по конструкции, а также возникают трудности при настройке электродинамической системы на необходимую частоту. Поэтому разработка установки с передвижными объемными резонаторами, позволяющими снизить мощность потока излучений через загрузочные и выгрузные люки, актуальна. В связи с этим, в конструктивное исполнение разработанного оборудования для термообработки с.-х. сырья заложены узлы, обеспечивающие защиту окружающей среды от загрязнений радиоволнами, элементы системы контроля качества вырабатываемого продукта, предусмотрена доступность к рабочей камере при санитарной обработке. В зависимости от целевой функции (обеззараживание, вытопка, варка, пастеризация и т.п.), структуры и диэлектрических характеристик сырья, находящегося в резонаторных камерах, необходимо проектировать рабочую камеру, расположенную в экранирующем корпусе, определенных конфигураций, обеспечивающих соответствующую напряженность электрического поля. Изготавливаются СВЧ установки, состоящие из генераторных блоков с соответствующими объемными резонаторами, расположенными в экранирующем корпусе и механизмами, обеспечивающими поточность технологического процесса термообработки с.-х. сырья. При этом необходимо проектировать объемный резонатор с максимальной добротностью. Известно, что добротность резонатора будет тем выше, чем меньше его поверхность при заданном объеме. Такой конфигурацией обладает только сферический резонатор. Разработанные нами объемные резонаторы классифицированы на четыре класса (рис. 2): 1) стационарные, вращающиеся и передвижные; 2) с перфорацией и без перфорации, с зазором для сквозного транспортирования продукта; 3) с содержанием запердельных волноводов и замедляющих систем, обеспечивающих управление мощностью потока излучений ЭМИ; 4) с индивидуальным или общим экранирующим корпусом. При этом поточность технологического процесса достигается за счет разделения резонаторной камеры на две части, стационарную и передвижную. Передвижная часть может быть перфорированной в случае центрифугирования сыпучего сырья или перекачивания жидкого сырья.

Разработанные новые конструкции объемных резонаторов используются в установках, позволяющих реализовать технологические процессы: - термообработки мясного фарша;

- термообработки сосисок и сарделек;
- пастеризации молока и яичной массы;
- тепловой обработки хлебопекарных дрожжей;
- термообработки замороженных тестовых заготовок;

- массирования и варки копченых изделий;
- тепловой обработки кишечного сырья;
- термообработки крови убойных животных;
- термообработки жиросодержащего сырья и т.п.

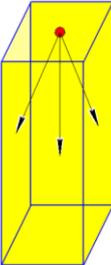
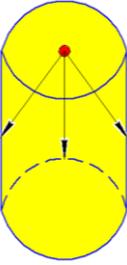
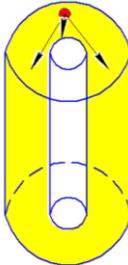
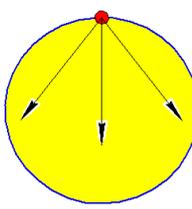
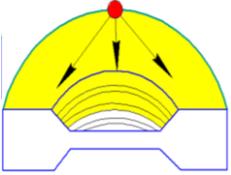
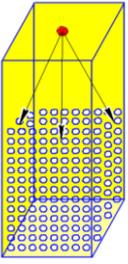
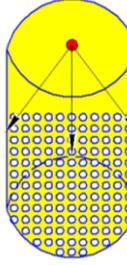
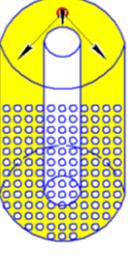
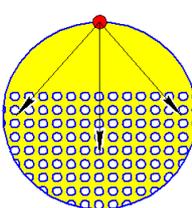
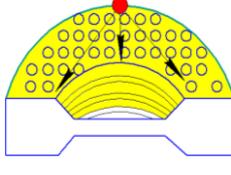
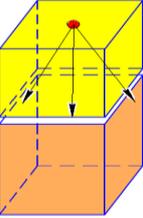
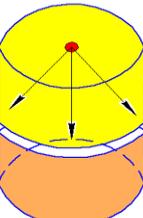
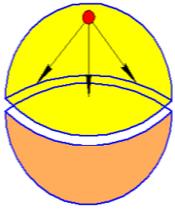
	Прямоугольный	Цилиндрический	Коаксиальный	Сферический	Тороидальный
Стационарный					
Перфорированный					
Передвижной					

Рисунок 2 – Предлагаемая классификация объемных резонаторов

Для обеспечения непрерывного процесса обработки кишечного сырья нами предлагается использовать в экранирующем корпусе сферические резонаторные камеры, выполненные из двух полусфер: стационарных и передвижных.

Вывод. Разработанная классификация объемных резонаторов для установок с СВЧ энергоподводом позволяет проектировать рабочие камеры с максимальной добротностью, обеспечивающие поточность технологического процесса и необходимую напряженность электрического поля для термообработки и обеззараживания сырья убойных животных. Во многих разработанных установках используются перфорированные сферические резонаторы, обеспечивающие поточность технологического процесса за счет разделения их на две части.

Литература

1. Новикова, Г.В. Обоснование пропускной способности рабочей камеры установки ддля термообработки фарша./ Г.В. Новикова, Т.М. Григорьева. Знания молодых: наука, практика и инновации: Сборник

научных трудов международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей. – Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2013. – С. 19...22.

2. Белова М.В.. Установка для термообработки крови с.-х. животных / Белова М.В., Зиганшин Б.Г., Уездный Н.Т. //Вестник Казанского государственного университета, 2013. – № . 3 (29). – С. 53...56.

УДК 637.523

ТЕРМООБРАБОТКА КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ Белова М.В. – кандидат технических наук, доцент

Уездный Н.Т. – соискатель

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Целью настоящей работы является разработка и обоснование параметров установки для термообработки крови убойных животных с сверхвысокочастотным и инфракрасным энергоподводами, обеспечивающей улучшение качества продукта при сниженных энергетических затратах. В лаборатории «Электротехнологии» разработан новый электротехнологический процесс термообработки крови убойных животных, с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) и инфракрасных излучений (ИК) [1,2]. Предложен нетрадиционный подход термообработки сырья-крови убойных животных, заключающийся в многократном воздействии ЭМП СВЧ и ИК излучений в непрерывном режиме. Такой режим соблюдается за счет разделения объемных резонаторов на две части, стационарную и передвижную. Внутри передвижных резонаторных камер под углом расположены диэлектрические контейнеры с сырьем. Причем передвижные части резонаторной камеры имеют возможность опрокидывания и расположены в экранирующем корпусе (рис.1).

В процессе исследования доказана перспективность использования эндо-, экзогенного нагрева крови убойных животных и наличие закономерностей распределения потока электромагнитных излучений СВЧ диапазона в передвижных резонаторных камерах. В работе изложены элементы теории электродинамической системы СВЧ установки, позволяющие согласовать ключевые параметры и режимы работы, обеспечивающие эффективную термообработку крови убойных животных, а также раскрыты закономерности рабочего процесса в разработанной СВЧ установке с передвижными резонаторными камерами.

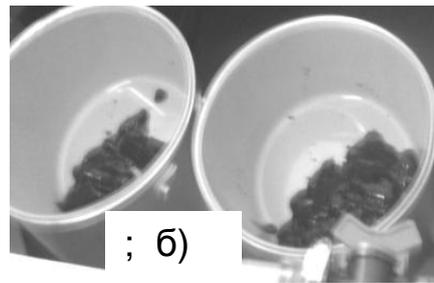
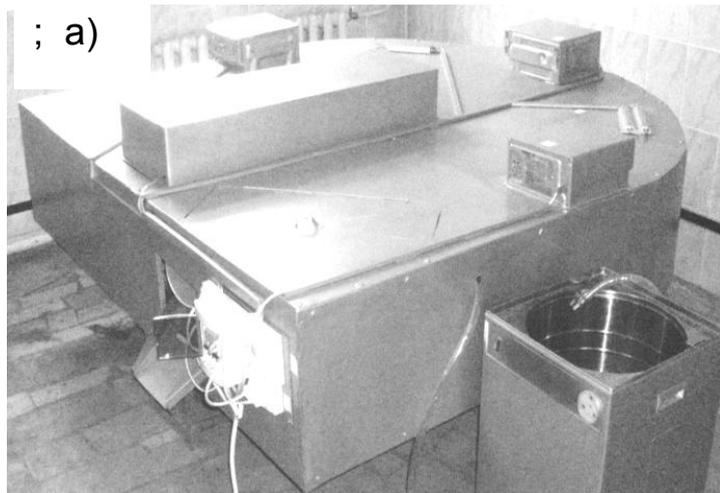


Рисунок 1 – Установка для термообработки крови убойных животных: а) общий вид; б, в) передвижные резонаторные камеры

Нами анализированы факторы (физико-механические и диэлектрические характеристики крови), влияющие на комплекс конструктивно-технологических параметров установки (напряженность электрического поля, добротность и емкость, удельная мощность).

Теория построена на использовании известных положений диэлектрического нагрева СВЧ диапазона и ИК излучений, элементов теории электродинамических систем СВЧ установок и распространения электромагнитных волн в объемных резонаторах. Основные параметры оптимизированы по энергетическим затратам и качеству вареной крови. Проведена модернизация математической модели для расчета конструкционных параметров резонаторной камеры СВЧ установки с учетом ее конфигурации, передвижения и изменения диэлектрических параметров крови-сырья. Определены перспективы практического использования теоретических расчетов при обосновании эффективных конструктивно-технологических параметров и режимов работы СВЧ установки для термообработки крови убойных животных.

Изготовлена и апробирована в производственных условиях СВЧ установка для термообработки крови убойных животных, обладающая технической новизной (заявки на изобретения № 2013137720 от 14.08.2013 г и 2013146767 от 22.10.2013 г.). Созданы научно-обоснованные практические рекомендации по разработке СВЧ установки с маломощными недорогими генераторами, без использования каких-либо схем слежения и управления электродинамической системой. Представлены методические рекомендации по аппаратурно-технологическому оформлению процесса термообработки крови убойных животных с использованием энергии электромагнитных излучений СВЧ и ИК диапазонов, обеспечивающей высокую технологическую эффективность и меньшие эксплуатационные

расходы. Для экспериментальных исследований применялись сертифицированные электроизмерительные цифровые приборы и аппаратуры, обеспечивающие достаточную точность результатов, стандартная методика оценки воспроизводимости эффективных режимов работы установки, численные методы решения задач при теоретической разработке математической модели процесса термообработки крови убойных животных. В работе использована единая система взаимодействия основных элементов установки: источник СВЧ излучения – объемный резонатор – кровь-сырье при обосновании электротехнологических процессов и технических решений. Также пользовались методикой активного планирования трехфакторного эксперимента типа 2^3 и статистической обработкой результатов исследования с применением компьютерных программ Microsoft Excel 10.0, Statistic 5.0, трехмерное моделирование конструктивного исполнения СВЧ установки в программе Компас-3D V13.

Практическую значимость представляют: изготовленная и апробированная в производственных условиях установка для термообработки крови убойных животных, позволяющая улучшить качество вареной крови при сниженных энергетических затратах; разработанная конструкторская документация на изготовление СВЧ установки для термообработки крови убойных животных.

Вывод. Предложена конструкция установки для термообработки крови убойных животных с использованием СВЧ и ИК энергоподводов, где транспортирование дозированного сырья осуществляется в термостойких диэлектрических контейнерах, расположенных под углом 45...50 градусов в цилиндрических передвижных объемных резонаторах, помещенных в экранирующий корпус. Дозирование крови осуществляется за счет редукционного клапана и датчика положения передвижных резонаторных камер, имеющих возможность опрокидывания продукта. *Установлено*, что эффективными режимами термообработки крови убойных животных являются удельная мощность СВЧ генератора – 5,33 Вт/г, мощность ИК ламп – 2,4 кВт, общая продолжительность процесса варки – 288 с, количество циклов воздействия ЭМИ за один оборот ротора с чередованием СВЧ и ИК через паузу – 3. *Выявлено*, что ротор диаметром 2 м, транспортирующий 32 цилиндрические резонаторные камеры внутренним диаметром 15,3 см обеспечивает производительность установки 40 кг/ч при скорости передвижения сырья 0,019 м/с. Экранирующий корпус СВЧ установки обеспечивает снижение мощности потока электромагнитных излучений на расстоянии 1,5 м до 230 мкВт/см², что в четыре раза меньше предельно допустимого уровня.

В результате апробирования установки в производственных условиях *выявлено*: снижение удельных энергетических затрат на термообработку крови убойных животных – с 0,2 до 0,16 кВт·ч/кг; улучшение качества вареной крови на 9 баллов; снижение

бактериальной обсемененностью продукта с $4,4 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ до 100 000 КОЕ/см³; увеличение срока хранения продукта в потребительской таре с 2 до 5 суток при температуре не выше 3...5°C; годовой экономический эффект от применения установки для термообработки крови убойных животных составит 471240 руб./ год.

Литература

1. Белова, М.В. Зависимость мощности потерь СВЧ-энергии от напряженности электрического поля / М.В. Белова, Г.В. Новикова, А.Н. Пономарев // Вестник Чувашского государственного педагогического университета. Чебоксары, 2011. – №2 (70). – С. 119...122.

2. Новикова, Г.В. Установка для варки мясного фарша/ Т.М. Григорьева, Г.В. Новикова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 12, 2011. – С. 30...31.

УДК 631.316.8 (088.8)

УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ СПИРАЛЬНО-ПЛАСТИНЧАТОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА В ПОЧВЕ

Булгариев Г.Г. - кандидат технических наук, доцент

Юнусов Р.Г. - аспирант

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Для изучения процесса взаимодействия спирально-пластинчатого рабочего органа с почвой и определения влияния его параметров на колебательный процесс необходимо описать уравнение его движения.

Как известно, если учесть внутреннее и внешнее затухание для колебаний кручения цилиндрического стержня (вала), то поперечные сечения при поворачивании одного относительно другого остаются плоскими и радиусы сечений не искривляются. Тогда дифференциальное уравнение для колебаний кручения вала может быть записано в виде[4]:

$$GI_P \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \rho I_P \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \xi_1 \frac{\partial^3 u}{\partial t \partial x^2} - \xi_2 \frac{\partial u}{\partial t} = F(x, t), \quad (1)$$

где GI_P - жесткость вала на кручение;

ρI_P - момент инерции единицы длины вала (ρ - масса единицы объема);

ξ_1, ξ_2 - коэффициенты, характеризующие внутреннее и внешнее затухание вала; $u(x, t)$ – угол скручивания в некотором сечении вала;

$F(x, t)$ – интенсивность внешнего скручивающего момента.

Для нашего случая (вынужденных колебаний кручения спирально-пластинчатой пружины) более близко подходят крутильные колебания многомассовых систем, в частности, крутильные колебания вала с дисками, где для практических расчетов собственных частот

крутильных колебаний вал принимается состоящим из упругих участков с насаженными на нем дисками, т.е. реальная система заменяется приведенной. При этом задача приведения системы заключается в определении жёсткостей различных участков приведенной системы, равных жёсткостям соответствующих участков исходной системы, и в определении моментов инерции дисков приведенной системы. Автором подтверждено, что такое приведение системы для ряда первых частот дает достаточно точное их значение [2].

Поэтому рассмотрим приведённую систему с двумя степенями свободы, совершающую крутильное колебательное движение относительно горизонтальной оси ОХ и движущуюся поступательно со скоростью V_e (рисунок 1). При этом рассмотрим вынужденные колебания кручения спирально-пластинчатой пружины 1 геликоидального типа в предположении, что рабочий орган (спиральная пружина) насажен на вал 2 (длиной l), который, за счёт реактивных сил почвы, вращается вокруг своей оси на двух подшипниках вместе с рабочим органом, имеющего постоянный шаг винтовой линии – t . Для возникновения гарантированных колебательных процессов между внутренним диаметром спирально-пластинчатой поверхности и несущим валом предусмотрен рабочий (радиальный) зазор - Δ . Причём радиальный зазор имеется в каждом сечении витков 3 спирали 1, в точках с абсциссами x_1, x_2, \dots, x_n с моментами инерции относительно оси вала J_1, J_2, \dots, J_n , помимо того, к ним приложены внешние скручивающие моменты (со стороны почвы), которые для простоты будем предполагать приложенными в тех же точках $x_1; x_2, \dots, x_n$.

Массы витков 4, как обычно, будем рассматривать как предельное положение масс, равномерно распределённых в интервалах (шага t) от x_1 до $x_1 + \sigma_1$, от x_2 до $x_2 + \sigma_2, \dots$, с моментами инерции на единицу длины i_1, i_2, \dots , в предположении, что $i_R \sigma_R \rightarrow J_R$, когда $\sigma_R \rightarrow 0$. Аналогичное предположение примем по отношению к сопротивлению подшипников, т.е. будем считать, что $r_i \sigma'_i \rightarrow R_i$, когда $\sigma'_i \rightarrow 0$.

Такие же предположения примем для внешних периодических скручивающих моментов M'_1, M'_2, \dots, M'_n : $M'_i = M_i \sin kt + N_i \cos kt$.

Причём $m_i \sigma_i \rightarrow M_i$; $n_i \sigma_i \rightarrow N_i$, когда $\sigma_i \rightarrow 0$.

Кроме того, на рисунке 1 видно, что спирально-пластинчатый рабочий орган 1 с несущим валом 2 крепится только концами через упругие элементы 4, размещённые в отверстиях кронштейна, закреплённого на рабочем органе. Здесь также для простоты будем предполагать, что рабочий орган с двух концов подпружинен упругими элементами (лучами) 4, действующими на него таким образом, что момент M_R силы R , являющейся горизонтальной проекцией главного вектора сил сопротивления почвы на направление крутильного и поступательного движения рабочего органа, уравнивается

моментом M_c (на каждой точке), создаваемым силой P_c , действующей на рабочий орган со стороны пружины 4.

Постоянные скручивающие моменты во внимание не принимаем, так как они на установившееся колебательное движение спирально-пластинчатого рабочего органа с валом влияние не оказывают.

Таким образом, для $F(x, t)$ имеем значение

$$\left. \begin{aligned} F(x, t) &= i_k \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + m_k \sin kt + n_k \cos kt \\ \text{для } x_k &\leq x \leq x_k + \sigma_k, \\ F'(x, t) &= r_k \frac{\partial u}{\partial t} \text{ для } x'_k \leq x \leq x'_k + \sigma'_k \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $i_k \sigma_k \rightarrow I_k$; $m_k \sigma_k \rightarrow M_k$; $n_k \sigma_k \rightarrow N_k$; $r_k \sigma'_k \rightarrow R_k$ при $\sigma'_k \rightarrow 0$; $\sigma_k \rightarrow 0$.

За исключением указанных интервалов, $F(x, t)$ везде равна нулю.

Решение уравнения (1) для вынужденных колебаний ищем в форме $u = \varphi(x) \sin kt + \psi(x) \cos kt$. (3)

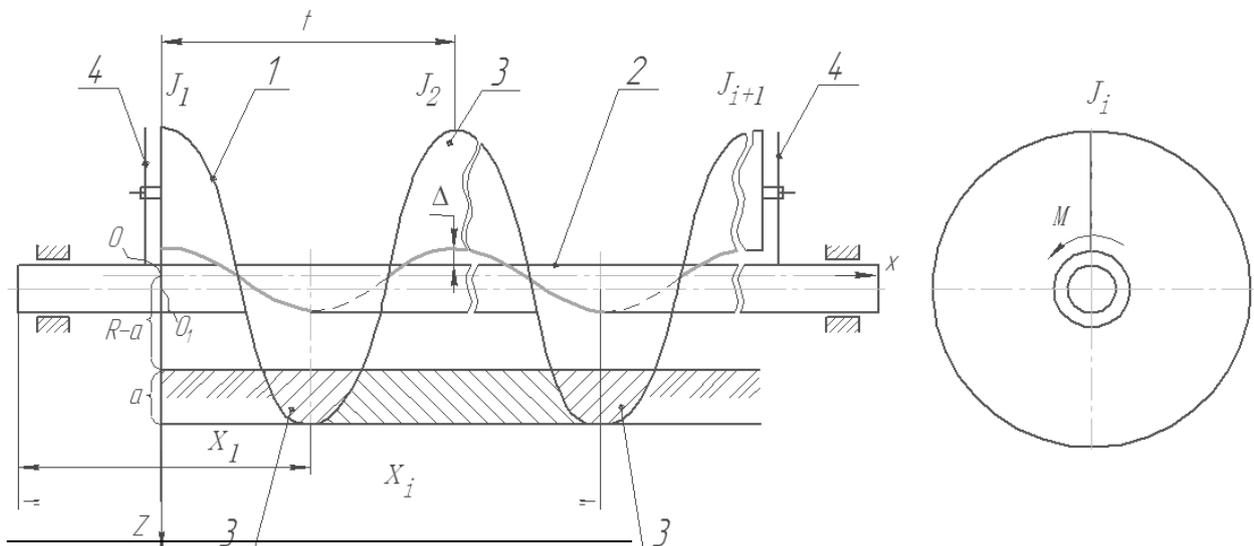


Рисунок 1- Схема спирально-пластинчатого рабочего органа

Подставляя значение (3) в уравнение (1), получим для определения φ и ψ систему двух дифференциальных уравнений

$$\left. \begin{aligned} \varphi''(\eta) + \beta^2 \varphi(\eta) - \mu \psi''(\eta) + \mu_1 \psi(\eta) &= F_1(\eta) \\ \psi''(\eta) + \beta^2 \psi(\eta) - \mu \varphi''(\eta) - \mu_1 \varphi(\eta) &= F_2(\eta) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $\eta = \frac{x}{l}$; $\mu = \frac{\xi_1 k}{GI_P}$; $\mu_1 = \frac{\xi_2 k l^2}{GI_P}$; $\beta^2 = \frac{k^2 l^2}{a^2}$; $a^2 = \frac{G}{\rho}$,

причём согласно (2) $F_1(\eta)$ и $F_2(\eta)$ будут везде равны нулю, за исключением интервалов $\eta_i \leq \eta \leq \eta_i + \varepsilon_i$, $\eta'_i \leq \eta \leq \eta'_i + \varepsilon'_i$ ($\varepsilon_k = \frac{\sigma_k}{l}$), где $F_1(\eta)$ и $F_2(\eta)$ имеют значения

$$\left. \begin{aligned} F_1(\eta) &= -\frac{q \beta^2 i_k}{\rho I_P} \varphi(\eta) + \frac{m_k l^2}{GI_P}; \\ F_2(\eta) &= -\frac{q \beta^2 i_k}{\rho I_P} \psi(\eta) + \frac{n_k l^2}{GI_P}; \text{ для } \eta_k \leq \eta \leq \eta_k + \varepsilon_k \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Значения функций $\varphi(\eta)$ и $\psi(\eta)$ определяем, пользуясь операционным исчислением для условий: $\varphi(0) = A_1; \varphi'(0) = B_1; \psi(0) = C_1; \psi'(0) = D_1$. (6)

Для условий (6) имеем выражения для производных от φ и ψ в виде

$$\begin{aligned} \frac{d\varphi}{d\eta} &= \rho\varphi - \rho A_1; & \frac{d^2\varphi}{d\eta^2} &= \rho^2\varphi - \rho^2 A_1 - \rho B_1; \\ \frac{d\psi}{d\eta} &= \rho\psi - \rho C_1; & \frac{d^2\psi}{d\eta^2} &= \rho^2\psi - \rho^2 C_1 - \rho D_1. \end{aligned}$$

Система уравнений (4) запишется в форме

$$\left. \begin{aligned} \rho^2\varphi + \beta^2\varphi - \mu\rho^2\psi + \mu_1\psi &= F_1(\eta) + \rho^2 A_1 + \rho B_1 - \mu(\rho^2 C_1 - \rho D_1) \\ \rho^2\psi + \beta^2\psi - \mu\rho^2\varphi - \mu_1\varphi &= F_2(\eta) + \rho^2 C_1 + \rho D_1 + \mu(\rho^2 A_1 + \rho B_1) \end{aligned} \right\} (7)$$

откуда, исключая ψ и пользуясь правилами разложения рациональных дробей на простейшие получим

$$\varphi = A_1 + \sum_{i=1}^4 \left\{ [F_1(\eta) + f_1(s_i)] (\beta^2 + s_i^2) [F_2(\eta) + f_2(s_i)] \cdot (\mu_1^2 - \mu_1) - (\mu\beta^2 + \mu_1) s_i^2 C_1 \right\} \cdot \frac{1}{(\rho - s_i) H'(s_i)}$$

где $f_1(s_i) = B_1 s_i - \mu s_i D_1 - \beta^2 A_1$,

$$f_2(s_i) = D_1 s_i + \mu s_i B_1 + \mu_1 A_1,$$

а $s_i (i = 1, \dots, 4)$ – корни характеристического уравнения

$$H(s) = (s^2 - \beta^2)^2 + (\mu s^2 - \mu_1)^2 = 0,$$

$$s_1 = \alpha_1 + i\alpha; s_2 = -(\alpha_1 + i\alpha); s_3 = -(\alpha_1 - i\alpha); s_4 = \alpha_1 - i\alpha; \quad (8)$$

$$\text{где } \alpha_1 = \sqrt{\frac{1}{2(1+\mu^2)} \cdot \left[\sqrt{(\beta^4 + \mu_1^2)(1 + \mu^2)} - (\beta^2 - \mu\mu_1) \right]};$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2(1+\mu^2)} \cdot \left[\sqrt{(\beta^4 + \mu_1^2)(1 + \mu^2)} + (\beta^2 - \mu\mu_1) \right]}.$$

Интерпретируя символические выражения $(\rho - s)^{-1} f$ как соответствующие дифференциальные уравнения, получим для $\varphi(\eta)$ и $\psi(\eta)$ решение в виде

$$\left. \begin{aligned} \varphi(\eta) &= \varphi_1(\eta) + \Phi(\eta) \\ \psi(\eta) &= \psi_1(\eta) + \Psi(\eta) \end{aligned} \right\} (9)$$

где

$$\varphi_1(\eta) = A \operatorname{ch} \alpha_1 \eta \cos \alpha \eta - B \operatorname{sh} \alpha_1 \eta \sin \alpha \eta - C \operatorname{sh} \alpha_1 \eta \cos \alpha \eta + D \operatorname{ch} \alpha_1 \eta \sin \alpha \eta$$

$$\psi_1(\eta) = B \operatorname{ch} \alpha_1 \eta \cos \alpha \eta - A \operatorname{sh} \alpha_1 \eta \sin \alpha \eta - D \operatorname{sh} \alpha_1 \eta \cos \alpha \eta - C \operatorname{ch} \alpha_1 \eta \sin \alpha \eta \quad (10)$$

причём произвольные постоянные A_1, B_1, C_1, D_1 заменены после интегрирования на A, B, C и D , связанные с ними линейными зависимостями. В равенстве (9) через Φ и Ψ обозначены частные решения уравнений (7) с правой частью.

При наличии только внешнего сопротивления (2), приложено в точке x'_1 , частные решения $\Phi(\eta)$ и $\Psi(\eta)$ равны нулю для $0 \leq \eta \leq \eta'_1$, а для $\eta'_1 \leq \eta \leq 1$

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{11}(\eta - \eta'_1) &= \gamma'_1 \text{sh} \alpha_1 (\eta - \eta'_1) \cos \alpha (\eta - \eta'_1) - \delta'_1 \text{ch} \alpha_1 (\eta - \eta'_1) \sin \alpha (\eta - \eta'_1) \\ \Psi_{11}(\eta - \eta'_1) &= \delta'_1 \text{sh} \alpha_1 (\eta - \eta'_1) \cos \alpha (\eta - \eta'_1) + \gamma'_1 \text{ch} \alpha_1 (\eta - \eta'_1) \sin \alpha (\eta - \eta'_1) \end{aligned} \right\} 11$$

где
$$\gamma'_1 = \frac{\alpha R}{G I_P \beta} [\psi_1(\eta'_1) v_1 + \varphi_1(\eta'_1) v]$$

$$\delta'_1 = \frac{\alpha R}{G I_P \beta} [\psi_1(\eta'_1) v - \varphi_1(\eta'_1) v_1].$$

В нашем случае, когда имеется несколько витков в точках $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$, а также внешнее сосредоточенное затухание в формуле (2) в точках $\eta'_1, \eta'_2, \dots, \eta'_{n-1}$ ($\eta_1 \leq \eta'_1 \leq \eta_2 \leq \eta'_2 \leq \eta_3 \dots$), общее решение уравнения системы (4) для интервала $\eta_i \leq \eta \leq \eta'_{i+1}$ будет

$$\left. \begin{aligned} \varphi(\eta) &= \varphi_1(\eta) + \sum_{k=1}^i \Phi_k(\eta - \eta_k) + \sum_{k=1}^{i-1} \Phi_{1k}(\eta - \eta'_k); \\ \psi(\eta) &= \psi_1(\eta) + \sum_{k=1}^i \Psi_k(\eta - \eta_k) + \sum_{k=1}^{i-1} \Psi_{1k}(\eta - \eta'_k), \end{aligned} \right\} (12)$$

где $\Phi_k(\eta - \eta_k) = \gamma_k \text{sh} \alpha_1 (\eta - \eta_k) \cos \alpha (\eta - \eta_k) - \delta_k \text{ch} \alpha_1 (\eta - \eta_k) \sin \alpha (\eta - \eta_k)$
 $\Psi_k(\eta - \eta_k) = \delta_k \text{sh} \alpha_1 (\eta - \eta_k) \cos \alpha (\eta - \eta_k) + \gamma_k \text{ch} \alpha_1 (\eta - \eta_k) \sin \alpha (\eta - \eta_k)$
 $\Phi_{1k}(\eta - \eta'_k) = \gamma'_k \text{sh} \alpha_1 (\eta - \eta'_k) \cos \alpha (\eta - \eta'_k) - \delta'_k \text{ch} \alpha_1 (\eta - \eta'_k) \sin \alpha (\eta - \eta'_k)$
 $\Psi_{1k}(\eta - \eta'_{1k}) = \gamma'_k \text{sh} \alpha_1 (\eta - \eta'_k) \cos \alpha (\eta - \eta'_k) + \delta'_k \text{ch} \alpha_1 (\eta - \eta'_k) \sin \alpha (\eta - \eta'_k)$

причём
$$\gamma_k = n_k [\varphi(\eta_k) v_1 - \psi(\eta_k) v] - \frac{l}{G I_P \beta^2} [M_k v_1 - N_k v];$$

$$\delta_k = n_k [\varphi(\eta_k) v + \psi(\eta_k) v_1] - \frac{l}{G I_P \beta^2} [M_k v_1 + N_k v];$$

$$\gamma'_k = \frac{\alpha R_k}{G I_P \beta} [\psi(\eta'_k) v_1 + \varphi(\eta'_k) v];$$

$$\delta'_k = \frac{\alpha R_k}{G I_P \beta} [\psi(\eta'_k) v_1 - \varphi(\eta'_k) v],$$

где $\eta'_k = \frac{l_k}{G I_P}$.

При наличии только внутреннего затухания в предыдущих формулах необходимо положить $v_1 = \alpha_1$, $v = \alpha$.

Данные уравнения для определения влияния параметров спирально-пластинчатого рабочего органа на характер колебаний обычно решаются численным методом. При этом рекомендуется применять метод Рунге-Кутты четвертого порядка [1], как один из наиболее используемых методов повышенной точности. Также рекомендуется использовать известные программы: для решения уравнений движения колебательного рабочего органа методом Рунге-Кутте и для определения влияния параметров рабочего органа на такие характеристики движения, как частота и период колебаний, декремент затухания [3,5].

Полученные результаты решения уравнений движения зубчатого спирально-пластинчатого рабочего органа позволяют подробно анализировать влияние его параметров на характер колебаний,

следовательно, дают возможность выбора оптимальных значений этих параметров, а также установить закономерность процесса взаимодействия его с почвой.

Литература

1. Березин И.С. Методы вычислений /И.С.Березин, Н.П. Жуков// - М.: Физматгиз, 1982.-т.2.-440с.
2. Булгариев Г.Г. Некоторые предпосылки составления уравнений движения ротационных колебательных рабочих органов/ Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, Р.Г. Юнусов// - Казань, 2013.-210с.
3. Земдиханов М.М. Разработка и обоснование параметров сошника сеялки для подпочвенно-разбросного посева. Диссертация к.т.н.: М.М. Земдиханов.– Казань, 1999.-200с.
4. Филиппов А.П. Колебания механических систем /А.П.Филиппов// - Киев: Издательство «Наукова думка», 1965.-716с.
5. Ярославлев Г.Ф. Разработка и обоснование параметров комбинированного рабочего органа прессовой сеялки. Диссертация к.т.н.: Г.Ф. Ярославлев –Казань, 1982.- 225с.

УДК631.173.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МАШИН

Вагизов Т.Н. – ст. преподаватель

Ахметзянов Р.Р. – ст. преподаватель

Фасхутдинов Х.С. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г Казань

Многолетний опыт ремонтных предприятий показывает, что для совершенствования восстановления деталей на научной основе важное значение имеет исследование закономерностей их изнашивания и формирования на этой основе исходных данных для разработки ремонтных чертежей и технологической документации, а также обоснование нормативных данных по возможным объемам восстановления при капитальном и текущем ремонтах машин. При этом от износа отдельных наиболее изнашиваемых поверхностей необходимо переходить к исследованию износа деталей, рассматривая их как сложные объекты ремонта.

Как известно, существенный фактор, сдерживающий развитие восстановления деталей, — относительно высокая трудоемкость этого вида ремонтного производства. В настоящее время снижение трудоемкости и стоимости ремонта деталей осуществляется путем совершенствования технологии и организации восстановления деталей. Однако проведение необходимых в этом направлении мероприятий не исчерпывает всех возможностей снижения затрат при восстановлении

работоспособности деталей.

Другое важное направление решения этого вопроса - совершенствование конструкции объектов ремонта деталей с расчетом повышения приспособленности их к выполнению необходимых ремонтных работ с минимальными затратами средств.

В период перехода ремонтных предприятий на ремонт машин и агрегатов с повышенным межремонтным ресурсом чрезвычайно актуально решение организационных вопросов, связанных с интенсификацией использования действующих на предприятиях цехов, участков и поточно-механизированных линий по восстановлению деталей. К ним относятся: разработка рекомендаций по совершенствованию применяемых организационных форм восстановления деталей партиями и на потоке; совершенствование технико-экономического и оперативного планирования восстановления деталей на предприятиях различной мощности и специализации; переход на нормативный метод определения объемов восстановления деталей; использование в практике научных прогнозов при организации восстановительных работ.

Для обоснованного выбора способа восстановления изношенных поверхностей, определения коэффициентов ремонта и восстановления, формирования маршрутов, разработки технологии и решения других вопросов, связанных с организационной и технической подготовкой предприятий к массовому ремонту и восстановлению деталей машин, необходимо исследовать износ деталей в целом, рассматривая их как сложные конструктивные элементы.



Рисунок 1 - Роль диагностирования сельскохозяйственных машин в повышении производства сельскохозяйственной продукции.

С этой целью по каждой детали необходимо определить износ всех ремонтируемых за срок ее службы поверхностей в их взаимосвязи, в том числе учесть повреждения резьбовых поверхностей, трещины, сколы и другие дефекты.

С другой стороны нужно уделять внимание не только восстановлению и ремонту деталей и агрегатов ну и техническому диагностированию. Техническое диагностирование — важный элемент технологического процесса технического обслуживания и ремонта тракторов и сельскохозяйственных машин.

Использование внешних и встроенных средств контроля при диагностики позволяет определять без их разборки техническое состояние агрегатов, механизмов и систем машины. Позволяет прогнозировать сроки службы узлов и агрегатов, дает возможность управлять их техническим состоянием, назначая соответствующие предупредительные работы. В связи с этим снижается время простоя машины, обеспечивается значительная экономия средств на техническое обслуживание и ремонт.

Снизить простои машин по техническим причинам, повысить их производительность и качество выполнения сельскохозяйственных операций можно предупреждением отказов и оперативным их устранением, что положительно будет сказываться на сроках выполнения работ, способствовать получению дополнительной прибыли сельскохозяйственным товаропроизводителям.

Литература

Гаврилов К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства. Устройство, диагностика и ремонт/ Гаврилов К.Л.// ИПК "Звезда", 2010-352 с.

УДК 664 (075.8)

ПЕРЕРАБОТКА КАПУСТЫ

Викторова И. – аспирант,

Белова М.В.– кандидат технических наук, доцент

Михайлова О.В.– доктор технических наук, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Квашеную капусту готовят в квасильно-засолочных пунктах, цехи которых оснащают техническими средствами по подготовке сырья, тары, приготовления рассола, фасования продукции перед реализацией.

Квашеная капуста – это нашинкованная (рубленая) белокочанная капуста с добавлением соли и моркови, подвергнутая процессу ферментации. Для улучшения ее потребительских свойств добавляют другие компоненты (закваску, яблоки, пряности, клюкву, бруснику, сладкий перец, лавровый лист, свеклу и др.). Все сырье и компоненты,

используемые в технологическом процессе производства солено-квашеной продукции должны отвечать требованиям действующих стандартов и технических условий. Производят следующие виды квашеной капусты: шинкованную, рубленную, кочанную с шинкованной, кочанную с рубленой, цельнокочанную [1]. Используемая белокочанная капуста должна содержать не менее 4,5 % сахаров и витамина «С» не менее 45 мг на 100 г. Кочаны должны быть однородными, плоскоокруглой формы, среднего размера, плотные, хорошо сформированные, с неглубоким залеганием внутренней кочерыги, белой окраски. Ниже рассмотрена операционно-технологическая схема квашения капусты (рис. 1).

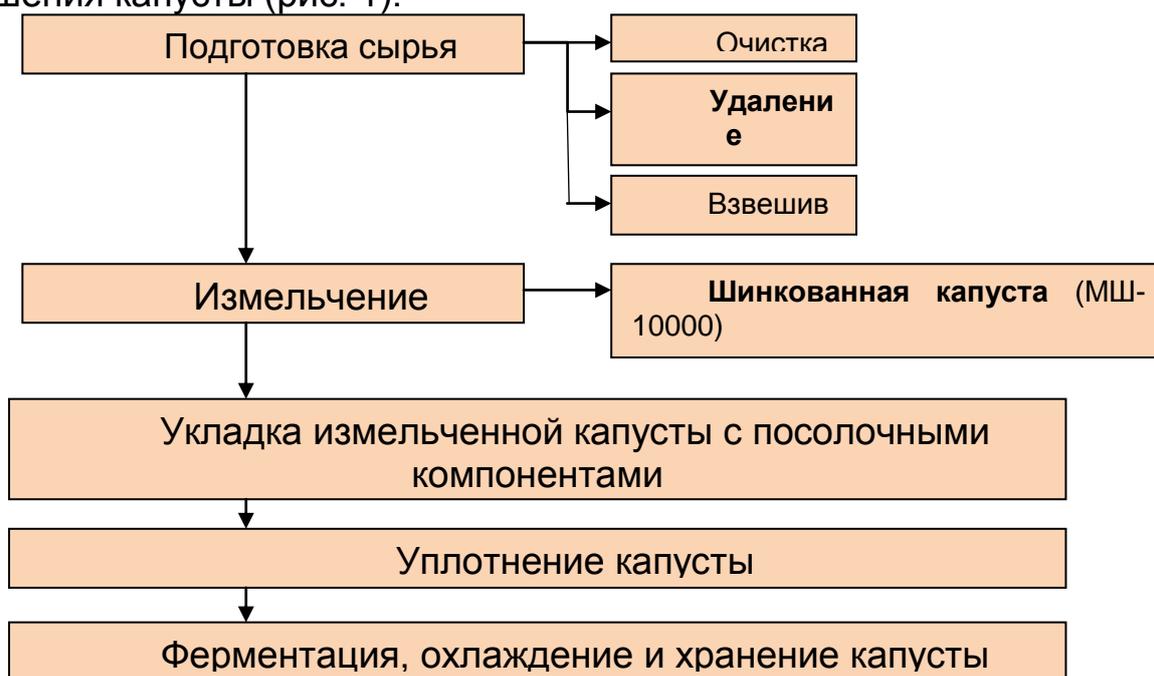


Рисунок 1 – Операционно-технологическая схема квашения капусты

Белокочанная капуста поступает на участок очистки, где удаляют верхние загрязненные и зеленые листья, обрезают кочерыгу вровень с кочаном. Далее очищенные кочаны подают в шинковальную машину, где обеспечивается равномерная нарезка узкими (не менее 5 мм) полосками. Измельченная капуста попадает на вибрационные сита, просеивается, дозированно подается в приемный контейнер. Туда же подают морковь, соль и все компоненты по рецептуре, после чего продукт выгружают в дошник, уплотняют, укрывают полиэтиленовой пленкой. Процесс ферментации идет в течение 7...10 суток при температуре 18...24°C до накопления 0,7 % молочной кислоты, после чего снижают температуру до 0...-1,2°C.

Выполнение основных технологических операций по переработке капусты в цехах КФХ «Семенов В.Н.», приведено на рисунке. 2.

Основные технические средства, используемые в указанном цехе, для шинкования капусты приведены на рис. 2. Нами для эффективного функционирования технологической линии переработки капусты

разрабатываются технические средства для удаления кочерыг и шинкования капусты менее энергоемким способом.

Для удаления кочерыг из кочанов капусты разрабатывается электронож, обеспечивающий термический эффект.

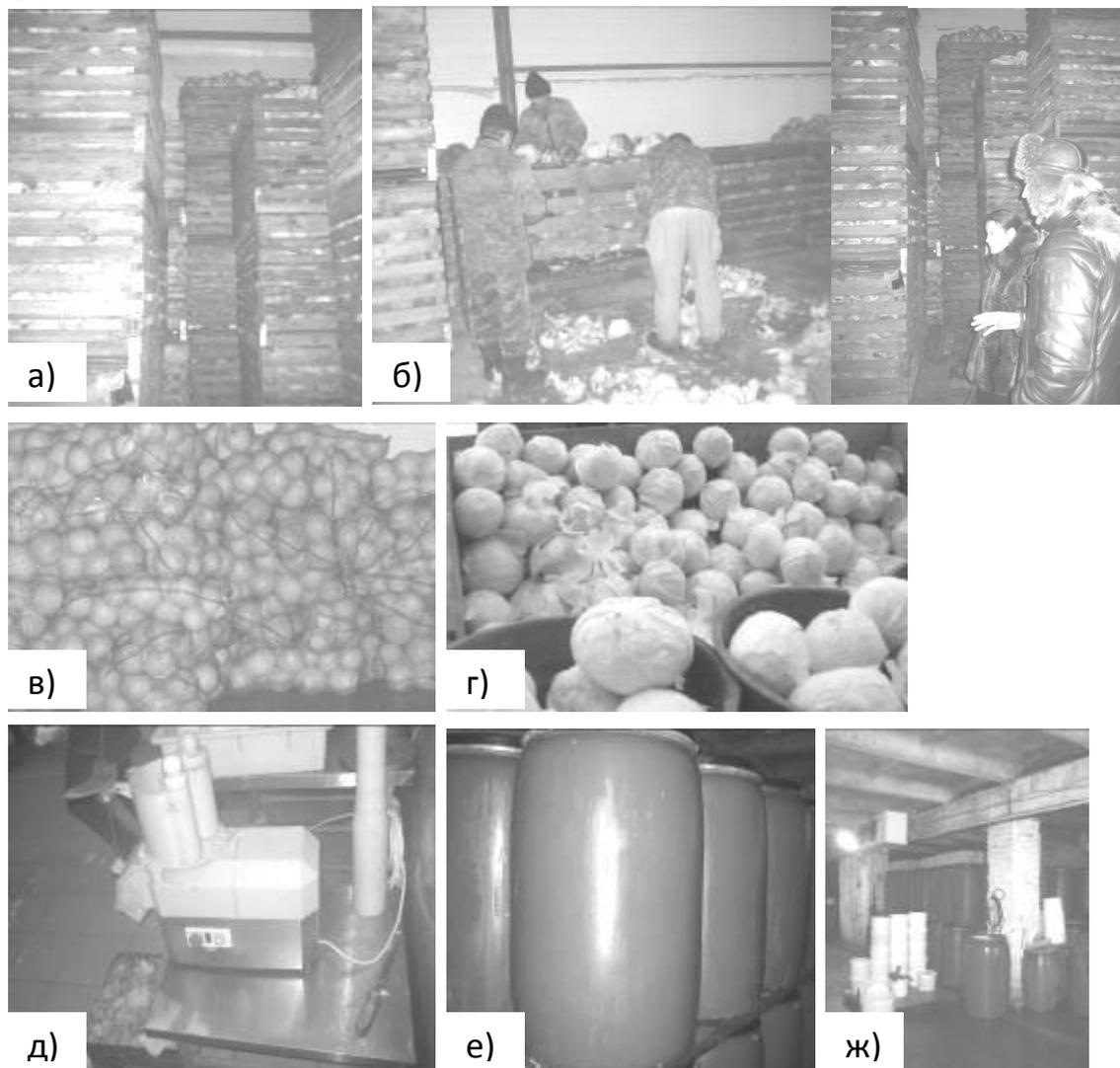


Рисунок 1 – Технологические операции переработки капусты: а) ярусное хранение капусты в контейнерах; б) очистка от наружных листьев; в) очищенная капуста в сетках; г) сортировка капусты по плотности и массе; д) измельчитель капусты; е) бочки для квашения капусты; ж) хранилище

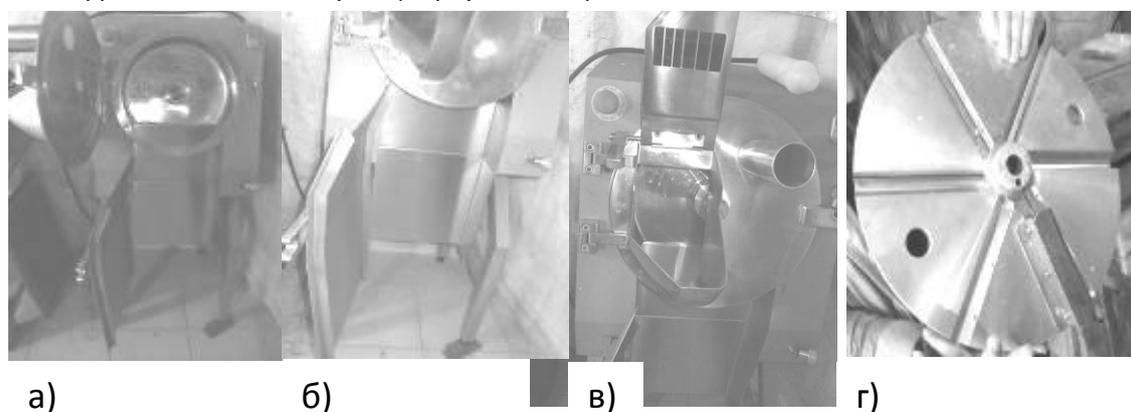


Рисунок 2 – Машина для шинкования капусты: а, б, в) вид с разных сторон; г) дисковый режущий механизм

Используемая частота тока 1...3 МГц, при плотности тока 35...40 мА/мм² на активном электроде температура повышается до 95...100°С, что позволит расщепить кочерыгу. Рабочий орган (электроды) разрабатываются на базе существующих высокочастотных генераторов [2].

Литература

1. Личко, Н.М. Технология переработки продукции растениеводства. / Н.М. Личко, В.Н. Курдина и др. – М.: Колос, 2000. – 552 с.
2. Новикова, Г.В. Электро-, светотехника в животноводстве. / Г.В. Новикова и др. – Чебоксары: ЧГСХА, 1999. – 400 с.

УДК 631.372

ОБОСНОВАНИЕ РЕМОНТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ С УЧЕТОМ РАСХОДА РЕСУРСОВ АГРЕГАТОВ ТРАКТОРА

*Галиев И.Г. – доктор технических наук, профессор
Хусаинов Р.К. – аспирант*

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

В процессе ресурсного диагностирования тракторов при ТО-3 прогнозируются остаточные ресурсы их основных узлов и агрегатов. С учетом интенсивности расхода ресурса при данных условиях функционирования тракторов необходимо провести мероприятия по обеспечению условия выполнения с/х операции. Один из основных методов обеспечения работоспособности - это проведение ремонтно-обслуживающих воздействий по отношению к объекту. Выбор варианта ремонтных воздействий осуществляется с условием обеспечения минимума издержек на восстановление работоспособности до очередного ТО-3.

Возможны следующие варианты ремонта: устранение последствий отказа техники по потребности; предупредительная замена агрегата при ТО-3 и восстановление обменного агрегата.

При этом критерием оптимизации выбора варианта ремонтных воздействий может являться удельные издержки на проведение ремонт с учетом возможных потерей продукции вследствие простоя.

Необходимость замены j -го агрегата i -ой системы предупредительно проверяется в том случае, когда величина его остаточного ресурса менее значения для обеспечения выполнения сельскохозяйственных работ в течении 1000 м.ч.

При первом варианте издержки C_{1j} , которые связаны с использованием j -го агрегата до отказа, можно определить по формуле:

$$C_{1j}=C_{1oj}+C_{1пj}+C_{1aj}, \quad (1)$$

где C_{1oj} - издержки на ремонт внезапных отказов j -го агрегата при использовании по назначению, p ; $C_{1пj}$ - потери продукции по причине

простоев техники, связанных с внезапным отказом j -го агрегата, p ; C_{1aj} - издержки, при замене j -го агрегата при использовании по назначению, p .

При втором варианте издержки C_{2j} , которые связаны с заменой j -го агрегата, можно определить по формуле:

$$C_{2j} = C_{2oj} + C_{2nj} + C_{2aj}, \quad (2)$$

где C_{2oj} - издержки на ремонт внезапных отказов заменяемого j -го агрегата, p ;

C_{2nj} - потери продукции из-за простоя техники, которые связаны с отказами замененного j -го агрегата, p ; C_{2aj} - издержки, которые связаны с заблаговременной заменой j -го агрегата, p .

При этом, если $(C_{1j} - C_{2j}) < 0$, можно принять первый вариант, т.е. эксплуатация j -го агрегата до полного расхода ресурса. В том случае, если $((C_{1j} - C_{2j}) > 0$, то применяется второй вариант – заблаговременная замена j -го агрегата при проведении ТО-3.

С учетом (1), (2) можно записать:

$$C_{1j} - C_{2j} = (C_{1oj} - C_{2oj}) + (C_{1nj} - C_{2nj}) + (C_{1aj} - C_{2aj}), \quad (3)$$

Издержки C_{1oj} можно определить по формуле:

$$C_{1oj} = \sum_{g=1}^3 \overline{C_{og}} (m_{c_{jg}} + m_{\text{э}c_{jg}}^0), \quad (4)$$

где $m_{c_{jg}}$ - количество отказов g -й группы сложности s -й системы, в которую входит j -й агрегат с остаточным ресурсом h_{cj} ; $m_{\text{э}c_{jg}}^0$ - количество отказов g -й группы сложности s -ой системы с момента замены j -го агрегата в процессе эксплуатации до ТО-3; C_{og} - средние издержки на устранение последствий отказа g -ой группы сложности, p .

Издержки C_{2aj} определяются по формуле:

$$C_{2aj} = \sum_{g=1}^3 C_{og} m_{c_{jg}}^0, \quad (5)$$

где $m_{c_{jg}}^0$ - количество отказов g -ой группы сложности s -ой системы в случае замены j -го агрегата на капитально отремонтированный при ТО-3.

Рассмотренный нами анализ возможных видов зависимостей для определения количества отказов системы агрегатов [1] выявил, что увеличение количества отказов системы за счет изменения уровня технической эксплуатации, а значит и остаточного ресурса одного из агрегатов на определенную величину является постоянным с погрешностью 5%, независимо от записанной величины остаточного ресурса оставшихся агрегатов.

Во втором варианте замены агрегата при ТО-3 потери продукции равны

$$C_{2nj} = C_4 \sum_{g=1}^3 \overline{t_{og}} m_{c_{jg}}^0. \quad (6)$$

Издержки, в процессе эксплуатации связанные с заменой j -го агрегата, определяются по формуле

$$C_{1aj} = \frac{C_{aj}}{T(h_{cj}^0)}(1000 - T(h_{cj})) + C_{10j}, \quad (7)$$

где C_{1aj} - преysкурантная стоимость ремонта j -го агрегата, р;
 C_{10j} - затраты на демонтаж-монтаж, доставку j -го агрегата, р
 Издержки, связанные с заменой j -го агрегата при ТО-3, равны

$$C_{2aj} = \frac{C_{aj}}{T(h_{cj}^0)}1000 + C_{20j}, \quad (8)$$

где C_{20j} - затраты на демонтаж-монтаж j -го агрегата, р.

При определенных значениях часовых потерь продукции C_4 и межремонтной наработке j -го агрегата $T(h_{cj}^0)$ необходимо выявить результат h_{pj}^* , при значении $C_{1j} - C_{2j} = 0$. Соответственно при значении остаточного ресурса j -го агрегата, меньшей h_{cj}^* , становится целесообразной его замена на капитально отремонтированный агрегат. Решая уравнение $C_{1j} - C_{2j} = 0$ относительно h_{cj}^* , получим:

$$h_{cj}^* = \frac{\sum_{g=1}^3 \overline{C}_{og} d_{c j g 1} + C_4 \sum_{g=1}^3 \overline{t}_{og} d_{c j g 1}}{\frac{C_{aj}}{T(h_{cj}^0)} - \sum_{g=1}^3 \overline{C}_{og} d_{c j g 2} - C_4 \sum_{g=1}^3 \overline{t}_{og} d_{c j g 2}}. \quad (9)$$

Из-за простоя трактора, увеличатся удельные среднегодовые потери продукции, характеризующие сроки выполнения работ в хозяйстве, номенклатуру работ, выполняемых тракторами данной марки, структуру посевных площадей. Издержки C_4 определяются по формуле [2]:

$$C_4 = \sum_{p=1}^P C_{4p} D_p, \quad (10)$$

где C_{4p} - потери от простоя на p -м виде работ, р/ч;
 D_p - доля работы p -го вида в общем объеме работ трактора за год.

Возможность капитального ремонта рассматривается тогда, когда наработка трактора к моменту проведения очередного ТО-3 достигает 3000 моточасов и ресурс некоторых агрегатов менее 1000 моточасов.

Издержки на текущий ремонт трактора в течении наработки между очередными ТО-3 можно получить по формуле:

$$C = \sum_{g=1}^3 \overline{C}_{og} \sum_{c=1}^C m_{cg} + C_4 \sum_{g=1}^3 \overline{t}_{og} \sum_{c=1}^C m_{cg} + \sum_{j \in G} C_{2aj}, \quad (11)$$

где j - номер агрегата, заменяемого предупредительно при ТО-3;
 G - совокупность агрегатов, заменяемых предупредительно.

Целесообразность предупредительной замены при ТО-3 агрегатов, имеющих остаточный ресурс, менее необходимых значений до 1000 моточасов, обуславливается сравнением издержек (1), (2).

Количество отказов g -ой группы сложности s -ой системы определяется с учетом замены j -го агрегата по формуле:

$$m_{\text{сиг}} = a_{\text{гсо}} \left(\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m h_{ci} d_i + h_{cj}^o d_j \right)^{g_{\text{сг}}} \quad (12)$$

В случае если стоимость текущего ремонта трактора C в течение всего года наработки до следующего ТО-3 больше, чем стоимость капитального ремонта C_3 , желателен капитальный ремонт машины, в противном случае производится текущий ремонт.[3]

Литература

1. Галиев И.Г. Повышение эффективности использования тракторов с учетом условий их функционирования. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2002.- 204 с.
2. Барам Х.Г. Методика определения величины потерь за час простоя мобильной сельскохозяйственной техники в полеводстве. – М.: ГОСНИТИ, 1976. – 40 с.
3. Галиев И.Г. Определение весомостей агрегатов, систем и влияние уровня работоспособности на надежность трактора. //Труды Казанской государственной сельскохозяйственной академии (раздел: технических наук). Том 70. -Казань: Изд-во КГСХА, 2001. –С. 75-83.

УДК 631.344:631.1(470.57)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН

Ганеев Р.В. - аспирант

Галлямов Ф.Н. - кандидат технических наук, доцент

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа

Предпосевная подготовка семян является одним из основных приемов повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Эффективность протравливания посевного материала была научно доказана около 300 лет назад. В России 80% рынка препаратов для протравливания приходится на фунгициды. Протравливание является наиболее эффективным способом ограничения переноса заболеваний с посевным материалом на новые поля [1].

На настоящий момент более 90% всех сельскохозяйственных организаций для протравливания семян используют самоходные протравливатели семян типа ПС и ПСШ. Наиболее широко распространенными конструкциями являются ПС-10АМ и ПСШ-5.

Основными недостатками данного типа протравливателей являются низкое качество обработки семян, неравномерность их покрытия препаратами, высокая травмируемость транспортировочными и

обрабатывающими шнеками, а также большие затраты ручного труда при обработке.

Чтобы устранить данные недостатки на кафедре сельскохозяйственных машин Башкирского ГАУ был разработан экспериментальный пневмо-механический протравливатель семян сельскохозяйственных культур (рисунок 1) производительностью 10 т/ч.

Данный пневмомеханический протравливатель семян работает следующим образом (рисунок 2).

Семена из бункера 14 поступают в дозатор 13, который равномерно подает заданный объем семенного материала через подающий лоток 12 в окно боковины 9 и далее в барабан 5. Барабан 5, установленный под определенным углом наклона к горизонту, посредством изменения положения подвижной рамы 2 относительно неподвижной рамы 1, получает вращение через привод 6 посредством ременной передачи 7 и поднимает семена внутренней боковой поверхностью. Семена, достигшие критического угла подъема, падают вниз, и процесс подъема и падения неоднократно повторяется, чем обеспечивается их перемещение к выгрузному окну 11 боковины 10. В барабан 5 со стороны подачи семенного материала насосом 3 из емкости для рабочей жидкости 4 через боковину 9 через распылитель 16 подается рабочая жидкость. По мере прохождения через барабан семена многократно обрабатываются рабочей жидкостью, а затем перемещаются к выгрузному окну 11.

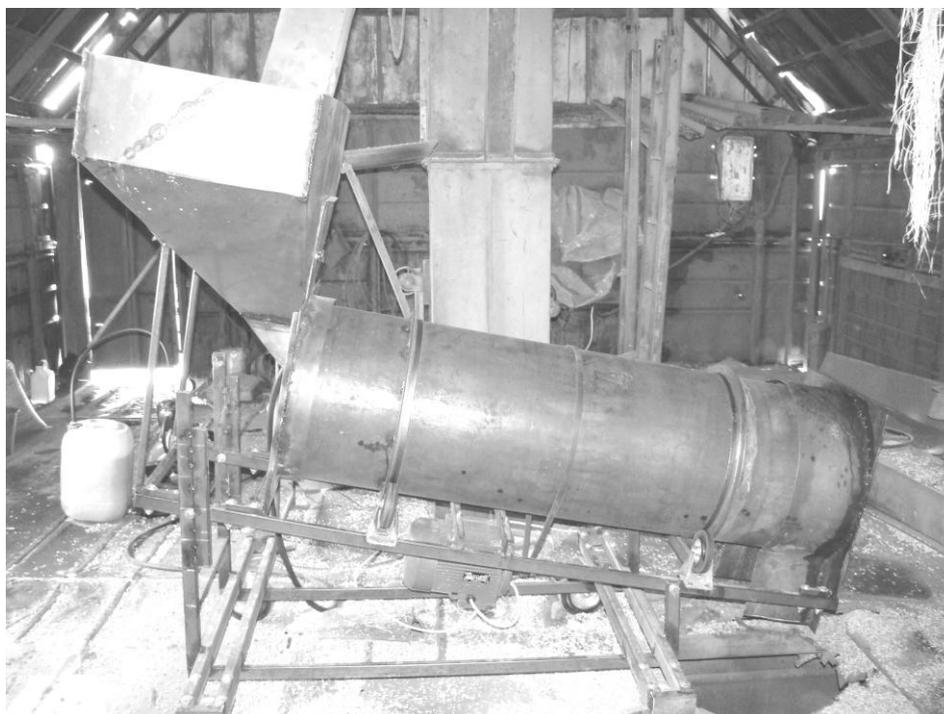


Рисунок 1. Пневмо-механический протравливатель семян

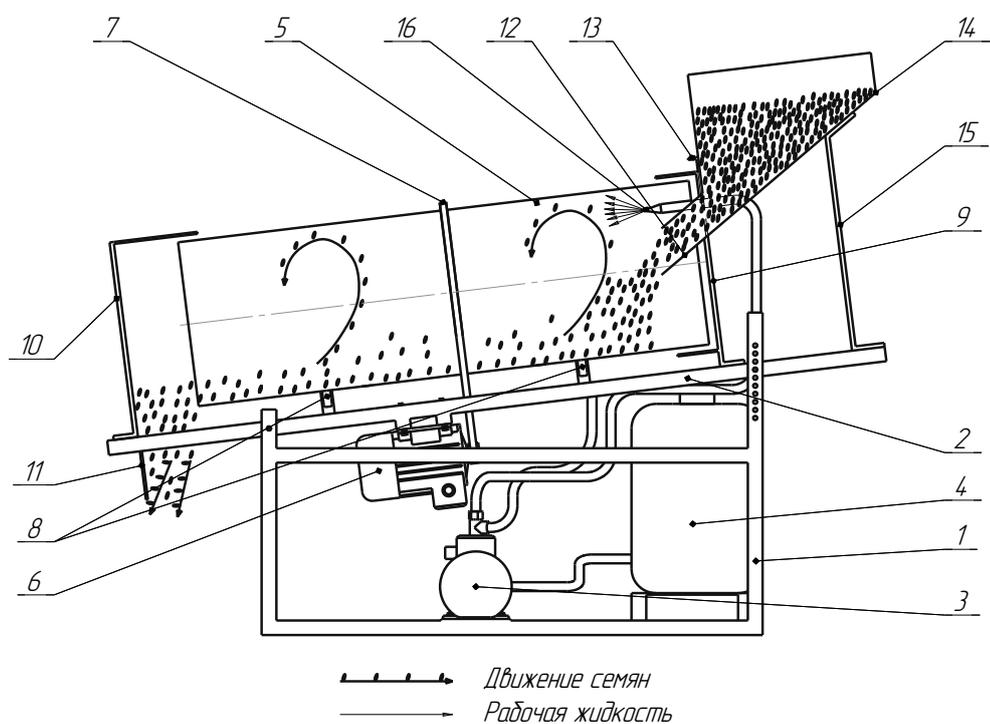


Рисунок 2. Схема пневмомеханического протравливателя семян
 1 – неподвижная рама; 2 – подвижная рама; 3 – насос; 4 – емкость для рабочей жидкости; 5 – барабан; 6 – привод вращения; 7 – ременная передача; 8 – вращающиеся ролики; 9,10 – неподвижные боковины; 11- выгрузное окно; 12 – подающий лоток; 13 – дозатор семенного материала; 14 – бункер; 15- стойка бункера; 16 – распылитель рабочей жидкости.

На данном протравливателе были проведены производственные опыты в ГУСП “Совхоз Роцинский” Стерлитамакского района Республики Башкортостан. Подача семенного материала производилась через норью зерноочистительного комплекса, а выгрузка - через выгрузной бункер данного комплекса. За время проведения опыта было обработано свыше 400 тонн семян сельскохозяйственных культур.

Таблица 1. – Сравнительные характеристики стандартного протравливателя и экспериментального протравливателя семян.

Характеристики	ПСШ-5	Экспериментальный протравливатель
Количество постоянно задействованных рабочих, чел.	2	1
Равномерность покрытия, %	75	95
Травмируемость семян, %	10	5
Затраты электроэнергии, кВт/ч	0,6	0,3
Стоимость установки, тыс. руб.	260	60

Результаты опытов в производственных условиях показали (таблица 1), что качество обработки семян улучшилось по сравнению со

шнековыми протравливателями, увеличилась равномерность покрытия, уменьшилась травмируемость семян, а также снизились затраты ручного труда и электроэнергии за счет механизации процесса обработки.

Литература

1. Смелик, В. А. Предпосевная подготовка семян нанесением искусственных оболочек [Текст] : монография / В. А. Смелик, Е. И. Кубеев, В. М. Дринча. – СПб. : СПбГАУ, 2011. – 272 с.

2. Хасанов, Э. Р. Совершенствование режимов работы инкрустатора семян путем определения зон взаимодействия воздушных потоков [Текст] / Э. Р. Хасанов, Р. В. Ганеев // Известия международной академии аграрного образования – СПб. – 2013. – № 17 – С. 126-130.

3. Заявка на изобретение № 2013127086 от 13.06.2013 «Устройство для предпосевной обработки семян» /Р.Р. Камалетдинов, Р.В. Ганеев, Э.Р. Хасанов/ Сайт ФИПС <http://www1.fips.ru>.

УДК 631.361

ШЛИФОВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ТИПА

Гургенидзе З.Д.– ст. преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Аналитический обзор конструкций машин для обработки семян показал, что нет ни одной машины, которая полностью отвечала потребностям практики шлифования семян. В той или иной мере каждая из них имеет свои недостатки: высокую энергоемкость или низкого производительность, либо большую травмируемость семян или сложность конструкции, либо же и то и другое вместе.

При этом все многообразие этих конструкций можно разделить в зависимости от действия на обрабатываемый материал (или вида основного рабочего органа), на три типа: пневматические, механические и пневмомеханические шлифовальные машины.

Неперспективны машины для шлифования семян, в которых реализуется пневматический способ обработки, поскольку они обладают высокой энергоемкостью (до 75 кВт*ч на тонну зерна) и травмируемостью семян, а также низкой производительностью и громоздкостью.

Шлифовальные и шелушильные установки механического типа наиболее распространены. Они разрабатываются как в нашей стране, так и за рубежом. Основным рабочим органом таких машин является ротор, состоящий из закрепленных жестко на валу, вертикально или горизонтально расположенном, соответственно лопастей, щеток или дисков. Обычно, такая машина содержит цилиндрический корпус, внутри которого расположен лопастной ротор и отражательная дека. Ротор

приводится во вращательное движение с постоянной угловой скоростью от электродвигателя. Семена подаются в центральную зону ротора и, увлекаясь его лопастями, вылетают с определенной скоростью и ударяются в поверхность деки. В момент соударения и движения по поверхности деки семена обрабатываются и выводятся через разгрузочный патрубок.

Машины механического типа просты по устройству, не требуют особого ухода по обслуживанию и обеспечивают непрерывный процесс обработки. Для повышения интенсификации обработки стремятся увеличить время и путь скольжения семян по обрабатываемой деке.

В Казанской сельскохозяйственной академии создано устройство для шлифования семян свеклы и скарификации семян бобовых культур. Машина (рисунок 1) содержит загрузочное устройство с центральным распределительным конусом, радиальные загрузочные карманы, горизонтальный вращающийся диск, устройство для сбора обработанных семян, раму, передаточный механизм и электродвигатель.

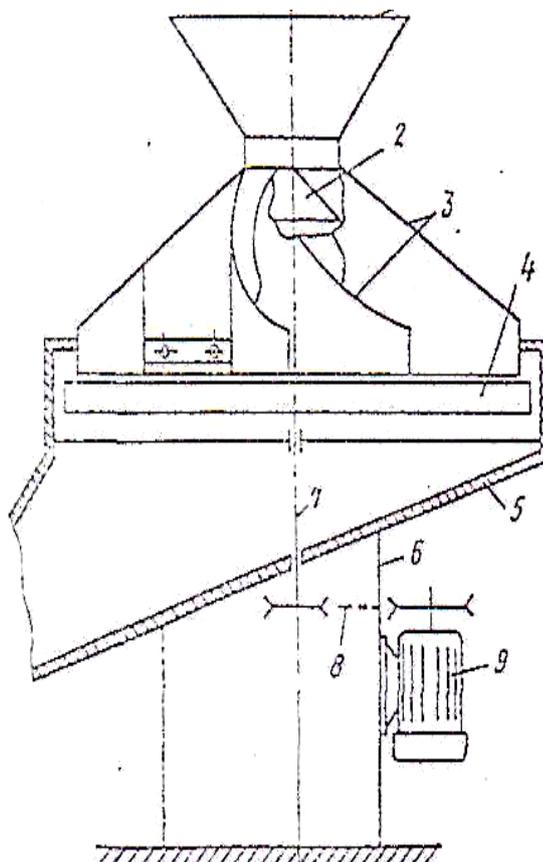


Рисунок 1 – Схема устройства для шлифования семян

1 – загрузочное устройство; 2 – распределительный конус; 3 – карманы; 4 – диск; 5 – устройство сбора семян; 6 – рама; 7 – вал; 8 – передаточный механизм; 9 – электродвигатель

Семена через загрузочное устройство поступают в карманы, где при вращении диска шлифуются. После выхода семян из карманов

происходит их дошлифование о поверхность диска и стенки карманов, которые покрыты абразивным материалом.

Данная машина полностью удовлетворяет практиков, так как в ней осуществляется непрерывной процесс обработки, эта обработка производится в самых благоприятных условиях, практически без травмирования семян и энергоемкость будет в 3-5 раз ниже, чем у зарубежных машин той же производительности.

УДК 517.968:519.6

О ПРЯМОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ СЛАБОСИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

*Еникеева С.Р. – кандидат физико-математических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*

Многочисленные теоретические и прикладные задачи математики, механики, физики, химии и техники приводят к необходимости решения различных классов интегральных уравнений первого и второго родов с разностными логарифмическими ядрами в главной части интегрального оператора.

Рассмотрим интегральное уравнение

$$Kx \equiv x(t) + \lambda \int_{-1}^1 \frac{\ln|\tau-t|}{(1-\tau)^\alpha(1+\tau)^\beta} x(\tau) d\tau + \mu \int_{-1}^1 \frac{h(t,\tau)}{(1-\tau)^\alpha(1+\tau)^\beta} x(\tau) d\tau = y(t), -1 \leq t \leq 1, (1)$$

где $y(t) \in C[-1,1]$ и $h(t,\tau) \in C[-1,1]^2$ -данные функции, $x(t)$ – искомая функция, параметры $\alpha, \beta \in (-1,1)$ и $\lambda, \mu \in \mathbb{R}$, $\lambda^2 + \mu^2 \neq 0$, причем интегралы понимаются как несобственные.

На сегменте $[-1,1]$ возьмем произвольную сетку из $n+1$ узлов

$$\Delta_n: -1 = t_0, t_1, \dots, t_{n-1}, t_n = +1, n \in \mathbb{N}, (2)$$

с условием на норму сетки

$$\|\Delta_n\| = \max_{1 \leq k \leq n} (t_k - t_{k-1}) \rightarrow 0, n \rightarrow \infty.$$

Обозначим через $\psi_k(t) = \psi_{k,n}(t)$, $k = \overline{1, n}$, фундаментальные сплайны нулевой степени по сетке узлов (2):

$$\psi_1(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \in [-1, t_1], \\ 0 & \text{при } t \notin [-1, t_1]; \end{cases}$$

$$\psi_k(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \in (t_{k-1}, t_k], \\ 0 & \text{при } t \notin (t_{k-1}, t_k], \end{cases} k = \overline{2, n}$$

Имеет место

Теорема. Пусть выполнены условия:

- 1) уравнение (1) имеет единственное решение $x^*(t) \in M[-1,1]$ при любой правой части $y(t) \in M[-1,1]$;

2) функции $h(t, \tau) \in C[-1, 1]^2$ и $y(t) \in C[-1, 1]$.

Тогда метод Боголюбова-Крылова сходится равномерно со скоростью

$$\|x^*(t) - \bar{x}_n(t)\|_{C[-1, 1]} = \mathcal{O}(\|x^* - x_n^*\|_{M[-1, 1]}) = \mathcal{O}\left\{\omega\left(y; \frac{1}{n}\right) + \omega_t\left(h; \frac{1}{n}\right) + \frac{\ln n}{n^{1-\gamma}}\right\},$$

где

$$\bar{x}_n(t) = y(t) - \sum_{k=1}^n \alpha_k^* b_k(t)$$

$$, \quad -1 \leq t \leq 1,$$

$$b_k(t) = \int_{t_{k-1}}^{t_k} \rho(\tau) \ln|\tau - t| d\tau + \int_{t_{k-1}}^{t_k} \rho(\tau) h(t, \tau) d\tau,$$

$\alpha_1^*, \alpha_2^*, \dots, \alpha_n^*$ -решение СЛАУ

$$\alpha_j + \sum_{k=1}^n \alpha_{jk} \alpha_k = y(\bar{t}_j), \quad \bar{t}_j = -1 + \frac{2j-1}{n}, \quad j = \overline{1, n},$$

$$\alpha_{jk} = \int_{t_{k-1}}^{t_k} \rho(\tau) \ln|\tau - \bar{t}_j| d\tau + \int_{t_{k-1}}^{t_k} \rho(\tau) h(\bar{t}_j, \tau) d\tau,$$

$$\rho(\tau) = (1 - \tau)^{-\alpha} (1 + \tau)^{-\beta},$$

$$x_n^*(t) = \sum_{k=1}^n \alpha_k^* \psi_k(t), \quad \gamma = \max(|\alpha|, |\beta|).$$

УДК 37.01

ПРОБЛЕМЫ В ОБУЧЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Еникеева С.Р. – кандидат физико-математических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*

Широкое распространение новых информационных технологий облегчило доступ каждому человеку к самой современной информации, происходит становление нового информационного общества, которое требует новой системы образования.

Развитие цифровых технологий и средств интернета привело к тому, что содержание образования вообще и содержание предметного знания в частности уже не являются уникальной собственностью конкретного вуза. Необходимо соответственно пересмотреть формы доставки и оценки знаний в учебном процессе.

Электронное обучение потребовало модернизации содержания и методов обучения на основе эффективного использования передовых технологий, развивающих умения и навыки для непрерывного образования. Рождается новая педагогика, когда в центре – студент, для которого создается новое окружение, центры поддержки, формы контроля. Меняются и требования к преподавателю, меняются их способности и возможности. Обновленные структуры и технологии

потребовали организации самостоятельной работы студентов на основе информационно-коммуникационных технологий. Оптимизация учебной деятельности студента достигается за счет планирования самостоятельной работы в рабочей программе, включающей балльно-рейтинговую систему, основанную на электронном УМК. В этих условиях новое звучание приобретают все виды занятий: как аудиторные, так и внеаудиторные, как консультации, так и формы контрольных мероприятий.

Учебные материалы курса при таких технологиях находятся в постоянном развитии. Традиционный курс лекций рассматривается лишь как базовый источник информации, но никак не основной и не исчерпывающий. Преимуществом использования электронного учебно-методического комплекса в учебном процессе, при полном соблюдении требований государственных образовательных стандартов, стала возможность для студента выбора места, времени и траектории обучения.

Однако, переход к «информационному обществу» несет в себе не только позитивные возможности, но и мало учитываемые негативные тенденции, в частности «бегство от мышления». В условиях компьютерной революции победное шествие по планете Интернета приводит к тому, что сегодня знание зачастую отождествляется с информацией, а вместо понимания говорят о памяти.

Как отмечает И.М. Ильинский, «что касается молодых людей, то они попадают в своего рода ножницы, когда знания, получаемые от учителя, из учебника, перекрываются потоком хаотичной информации, идущей, прежде всего, от Интернета и СМИ. Причем эта информация, не имеющая структурно-содержательной логической связи, подаваемая не системно, а бисерно, не просто не вписывается в рамки стационарного образования, но представляет собой качественно иной тип, где, в частности, принципиально меняется сочетание зрительного и слухового восприятия» [1].

В результате в последнее время вузы обнаружили, что интеллектуальный уровень выпускников школ стал стремительно падать.

Интенсивное применение современных информационных технологий зачастую приводят к тому, что происходит «паралич человеческого мышления», полное подчинение сознания интернету или телевидению. Компьютер отучил детей не только слушать, но и говорить.

С проблемой понимания учащийся все время сталкивается при получении знаний. Конечный смысл образования – не знание, а именно понимание. Кризис понимания берет свое начало в избытке информации. Большой объем получаемой информации слабо развивает интеллект. Все подменяется натаскиванием и зубрежкой.

Но понимание возникает тогда, когда есть активное обучение, есть диалог, поскольку мышление неразрывно от речи. Поэтому, чтобы нацелить обучение на понимание, необходимым является наличие диалога или его модификации, но чтобы он возник, нужна определенная организация учебного материала.

Процесс обучения с помощью компьютера, организованный по традиционной схеме, представляет собой последовательный и контролируемый порядок с четко заявленными стадиями и их результатами: от восприятия к запоминанию и затем тестовому контролю. Но диалогичность обучения при этом отсутствует. Для успешного ответа на тесты не надо обладать развитым мышлением: глубоко понимать материал, понимать скрытые смыслы, метафоры, достаточно помнить информацию о предмете и механически ее применять. Поэтому необходимо создание при обучении проблемных ситуаций, т.е. таких ситуаций, при которых, с одной стороны, происходит осознание некоторого незнания, а с другой стороны, возникает потребность преодоления этого незнания.

Разрешение таких ситуаций возможно и эффективно в диалоге студент – преподаватель, студент – студент. Такой диалог неизбежно возникает в коллективной учебно-проектной деятельности.

Также для создания познавательных учебных ситуаций можно использовать проблемные лекции и проблемные семинары. Проблемные лекции и проблемные семинары должны предшествовать занятиям-тренингам, их основная цель – добиться понимания студентами узловых вопросов модуля.

Очень важным для обретения понимания является этап воспроизведения. У многих учащихся понимание достигается только после того, как они проговорят учебный материал. Однако при компьютерном обучении этот этап чаще всего выпадает. Ответы на вопросы теста никак нельзя назвать воспроизведением. По этой же причине устные экзамены приносят гораздо больше пользы.

Как мы видим, обучение с применением информационных технологий имеет ряд недостатков и ограничений. С этих позиций эти технологии следует вводить продуманно, не заменяя обычное аудиторное обучение, а дополняя его. Поэтому при проектировании и внедрении таких технологий необходимо нацелить процесс обучения на понимание, для чего необходимо приложить много усилий психологам, педагогам, методистам, преподавателям.

Литература

1. Ильинский И.М., Гуревич П.С. Понимание как цель образования / Знание.Понимание.Умение. Научный журнал Московского гуманитарного университета , № 1, 2006. – с. 5-15.

УДК 428. 1

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОД ГИДРОТЕХНИЧЕСКИМ СООРУЖЕНИЕМ

Зиннатуллина А.Н. – ст. преподаватель,

Ибяттов Р.И. – профессор, доктор технических наук,

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань,

Шамсиев М.Н. – доктор технических наук,

Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН, г. Казань,

Методы исследования проблем экологической безопасности в настоящее время быстро развиваются. Основой для выявления экологической ситуации и выработки мероприятий по предупреждению и ликвидации загрязнений является: проведение комплексного мониторинга и детальной экспертизы загрязненных земель, унификация ряда параметров и методов, обеспечивающих очистку почв от загрязнения, в том числе и построение компьютерных математических моделей для определения степени загрязнения.

В связи с этим изучение фильтрации в водоносные пласты неочищенных стоков и жидких отходов нефтяной, химической и других отраслей промышленности, сельского хозяйства, наиболее адекватных к естественным условиям, является актуальным направлением, которое позволит прогнозировать формирование фронта загрязнения и давать оценку величины загрязненной зоны. Математическое моделирование является одним из основных методов в современной гидрологии. Оно неизмеримо расширяет возможности последней как в ее фундаментальных исследованиях, так и в области ее практических приложений.

В данной работе численно моделируется процесс распространения загрязнения под гидросооружением, подземный контур задан в виде полукруга, прямоугольника и при наличии шпунта. Во всех этих случаях процесс фильтрации подземных вод описывается дифференциальным уравнением [1, 2]:

$$k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0, (x, y) \in Z, \quad (1)$$

с граничными условиями:

$$\begin{aligned} h|_{AB} &= H_1, h|_{CD} = H_2, \\ \frac{\partial h}{\partial n} \Big|_{L_1} &= \frac{\partial h}{\partial n} \Big|_{L_2} = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где H_1 и H_2 – значения напоров на верхнем и нижнем бьефах, $L_1 = AE \cup EF \cup DF$ – граница области фильтрации, $L_2 = BB_1 \cup BB_1 \cup C_1C$ – граница подземного контура плотины.

Используя напор, составляющие скорости V_x и V_y фильтрационных потоков под гидротехническим сооружением находятся по формулам:

$$V_x = -k_x \frac{\partial h}{\partial x}, V_y = -k_y \frac{\partial h}{\partial y}, \quad (3)$$

где k_x и k_y – коэффициенты фильтрации.

Процесс переноса загрязнения под гидротехническим сооружением, описывается дифференциальным уравнением [3]:

$$D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - V_x \frac{\partial c}{\partial x} - V_y \frac{\partial c}{\partial y} = \sigma \frac{\partial c}{\partial t}, \quad (x, y) \in Z, t \in \mathbb{Q}, T_- \quad (4)$$

с начальным

$$c(x, y, 0) = c(x, y) \quad (5)$$

и граничными условиями

$$c(x, y, t)|_{AB} = \lambda(x, t), \quad (6)$$

$$\left. \frac{\partial c}{\partial y} \right|_{CD} = 0 \text{ (или } c(x, y, t)|_{CD} = \nu(x, t)), \quad (7)$$

$$\left. \frac{\partial c}{\partial n} \right|_{L_1} = \left. \frac{\partial c}{\partial n} \right|_{L_2} = 0, \quad (8)$$

где D_x и D_y – коэффициенты конвективной диффузии, σ – активная пористость, $\lambda(x, t)$ и $\nu(x, t)$ – концентрации растворимых веществ в источнике загрязнения и в бассейне сточных вод соответственно, которые, в общем случае, являются кусочно – непрерывными функциями.

Исследование математической модели распространения загрязнения в случае, когда подземный контур в виде полукруга, рассмотрено в работе [4]. В данном случае уравнение фильтрации и конвективной диффузии записаны в полярной системе координат:

$$\frac{\partial h}{r \partial r} + \frac{\partial^2 h}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 h}{\partial \theta^2} = 0, \quad (9)$$

$$D \left(\frac{\partial c}{r \partial r} + \frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 c}{r^2 \partial \theta^2} \right) - V_\theta \frac{\partial c}{r \partial \theta} - V_r \frac{\partial c}{\partial r} = \sigma \frac{\partial c}{\partial t}, \quad r \in [r_0, R], \theta \in [\pi, 2\pi], t \in \mathbb{Q}, T_- \quad (10)$$

Для построения вычислительного алгоритма было использовано два подхода: численное решение и численно – аналитическое решение, используя теорию функции комплексного переменного. Сравнение численного и численно – аналитического решения системы показало расхождение значений концентрации c в узлах сетки менее 1%. Данный вычислительный алгоритм позволил получение результатов в зависимости от фильтрационных и диффузионных параметров, определяющих данный физический процесс.

В работе [5] разработан вычислительный алгоритм для моделирования процесса распространения загрязнения под гидросооружением, подземный контур которого в виде прямоугольника, при изотропном и анизотропном грунтах. Использование неравномерной сетки позволило, не увеличивая количество узлов, получить результаты с точностью достаточной для практики. При этом измельчение шага сетки производилось в районах больших градиентов напора. Для конечно – разностной аппроксимации конвективного члена в уравнении (4) используется процедура «взвешивание вверх по потоку» [3], так как в данном случае распространения загрязнения доминирует конвекция над диффузией. Данная процедура учитывает то обстоятельство, что в течение данного расчетного интервала концентрация в расчетном блоке испытывает преобладающее влияние конвективного привноса вещества из смежного блока, расположенного выше по потоку. При этом конвективный член представляется концентрациями, взвешенными асимметрично по соседним узлам таким образом, что основной вес придается значениям концентрации в узлах, расположенных вверх по потоку:

$$\frac{\partial}{\partial x}(cV) = \frac{1}{\Delta x} \left[V_{i+1/2}(\alpha c_i + (1-\alpha)c_{i+1}) - V_{i-1/2}(\beta c_{i-1} + (1-\beta)c_i) \right]$$

где α и β – весовые коэффициенты, определяемые по знаку скоростей $V_{i+1/2}$ и $V_{i-1/2}$ в виде

$$\alpha = (1 + \text{sign}(V_{i+1/2})) / 2,$$

$$\beta = (1 + \text{sign}(V_{i-1/2})) / 2.$$

Для диффузионного члена сохраняется симметричное взвешивание. Граничные условия аппроксимируются вторым порядком точности.

Разработанный вычислительный алгоритм позволяет получить результаты также в случае конечного числа шпунтов различной глубины, расположенных под плотиной, т.е. при любой геометрии подземного контура гидросооружения (рис. 1).

Для численной реализации данной модели миграции загрязненных подземных вод под плотиной со шпунтом был построен вычислительный алгоритм, который позволил найти поле концентрации на определенный момент времени, учитывая физические параметры грунта и геометрические параметры подземного контура плотины, в частности, положение и глубину шпунта.

На практике существуют проблемы, когда имеются источники загрязнения на отдельном участке границы верхнего бьефа и (или) точечные источники внутри расчетной области.

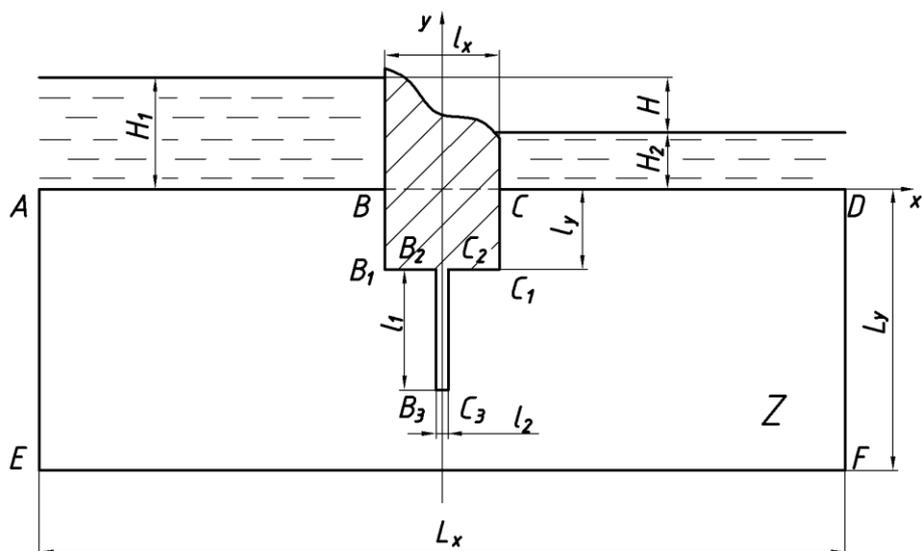


Рис. 1. Схема гидротехнического сооружения со шпунтом

В этом случае также были получены численные результаты. Некоторые из них представлены на рис.2. - 4. На рис. 2 изображено поле концентрации на момент времени $T=60$ сут и при наличии двух точечных источников на границе верхнего бьефа и одного внутри расчетной области в случае, когда подземный контур плотины задан в виде полукруга. Поле концентрации под гидросооружением с одним шпунтом и двумя точечными источниками постоянного действия на момент времени $T=30$ сут представлено на рис. 3.

Таким образом, построенный алгоритм позволяет производить расчеты при любой геометрии подземного контура и независимо от расположения источников загрязнения.

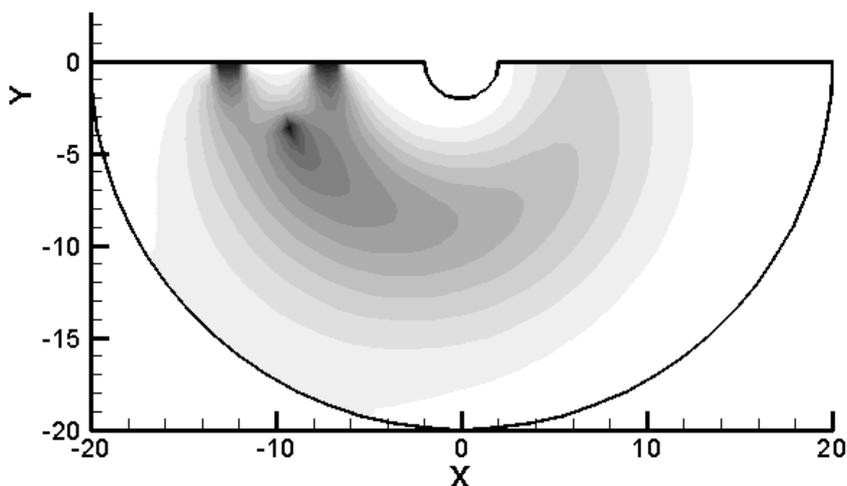


Рис. 2. Поле концентрации

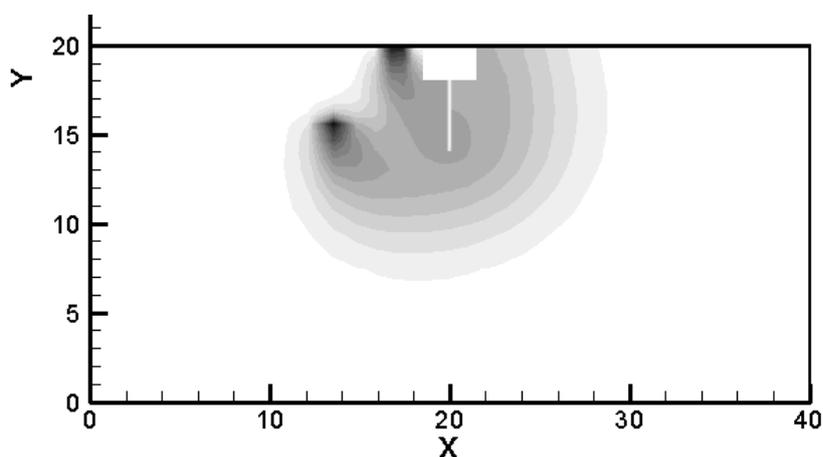


Рис. 3. Поле концентрации

Литература

1. Полубаринова – Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М: Наука, 1977, 664 с.
2. Бэр Я., Заславский Д., Ирмей С. Физико-математические основы фильтрации воды. Мир, Москва, 1971, 451с.
3. Мироненко В.А. Динамика подземных вод: Учебник. – 3-е изд., стер. Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2001, 519 с.
4. Зиннатуллина А.Н., Шамсиев М.Н., Шешуков Е.Г. Численное моделирование процесса распространения загрязнения под гидросооружением. // Вестник технологического университета. – 2013. – Т.16 (№1). С. 257-258.
5. Зиннатуллина А.Н., Шамсиев М.Н., Ибяттов Р.И. Исследование миграции загрязняющих веществ под гидросооружением при моделировании различных источников. // Вестник технологического университета. 2013. - Т.23 (№1). С. 29 - 32.

УДК 637. 02

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМПСВЧ И УЗ КОЛЕБАНИЙ НА КИШЕЧНОЕ СЫРЬЕ

Зуева Н.А. – аспирант

Белова М.В. – кандидат технических наук, доцент.

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, г. Чебоксары

Схема технологического процесса воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты и ультразвуковых колебаний на кишечное сырье приведена на рис. 1 и 2. Установка работает в периодическом режиме, транспортирование дозированного сырья осуществляется в перфорированных полусферических передвижных частях 4 объемных резонаторах, помещенных в тороидальный экранирующий корпус 2.

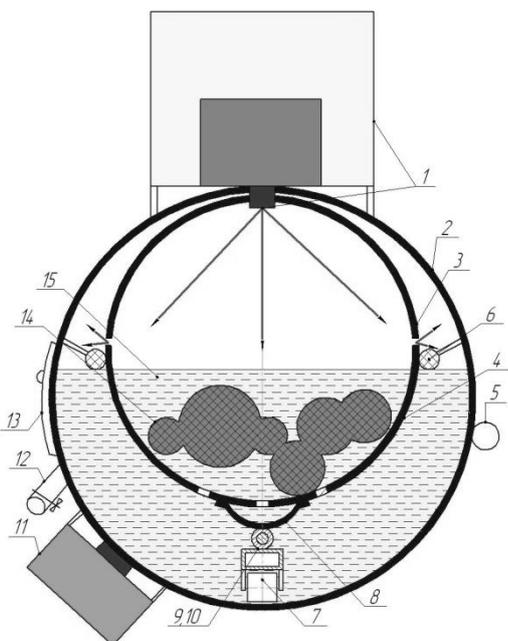


Рисунок 1 – Схема технологического процесса воздействия ЭМП СВЧ и ультразвуковых колебаний на сырье: 1 – сверхвысокочастотный генератор с магнетроном и излучателем; 2 – экранирующий тороидальный корпус; 3, 4 – сферический объемный резонатор, состоящий из верхней (3) и нижней перфорированной (4) частей; 5 – патрубок для подачи моющей жидкости; 6 – диэлектрический ободок для направления нижних частей объемных резонаторов; 7 – опорные ролики; 8 – шарнирное соединение; 9 – ведущая звездочка на валу электродвигателя; 10 – зубчатый венец; 11 – пьезоэлектрические элементы ультразвукового генератора; 12 – патрубок для слива отработанной жидкости; 13 – дверца для выгрузки обработанного сырья; 14 – сырье (черевы, пищеводы и пузыри); 15 – жидкость

В процессе передвижения нижних частей резонаторов 4, их загружают сырьем 14 через загрузочный патрубок. Одновременно заливают жидкость 15 через патрубок 5 так, чтобы объем моющей жидкости в области пьезоэлектрических элементов 11 достаточно их омывал. После заполнения всех перфорированных частей 4 объемного резонатора с сырьем закрывают загрузочный патрубок, включают СВЧ генераторы 1 и УЗ генераторы 11. Когда нижняя часть объемного резонатора 4 стыкуется с верхней частью 3, сырье подвергается воздействию ЭМП СВЧ. Когда резонатор погружается в жидкость, сырье подвергается воздействию УЗ колебаний. Такое чередование происходит многократно, в зависимости от вида сырья и степени его загрязненности. Тороидальный экранирующий корпус совмещает функции *кольцевого волновода*, обеспечивающего поле бегущих волн, распространенных через зазор между полусферами, где находится источник, возбуждающий волну, а также является резервуаром ультразвукового генератора. По величине критической напряженности электрического поля (равенства между поглощаемой и отдаваемой за счет теплопередачи энергии для микроорганизма), можно оценить о возможности обеззараживания кишечного сырья.

С этой целью проведен сравнительный анализ значений потери мощности за счет теплопередачи и мощности диэлектрического нагрева микроорганизмов при воздействии ЭМП СВЧ.

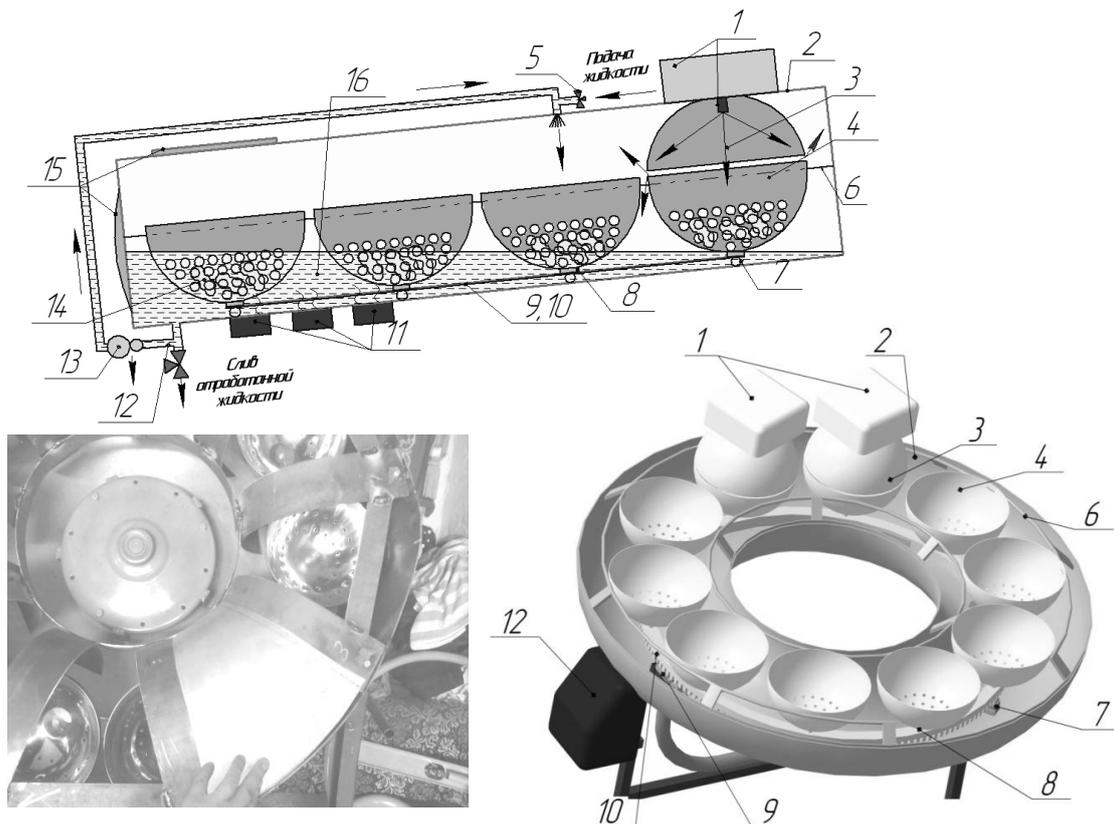


Рисунок 2 – Схематическое изображение установки с СВЧ и УЗ генераторами для обработки кишечного сырья (а, б): 1 – СВЧ генератор с магнетроном; 2 – торoidalный волновод; 3 – стационарная полусфера объемного резонатора; 4 – передвижная перфорированная полусфера резонатора; 5 – патрубок для подачи жидкости; 6 – направляющий ободок; 7 – опорные ролики; 8 – шарнирное соединение; 9,10 – ведущая звездочка с зубчатым венцом; 11 – пьезоэлектрические элементы УЗ генератора; 12 – патрубок для слива отработанной жидкости; 13 – циркуляционный насос с фильтром; 14 – кишечное сырье; 15 – дверца для выгрузки и загрузки исходного сырья; 16 – омывающая жидкость; (в) – реальное исполнение узлов установки

Результаты подсчета мощности диэлектрических потерь при разных напряженностях электрического поля и размерах колонии микроорганизмов приведены в виде диаграммы (рис. 3). С учетом объема микроорганизма определяем мощность диэлектрических потерь $5,84 \cdot 10^{-6}$ Вт (1 ряд, А). Это означает, что каждый микроорганизм радиусом $5 \cdot 10^{-6}$ м при напряженности электрического поля 3 кВ/см поглощает мощность $5,84 \cdot 10^{-6}$ Вт и нагревается на 5°C . Мощность тепловых потерь с поверхности микроорганизма с таким же радиусом ($5 \cdot 10^{-6}$ м) составляет $7,22 \cdot 10^{-6}$ Вт (ряд 2, Б). Следовательно, при напряженности электрического поля выше 3 кВ/см происходит затормаживание развития бактериальной микрофлоры.

Если напряженность электрического поля всего 1 кВ/см (3 и 4 ряды), то поглощаемая мощность ($6,48 \cdot 10^{-7}$ Вт) меньше, чем мощность тепловых потерь с поверхности микроорганизмов, поэтому снижение бактериальной микрофлоры кишечного сырья не происходит

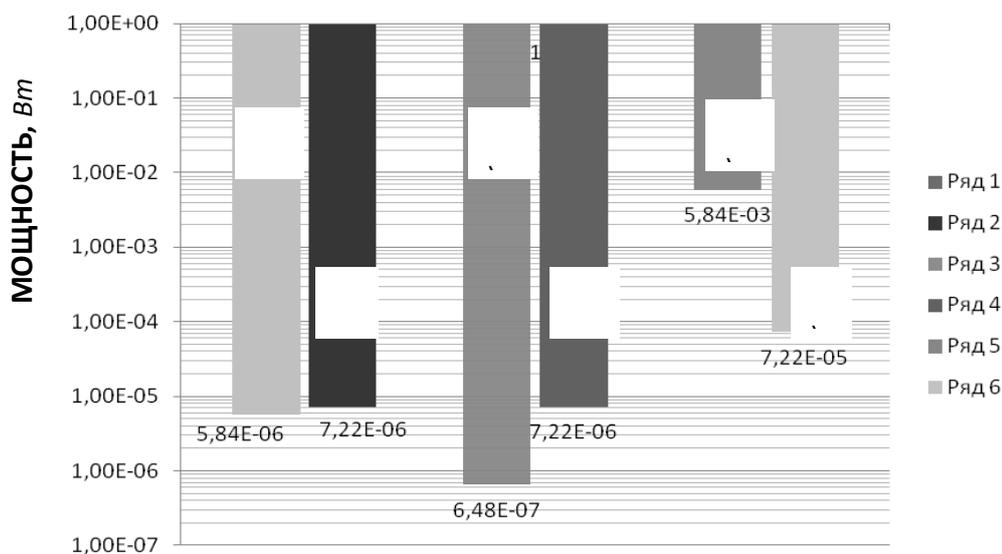


Рисунок 3 – Сравнительный анализ мощности диэлектрического нагрева (А) микроорганизмов и их колоний при разных напряженностях электрического поля и мощности тепловых потерь (Б) при превышении температуры кишечного сырья на 5°С: 1 и 2 ряды при напряженности 3 кВ/см (радиус бактерии $5 \cdot 10^{-6}$); 3 и 4 ряды – 1 кВ/см (радиус бактерии $5 \cdot 10^{-6}$); 5 и 6 ряды – 3 кВ/см (радиус колонии микроорганизмов $50 \cdot 10^{-6}$)

Если рассмотреть размер колоний микроорганизмов ($50 \cdot 10^{-6}$ м), то потери энергии за счет теплопередачи ($5,84 \cdot 10^{-3}$ Вт, ряд 5) значительно превышают поглощаемую энергию СВЧ ($7,22 \cdot 10^{-5}$ Вт, ряд 6). Но уничтожение микроорганизмов, таких как бактерии, споры или вирусы, за счет непосредственного поглощения ими энергии СВЧ не в полной мере происходит. Поэтому надо иметь дополнительный фактор воздействия на колонии микроорганизмов. Нами предлагается разрушить колонии микроорганизмов под воздействием УЗ колебаний. Если размер колоний составляет $50 \cdot 10^{-6}$ м и более, то за счет УЗ кавитации необходимо разрушить структуру колоний до отдельных микроорганизмов с тем, чтобы при воздействии электрического поля СВЧ напряженностью более 3 кВ/см затормаживать их развитие.

Литература

1. Зуева, Н.А. Установка для сверхвысокочастотной и ультразвуковой обработки кишок убойных животных / Н.А. Зуева, М. В. Белова // Теоретический и научно-практический журнал «Известия Оренбургского государственного аграрного университета», 1(45). 2014. 1(45). 2014. – С. 55...57.
2. Зуева, Н.А. Схема технологического процесса обработки кишечного сырья воздействием ЭМП СВЧ и УЗ колебаний с результатами динамики нагрева / Н.А. Зуева, М. В. Белова, Г. В. Новикова // Теоретический и научно-практический журнал «Известия Оренбургского государственного аграрного университета», 1(45). 2014.– С.58...60.

**РАСЧЕТ ЗАКРУЧЕННОГО НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ
НЕНЬЮТОНОВСКОЙ СРЕДЫ ПО КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Ибяттов Р.И. – доктор технических наук, профессор

Сиразева Д.Ф. - инженер

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Рассматривается закрученное неизотермическое течение неньютоновской среды по конической поверхности. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии были записаны в биконической системе координат и переведены в безразмерные переменные с помощью подстановок

$$x = h_* \operatorname{Re} \bar{x}, \quad y = h_* \bar{y}, \quad r = h_* \bar{r}, \quad U = U_* \bar{U}, \quad W = U_* \bar{W},$$

$$V = \frac{\bar{V} U_*}{\operatorname{Re}}, \quad P = \rho U_*^2 \bar{P},$$

$$T = T_0 + (T_{cm} - T_0) \bar{T}, \quad \operatorname{Re} = \frac{h_*^n U_*^{2-n} \rho}{m_0}, \quad Fr = \frac{U_*^2}{gh_*}, \quad Pe = \frac{h_* U_*}{a},$$

где U_*, h_* - характерные значения продольной скорости и толщины текучего слоя, $a = \lambda / (\rho c_p)$.

Система безразмерных дифференциальных уравнений решается методом поверхностей равных расходов [1]. Для этого в поле течения вводятся линии тока $y_k = y_k(x)$, $k = \overline{1, N}$, которые определяются из дифференциальных уравнений рекуррентного вида

$$\frac{dy_k}{dx} = \frac{dy_{k-1}}{dx} - \frac{y_k - y_{k-1}}{r(U_k + U_{k-1})} \left(r \frac{dU_k}{dx} + r \frac{dU_{k-1}}{dx} + U_k \frac{dr}{dx} + U_{k-1} \frac{dr}{dx} \right), \quad k = \overline{2, N}.$$

Уравнения сохранения на линиях тока примут вид обыкновенных дифференциальных уравнений относительно переменной x :

$$U_k \frac{dU_k}{dx} = - \frac{W_k^2}{r_k} \operatorname{Re} \sin \theta - \frac{dP_k}{dx} - \left(\frac{W_k^2}{r_k} \cos \theta + \frac{\sin \theta}{Fr} \right) \frac{dy_k}{dx} + \frac{m(T)}{m_0} \frac{1}{r_k} \frac{\partial}{\partial y} \left(r_k A_k^{n-1} \frac{\partial U_k}{\partial y} \right) + \frac{\operatorname{Re}}{Fr} \cos \theta,$$

$$U_k \frac{dW_k}{dx} = - \frac{W_k U_k}{r_k} \left(\operatorname{Re} \sin \theta + \frac{dy_k}{dx} \cos \theta \right) + \frac{m(T)}{m_0} \frac{1}{r_k^2} \frac{\partial}{\partial y} \left[r_k^3 A_k^{n-1} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{W_k}{r_k} \right) \right],$$

$$\frac{dT}{dx} = \frac{1}{U_k} \frac{\operatorname{Re}}{Pe} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial^2 T_k}{\partial y^2} - \frac{\cos \theta}{r_k} \frac{\partial T}{\partial y} \right); \quad k = \overline{1, N}.$$

Для вычисления частных производных по координате y сеточные решения U_k, W_k, T_k представляются в виде разложения в ряд. При численном решении построенных уравнений, для вычисления правых частей полученных уравнений применяется процедура прогонки.

Построенная математическая модель позволяет рассчитать обогрев (или охлаждение) среды как через стенку, так и со стороны свободной поверхности.

Литература

1. Ибяттов Р.И. Расчет движения неньютоновской дисперсной среды в цилиндрикоконическом гидроциклоне / Р.И. Ибяттов, Т.Ш. Муртазин // Вестник Казанского ГАУ. – 2010. № 2(16). С.102-105.

УДК 004.891.2

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКА СКРЫТЫХ СВЯЗЕЙ В МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ

Ибяттов Р.И. – доктор технических наук, профессор

Валиев А.А. – старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Выявление скрытых связей в многомерных данных, оказывающих влияние на урожайность, является актуальной задачей исследования в сельской отрасли. Для построения адекватной регрессионной модели и ее дальнейшего исследования, необходимо обладать четкими данными, что в большинстве реальных задач трудноосуществимо. Благодаря выявленным латентным связям между множеством входных факторов, можно существенно повысить эффективность моделей за счет отбрасывания незначущих и малозначущих факторов или группы факторов обладающих внутренними скрытыми взаимосвязями. Данную задачу можно решить, используя такие методы, как «экстракция факторов» (метод откладывания максимальной вероятности, метод центроидов и др.). Однако эти методы хорошо работают только в случае явных взаимосвязей в данных.

Новизна работы заключается в использовании нейросетевых структур для выделения латентных (скрытых) связей в данных. Они позволяют учитывать трудноформализуемые взаимосвязи, не имеют ограничений на характеристики исследуемых факторов и способны к обобщению данных даже в случае их неполноты либо неточности.

Для решения задач предполагается использовать искусственную нейронную сеть типа многослойный перцептрон с одним входным, одним выходным, и одним скрытым слоем. Количество нейронов скрытого слоя и тип функции активации не играют решающей роли, так как сеть предполагается использовать исключительно как исследовательскую модель для выявления закономерностей в данных.

Предлагается три метода обработки результатов обучения для отбрасывания незначущих и малозначущих факторов:

1. Метод «исключения слабых факторов». Основан на анализе синаптических весов скрытого слоя и отбрасывании входных факторов, суммарная совокупность весов которых меньше пороговой. Данный

метод позволяет одновременно исключить все незначимые и малозначимые параметры для модели, что просто в применении.

2. Циклический метод «исключения слабых факторов». Отличается от первого тем, что после удаления группы незначимых и малозначимых входных факторов необходимо заново переобучить сеть без учета исключенных данных, и повторить процесс заново. Процесс повторяется до тех пор, пока в сети выявляются незначимые и малозначимые входные параметры.

3. Метод «включения сильных факторов». Данный подход основан на исследовании ошибки обучения сети. Метод состоит в построении и обучении последовательности нейронных сетей. Начиная с минимального набора входных факторов, число входов сети постепенно увеличивается с заданным шагом наращивания. Для каждой нейронной сети исследуется ошибка обучения. Малозначимыми или незначимыми считаются те параметры, добавление которых не привело к уменьшению ошибки.

Данные подходы позволяют выявлять скрытые зависимости в данных безотносительно их структуры, состава и физической природы. В этой связи нейросетевой подход к выявлению латентных взаимозависимостей в данных может быть применен для анализа урожайности зерновых культур.

В качестве исследуемой выборки были использованы девять факторов, влияющих на урожайность зерновых культур: норма высева, доза внесения удобрений, количество растений перед уборкой, сумма осадков за вегетацию, запас продуктивной влаги в почве, площадь листовой поверхности, длина колоса, количество зерен, масса зерна. Применив статистические методы к исследуемой выборке, были выявлены четыре значимых фактора: норма высева, доза внесения удобрений, количество растений перед уборкой, количество зерен. На основе преобразованной выборки была построена модель на базе нейронных сетей и обработана вышеописанными тремя методами. По полученным результатам исследования были выявлены латентные зависимости между значимыми факторами.

УДК 37.018.4

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ДОСТОИНСТВА ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ MOODLE

Киселева Н.Г. – кандидат с.-х. наук, доцент

Зиннатуллина А.Н. – ст. преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Moodle – это инструментальная среда для разработки как отдельных онлайн–курсов, так и образовательных веб–сайтов, которая предлагает многообразие возможностей для полноценного поддержания

процесса обучения в дистанционной среде (различные способы представления учебного материала, проверки знаний и контроля успеваемости).

Moodle дает возможность проектировать, создавать и в дальнейшем управлять ресурсами информационно-образовательной среды. Система имеет очень удобный и доступно понятный интерфейс. Преподаватель самостоятельно (с помощью справочной системы), может сформировать электронный курс и управлять его работой, а также по своему усмотрению использовать как тематическую, так календарную структуру курса. При тематической структуре курс разделяется на секции по темам. При календарной структуре каждая неделя изучения курса рассматривается отдельной секцией, такая структура удобна при дистанционном обучении и позволяет правильно распланировать учебную работу.

Редактирование содержания курса проводится автором курса в произвольном порядке и может легко реализовываться прямо в процессе обучения. Без каких-либо затруднений добавляются в электронный курс разные элементы: лекция, задание, форум, глоссарий, чат и т.д. Для каждого электронного курса существует удобная страница, на которой можно посмотреть последние изменения в курсе.

Администрирование учебного процесса очень хорошо продумано. Преподаватель, который имеет права администратора, может регистрировать других преподавателей и обучающихся, назначая им соответствующие роли (создатель курса, преподаватель с правом редактирования и без него, студент, гость), распределять права, объединять обучающихся в виртуальные группы, получать сводную информацию о работе каждого обучающегося. С помощью встроенного календаря можно определять даты начала и окончания курса, сдачи определенных заданий, сроки тестирования.

Ориентированная на дистанционное образование, система управления обучением Moodle обладает разнообразными средствами коммуникации. Это не только электронная почта и обмен вложенными файлами с преподавателем, но и форум (общий новостной на главной странице программы, а также различные частные форумы), чат, обмен личными сообщениями, ведение блогов.

Основной формой контроля знаний в дистанционном обучении является тестирование, поэтому Moodle имеется обширный инструментарий для создания тестов и проведения обучающего и контрольного тестирования. В тестовых заданиях возможно несколько типов ответов: множественный выбор, на соответствие, верно/неверно, короткие ответы и др. Moodle предоставляет множество функций, которые облегчают обработку тестов. В системе имеются различные средства статистического анализа результатов тестирования: можно задать шкалу оценки, при корректировке преподавателем тестовых

заданий после прохождения теста обучающимися или существует механизм полуавтоматического пересчета результатов.

Система управления обучением Moodle может быть использована для организации дистанционного обучения, а также будет полезна и в учебном процессе традиционной школы и вуза.

Литература

1. Маматов В.А. Методика применения дистанционных образовательных технологий преподавателями вуза (учебное пособие) / А.В. Маматов, А.Н. Немцев и др. // Белгород - Изд-во БелГУ, 2006. – 161 с.

2. Краснова Г.А. Технологии создания электронных обучающих средств / Г.А. Краснова, М.И. Беляев, А.В. Соловов // М., МГИУ, 2001, 224 с.

3. Журавлева О.Б., Крук Б.И. Дистанционное обучение: концепция, содержание, управление: учебное пособие / О.Б. Журавлева, Б.И. Крук // Новосибирск: СибГУТИ, 2001. – 86 с.

4. Краснова Г.А. Открытое образование: цивилизационные подходы и перспективы / Г.А. Краснова // М.: Изд-во РУДН. 2002, 152 с.

УДК 378. 147

ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ И РЕЙТИНГОВОГО КОНТРОЛЯ

Киселева Н.Г. – кандидат с.-х. наук, доцент

Зиннатуллина А.Н. – ст. преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Модуль – это логически завершенная часть учебного материала, которая обязательно сопровождается контролем знаний и умений студентов. Основа создания модулей – это рабочая программа дисциплины. Модуль очень часто похож с темами дисциплины или комплектом взаимосвязанных между собой тем. Но, в отличие от темы, в модуле все оценивается: задание, работа, посещение занятий, начальный, промежуточный и итоговый уровень учащихся. В модульном обучении изначально все запрограммировано: поэтапность изучения учебного материала, список основных понятий, навыков, знаний и умений, необходимые для овладения, усвоения уровней и контролирования качества усвоения. Количество модулей предмета зависит как от специфичности предмета, так и от необходимой частоты контроля обучения. Модульное обучение тесно связано с рейтинговой системой контроля. Чем крупней или значительней модуль, тем большее число баллов ему назначается. Понятие основного содержания дисциплины тесно связано с понятием учебного модуля, в котором основные содержательные блоки логически сведены в систему.

Модуль состоит из познавательной и учебно-профессиональной частей. Первая часть развивает теоретические знания, а вторая часть помогает формированию профессиональных умений и навыков на основе полученных знаний. При модульном изучении учебной

дисциплины необходимо указать число и наполняемость модулей, соотношение теоретической и практической частей в каждом из них, их последовательность, содержание и формы итогового контроля.

Соответственно контроль по модулю может быть: содержательным, деятельностным либо содержательно-деятельностным (изучить материал, выполнить эксперимент, решить задачи). Цель создания каждого модуля – это достичь ранее запланированный результат обучения. Итоги контроля по модулю показывают в одинаковой мере и результативность учебной деятельности, и действенность педагогической технологии, которая была выбрана преподавателем.

Достоинства рейтинговой формы контроля состоят в следующем:

- производится предварительный, текущий и итоговый контроль;
- текущий контроль – это средство обучения и обратной связи;
- развернутая процедура оценки результатов отдельных элементов контроля является его надежностью;
- контроль соответствует требованиям форм и целей;
- развернутый текущий контроль осуществляет мотивационную и воспитательную функции;
- развернутая процедура контроля помогает развивать у студентов навыки самооценки работы и формировать навыки и умения самоконтроля в профессиональной деятельности.

Рейтинговая форма контроля легка в использовании. В самом начале изучения дисциплины каждый студент получает руководство, по которому он ориентируется в работе по рейтингу. В этом руководстве содержится список выполняемых заданий и шкала баллов по трем ступеням исполнения. Учитываются также дополнительные баллы и баллы, снятые за нарушение сроков. В руководстве говорится об установленных рамках рейтинга, в пределах которого студент получает зачет или оценки «3», «4», «5» за экзамен по дисциплине.

Литература

1. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие / Г.К. Селевко // М.: Народное образование, 1998. - 256 с.
2. Стефановская Т.А. Педагогика / Т.А. Стефановская // Наука и искусство – М.: Совершенство, 1998.- 368 с.
3. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности / С.Д. Смирнов // М.: Академия, 2003.- 304 с.
4. Аванесов В.С. Методические указания по основам научной организации педагогического контроля в вузе (для преподавателей высших учебных заведений) / В.С. Аванесов // М.: Педагогика, 1988. - 130 с.
5. Бестужева Л.П., Овсянникова И.Р. Тестовые формы контроля знаний / Л.П. Бестужева, И.Р. Овсянникова // Нетрадиционные формы и методы обучения контроля качества знаний. Саранск, 1994. - С. 107-112.

**ВОЛНОВОДНАЯ СВЧ УСТАНОВКА ДЛЯ ОТВОЛАЖИВАНИЯ
ЗЕРНА****Коробков А.Н. – соискатель,****Михайлова О.В. – доктор технических наук, профессор***Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары*

Мукомольная, крупяная промышленность добилась значительных успехов в своем развитии, ее дальнейшее совершенствование неразрывно связано с широким использованием достижений науки. Технологическая схема подготовка зерна к размолу включает кроме очистки от всех примесей, увлажнение и стерилизацию. В технологической цепи мукомольного производства увлажнение зерна – операция, существенно влияющая на качество муки. Процесс гидротермической обработки зерна характеризуется степенью и кратностью увлажнения, типом влагоносителя, его температурой и др. Кондиционирование зерна сочетает способ и режимы гидродинамической обработки с *отволаживанием* при подготовке его к помолу. За счет дозированного поэтапного увлажнения в устройствах различной конструкции происходит направленное перераспределение влаги в анатомических частях зерна (отволаживание), повышается эластичность оболочек, снижается прочность связей между оболочками и эндоспермом. Тепловое воздействие на зерно служит усиливающим фактором при гидротермической обработке. Оно осуществляется в кондиционерах [1].

Скорость поглощения влаги зависит от сорбционных свойств зерна и параметров влагоносителя. Крупные зерна поглощают ее медленнее, так как их поверхность, отнесенная к единице массы, меньше. Наиболее медленно проникает влага в зерно твердой и высоко стекловидной мягкой пшеницы, зерно с мучнистым эндоспермом поглощает ее очень интенсивно. При контакте зерна с водой происходит приращение влаги на 3...5 %, но, находясь в плодовой оболочке, влага может легко испариться. Более надежное ее удержание обеспечивается в процессе отволаживания при перемещении влаги в внутрь эндосперма. Содержание влаги в различных частях зерновки неодинаково. В эндосперме пшеницы вода распространяется медленнее, чем в оболочках [2]. С увеличением температуры воды скорость ее поглощения зерном увеличивается. Температурное поле в зерне распределяется неравномерно. Внутри температура выше, поскольку тепло наружных слоев расходуется на испарение влаги. Тепло усиливает процесс набухания оболочек, возникающего под влиянием увлажнения. Возникающие внутренние сдвиги облегчают процесс отделения оболочек и снижают расход электроэнергии на измельчение крупок. Определенный температурный режим улучшает упругость и

растяжимость клейковины. Продолжительность отволаживания зависит от температуры увлажняющей воды и колеблется от 2 до 24 ч.

При увлажнении зерна с кратковременным отволаживанием, влага не успевает проникнуть внутрь зерна. Поэтому оболочки приобретают повышенную эластичность, а эндосперм сохраняет хрупкость. При размоле зерна оболочки вымалываются легче, снижается возможность попадания измельченных частиц оболочек в муку, а это повышает ее белизну и хлебопекарные свойства, а также меньше затрачивается электроэнергии на измельчение. Отволаживают зерно в статическом или динамическом режиме (поточный процесс). Следует отметить, что даже самое равномерное смачивание поверхности зерна водой не гарантирует получения зерна с одинаковой влажностью после его отволаживания, что объясняется процессом самосортирования. Для предотвращения самосортирования следует более интенсивно перемешивать, что в свою очередь, увеличивает количество битых зерен, а также осуществлять отволаживание в поточном режиме. Поэтому зарубежные фирмы уделяют серьезное внимание вопросам совершенствования технологии увлажнения зерна и технических средств для ее реализации. На всех мукомольных заводах независимо от производительности и выхода помола следует организовать отволаживание зерна в поточном режиме [2]. Задача сводится к разработке установки, в которой процесс распределения воды на поверхности зерна происходил бы более интенсивно. Анализ конструкций увлажнительных машин и технологии отволаживания зерна показывают, что эти процессы достаточно энергоемкие и длительные. Предлагаемая установка для отволаживания зерна разрабатывается на базе ленточной норрии и волноводных сверхвысокочастотных генераторов (СВЧ) (рис. 1).

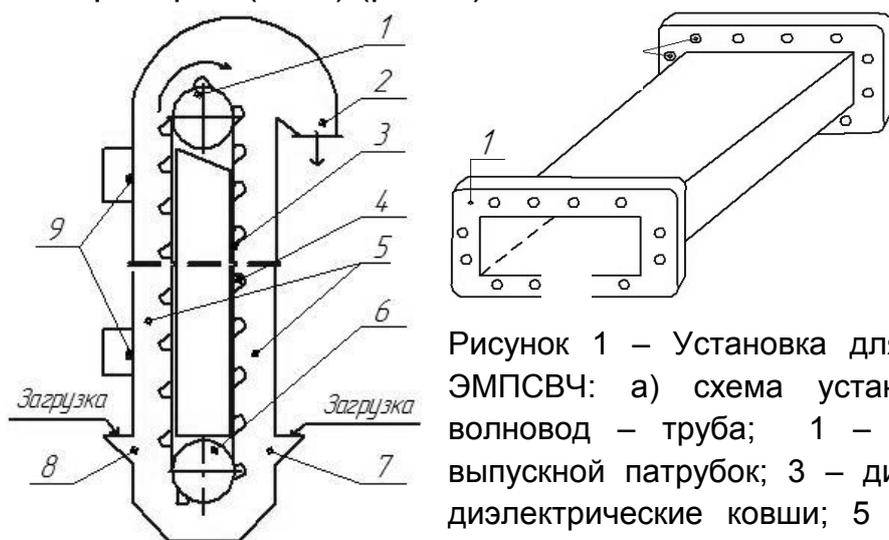


Рисунок 1 – Установка для отволаживания зерна в ЭМПСВЧ: а) схема установки; б) прямоугольный волновод – труба; 1 – приводной барабан; 2 – выпускной патрубок; 3 – диэлектрическая лента; 4 – диэлектрические ковши; 5 – трубы (волновод); 6 – натяжной барабан; 7, 8 – приемные носки; 9 – СВЧ

Тяговым органом ленточной норрии служит фторопластовая лента, а рабочим органом – диэлектрические ковши. Головка и башмак норрии соединяются трубами, в которых движется диэлектрическая лента с

диэлектрическими ковшами. Трубы сварной конструкции выполнены из нержавеющей стали толщиной 1...2 мм выполняют функцию волновода. С наружной стороны труб в нескольких местах по высоте установлены СВЧ генераторы, так, что излучатель направлен внутрь. Поэтому трубы соединенные между собой выполняют функцию волновода. Движение верхнему приводному барабану 1 нории передается от электродвигателя через редуктор. Благодаря трению между диэлектрической лентой 3 и верхним приводным барабаном лента приходит в движение и вращает нижний барабан 6. Приводной барабан 1 укреплен на валу и закрыт кожухом, в котором имеется выпускной патрубок 2. В приемные носки 7 загружается увлажненное зерно, диэлектрическими ковшами 4 оно поднимается вверх, где под действием силы тяжести и центробежной силы отводится через выпускной патрубок 2. В отдельных звеньях труб имеются люки для монтажных работ. В поперечном сечении звенья труб представляют собой прямоугольник. Размеры его выбирают таким, чтобы при движении фторопластовой ленты, ковши не касались стенок трубы. Ковши перфорированы и установлены вплотную, один к другому, чтобы волновод загружать зерном равномерно. Рабочая камера, в которой происходит воздействие ЭМП СВЧ на зерно, является волновой электродинамической системой, полый металлической конструкции прямоугольной формы. Волноводы соединены между собой и с СВЧ генератором с помощью фланцев и образуют трубу нории. В связи с тем, что при отволаживании необходимо обеспечить не только необходимую температуру, но и достаточную длительность пребывания зерна в ЭМП СВЧ, в установке предусмотрены несколько источников энергоподвода. Электромагнитная волна проходит внутри волновода, если соблюдены определенные условия: длина волны должна быть меньше критической длины волны, определенной для данного волновода $\lambda < \lambda_{кр}$. Критическая длина волны обуславливается поперечными размерами волновода и диэлектрическими свойствами зерна. Заранее дозированное количество воды поступает вместе с очищенным зерном в приемные носки установки, откуда предварительно перемешанное зерно без интенсивного истирания и механических повреждений попадают в диэлектрические перфорированные ковши. В процессе передвижения ковшей сквозь волновод каждая элементарная частица увлажненного зерна избирательно нагревается за счет дипольной поляризации, в зависимости от диэлектрических параметров. При этом процесс отволаживания зерна ускоряется. Применение этой системы позволяет снизить расход электроэнергии на увлажнение, увеличить выход муки на 0,75 %.

Литература

1. Демский, А.Б. Оборудование для производства муки и крупы / А.Б. Демский, М.А. Борискин и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.
2. Байкин, С.В. /Технологическое оборудование для переработки продукции растениеводства/ С.В. Байкин, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, А.С. Афанасьев. – М.: Колос, 2007. – 445 с.

О ДИНАМИКЕ СПИН - СИСТЕМЫ МОНОМЕРОВ ДИАЦЕТИЛЕНОВОГО РЯДА В ПРОЦЕССЕ ИХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

*Курзин С.П. – кандидат физико-математических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*

В работе представлены результаты исследования спектров ЭПР нитроксилзамещенных мономеров диацетиленового ряда и продуктов их термической обработки.

Общее строение молекул диацетиленов (ДА) можно выразить структурной формулой



где боковые заместители R (или R') являются стабильными радикалами. Интерес к изучению такого рода объектов обусловлен принципиальной возможностью получения на их основе в процессе твердофазной топохимической термополимеризации полимерного ферромагнетика [1].

Спектры ЭПР исходных диацетиленов представляет собой одиночную симметричную линию с $g = 2,0068$, ширина которой между пиками $\Delta H_{p-p} \approx 35$ Гс, практически не зависит от температуры. Форма линии промежуточная – в центре лоренцева на крыльях гауссова, что свидетельствует о наличии в спин-системе исходных мономеров ДА обменных взаимодействий.

С использованием теории Андерсона – Вейса для обменносуженных линий была сделана оценка межрадикального обмена $J \approx 0,1$ К. Малая величина J позволяет предположить, что обмен связан с прямым перекрыванием волновых функций неспаренных электронов между ближайшими молекулам, расположенными друг от друга на расстоянии $\sim 5 \text{ \AA}$.

Термическая обработка исходных ДА проводилась в условии высокого вакуума при температуре $T=100^\circ\text{C}$ в интервале времени от одного часа до 20 часов и приводила к заметным изменениям как в структуре, так и в спин -системе образцов. Подтверждением факта полимеризации мономеров ДА при их отжиге может служить изменение цвета образцов от светло-желтого до темно-коричневого, а также соответствующие изменения в их ИК-спектре.

Спектр ЭПР прогретых образцов имеет вид не полностью разрешенного триплета, характерного для одиночного нитроксильного радикала в поликристаллических и аморфных образцах.

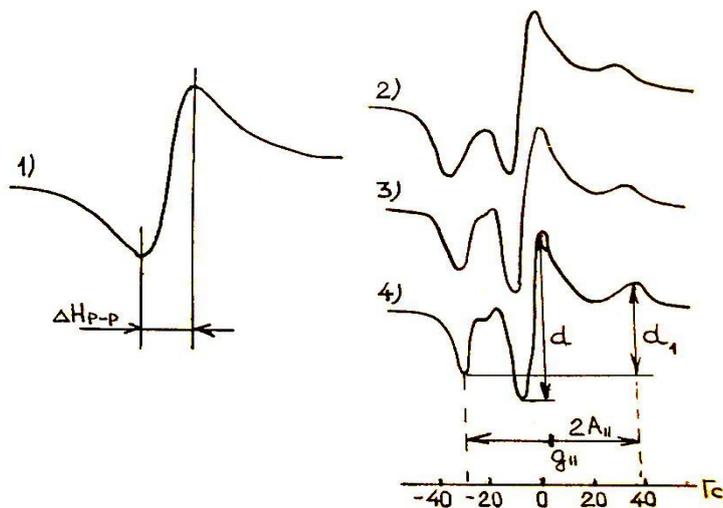


Рисунок 1. Вид спектра ЭПР в зависимости от времени термообработки образца: (1) – исходный мономер; (2) – время обработки 5 часов; (3) – 10 часов; (4) -20 часов.

Спектры ЭПР прогретых образцов описывались аксиально-симметричным спиновым гамильтонианом вида:

$$\hat{H} = g_{\parallel} \mu_B S_z H_z + g_{\perp} \mu_B (S_x H_x + S_y H_y) + \gamma \hbar A_{\parallel} S_z I_z + \gamma \hbar A_{\perp} (S_x I_x + S_y I_y)$$

параметры которого определялись согласно методике, предложенной в [2].

Анизотропия g-фактора и тензора сверхтонкого взаимодействия составила соответственно: $g_{\perp} - g_{\parallel} \approx 0,004$; $A_{\perp} - A_{\parallel} \approx 28 \text{ Гс}$.

Для определения локальной концентрации нитроксильных радикалов и характера их распределения в образцах в зависимости от длительности термообработки использовался эмпирический параметр $\frac{d_1}{d}$ (см. Рис.), характеризующий диполь-дипольное взаимодействие между неспаренными спинами. Данный параметр продолжал монотонно убывать при увеличении времени прогрева образцов от пяти до двадцати часов, хотя средняя концентрация парамагнитных центров при этом практически не менялась. Такая ситуация, с нашей точки зрения, связана с тем, что при увеличении длительности термической обработки в указанном интервале (5–20 часов) распределение радикалов в образце становится более равномерным.

Литература

1. Овчинников А.М. Мультиплетность основного состояния больших альтернантных органических молекул с сопряженными связями (могут ли существовать органические ферромагнетики?) /Докл. АН СССР.- 1977. –Т.236, № 4.- С.928 – 931.
2. Кузнецов А.Н. Метод спинового зонда. – М.: Наука, 1976. – 210 с.

УДК 631.354.2

УСЛОВИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ИСТЕЧЕНИЯ ВОРОХА СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ

Ли А. - кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, г. Ташкент, Узбекистан

Для обеспечения непрерывного истечения вороха семян люцерны по щели бункера, ширина (a) выпускной щели должен быть равно или больше максимального значения наибольших сводообразующих размеров $D_{н.св.}$ выпускных отверстий, т.е. $a \geq D_{н.св.}$ [1,2].

Максимальный размер сводообразования семян люцерны над щелью бункера можно определить по формуле [3]:

$$D_{н.св.} = \frac{d_q [A_0 (2a_0 \eta + 3\gamma) \operatorname{tg}(\beta_y + \phi) + 3\gamma \sin 2\beta_y \operatorname{tg} \chi]}{6\gamma \sin \beta_y (1 + \delta \operatorname{tg} \chi)}, \quad (1)$$

где d_q – диаметр семян люцерны, м;

A_0 – коэффициент пропорциональности между вертикальными и горизонтальными усилиями, действующих по длине периметра поперечного сечения поверхности скольжения потока;

a_0 – коэффициент пропорциональности между силой давления «ведущего» слоя на «промежуточный» слой к внешней осевой силе, действующий на «ведомый» слой;

η – плотность семян люцерны, кг/м³;

γ – плотность семенного вороха, кг/м³;

β_y – угол укладки семян люцерны, градус (рис. 1);

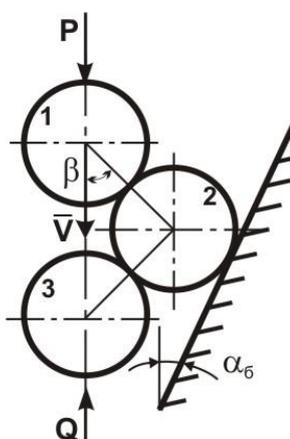


Рис. 1. Схема сил, действующих на элементарный объем сыпучего тела

1 - ведущий слой; 2 - промежуточный слой; 3 - ведомый слой; P - осевая сила; V - вектор скорости перемещения слоя; Q - внешняя сила противоположенной скорости перемещения; β - угол укладки; α_6 - угол наклона стенки днища бункера к вертикали.

ϕ – угол внутреннего трения семенного вороха, градус;

χ – угол между касательной к кривой свода в точке опоры и горизонталью, градус.

$$A_0 = ctg(\beta_y + \phi), \quad (2)$$

$$\delta = \sqrt{A^2 ctg^2 \chi + A - A ctg \chi}, \quad (3)$$

δ – коэффициент пропорциональности между высотой свода и размером отверстия в продольном сечении бункера;

A – коэффициент пропорциональности между вертикальными ρ и горизонтальными ρ' усилиями в любом сечении бункера (рис. 2).

Коэффициенты a_0 и A при гидравлическом истечении (если $\chi = \alpha_\delta$) определяются из следующих формул [4]:

$$a_0 = \frac{tg(\varphi + \alpha_\delta)tg(\beta_y + \phi)}{[1 + tg(\varphi + \alpha_\delta)tg(\beta_y + \phi)]\cos \beta_y}, \quad (4)$$

$$A = 2[ctg(\beta_y + \phi) + tg(\alpha_\delta + \varphi)], \quad (5)$$

где α_δ – угол наклона стенки днища бункера к вертикали, градус;

φ – угол трения частиц о стенку бункера, градус.

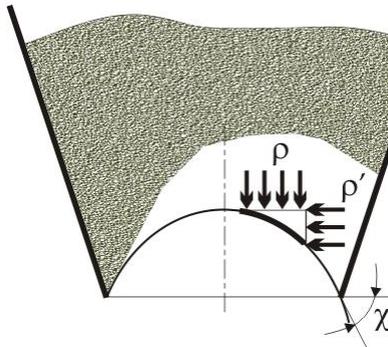


Рис. 2. Схема сил, действующих на элемент статически устойчивого свода

При нормальном истечении, если:

$$\chi = 90^\circ - \phi - \beta_y - \varphi_{np}$$

Тогда:

$$a_0 = \frac{1}{2 \cos \beta_y}, \quad (6) \quad A = 4ctg(\beta_y + \phi), \quad (7)$$

где φ_{np} – приведенный угол внутреннего трения, градус.

Критическим углом наклона стенки днища бункера, характеризующим переход гидравлического вида истечения в нормальный, является угол:

$$\alpha_{кр} = 90^\circ - \phi - \beta_y - \varphi_{np}, \quad (8)$$

При условии, когда $0^\circ < \alpha_\delta \leq \alpha_{кр}$ имеем случай гидравлического, а при условии, когда $\alpha_{кр} < \alpha_\delta \leq 90^\circ$ – случай нормального вида истечения сыпучего материала.

Численное значение угла укладки, форма частицы которого близка к эллипсоиду, равно $\beta_y = 17$ град. [5].

Формула (1) дает наименьшее значение ширины щели бункера, при котором свод не образуется, что ведет к непрерывному истечению сыпучего материала через щель бункера.

Подставляя выражение A_0 в формулу (1) получим более упрощенное выражение для определения максимального размера сводообразования:

$$D_{н.св.} = \frac{d_u [2a_0\eta + 3\gamma(1 + \sin 2\beta_y \operatorname{tg}\chi)]}{6\gamma \sin \beta_y (1 + \delta \operatorname{tg}\chi)}, \quad (9)$$

Для того чтобы обеспечивалось непрерывное истечение семенного вороха, необходимо, чтобы ширина щели a бункера удовлетворяло следующему условию:

$$a \geq \frac{d_u [2a_0\eta + 3\gamma(1 + \sin 2\beta_y \operatorname{tg}\chi)]}{6\gamma \sin \beta_y (1 + \delta \operatorname{tg}\chi)}, \quad (10)$$

Литература

1. Тиц З.Л. и др. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. – М.: Машиностроение, 1967. –447 с.
2. Ли А., Алланиязов С.У. Определение некоторых параметров выпускного отверстия бункера//Актуальные вопросы совершенствования технологий и технического обеспечения сельскохозяйственного производства. Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. –Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2012. -284 с.
3. Богомягих В.А. Теория и расчет бункеров для зернистых материалов. – Ростов на Дону: Издательство Ростовского университета, 1973. –152 с.
4. Худайкулов С.И, Ли А.С., Рузиев Ш.Н. Определение параметров дозатора семенного вороха люцерны, обеспечивающих оптимальную работу терочной машины//Вопросы кибернетики № 177, Ташкент. 2008. с. 153-159.
5. Бутенин Н.В., Лупц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. М.: Наука. –1985. Т. II. –496 с.

УДК 378:631.145:575

ВОЛНЫ ДЕ БРОЙЛЯ И СООТНОШЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ГЕЙЗЕНБЕРГА

***Лотфуллин Р.Ш. – кандидат физико-математических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г.Казань***

В своих работах по оптике Ньютон (XVII век) предполагал, что свет испускается порциями (корпускулярная теория) и на основе этого предположения объяснил прямолинейное распространение света, преломление света. Ньютон наблюдал также дисперсию света, интерференцию света (кольца Ньютона). Одновременно с Ньютоном была выдвинута Гюйгенсом идея о том, что свет это волны. Однако, экспериментальных подтверждений волновой природы света тогда не

было и идея корпускулярности света Ньютона преобладала около 150 лет.

В начале XIX века на основе работ Юнга, Френеля было экспериментально доказано наличие волновых свойств света: интерференция, дифракция, поляризация. После этих работ начала развиваться волновая теория света. В середине XIX века один из крупнейших теоретиков – физиков XIX века Максвелл создал единую электромагнитную теорию и доказал, что свет является узким диапазоном электромагнитных волн. После этих теоретических работ все имеющиеся экспериментальные работы по свету и электромагнетизму пытались объяснить на ее основе.

Однако, в конце XIX века и начале XX века появились работы (фотоэффект, излучение абсолютно черного тела, наличие линейчатых, полосатых спектров, эффект Комптона и т.д.), которые не объяснялись теорией Максвелла и ученым (Планк, Эйнштейн, Нильс Бор) пришлось допустить, что излучение и поглощение света атомами происходит порциями, т.е. вернулись к идеям корпускулярности света. Таким образом, для объяснения экспериментальных данных появилась корпускулярно-волновая трактовка света.

Луи де Бройль корпускулярно-волновую природу света развил и для материальных частиц (1923 г.) и утверждал, что материальные частицы имеют как корпускулярные, так и волновые свойства. Де Бройль приписал материальным частицам плоскую монохроматическую волну и вычислил длину волны λ для частиц:

$$\lambda = \frac{h}{mv}, \quad (1)$$

где h - постоянная Планка ($6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с), m – масса частицы, v – скорость движения частицы.

Для обычных частиц длина волны очень короткая, однако, для элементарных частиц, например для электрона ($m_{\text{электрон}} = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, при $v \approx 10^6$ м/с) составляет $7,3 \cdot 10^{-10}$ м.

Для исследования волновых свойств частиц была необходима дифракционная решетка с постоянной дифракционной решетки $\sim 10^{-10}$ м. Такой дифракционной решеткой могут быть только атомы в кристаллической решетке, т.к. расстояния между атомами в них $\sim 10^{-10}$ м. Опыты, приведенные электронными пучками действительно показали интерференцию картину, похожую на интерференцию картину, полученную с рентгеновскими лучами. Длины волны совпали с длинами волн де Бройля. Кроме того, при единичных пролетах электронов после воздействия с кристаллическими решетками на фотопластинках возникали только определенные точки, только после большого числа электронов образовалась интерференционная картинка. Опыты, проведенные с протонами, нейтронами и даже молекулярными пучками показали волновые свойства частиц.

Что же из себя представляет волна де Бройля, каков физический смысл этой волны? Волны де Бройля ни с одним из видов волн не совпадают, попытка представить микрочастицы в виде группы волн к успеху не привели, т.к. такие группы волн «расплывались» очень быстро (примерно за 10^{-26} с). Современная трактовка волн де Бройля сводится к тому, что с помощью этих волн можно рассчитать вероятность нахождения микрочастиц в определенной части пространства в какой-то момент времени, но в то же самое время эта микрочастица может находиться и в другом месте пространства с некоторой вероятностью. Таким образом, в квантовой механике отсутствует понятие координаты и траектории и в общем случае отсутствие четкого значения какой-либо физической величины, а только вероятность нахождения среднего значения физической величины. Подводя краткий итог, можно сказать, что волна де Бройля не какая-то волна как таковой, а волна «вероятности» т.е. с ней можно рассчитать вероятность получения среднего значения какой-либо физической величины микрочастицы. В определенных случаях можно получить как корпускулярные, так и волновые характеристики микрочастиц, но одновременно эти характеристики проявляться не могут в принципе.

В 1927 г. В.Гейзенберг получил выражение соотношения неопределенностей (С.Н.) для координат и импульсов в виде

$$\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \left(\frac{\hbar}{2}\right), \quad (2)$$

где $\hbar = \frac{h}{2\pi}$. С.Н. Гейзенберга показывает, что невозможно определить с любой заданной точностью координату и импульс микрочастицы, а можно определить только с точностью определяемой выражением (2).

В квантовой механике всем физическим величинам приписываются соответствующие операторы, например, $\hat{x} = x$; $\hat{P}_x = -i\hbar \frac{d}{dx}$ и т.д. Если операторы физических величин коммутируют друг с другом, то эти физические величины измеримы одновременно, если же операторы величин не коммутируют друг с другом, то эти физические величины одновременно неизмеримы (т.е. они одновременно существовать не могут) и для них имеются свои С.Н. С.Н. возникают тогда, когда для микрочастицы не существуют состояний, в которых корпускулярные и волновые параметры имели бы одновременно точные значения. С.Н. позволяет определить в каких случаях можно пользоваться классическими законами природы, а в каких случаях – квантовыми. Если длины волн де Бройля порядка размеров атомов, то в этом случае нужно пользоваться только законами квантовой механики, а если длины волн де Бройля гораздо больше размеров атомов, то можно пользоваться законами классической физики. С.Н. позволяет предсказать с какой точностью можно пользоваться классическим законами для объяснения поведения микрообъектов. С помощью С.Н.

можно найти точность измерения физических приборов, т.е. точность измерения не может быть какой угодно, а ограничена С.Н.

Таким образом, физические процессы в микромире невозможно понять без волн де Бройля и соотношения неопределенностей Гейзенберга.

Литература

1. Д.И. Блохинцев. Основы механики. Москва. «Высш.шк.». 1961. С.33-С.37; С. 42-С.46; С.55-С.60.
2. А.Н. Матвеев. Квантовая механика и строение атома. Москва, «Высш.шк.». 1965. С.101-С.109.
3. Т.И. Трофимова. Курс физики. Москва, «Высш. шк.», 2003. С. 393-С.400.

УДК 638.171

ПЕРЕРАБОТКА ПАСЕЧНОГО ВОСКА

Максимов Е.Г. – аспирант

Белова М.В – кандидат технических наук, доцент

Новикова Г.В. – доктор технических наук, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Известно, что вытопка воска на пасеках осуществляется паровой воскотопкой, основным узлом которой является вращающийся ротор, предназначенный для удаления расплавленного воска из емкости. Непосредственный контакт рамок и установленных на них металлических проволок с паром ведет к окислению воска и получение некачественного продукта. Существуют разные конструкции воскотопок, где процесс разваривания осуществляется за счет пароводяной смеси [1, 2]. При этом сократить потери при переработке сырья до минимума не удается и качество воска не всегда удовлетворяет нормативным показателям (воск темнеет). За счет бактериальной обсемененности воска развиваются болезни пчел, передаваемые через вошину. В связи с этим, разработка новой технологии термообработки пасечного воска, способствующей повышению выхода продукции с меньшим содержанием влаги, получению качественной вошины с большим коэффициентом твердости при сниженных энергетических затратах, *актуальна.*

Целью научно-исследовательской работы является разработка, обоснование конструктивно-технологических параметров и режимов работы установки для вытопки пасечного воска с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ). Для достижения поставленной цели решаются *научные задачи*, в том числе

разработать технологию воздействия ЭМП СВЧ на пасечный воск и техническое средство для ее реализации.

Для обоснования конструктивно-технологических параметров и режимов работы установки анализированы электрофизические характеристики воска. Они позволяют оценить глубину проникновения ЭМП СВЧ в продукт и определить удельную мощность диэлектрических потерь.

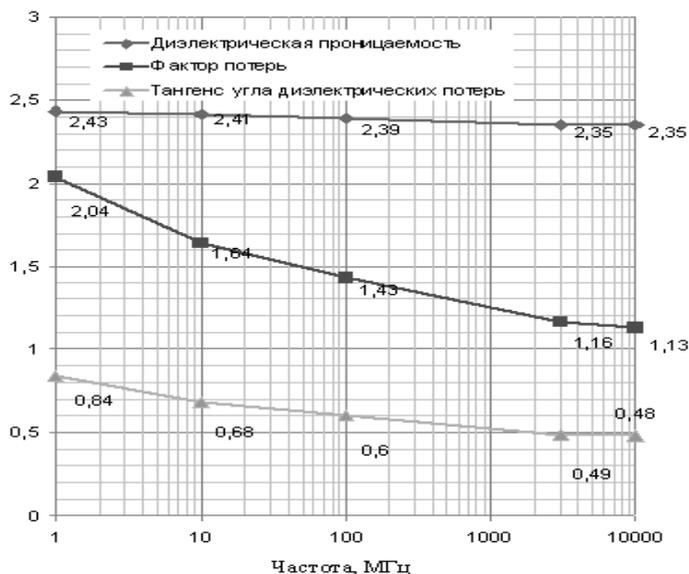


Рисунок 1 – Диэлектрические характеристики воска при температуре 25°C

На рис. 1 представлены диэлектрические характеристики воска в зависимости от частоты ЭМП при температуре 25°C.

Диэлектрическая проницаемость воска при частоте 2450 МГц равна 2,35, тангенс угла диэлектрических потерь – 0,49, а фактор потерь – 1,17. Для обоснования режимных параметров воскотопки изучены диэлектрические характеристики воска при разных температурных режимах.

Диэлектрическая проницаемость воска при изменении температуры от 20 до 90°C уменьшается с 2,5 до 2,3,

фактор потерь – с 2 до 1,16, а вязкость воска – с 7,17 до 1,29 Па·с.

Технологическая схема переработки пасечного воска предусматривает получение готового воскового продукта после откачки меда, вытапливания воскового сырья и прессования в пасечных условиях. Разрабатываемая установка (рис. 2) включает процессы измельчения исходного воскового сырья, распыление пароводяной смеси в рабочей камере, эндогенный нагрев измельченного воскового сырья, центрифугирования расплавленного воска [3]. При этом, исходным продуктом является восковое сырье, освобожденное из рамок и проволок. СВЧ воскотопка состоит из экранного корпуса 4, внутри которого расположена резонаторная камера 3, выполненная в виде перфорированного барабана с возможностью вращения от электропривода. Параллельно с тыльной стороны образующей барабана расположен нагревательный элемент, он погружен в сырье. Для измельчения исходного сырья предусмотрен волчок 5. Эндогенный нагрев осуществляется за счет СВЧ генератора 7 с излучателем, а нагрев частично вытопленного сырья – нагревательного элемента 10.

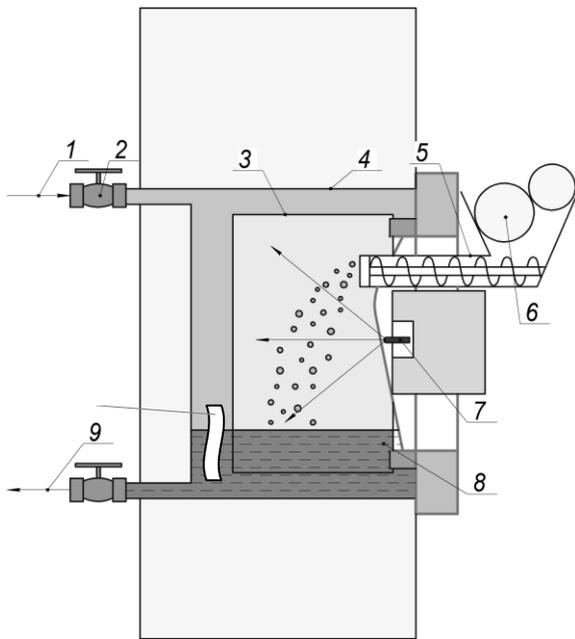


Рисунок 2 – СВЧ воскотопка: 1 – горячая вода; 2 – вентиль для потока воды; 3 – резонаторная камера; 4 – экранирующий корпус; 5 – измельчитель сырья (волчок); 6 – восковое сырье; 7 – СВЧ генераторный блок с излучателем; 8 – вытопленный воск; 9 – слив вытопленного воска; 10 – нагревательный элемент

Процесс вытопки воскового сырья происходит следующим образом. Воск с помощью волчка 5 измельчается и попадает в перфорированную резонаторную камеру (барабан), где подвергается эндогенному нагреву за счет токов поляризации под воздействием электромагнитного поля СВЧ и кондуктивному нагреву от горячей поверхности барабана.

Последний нагревается вытопленным воском 8, окружающим трубчатый электронагреватель 10. Процесс вытопки происходит в проточном режиме, поэтому скорость выгрузки готовой продукции регулируется вентилем 10. Через вентиль 2 подается в непрерывном режиме пароводяная смесь внутрь экранирующего корпуса 4. Скорость эндогенного нагрева измельченного сырья за счет пароводяной смеси резко увеличивается, качество готовой продукции улучшается.

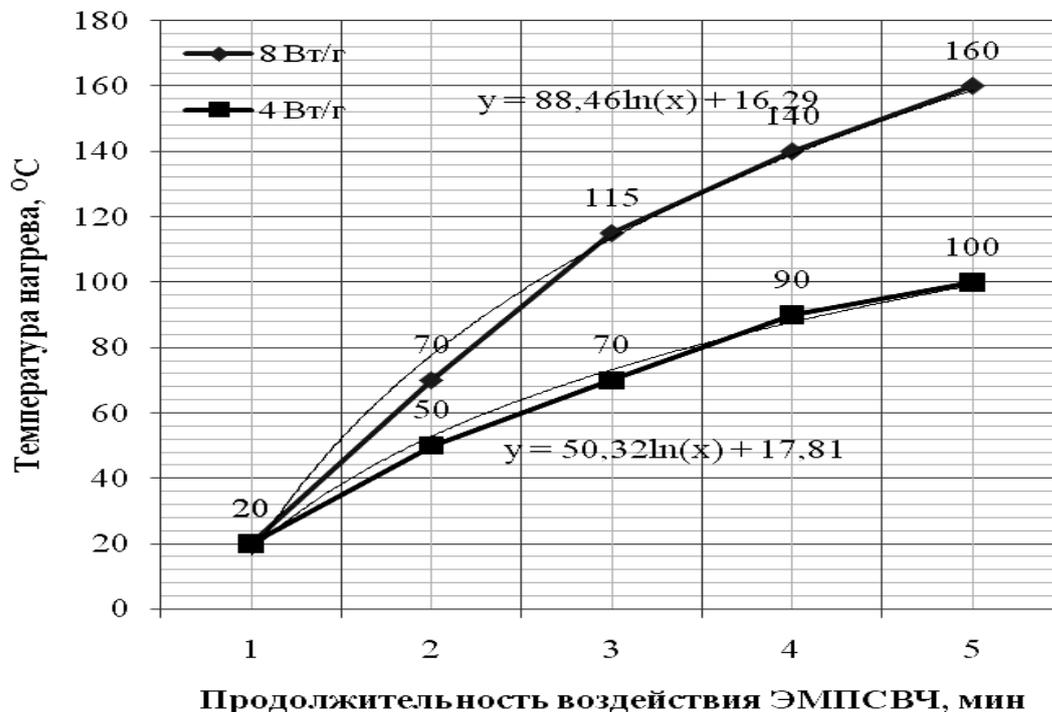


Рисунок 3 – Динамика эндогенного нагрева пасечного воска при разных удельных мощностях СВЧ генератора

Результаты исследования динамики эндогенного нагрева пасечного воска (рис. 3) показывает, что при удельной мощности СВЧ генератора 8 Вт/г продолжительность вытопки составляет в пределах 3-х минут, а при мощности 4 Вт – до 5 минут. Предварительные исследования показывают, что если в качестве базового варианта представить воскотопку марки ВТП–17, то в течение 45 минут из воскового сырья можно извлечь до 2 кг воска за один цикл, а в случае использования СВЧ установки – 8...10 кг за один цикл. Эффективными режимами вытопки воска являются:

- производительность установки 10 кг/ч;
- скорость нагрева продукта 0,6...0,8^oС/с;
- удельная мощность СВЧ генератора 4...8 Вт/г;
- потребляемая мощность установки 2...2,2 кВт;
- удельные энергетические затраты на вытопку воска 0,2 кВт·ч/кг.

Литература

1. Мегедь А. Г., Полищук В. П. Пчеловодство. - М.: Высшая школа, 1990, 325 с.

2. Киреев, Ю.В. Технология переработки воска с применением энергии электромагнитного поля СВЧ – диапазона // Киреев А.Ю., Гнатенко Г.Г. (apis@khakasnet.ru), ТОО «Апис» Электронный многопредметный научный журнал.

3. Новикова Г. В Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / Г.В. Новикова, М. В. Белова, Д.В.Поручиков // Вестник ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева». – Чебоксары: ЧГПУ, 2013, № 2 (78). – С. 8...12.

УДК 631.312.44

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УГЛОВ АТАКИ СТАЛКИВАТЕЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПЛУГА

Марданов Р.Х. - кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Пусть частица почвы m в начальный момент времени находится в точке А рабочей поверхности сталкивателя (рисунок 1). За время t сталкиватель перейдет из положения I в положение II. Тогда при условии $\tau > \varphi$, частица почвы будет скользить по рабочей поверхности сталкивателя со скоростью V_c и перейдет в точку С рабочей поверхности. В итоге абсолютная скорость частицы почвы будет совпадать с направлением равнодействующей силы R .

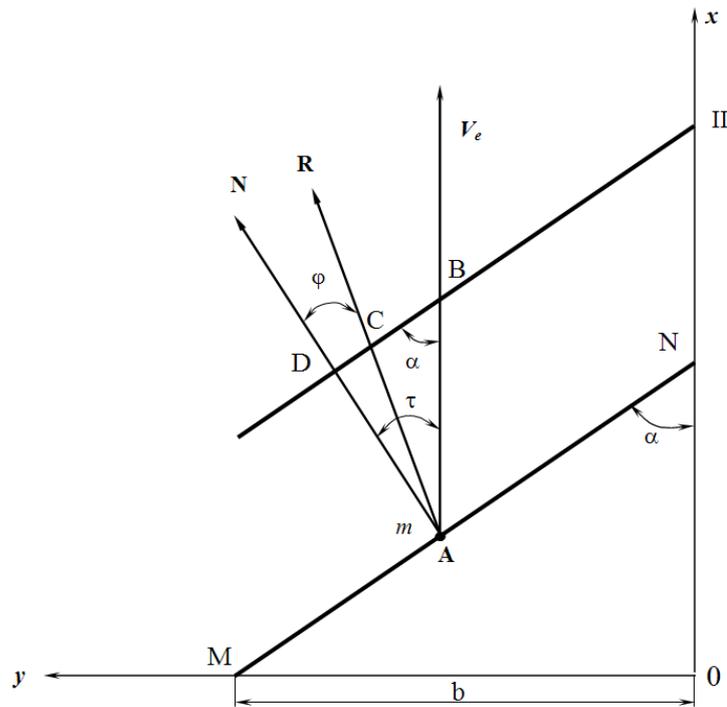


Рисунок 1 - Перемещение частицы почвы m по рабочей поверхности стальной лопаты

Для удобства на рисунке 2 отразим скорости частицы почвы при перемещении его по рабочей поверхности стальной лопаты во время его движения.

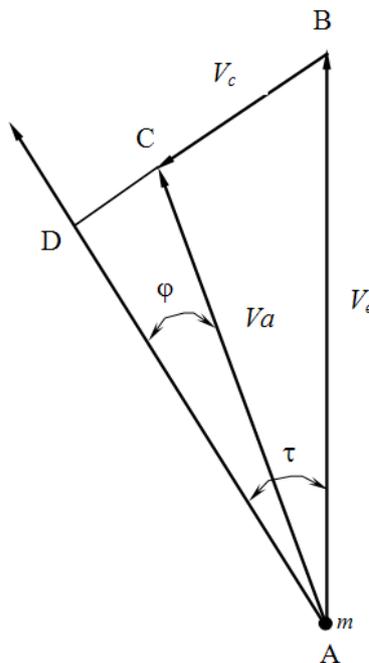


Рисунок 2- Скорости частицы почвы m

Рассмотрим ΔABC . Если в масштабе расстояние AB будет равно переносной скорости стальной лопаты V_e , то CB будет показывать скорость скольжения V_c частицы по рабочей поверхности, а AC - абсолютная скорость V_a частицы почвы.

Из прямоугольных треугольников ADC и ADB имеем:

$$V_e \cdot \cos \tau = V_a \cdot \cos \varphi. \quad (1)$$

Отсюда:

$$V_a = \frac{V_e \cdot \cos \tau}{\cos \varphi}. \quad (2)$$

Таким образом, скорость движения частиц почвы при взаимодействии с любым рабочим органом зависит от модуля скорости его движения, угла между нормалью и переносной скоростью, и угла трения почвы о материал рабочей поверхности.

Из рисунка 2 видно, что скорость скольжения частицы почвы по рабочей поверхности сталкивателя определяется как

$$V_c = DB - DC = V_e \cdot \sin \tau - V_a \cdot \sin \varphi. \quad (3)$$

С учетом выражения (2) окончательно получим:

$$V_c = V_e \cdot (\sin \tau - f \cdot \cos \tau), \quad (4)$$

где f – коэффициент трения почвы о материал рабочей поверхности сталкивателя.

Учитывая что

$$\tau = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - \arcsin \frac{b}{L}, \quad (5)$$

где α – угол атаки сталкивателя, °;

b – ширина пласта, м;

L – длина сталкивателя, м

Подставляя в равенства (1) и (2) значение τ из (5) получаем:

$$V_a = \frac{V_e \cdot \cos \left[90^\circ - \arcsin \frac{b}{L} \right]}{\cos \varphi}. \quad (6)$$

$$V_c = V_e \cdot \left[\sin \left[90^\circ - \arcsin \frac{b}{L} \right] - f \cdot \cos \left[90^\circ - \arcsin \frac{b}{L} \right] \right]. \quad (7)$$

Принимая $V_e=2\text{м/с}$, по полученным уравнениям строим графики $V_a=f(L)$ и $V_c=f(L)$ (рисунок 3).

Из графика видно, что скорость скольжения V_c только при значениях $L > 1,15b$ принимает положительные значения.

По результатам расчетов угла τ и скоростей частицы почвы по рабочей поверхности сталкивателя, в зависимости от длины сталкивателя L , можно сделать вывод, что сталкиватель работоспособен при углах равных:

$$\alpha < \arcsin \frac{b}{1,15 \cdot b}. \quad (8)$$

То есть:

$$0 < \alpha < 60^\circ 24'. \quad (9)$$

Итак, для плоскoperпендикулярного сталкивателя определены углы атаки α , при которых он работоспособен.

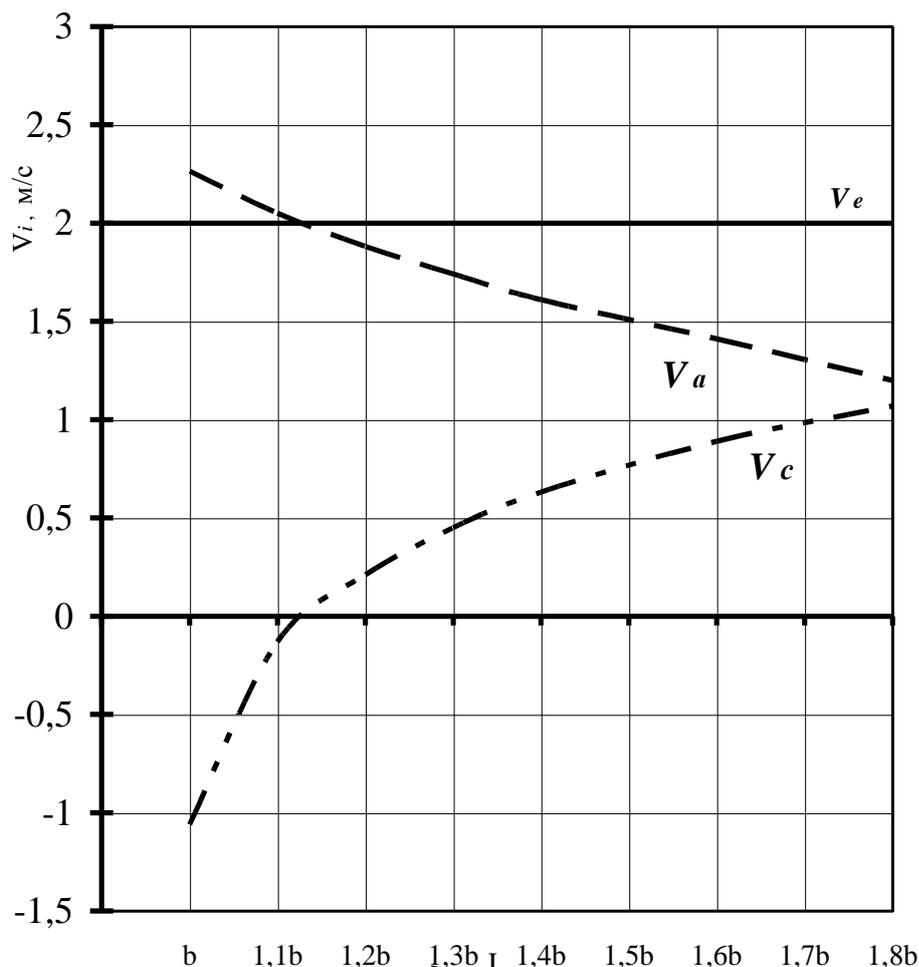


Рисунок 3 - Зависимость скорости частицы почвы m от длины стального L

Литература

Марданов Р.Х. Разработка технологического процесса и обоснование основных параметров фронтального плуга. Автореф. дис. к.т.н.: 05.20.01, .Р.Х. Марданов. – Казань, 2006.

УДК 631.312.44

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СИЛ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ФРОНТАЛЬНЫЙ ПЛУГ ПРИ ВСПАШКЕ

Марданов Р.Х. – кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Фронтальный плуг, присоединенный к гусеничному трактору с помощью трехточечного механизма навески (рисунок 1), имеет две степени свободы: поворот в продольно-вертикальной плоскости XOZ (относительно горизонтальной оси вращения) и поворот в

горизонтальной плоскости XOY (относительно вертикальной оси). Следовательно, условия равновесия такого навесного плуга целесообразно рассматривать в двух плоскостях: продольно-вертикальной и горизонтальной. В продольно-вертикальной плоскости на плуг действуют следующие силы: сила тяжести плуга G , реакция почвы на рабочие поверхности сдвоенного корпуса R'_{xz} и право и левооборачивающих корпусов R_{xz} , реакция почвы на опорное колесо R_k , реакция почвы на сталкиватели R_{cm} . Силу тяжести G прикладываем к центру тяжести плуга, реакция опорного колеса R_k направлена под углом δ (равным 9° для плотных и 12° для рыхлых почв) к вертикали и приложена к центру колеса, реакции на корпуса R'_{xz} и R_{xz} приложены на расстоянии $a/2$ от дна борозды под углом ψ' и ψ к горизонтали, реакции на сталкиватели R^{cm} направлены горизонтально и приложены к их середине.

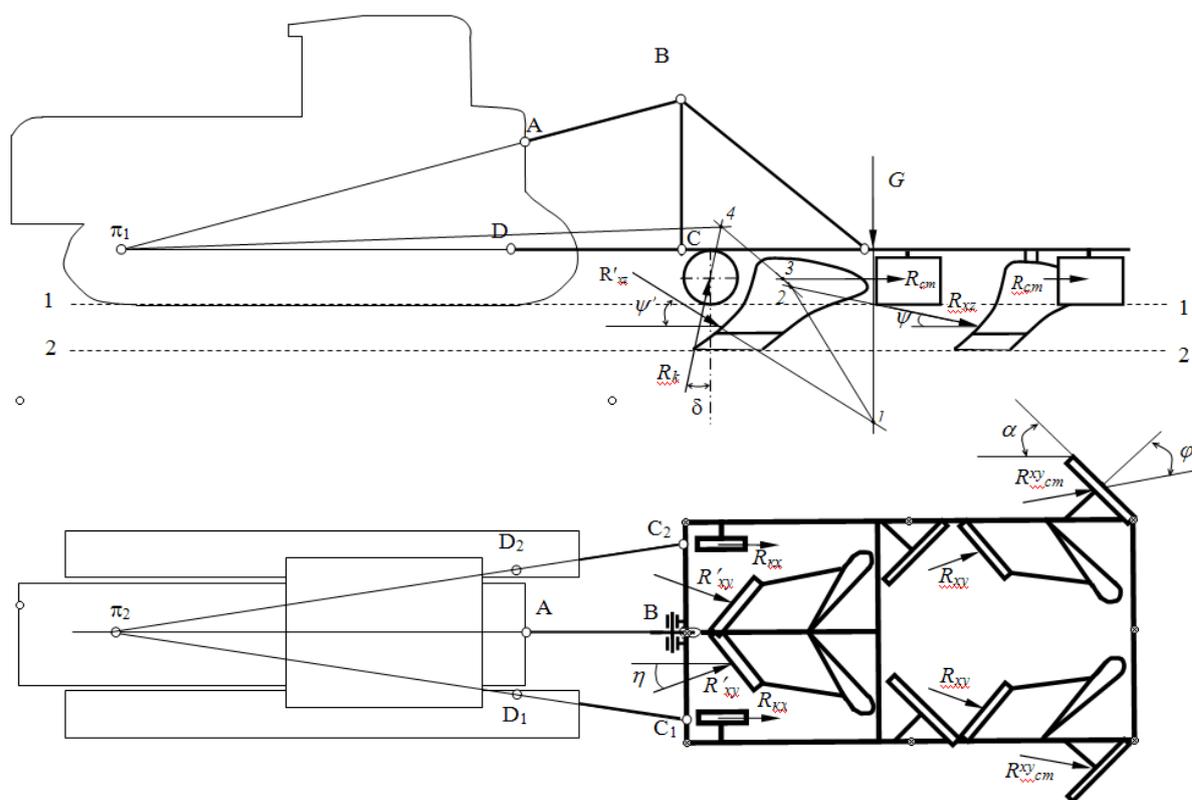


Рисунок 1 - Схема сил действующих на фронтальный плуг

В горизонтальной плоскости на плуг действуют те же силы кроме силы тяжести плуга. Силы R_{xy} и R'_{xy} прикладываем к корпусам на расстоянии $0,4b$ от носка и пятки лемеха под углом η к направлению движения равным 20° . Сила R_{kx} представляет собой проекцию силы R_k на горизонтальную плоскость. Зная значение силы R_k можно определить силу R_{kx} по формуле:

$$R_{kx} = R_k \cdot \sin \delta \quad (1)$$

Силы, действующие на сталкиватель, прикладываем по середине под углом трения φ к нормали сталкивателя.

Массу плуга определяем по формуле:

$$G = q \cdot a \cdot b \cdot n, \quad (2)$$

где q – относительная масса плуга, кН/м²;

a и b – толщина и ширина пласта, м;

n – число корпусов в плуге.

Для определения сил R_{xz} и R_{xy} право и левооборачивающих корпусов рассчитываем тяговое сопротивление корпуса R_x по рациональной формуле В.П. Горячкина:

$$R_x = k \cdot a \cdot b + \xi \cdot a \cdot b \cdot V^2, \quad (3)$$

где k – удельное сопротивление почвы, Па;

ξ – коэффициент динамичности, Н·с²/м⁴;

V – скорость вспашки, м/с.

Далее, зная R_x определяем R_{xz} и R_{xy} по формулам:

$$R_{xz} = \frac{R_x}{\cos \psi}, \quad R_{xy} = \frac{R_x}{\cos \eta}, \quad (4)$$

где ψ – угол наклона силы R_{xz} к горизонту ($\psi = 12^\circ$).

Удельное сопротивление сдвоенного корпуса определяется аналогично, но с учетом силы $R_{под}$, затраченной на подъем пласта из выемки борозды:

$$R'_x = k \cdot a \cdot b + \xi \cdot a \cdot b \cdot V^2 + R_{под}. \quad (5)$$

Исследования тягового сопротивления плужных канавокопателей М.Е. Мацепуро, А.З. Мамедова, Г.Е. Листопада показывают, что в общем тяговом балансе корпуса значение $R_{под}$ составляет 6...8 %[2; 3]. Тогда, после преобразований формулы (5) получим:

$$R'_x = \frac{k \cdot a \cdot b + \xi \cdot a \cdot b \cdot V^2}{0,92}. \quad (6)$$

Угол наклона ψ' силы R'_{xz} сдвоенного корпуса, к горизонтали определяем по формуле [2]:

$$\psi' = 90 - (\alpha' + \varphi), \quad (7)$$

где α' – угол крошения корпуса ($\alpha' = 30^\circ$);

φ – угол трения почвы о рабочую поверхность ($\varphi = 28^\circ$).

Итого угол $\psi' = 90 - (30 + 28) = 32^\circ$. Значения сил R'_{xz} и R'_{xy} определяются аналогично по формуле (5).

Силы сопротивления, действующие на сталкиватели, определяем по формуле В.П. Горячкина исходя из соображений, что энергия расходуется только на перемещение пластов в сторону, т.е. сообщения им кинетической энергии. Тогда R_{cm} равна:

$$R_{cm} = \xi \cdot a \cdot b \cdot V^2. \quad (8)$$

Проекция силы на плоскость XOY определяется:

$$R_{cm}^{xy} = \frac{R_{cm}}{\sin(\varphi + \alpha)}, \quad (9)$$

где α - угол атаки сталкивателя.

Строим многоугольник сил для каждого из плоскостей (рисунок 2). В продольно-вертикальной плоскости в выбранном масштабе проводим вектор силы \bar{G} , из его конца – вектор силы \bar{R}'_{xz} численно равный $2 \cdot R'_{xz}$. Соединяя начало вектора \bar{G} с концом вектора \bar{R}'_{xz} получаем значение и направление равнодействующей этих сил R_1 .

На схеме плуга (рисунок 1) через точку 1 пересечения линий действия сил G и R'_{xz} проводим прямую параллельную силе R_1 , до пересечения ее с направлением силы R_{xz} , в точке 2.

На многоугольнике сил из конца вектора R_1 откладываем вектор силы \bar{R}_{xz} численно равный $2 \cdot R_{xz}$. Их сложение дает равнодействующую R_2

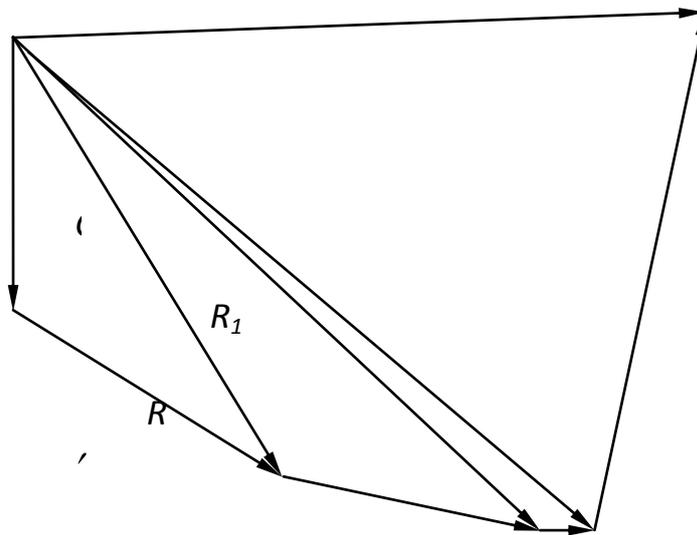


Рисунок 2 – Многоугольник сил действующих на плуг в продольно-вертикальной плоскости

На схеме плуга через точку 2 проводят линию, параллельную силе R_2 , до пересечения ее с линией действия силы R_{cm} в точке 3. На силовом многоугольнике с конца вектора R_2 откладываем вектор \bar{R}_{cm} . Численное значение R_{cm} равно сумме сил приложенных ко всем четырем сталкивателям. Сложение сил дает равнодействующую R_3 .

На схеме плуга проводим линию параллельную R_3 до пересечения её с направлением силы R_k в точке 4. Точка 4 — это точка приложения равнодействующей F_{xz} всех сил сопротивления плуга: $G, R'_{xz}, R_{xz}, R_k, R_{cm}$. Она уравнивается силой тяги P_{xz} , которая (проходит через

точку 4 и мгновенный центр вращения плуга π_1 . Соединив точки 4 и π_1 прямой, получим линию действия сил F_{xz} и P_{xz} .

Значения сил F_{xz} и P_{xz} определяем по многоугольнику сил. Для этого из конца вектора R_3 проводим прямую, параллельную линии действия силы R_k , а из начала вектора G — прямую, параллельную линии $\pi_1 - 4$. Точка их пересечения даст отрезки, которые в принятом масштабе определяет силы F_{xz} и P_{xz} .

Как видно из рисунка 1 из-за симметричности конструкции фронтального плуга, геометрическое сложение всех сил сопротивления в горизонтальной плоскости даст одну равнодействующую, направленную вдоль продольной оси трактора, поэтому разработанный плуг может работать без полевых досок.

Численное значение равнодействующей силы будет равно:

$$P_{xy} = 2 \cdot (R'_{xy} + R_{xy}) \cos \eta + 2 \cdot R_{cm} \cdot \sin(\phi + \alpha) + R_{kx} \quad (10)$$

Литература

1. Князев, А.А. Анализ тягового сопротивления навесных плугов с различными системами навески / А.А. Князев, Г.С. Бухвалов, Ю.В. Гусев – Куйбышев. Известия. –1969. - Том 27.-С 37-48.

2. Листопад, Г.Е. Мелиоративные орудия для устройства временной оросительной сети (теория и расчет) / Г.Е. Листопад, В.К. Шаршак, В.В. Сконодобов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 128с.

3. Мацепуро, М.Е. Влияние плужных отвалов на оборот пласта / М.Е. Мацепуро // Вопросы земледельческой механики. – Минск. –1963.- Т. XI -С 85-109.

4. Мацепуро, М.Е. Обоснование параметров плужных канавокопателей для прокладки оросительных канав в полувыемке / М.Е. Мацепуро // Вопросы сельскохозяйственной механики. – Минск: Изд-во «Урожай», 1964. – Т 12. – С 85-145

УДК 678.664.621.9.048

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ

Мингалеев Н.З. – доктор технических наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Зенитова Л.А. – доктор технических наук, профессор

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань

В последнее время из существующих областей химии высоких энергий значительное развитие получила звукохимия, изучающая химические реакции, возникающие под действием акустических

колебаний в среде. Волновое воздействие в ряде случаев позволяет сократить время процесса, создать более мягкие условия его протекания, повысить уровень потребительских показателей. Нами были проведены исследования показавшие, что при низкочастотной акустической обработке компонентов, применяемых при производстве полиуретанов с частотой, которая является резонансом, наблюдается значительное улучшение свойств полученных полиуретанов.

При производстве пенополиуретанов (ППУ), технологическая схема которого приведена на рисунке 1, акустическая обработка позволяет улучшить технологические параметры процесса получения ППУ.

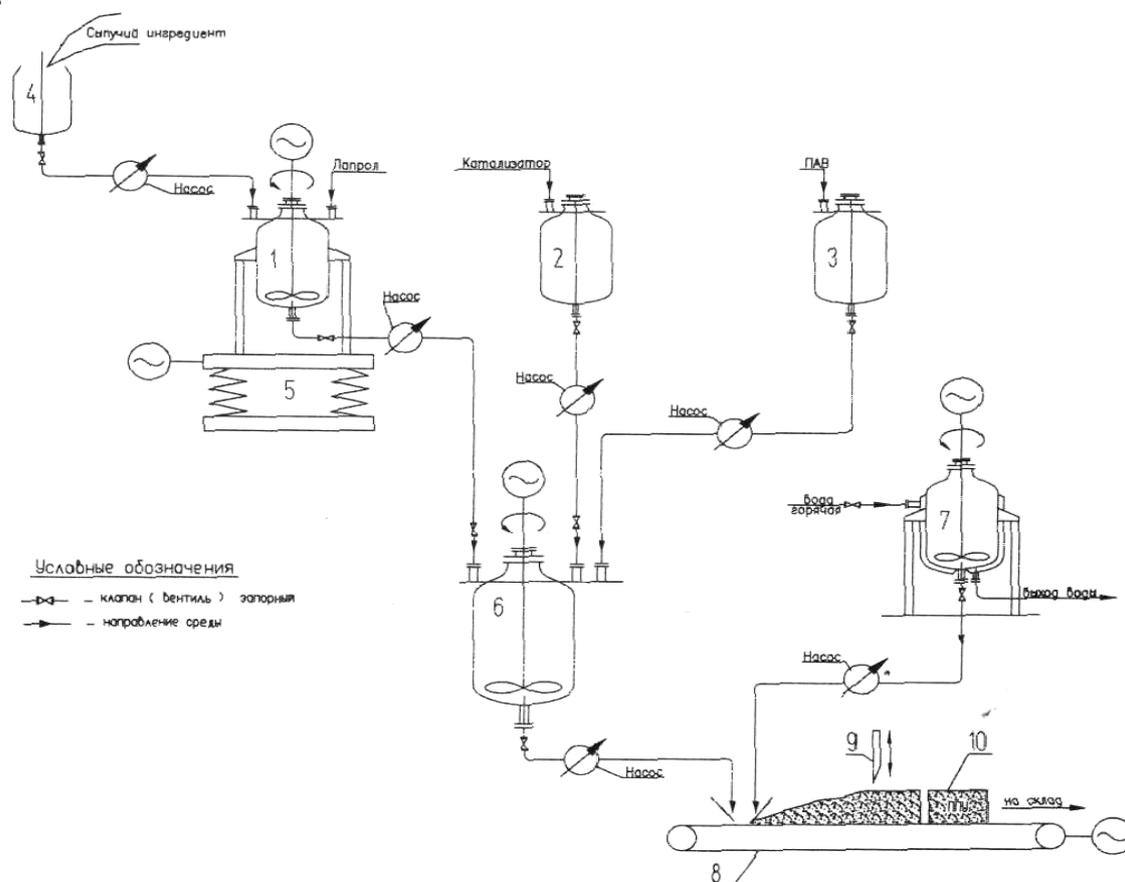


Рисунок 1 Технологическая схема получения вспененного пенополиуретанового материала, наполненного гетерогенным наполнителем с использованием акустической обработки:

1 - резервуар с лапролом; 2 - резервуар с катализатором; 3 - резервуар с ПАВ; 4 - бункер для сыпучего ингредиента; 5 - вибростенд; 6 - аппарат для приготовления компонента «А»; 7 - аппарат для приготовления компонента «Б»; 8 - литьевой агрегат; 9 - нож; 10 - ППУ

Интенсифицирующее действие акустической обработки было использовано для лучшего распределения гетерогенных наполнителей, таких как диоксиды титана и цинка, красителей, антипиренов, УФ-

стабилизаторов в Лапролах и компоненте А пенополиуретановой системы.

При использовании акустической обработки уменьшается плотность пены, появляется возможность введения большего количества гетерогенных ингредиентов с высокой степенью однородности распределения при сохранении прочностных и эластических показателей ППУ. (таблица 1)

Влияние акустической обработки на технологические параметры получения ППУ с использованием 5 % антипирена, $t_{AO} = 30$ мин.
Таблица 1

ОБЪЕКТ	v , кГц	$\tau_{ст}, С$		$\tau_{под}, С$		ρ , г/см ³	
		Аакустическая обработка					
		До	После	До	После	До	После
Лапрол 4503	7,6	45	35	120	89	0,83	0,74
Лапрол 3603	7,8	43	30	112	98	0,75	0,69
Лапрол 3003	8,4	37	25	101	88	0,69	0,61

При этом значительно снижаются такие важнейшие технологические параметры, как время старта ($\tau_{ст}$) и время подъема ($\tau_{под}$) ППУ.

Литература

1. Маргулис, М. А. Основы звукохимии / - М. : Химия, 1984. - 260 с.
2. Н.З.Мингалеев, А.Ф. Галиуллин, Л.А. Зенитова. Полиуретаны, полученные на основе олигоэфиров, подвергшихся акустической обработке// Каучук и резина.-2006. -№ 4. - С.69-73.

УДК 621.867

РАСЧЕТ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Мудров А.Г. – доктор технических наук, профессор

Мудрова А.А. – соискатель

Казанский государственный аграрный университет, г.Казань

Транспортирующие устройства широко используются в современных средствах механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских операциях как самостоятельные, так и в составе сложных сельскохозяйственных машин.

В производственных условиях фермерских и других хозяйств возникает необходимость проектирования и изготовления транспортирующих устройств непосредственно по месту применения,

поскольку типовые устройства не удовлетворяют требованиям потребителя, да и сравнительно дороги по стоимости.

Были случаи обращения наших выпускников к преподавателям кафедры помочь в расчете и конструировании транспортирующих устройств в их хозяйствах по конкретному месту использования. Материал и оборудование в хозяйстве имеется: электродвигатель, муфту, редуктор, тяговые цепи или ленту приобрести не составляет труда.

Учитывая вышеизложенное, считаем целесообразным изложить особенности расчета в общем виде для всех типов транспортирующих устройств. Отметим особенности транспортирующих устройств:

- транспортировка груза осуществляется непрерывным потоком;
- масса груза, масса тяговых органов, масса сосредоточенных грузов и рабочих элементов считается погонной и имеет размерность кг/м, а нагрузка от них - погонной нагрузкой, Н/м;

- коэффициент трения будет комплексным, называемый обобщенным коэффициентом сопротивления для грузовой и холостой ветвей;

- для всех типов транспортирующих устройств подача Π определяется формулой - $\Pi = 3,6 g v$ (здесь Π - т/ч; 3,6-переводной коэффициент, погонная масса груза g - кг/м, скорость транспортирования груза v - м/с).

Формула $\Pi = 3,6 g v$ является базой для определения параметров любой транспортирующей машины через значение погонной массы g . В общем виде значение g будет равно

$$g = F \cdot \rho \cdot \psi, \quad (1)$$

где F - площадь сечения транспортирующего тягового органа с грузом, м²; ρ - плотность груза, кг/м³; ψ - коэффициент заполнения рабочего объема.

Тогда подача составит

$$\Pi = 3,6 F \cdot \rho \cdot \psi \cdot v \quad (2)$$

Для каждого конкретного устройства площадь F сечения выражается через параметры элементов рабочего органа.

Например, для ленточного конвейера с однороликовой опорой площадь сечения будет равна площади треугольника с основанием, равным $0,8 B$ (B -ширина ленты, м) и высотой равной $0,4 B \operatorname{tg} \varphi_{\text{дв}}$ (здесь $\varphi_{\text{дв}}$ - угол естественного откоса груза при движении, зависит от физико - механических свойств груза).

Площадь сечения треугольника равна половине произведения основания на высоту, т.е. $F = 0,16 B^2 \operatorname{tg} \varphi_{\text{дв}}$.

Тогда формула (2) подачи будет определена

$$\Pi = 3,6 \cdot 0,16 B^2 \cdot \rho \cdot \psi \cdot v \cdot \operatorname{tg} \varphi_{\text{дв}} \quad (3)$$

Значение скорости V принимают по рекомендациям с учетом свойств транспортируемого груза.

Из этой формулы определяется ширина B ленты

$$B = \sqrt{\frac{\Pi}{0,576 \gamma \psi v t g \varphi_{дв}}} \quad (4)$$

По полученному значению ширины ленты по ГОСТ 20-85 выбирается большее значение ширины из ряда 300,400,500,650,800,1000 и далее с шагом 200 мм до 3000 мм.

Затем назначается толщина ленты, которая зависит от количества прокладок (3...10), предварительно принимается 3 прокладки, далее назначается диаметр приводного и натяжного барабанов по условию $D \geq 130i$ (здесь i -количество прокладок), принимается диаметр роlikоопор и расстояние между ними.

Таким же образом определяется взаимосвязь параметров, например, винтового конвейера. Погонная масса груза составит $g = F \cdot 1 \cdot (\psi)$, площадь сечения $F = BD^2/4$ (D - внешний диаметр шнека, м), из этой площади необходимо вычесть площадь трубы(вала), но ее можно включить в значение коэффициента ψ заполнения желоба, тогда подача конвейера составит

$$\Pi = 3,6 \cdot (3,14/4) D^2 (\psi \cdot v = 2,826 D^2 (\psi \cdot v.$$

В винтовом конвейере осевая скорость v перемещения груза будет снижена из-за его скольжения о корпус и витки шнека и определится

$$V = snk/60, \quad (5)$$

где s - шаг шнека, м; n - частота вращения шнека, мин⁻¹; k - коэффициент, учитывающий скольжение материала груза и определяется

$$k = \frac{\cos \alpha \cdot \cos(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi},$$

где α - угол подъема винтовой линии шнека, град; φ - угол трения материала груза о материал шнека, град.

$$\alpha = \arctg \frac{s}{\pi D}; \quad \varphi = \arctg f$$

(f - коэффициент трения груза о кожух).

Окончательная формула подачи после подстановки выражения (5) имеет вид

$$\Pi = 0,0471 D^2 (\psi s n k). \quad (6)$$

Из формулы (6) определяется диаметр шнека D

$$D = \sqrt{\frac{\Pi}{0,0471 \gamma \psi s n k}} \quad (7)$$

Для выбора источника привода необходимо определить мощность, затраченную на перемещение груза

$$N = \frac{ПН}{367} + \frac{ПL_r}{367} \omega_r + 0,02qLV (\omega_r + \omega_x), \quad (8)$$

где П- подача, т/ч; Н- высота транспортирования, м; L_r- длина транспортирования по горизонтали, м; ω_r- обобщенный коэффициент сопротивления грузовой ветви; q-погонная масса тягового органа, кг/м; L- длина транспортирования, м; ω_x- обобщенный коэффициент сопротивления холостой ветви (формула справедлива для всех транспортирующих устройств).

Первое слагаемое выражения (8) есть затраты мощности на подъем груза на высоту Н, второе слагаемое - затраты мощности на перемещение груза по горизонтали на длине L_r, третье слагаемое - затраты мощности на движение тягового органа по грузовой и холостой ветвям.

Мощность можно определить и с помощью метода обхода по контуру, суть которого заключается в определении сил сопротивления на участках с одинаковой кривизной и определении усилий в набегающей S_{нб} и сбегаящей S_{сб} ветвей приводного рабочего органа. Мощность определится $N=(S_{нб} - S_{сб})V/1000$ (V- скорость транспортирования, м/с)

По мощности электродвигателя N_{эл}=N/η₀ подбирается электродвигатель (η₀- общее значение КПД передаточного механизма).

Затем определяется частота вращения рабочего органа по формуле $n = \frac{60V}{\pi D}$, определяется передаточное отношение редуктора $u=n_{эл}/n$ и выбирается типовой редуктор.

Подбирается муфта для соединения вала электродвигателя с валом редуктора по моменту $M_M=K_p M_B=K_p 1000N_{эл}/\omega$ (здесь K_p- коэффициент режима работы (K_p=1,3), ω- угловая скорость вала электродвигателя ω=Vn_{эл}/30).

Проектируется по месту рама транспортирующего устройства и изготавливается из профильного материала (уголки, швеллеры, трубы, двутавровые балки, другие профили и т.п.)[1].

Выводы. Любое транспортирующее устройство для нужд сельскохозяйственного предприятия можно спроектировать и изготовить собственными силами с привязкой к конкретному месту использования с минимальными материальными затратами, используя вышеизложенный материал статьи.

Литература

1. Проектирование и расчет подъемно - транспортирующих машин сельскохозяйственного назначения/ М.Н.Ерохин, А.В.Карп и др.;- М.:Колос, 1999.-228 с.

УДК 338.012

ЭКОНОМИКИЙ ЭФФЕКТ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ОТ ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИИ

Мусташкина Д.А. - к.э.н., ст. преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Уровень эффективности управления в сельском хозяйстве не постоянен и не одинаков. Для анализа степени влияния различных факторов на эффективность управления необходимо внедрять инновации.

Анализ социально-экономической ситуации в аграрном секторе свидетельствует, что применяются устаревшие технологии, сорта растений и пород скота, несовершенные методы и формы организации производства и управления. Крайне низкая активность инновационной деятельности также и низкой конкурентоспособности продукции, тормозит социально-экономическое развитие сельской местности, резко снижает качество жизни на селе.

Одна из особенностей сельского хозяйства состоит в том, что наряду с промышленными средствами производства активное участие в воспроизводственном процессе принимают живые организмы – животные и растения. Развитие их подчинено действию естественных законов и зависит от таких естественных факторов, как климат, погода, тепло, влага, свет и пища. В.Р. Вильямс писал: «Растения требуют для своего процветания непрерывной наличности или беспрерывного притока четырех групп факторов – света, тепла, воды и питательных веществ при непрерывном условии одновременной и совместной наличности всех четырех факторов в оптимальных количествах при безусловной равноценности и независимости их[2].

Расширенное воспроизводство в сельском хозяйстве протекает во взаимодействии экономических и естественно биологических процессов. Поэтому при управлении инновациями требуется учитывать требования не только экономических законов, но и законов природы: равнозначности, незаменимости и совокупности жизненных факторов, законов минимума, оптимума и максимума. Действие закона незаменимости факторов производства проявляется в том, что, например, селекцией не компенсировать удобрения, сортом нельзя возместить пробелы агротехники, племенным делом не заменить корма.

Согласно закону минимума, рост производства сдерживается тем фактором, который находится в минимуме. Уровень продуктивности скота определяется тем веществом, наибольшее количество которого находится в кормовом рационе; в соответствии с законом максимума превышение какого-либо одного питательного вещества сверх потребности животного не приведет к повышению его продуктивности. Комплексный характер инноваций в агропромышленном комплексе Республики Татарстан предъявляет специфические требования к

инновационному механизму (нормативно-правовой базе инновационного развития, организации и управлению, инновационному маркетингу, развитию инновационной структуры).

В сельском хозяйстве даже малейшее упущение чревато нежелательными последствиями. К.А. Тимирязев указывал: «Нигде, быть может, ни в какой другой деятельности не требуется взвешивать столько разнообразных условий успеха, нигде не требуется таких многосторонних сведений, нигде увлечение односторонней точкой зрения не может привести к такой неудаче, как в земледелии»[3].

Сложность аграрного производства и его особенности определяют своеобразие подходов и методов управления инновационным процессом, сочетание различных типов инноваций, усиления роли государства в стимулировании инноваций.

Республика Татарстан уделяет большое внимание развитию сельского хозяйства, технической и технологической модернизации, инновационному развитию с выделением суммы более 12 миллиардов рублей, из бюджета Республики Татарстан. В соответствии с законом Республики Татарстан о бюджете Республики Татарстан ежегодным уточнением на очередной финансовый год.[1].

Целевые подпрограммы представляют комплекс взаимосвязанных мер, направленных на решение текущих и перспективных целей и задач, обеспечивающих социально-экономическое развитие агропромышленного комплекса на основе модернизации и перехода к инновационной модели функционирования.

В растениеводстве основными направлениями развития -это поддержание почвенного плодородия (сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия земель сельскохозяйственного назначения), агрохимические и мелиоративные мероприятия, применение минеральных удобрений и средств защиты растений, биологизация земледелия, освоение новых технологий выращивания сельскохозяйственных культур, расширение посевных площадей под высокоурожайными сортами и гибридами.

В животноводстве наращивание объемов производства мяса, молока, яиц должно обеспечено за счет улучшения генетического потенциала животных, государственной поддержки племенных организаций, создания благоприятных условий инвестиционной политики в указанной сфере деятельности.

Перспективным направлением развития агропромышленного комплекса Республики Татарстан является разработка и внедрение энергосберегающих технологий, основанных на принципах бережливости

Сложность аграрного производства и его особенности определяют своеобразие подходов и методов управления инновационным процессом, сочетание различных типов инноваций, усиления роли государства в стимулировании инноваций.

Литература

1. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Республике Татарстан на 2013-2020 годы» (утв. постановлением КМ РТ от 8 апреля 2013 г. N 235).

2. Минниханов Р.Н., Алексеев В.В., Файзрахманов Д.И. Сагдиев М.А. Инновационный менеджмент в АПК. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 432 с.

3. Морозов Ю.П., Гаврилов А.И., Городнов А.Г. Инновационный менеджмент: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 471 с.

УДК 637.02

ЗАПРЕДЕЛЬНЫЙ ВОЛНОВОД В СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТАНОВКАХ

Науменко О.В. – кандидат технических наук, доцент

Новикова Г.В. – доктор технических наук, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Для уменьшения излучения СВЧ энергии в окружающее пространство до ниже допустимого уровня (10 мкВт/см²) загрузку сырья в резонаторную камеру и выгрузку обработанной продукции осуществляют с помощью запердельных волноводов, различных конструкций. СВЧ энергия от магнетрона проходит в резонаторную камеру и пронизывает диэлектрические контейнеры с обрабатываемым сырьем, которые непрерывно транспортируются через запердельные волноводы. Известно, что волновод это устройство, вдоль которого могут распространяться направленные волны. Особенность волновода это существование в них дискретного набора нормальных волн, распространяющихся со своими фазовыми и групповыми скоростями. Каждая волна характеризуется предельной частотой, называемой критической. Волна может распространяться и переносить вдоль волновода поток энергии только при частотах, превышающих критическую частоту.

При расчете поля в волноводе принимают, что стенки его имеют проводимость стремящаяся к бесконечности. В действительности проводимость имеет конечное значение, поэтому в стенках волновода есть потери энергии. За счет того, что при конечной проводимости на стенках волновода напряженность электрического поля мала, но все же не равно нулю, картина поля в волноводе несколько отлична от картины поля при проводимости стремящаяся к бесконечности. Практически оказывается, что энергия может передаваться по волноводу и при частоте меньше критической. Такой волновод называют *запердельным*. Его используют как ослабитель поля. При этом структура поля в

волноводе изменяется так, что оно становится не волновым, а по типу электростатического поля для E -волны и магнитного поля постоянного тока для H -волны. Критическая частота зависит от размеров и формы запердельного волновода. Чем меньше сечение волновода, тем выше критическая частота. Для того чтобы размеры запердельного волновода получились практически приемлемыми, необходимо согласовать частоту сигнала, передаваемого по волноводу и размеры обрабатываемого сырья. Исследованию электромагнитных процессов в волноводах, в том числе запердельных посвящены работы ученых, таких как: Б.А. Введенского, А.Б. Аренберга, С.М. Рытова, Г.И. Атабекова и др.

При переработке сельскохозяйственной продукции актуальным являются использование СВЧ установок, обеспечивающих непрерывный технологический процесс [2]. В этом случае небольшая часть мощности может просачиваться в окружающее пространство, т.е. может представлять опасность для обслуживающего персонала.

Известно, что предотвращение излучения через отверстия для транспортирования сырья осуществляется применением металлических трубок достаточно малого внутреннего диаметра и необходимой длины. Такие трубки являются запердельными волноводами и практически не пропускают СВЧ энергию, если внутренний радиус трубки R в 10...15 раз меньше рабочей длины волны. В этом случае погонное затухание (в децибелах на сантиметр) на низшем типе волны H_{11} может быть приблизительно определено по формуле $L = 16 / R$, а общее затухание при длине трубки l становится равным $16 \cdot l / R$ дБ [1]. При длине волны 12,24 см, радиус трубки должен составлять всего 0,8...1,2 см, что неприемлемо при транспортировании продуктов в контейнерах. В связи с этим, нами предлагается диафрагмированный запердельный волновод.

Конфигурация диафрагмированного запердельного волновода, отличается от гребешковой замедляющей системы тем, что при равном шаге изменяется радиус расположения диафрагм (рис. 1). При этом проанализирована картина распределения электрического поля и определен коэффициент замедления в зависимости от диаметра диафрагм. Размер прорези в резонаторной камере согласован с длиной волны и высотой контейнеров, выбранных в соответствии с глубиной проникновения энергии электромагнитных излучений в сырье. Необходимость диафрагмирования запердельного волновода для замедления волны обоснована тем, что при его отсутствии происходит перегрев или выход из строя магнетрона второго генератора, предназначенного для увеличения производительности установки. Сочетая методики расчета гребешковой и спиральной замедляющих систем с учетом граничных условий, проведено обоснование цилиндрического диафрагмированного запердельного волновода. Чем больше радиус диафрагмы, тем выше замедление электромагнитной волны. При содержании запердельного диафрагмированного волновода излучение практически полностью ограничивается.

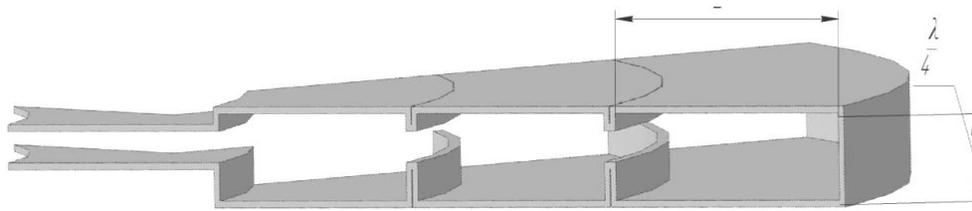


Рисунок 1– Запредельный диафрагмированный волновод

В разработанной установке для термообработки сырья в контейнерах, транспортируемых в коаксиально расположенных ячейках диска, использован запредельный волновод (аттенуаторы). Они выполнены в виде *диафрагмированного цилиндрического сегмента* (рис.1). Известны теоретические основы спиральной замедляющей системы, а также взаимодействие электромагнитной волны с потоком в диафрагмированном цилиндрическом волноводе. Для каждой геометрии запредельного волновода существует определенный диапазон частот, в котором эффективность взаимодействия оказывается максимальной. Эффективность взаимодействия характеризуется сопротивлением связи, (Ом) [1]:

$$R = \frac{E_z^2 \cdot U_\phi^2}{2 \cdot \omega^2 \cdot P}, \quad (1)$$

где E_z – амплитуда продольной составляющей напряженности электрического поля на оси диафрагмы, В/м; P – полный поток мощности замедленной волны через поперечное сечение диафрагмы, Вт; ω – угловая частота, с⁻¹; U_ϕ – фазовая скорость перемещения волны в направлении оси z , м/с.

Если считать, что вдоль диафрагмы волна распространяется со скоростью света c , то в направлении ее продольной оси скорость будет равна $u = c / m$. Замедление m электромагнитной волны в направлении продольной оси z диафрагмы приблизительно равно отношению длины окружности к ее шагу [1]:

$$m = \sqrt{2 \cdot \pi \cdot b^2 + h} = 1 / \cos \varphi, \quad (2)$$

где b – радиус диафрагмы по центру поперечного сечения, см; h – шаг между продольными осями диафрагмы; φ – угол между направлением волны вдоль продольной оси и шагом диафрагмы.

Максимальное замедление электромагнитной волны произойдет, когда длина окружности диафрагм равна $2 \cdot 3,14 \cdot b$. Чем больше радиус (b) диафрагмы, тем меньше угол φ и $\cos \varphi$, а, следовательно, выше замедление электромагнитной волны m . Особенностью спиральной замедляющей системы является слабая зависимость замедления от частоты. Сочетая методики расчета гребешковой и спиральной замедляющих систем с учетом граничных условий, обоснованы конструктивные размеры цилиндрического диафрагмированного запредельного волновода.

За счет краевого потока мощности электромагнитных излучений в запердельном волноводе сырье сохраняет температурный режим в процессе транспортирования. С учетом поточности технологического процесса термообработку сырья необходимо осуществлять в диэлектрических контейнерах определенным диаметром и высотой.

Литература

1. Пчельников, Ю.Н. Электроника сверхвысоких частот./ Ю.Н. Пчельников, В.Т. Свиридов.– М.: Радио и связь, 1981.– 96 с.
2. Белова, М.В. Установка для термообработки крови с.-х. животных / Белова М.В., Зиганшин Б.Г., Уездный Н.Т. / Вестник Казанского государственного университета, 2013. – № . 3 (29). – С. 53...56.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОКРЫТИЙ

Нугманов И.Я.– студент

Муртазин Г.Р. – кандидат технических наук, доцент

Вагизов Т.Н. – старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Для определения качество покрытия цинк-железного сплава, которой применяется для восстановления посадочных мест блок картера двигателя, необходимо рассчитать его твердость при различных режимах электролиза и концентрациях составляющих компонентов электролита. Образцы для всех исследований были такими, чтобы определить микротвердость покрытия нами было изменено количества только одного компонента, а все остальные компоненты во всех образцах были одинаковые. Твердость покрытий при электронатирания намного выше, чем твердости покрытия, которые получают другими методами. Исследования показали, что микротвердость цинк-железного покрытия находится в самой тесной связи с их структурой, которая в свою очередь зависит от состава ванн, разных режимах электролиза, механического воздействия на покрытие[1,2].

Исследования микротвердости цинк-железных покрытий, которое получается при различных значениях отношения FeSO_4 к ZnSO_4 и наоборот ZnSO_4 к FeSO_4 , при которых количество цинка в первом варианте, и количество железа во втором, взяли постоянным и равно $210 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ при прочих равных условиях, показали, что с увеличением концентрации сульфата цинка в электролите микротвердость покрытий уменьшается, что видно из таблицы 1.

Таблица 1 Изменение микротвердости покрытия в зависимости от состава электролита

№ опыта	Состав электролита и режим электролиза	Добавка ZnSO ₄ г·л ⁻¹	Содержание Fe в покрытии, %	Микротвердость, Па, 10 ⁶
1	FeSO ₄ = 210 г·л ⁻¹	30	49,60	3018,4
2	Дк = 0,43 А·см ⁻²	50	27,40	2930,2
3	Т = 55 °С	90	19,55	2479,4
4	рН = 1,5	130	17,32	2312,8
5	п = 50 мин ⁻¹	170	12,81	1979,6
6	ν = 2,4 м·с ⁻¹	210	11,67	1715
7	анод - железный	250	9,84	1528,8

По таблице 1 можно сказать что с уменьшением содержание железа в покрытии уменьшается микротвердость, но прямолинейной зависимости между концентрацией соли цинка в электролите и микротвердостью покрытия не наблюдается. На микротвердость покрытия большое влияние оказывает условия образования структуры покрытия. Так, при отношении FeSO₄ : ZnSO₄=1 микротвердость снижается от Н_м = 3018,4 · 10⁶ Па до Н_м = 1528,8 · 10⁶ Па при содержании железа в покрытии 9,84%.

В таблице 2 показаны результаты испытания влияния концентрации FeSO₄ к ZnSO₄, количество ZnSO₄ не изменяется и равно 210 г·л⁻¹, при равных прочих условиях. С повышением концентрации FeSO₄ в электролите значительно увеличивается микротвердость цинк-железного покрытия[3].

Таблица 2 Изменение микротвердosti покрытия в зависимости от состава электролита

№ опыта	Состав электролита и режим электролиза	Добавка FeSO ₄ г·л ⁻¹	Микротвердость, Па, 10 ⁶	Содержание Fe в покрытии, %
1.	ZnSO ₄ - 210 г·л ⁻¹	-	666,4	-
2.	Дк - 0,43 А·см ⁻²	30	754,6	2,65
3.	Т = 55 °С	50	901,6	5,58
4.	рН = 1,5	90	1136,8	6,27
5.	п = 50 мин ⁻¹	130	1264,2	7,44
6.	ν = 2,4 м·с ⁻¹	170	1499,4	8,74
7.	анод-железный	210	1871,8	11,90
8.		250	2058	17,32

С повышением содержания Feв покрытии, которой вызывает увеличение концентрации FeSO₄ в электролите, при равных прочих условиях процесса осаждения покрытий, микротвердость увеличивается. Однако повышение микротвердosti связано как с увеличением процента содержания железа в покрытиях, как и их микроструктурой [2].

С повышением содержания H_2SO_4 в электролите, при равных прочих условиях процесса электролиза увеличивается микротвердость покрытия. Данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 Изменение микротвердости покрытия в зависимости от содержания серной кислоты.

№ опыта	Содержание H_2SO_4 , г·л ⁻¹	Содержание Fe в покрытии, %	Микротвердость, Па, 10 ⁶
1.	0,008	2,70	558,6
2.	0,010	3,65	686
3.	0,018	4,62	715,4
4.	0,035	5,33	803,6
5.	0,061	5,80	882
6.	0,13	6,21	989,8
7.	0,52	6,73	1038,8
8.	1,38	6,88	1195,6
9.	1,96	7,17	1332,8

В этом случае микротвердость цинк-железных покрытий зависит не только от увеличения содержания серной кислоты, а также и от условий протекания процесса электролиза, формулирующего структуру катодного осадка. В таблице 4 приводятся опытные данные по влиянию катодной плотности тока на микротвердость цинк-железных покрытий, при равных прочих условиях электролиза.

Таблица 4

Изменение микротвердости покрытия в зависимости от катодной плотности тока.

№ опыта	Катодная плотность тока Дк, А·см ⁻²	Содержание Fe в покрытии, %	Микротвердость покрытия, Па, 10 ⁶
1.	0,10	1,28	735
2.	0,20	4,22	989,8
3.	0,30	5,79	1058,4
4.	0,40	6,09	1225
5.	0,60	6,21	1372
6.	0,80	6,33	1450,4
7.	1,00	6,57	1568
8.	1,20	7,32	1636,6
9.	1,40	11,78	1773,8
10.	1,60	13,45	1862
11.	2,00	17,32	1950,2

По опытным данным можно сказать, что при плотности тока в 0,10 А·см⁻² микротвердость покрытия составляет 735 · 10⁶ Па, при этом количество железа в покрытии составляет 1,28%, а при увеличении плотности тока в 1,20 А·см⁻² микротвердость покрытия достигает 1636,6 · 10⁶ Па, причем на покрытии содержится 7,32% железа.

На основании проведенных нами экспериментов по определению влияния параметров электролиза на микротвердость гальванических покрытий выявлено: свойства цинк-железного покрытия зависят от условий электролиза и от состава электролита; микротвердость цинк-железного покрытия зависит как от процентного содержания железа в покрытии, так и от условий электролиза, влияющих на структуру нанесенного слоя; повышение сульфата цинка в электролите очень сильно снижает твердость покрытия; с повышением содержания серной кислоты в электролите микротвердость покрытия увеличивается; увеличение концентрации сульфата железа в электролите повышает микротвердость покрытия.

Литература.

1. Ванькович Г. Г. Исследование точности технологических процессов нанесения износостойких гальванических покрытий / Г. Г. Ванькович // Восстановление деталей машин электрохимическим методом. - Кишинёв, 1984.- С. 96-103.

2. Вячеславов П. М. Методы испытаний электролитических покрытий / П. М. Вячеславов, Н. М. Шмелева. - Л.: Машиностроение, 1977.- 88 с.

3. Торопынин С. И. Исследование процесса восстановления поверхностей под подшипники чугуновых корпусных деталей машин железо-цинковыми сплавами в проточном электролите: дис.... канд. техн. наук / С. И. Торопынин. - Красноярск, 1969.- 148 с.

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПАРКА АПК РТ.

Нурмиев А. А. – старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

В связи вступлением российской Федерации в Всемирную торговую организацию (ВТО), товаропроизводителям различных отраслей хозяйства страны приходится приспосабливаться к современным подходам организации производства продукции. Причем все это делается очень интенсивно и в целом по сравнению с зарубежными партнерами условия для введения своего бизнеса зачастую у нас не совсем выдерживают конкуренции.

Роль транспорта в каждой из отрасли, конечно же, является основополагающей. Несмотря на то что, по сути, транспорт не производит какой-то конечный продукт, он участвует при производстве чего-либо.

В сельском хозяйстве роль транспорта тоже неопределимо высока. В нем используются автомобильный, тракторный и гужевые виды транспорта. Но все же как и в остальных отраслях основным видом

транспорта в аграрном производстве является автомобильный транспорт. На его долю приходится до 75 % от всего объема перевозок и до 90 % грузооборота. Поэтому грамотная организация работы автотранспортного парка с оптимизацией его структуры до оптимального варианта является актуальной задачей нашего времени.

При решении данной задачи следует обратить внимание на следующие особенности оптимизации:

1. В сельском хозяйстве некоторые виды грузоперевозок осуществляется тракторным транспортом. Это обуславливается со спецификой грузов (транспортировка навоза на поле, транспортировка зеленой массы и т.д.), с дорожными и климатическими условиями эксплуатации (бездорожье, распутица и т.д.) и экономической целесообразностью использования тракторного транспорта.

2. Соблюдение агротехнических сроков при производстве. В сельском хозяйстве соблюдение этих требований является залогом сохранения продукции, так как при не выполнении потери могут быть весьма ощутимы. Поэтому при оптимизации нужно учитывать это.

В зависимости от исходных условий возможно 3 варианта оптимизации структуры автотранспортного парка:

1. Нулевой вариант. Этот вариант применим при создании нового предприятия. После проведения маркетинговых исследований определяется примерная годовая нагрузка (программа) автопарка и по нему с учетом других требований подбирается количественный и марочный состав автомобилей.

2. Вариант оптимального доукомплектования. В этом варианте у предприятия имеются некоторое количество транспортных средств, но они не могут удовлетворить транспортные потребности хозяйства. Поэтому в данном случае задача сводится к оптимальному доукомплектованию автотранспортного парка.

3. Вариант оптимального использования. Этот вариант подходит для крупных хозяйств и агрохолдингов, у которых в наличии имеются широкий спектр по количеству и марочному составу автотранспортного парка. Задача в данном варианте сводится к определению оптимально подходящих транспортных средств, для конкретной работы.

В большинстве случаев критериями оптимальности служат экономические показатели такие как себестоимость транспортных работ, приведенные затраты, но иногда когда за ограниченное время приходится выполнять весь объем работ в качестве критерия может использоваться критерии агротехнический срок, производительность и т.д.

Если связать оптимизационные процессы с эксплуатацией автомобиля, то здесь возможны следующие варианты:

1. Снижение времени транспортного цикла $T_{ц}$.
2. Улучшение квалификации водителей.

3. Улучшение эргономики кабины и органов управления, повышение комфортности.

4. Улучшение технико-экономических показателей автотранспорта.

5. Улучшения качества дорог.

6. Улучшение или автоматизация погрузочно-разгрузочных работ

Оптимально подобранный или укомплектованный автотранспортный парк позволит снизить затраты при экономии времени, трудовых и материальных ресурсов.

В целом в современных условиях экономики и в сельском хозяйстве нужно применять прогрессивные схемы управления и ведения бизнеса. Только в этом случае продовольственной безопасности страны ничего не будет угрожать.

УДК 631.33:633.49

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОТРАВЛИВАНИИ СЕМЕННОГО
КАРТОФЕЛЯ**

Нуртдинов Т.И. - аспирант

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа

Современные установки для протравливания семенного материала картофеля одновременно с посадкой имеют ряд отрицательных сторон, в числе которых на первое место выходит высокий расход препарата. Важнейшей задачей картофелеводства является разработка рациональной технологии нанесения защитных препаратов на поверхность клубней с целью повышения урожайности культуры и снижения себестоимости затрат [1,2].

В целях решения поставленных целей решаются такие задачи:

- определить рациональную технологию применения биопрепаратов при протравливании семенного материала;

- изучить возможность использования циркуляционного воздушного потока для покрытия клубней аэрозолями с вторичным использованием рабочей жидкости;

- разработать конструкцию модульной приставки, обосновать параметры и провести анализ с проверкой в лабораторных и полевых условиях.

Изучить возможность использования воздушного потока в протравливателях позволяет программный комплекс Flow Vision. Данный комплекс основывается на вычислительной гидродинамике. Вычислительная гидродинамика (ВГД) – это раздел науки, решающий проблему моделирования тепломассопереноса в различных технических и природных объектах. Основной задачей ВГД является

численное решение нестационарных уравнений Навье-Стокса, описывающих динамику жидкости.

Дополнительно учитываются различные физико-химические эффекты: горение, турбулентность или потоки сквозь пористую среду. Эти уравнения составляют математическую модель тепломассопереноса [3].

Программный комплекс FlowVision предназначен для численного моделирования трёхмерных ламинарных и турбулентных, стационарных и нестационарных течений жидкости и газа. В основе программного комплекса - метод конечных объёмов, высокоточные разностные схемы, эффективные численные методы и надёжные математические модели физических процессов.

В целях решения поставленных задач нами предлагается устройство позволяющее получить ряд преимуществ, таких как: дополнительное дробление капель до размеров мелкодисперсного аэрозоля; создание равномерно распределенного аэрозольного облака в камере протравливания; рециркуляцию и вторичное использование не осевшего на клубни препарата. Данный эффект достигается тем, что распыливающее устройство, состоящее из вентилятора, всасывающего воздуховода с каплеуловителем, нагнетательного воздуховода с установленными в нем под углом к воздушному потоку пластинами-капледробителями с рифленой поверхностью, создает рециркуляционный воздушный поток в зоне протравливания клубней, причем подача рабочей жидкости из бака и каплеуловителя осуществляется наконечниками, установленными в нагнетательном воздуховоде [4].

Предлагаемое устройство работает следующим образом. При включении вентилятора 9 открывается электромагнитный клапан 4. Из бака 1 через электромагнитный клапан 4, фильтр 5 и дозатор 6 рабочая жидкость подается в наконечник основной подачи рабочей жидкости 7. В нагнетательном воздуховоде воздушный поток, созданный вентилятором 9, дробит рабочую жидкость, истекающую из наконечника 7, на капли и увлекает их за собой к выходу. При встрече каплевоздушной смеси с капледробителями 14 мелкие капли огибают его пластины, а более крупные, из-за большей инерционности, соударяются с ее рифленой поверхностью пластин и вследствие удара разбиваются на вторичные более мелкие частицы. Рабочая жидкость, осевшая на рифленую поверхность капледробителей 14, срываясь с вершин рифов воздушным потоком, также подвергается вторичному распылу и подается в камеру протравливания 15. На поверхность клубней картофеля, в свободном падении пролетающих через камеру протравливания 15, с двух сторон, выдуваемым и всасываемым воздушными потоками, наносятся рабочая жидкость в виде аэрозоли. Аэрозоль, не осевшая на клубни, уносится воздушным потоком из зоны обработки во всасывающий воздуховод 10, а затем направляются в

каплеуловитель 11. При этом скорость воздушного потока резко снижается и капли рабочей жидкости оседают. Стекая вниз, неиспользованная рабочая жидкость повторно подается через калиброванное отверстие 12 к наконечнику подачи вторичной жидкости 13 расположенному в нагнетательном воздуховоде 8, где под действием воздушного потока вновь дробится на мелкие капли. При этом давление рабочей жидкости перед наконечником основной подачи рабочей жидкости 7 остается постоянным и соответствует разности положения по вертикали нижнего конца трубки выравнивания напора 2 и наконечника 7 (рисунок 1).

Применение разнонаправленных воздушных потоков и эффекта вторичного дробления капель обеспечит высокую равномерность и полноту покрытия клубней картофеля, рециркуляция аэрозоли - вторичное использование рабочей жидкости снизит расход препарата и предотвратит загрязнение окружающей среды.

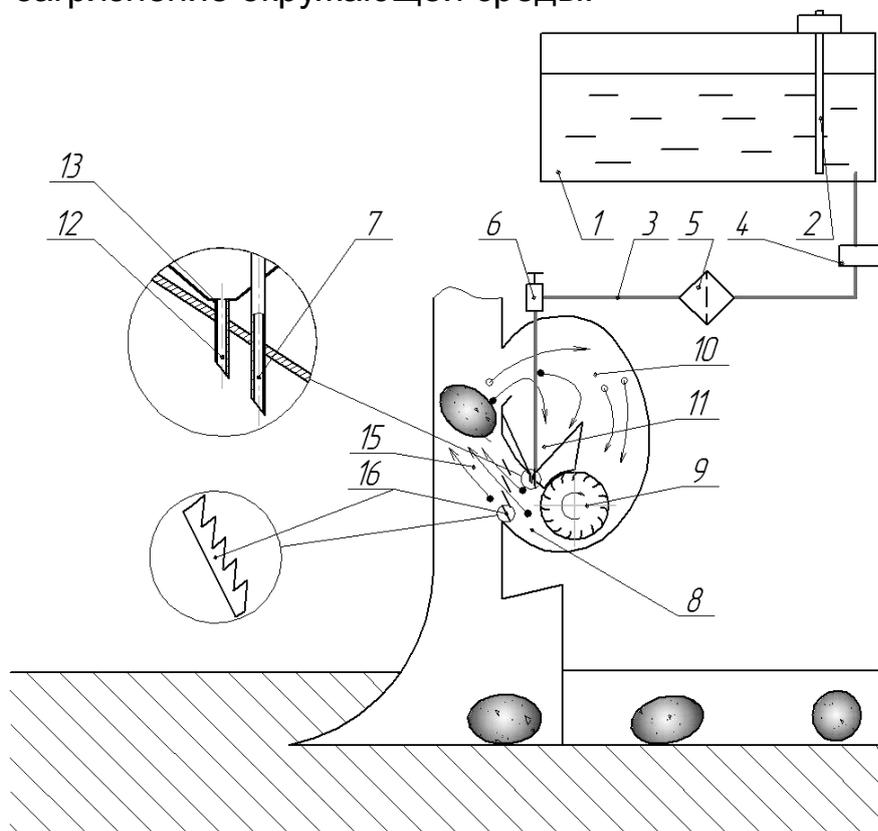


Рисунок 1 Схема протравливающего модуля установленного на клубнепровод картофелепосадочной машины

1-емкость, 2-трубка выравнивания напора, 3-трубопровод, 4-запорный электромагнитный клапан. 5-фильтр, 6-дозатор, 7-наконечник основной подачи жидкости, 8-нагнетательный воздуховод, 9-вентилятор, 10-всасывающий воздуховод, 11-каплеуловитель, 12-калиброванное отверстие, 13-наконечник подачи вторичной жидкости, 15-камера протравливания, 16-капледробители.

В целях обоснования оптимальных параметров конструкции была изготовлена экспериментальная установка, позволяющая визуализировать движение рабочей жидкости и воздушных потоков внутри модуля-приставки. Полученные данные не позволили точно оценить характер взаимодействия рабочей жидкости и воздушных потоков. С этой целью проведено компьютерное моделирование движения воздушных потоков с помощью программного комплекса FlowVision. Геометрия расчетной области, на основе которой создается проект спроектирована в программе КОМПАС-3D [3].

Целью моделирования движения газа в расчетной области является получение распределений скорости, давления и других физических параметров газа. Чтобы рассчитать эти параметры, необходимо задать физические законы их изменения, совокупность которых для данной задачи называется математической моделью (рисунок 2).

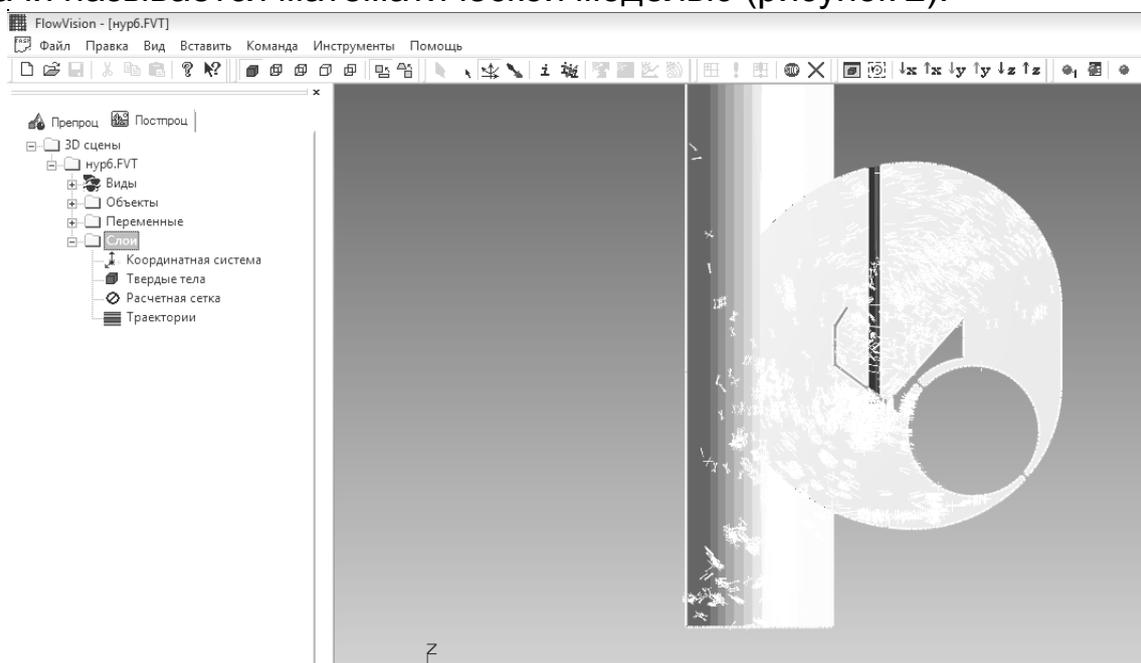


Рисунок 2 Траектории движения частиц полученные в комплексе программ FlowVision

Моделирование движения воздушных потоков в комплексе программ FlowVision показывает, что часть воздушного потока, а также более тяжелые частицы (капли аэрозоля, не осевшие на поверхности клубней) оседают в каплеуловителе, что позволяет вторично использовать рабочую жидкость.

Литература

1. Нуртдинов Т.И., Хасанов Э.Р. Обоснование конструкций картофелесажалок с одновременным протравливанием клубней / Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК: материалы международной научно-практической конференции в рамках XXIII Международной специализированной выставки «АгроКомплекс–2013». Часть I. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2013., с.367-369

2. Хасанов Э.Р. Предпосевная обработка семенного материала защитно-стимулирующими препаратами. Монография. Уфа: Лань, Башкирский ГАУ, 2013., с.171.

3. FlowVision/ Учебное пособие. М. ООО ТЕСИС, 2012., с.323.

4. Заявка на изобретение №2013112561 от 20.03.2013

УДК 631.316.8 (088.8)

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛАПЫ КУЛЬТИВАТОРА НА ПОЧВУ

*Пикмуллин Г.В. - кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет*

При выборе формы рабочей поверхности лапы большой интерес представляют вогнутые и выпуклые кривые, например такие как участки логарифмической спирали, спирали Архимеда, эвольвента круга, цепная линия и др.

Здесь следует указать, что у логарифмической спирали существует замечательное свойство: касательная к любой точке кривой образует постоянный угол с полярным радиусом. Это одно из важных преимуществ при выполнении профиля рабочей поверхности лапы по участкам логарифмической спирали, например, с любой другой кривой с точки зрения выполнения поставленной задачи [2]. Рассмотрим вогнутый участок логарифмической спирали (рисунок 1).

Условно данный участок логарифмической спирали, принадлежащей к рабочей поверхности рабочего органа, разделим на три зоны: I – зона входа; II - промежуточная зона; III – зона, соответствующая равенству угла τ между направлением скорости и нормалью к точке рабочей поверхности и угла трения φ , и рассмотрим почвенные частицы, с которыми соприкасаются точки, принадлежащие рабочей поверхности [3].

Как видно из рисунка 1 в точках K_1 и C_1 , принадлежащих, соответственно, к зоне и к промежуточной зоне, вышеуказанное условие технологического процесса подрезания пласта за счет деформации отрыва соблюдается, т.е. равнодействующая элементарных сил R_1 в момент первичной деформации незначительно отклонена от вертикали и направлена почти поперек пласта, а угол τ превосходит угол трения φ ($\tau > \varphi$).

Однако в точке С угол τ между направлением его скорости и нормалью к точке рабочей поверхности равен углу трения φ . В этом случае силы полностью взаимоуравновешиваются и почвенные частицы, встречаемые рабочей поверхностью перемещаются по направлению движения самой рабочей поверхности [5].

Кроме того, дальнейшее продолжение участка этой спирали дает отрицательные результаты, т.е. увеличение высоты груди лапы противоречит вышеуказанному условию.

Отсюда можно заключить, что вогнутый участок логарифмической спирали приемлема только для рыхлителей с небольшой высотой их лапы для правильного осуществления технологического процесса подрезания пласта за счет деформации отрыва.

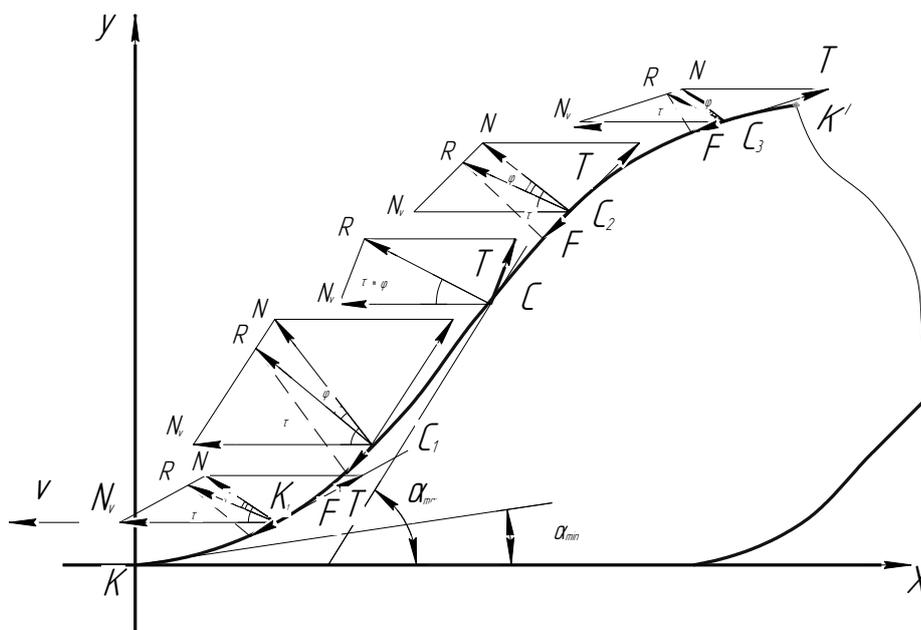


Рисунок 1 - Схема сил, действующих на рабочую поверхность лапы

Теперь рассмотрим выпуклый участок логарифмической спирали (рисунок 1) и почвенные частицы, с которыми соприкасаются точки, принадлежащие рабочей поверхности лапы.

Однако технологический процесс плоскорежущих рабочих органов включает не только подрезание пласта за счет деформации отрыва, но и интенсивное крошение (расслоение) пласта почвы. Поэтому для того, чтобы соблюдалось дополнительно условие крошения пласта почвы и дальше выбран зеркально равный участку первому от точки сопряжения С до пятки K' , обращенной выпуклостью к направлению движения. В данном случае точка сопряжения С относится к переходной зоне (или к зоне сопряжения).

От точки С рабочей поверхности до точки K' угол τ и касательная сила Т увеличиваются и далее в точке K' достигает наибольшего значения.

Как видно из рисунка 1 в точках C_2 и C_3 , принадлежащих собственно к зонам I и II, условие подрезания пласта со скольжением соблюдается.

В точке K' , принадлежащей началу III зоны, угол τ и касательная Т достигают наибольшего значения, а при дальнейшем продолжении участка этой логарифмической спирали – достигают критического

значения, т.е. наступит зона, соответствующая равенству углов τ и φ и по этой причине будут отрицательные результаты.

Отсюда можно заключить, что выпуклый участок логарифмической спирали приемлема только для осуществления процесса крошения пласта почвы.

Исходя из вышеизложенного, для достижения указанной цели проектирована форма плоскорежущего рабочего органа, где рабочая поверхность лапы выполнена из двух сопряженных участков логарифмических спиралей.

Как видно из рисунка 1, для точек ($K_1, C_1, C_2, C_3,$) рабочей поверхности вышеуказанное условие ($\tau > \varphi$) соблюдается. т.е. это как раз тот случай, когда угол τ между направлением его скорости и нормалью к точке рабочей поверхности больше угла трения рабочей поверхности по почве.

Рассмотрим почвенные частицы, с которыми соприкасаются точки, принадлежащие рабочей поверхности лапы.

В точке K_1 угол τ и касательная сила T больше по сравнению с другими точками рабочей поверхности. Это показывает, что на этой точке рабочей поверхности большее скольжение, т.е. имеет место резание со скольжением.

В точке C_1 угол между нормалью к рабочей поверхности и ее скоростью, а также касательная сила T уменьшаются, но угол τ превосходит угол трения φ , следовательно условие резания со скольжением и в этой точке соблюдается.

Однако и в этом случае невозможно исключить точку сопряжения C участков логарифмических спиралей. В точке C $\tau = \varphi$. Резание происходит без скольжения.

Как отмечено выше, дальнейшее продолжение участка этой спирали дает отрицательные результаты, т.е. увеличение высоты лапы противоречит вышеуказанному условию.

Такое выполнение рабочей поверхности лапы орудия для безотвальной обработки почвы в значительной степени уменьшает указанные недостатки существующих органов, позволяет повысить качество обработки почвы и снизить энергоёмкость процесса рыхления.

Литература

1. Горячкин, В.П. Собрание сочинений, т.т. 2,3,4,6,7 / В.П. Горячкин// -М.: Сельхозгиз, Колос, 1937,1949,1965.

2. Кушнарев, А.С. Проектирование рыхлительных рабочих органов культиваторов /А.С. Кушнарев, А.В. Бауков, В.М. Найдыш // - Киев: 1979.

3. Пикмуллин Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: Автореф. дис. к.т.н.: 05.20.01. Г.В. Пикмуллин. - Чебоксары, 2011.

**УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ КУСКОВОГО МЯСНОГО
СЫРЬЯ**

Поручиков Д. В. – аспирант

Белова М.В. – кандидат технических наук, доцент

Михайлова О.В. – доктор технических наук, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Известно, что при производстве копченых изделий (окороков, шейки, грудинки и других копченостей из говядины, свинины и баранины) проводят посол кускового мясного сырья в мясомассажерах разных конструкций и производительности. При посоле в изделия накапливаются посолочные вещества (хлорид натрия, нитрит натрия, сахара и др.) от количества которых зависят его вкус, аромат, цвет, консистенция, а также устойчивость к действию микроорганизмов. Способ механической обработки мяса, при которой используют энергию падения кусков мяса с некоторой высоты, энергию ударов их друг о друга, выступы и стенки вращающегося барабана называют тумблированием [1]. Анализ существующих технических средств, предназначенных для массирования мясного сырья, показывает, что этот процесс достаточно долгий и энергозатратный. Для ускорения проникновения посолочных компонентов в сырье необходимо предусмотреть дополнительное воздействие электрофизических параметров.

Поэтому целью настоящей работы является разработка и обоснование параметров установки для массирования и термообработки кускового мясного сырья обеспечивающей ускорение процесса посола и варку при производстве копченых изделий.

Операционно-технологическая схема процесса массирования и термообработки кускового мясного сырья включает следующие операции: подготовку кускового сырья; загрузку сырья через люк в резонаторную камеру; залив посолочного рассола в рабочую камеру (внутри экранирующего корпуса); закрытие люка; включение электропривода барабана (резонаторной камеры, выполненной из полых труб); включение СВЧ генератора и источника ИК излучений; посол и термообработка кускового мясного сырья в течение определенного промежутка времени; выключение источников энергоподводов и электропривода барабана; выгрузка готового копченого изделия. На рис. 1 приведено пространственное изображение разработанной установки для посола и термообработки кускового мясного сырья. Установка содержит в цилиндрическом экранирующем корпусе 1 резонаторную камеру 3, выполненную в виде беличьей клетки из полых труб. Причем трубы, из неферромагнитного материала, соприкасаясь друг с другом, образуют барабан, имеющий одно основание сплошное 15 (полый диск), а другое – открытое. Барабан

вращается от мотора-редуктора и расположен горизонтально. Со стороны открытого торца барабана направлен излучатель от генераторного блока 5 с магнетроном. Полый вал 7 проложен через центральную ось трубчатой резонаторной камеры 3. При этом вал жестко соединен с торцевым полым диском 15 и кольцевой трубой 6 резонаторной камеры 3. Вал 7 установлен в подшипниковый узел 8. Резонаторная камера 3, собранная из труб в виде барабана, вращается от мотор-редуктора. На дне цилиндрического экранирующего корпуса 1 имеется сливной патрубок 14. С внутренней стороны резонаторная камера содержит лопасти 4. Один торец резонаторной камеры полностью соединен с полым диском 15, а другой торец закольцован трубой 6. Под цилиндрическим экранирующим корпусом 1 установлены ИК лампы 2. Посолочный рассол, заливающий часть мясного сырья, из рабочей камеры просачивается через щели 13 между трубами резонаторной камеры 3 на дно экранирующего корпуса 1.

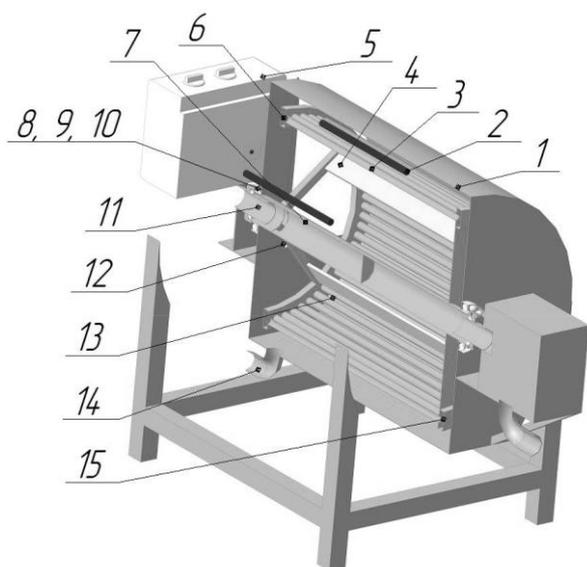


Рисунок 2 – СВЧ установка для массирования и термообработки кускового мясного сырья: 1 – цилиндрический экранирующий корпус; 2 – ИК лампы; 3 – трубчатая резонаторная камера; 4 – лопасти; 5 – генераторный блок с магнетроном и излучателем; 6 – кольцевая труба; 7 – полый вал; 8 – подшипниковый узел; 9 – диэлектрическая прокладка; 10 – стопорная гайка; 11 – муфта; 12 – люк; 13 – щель между трубами; 14 – сливной патрубок, 15 – полый диск

Установка работает следующим образом. Мясное сырье и посолочный рассол загружается через загрузочный люк 12. Подают теплоноситель в трубы резонаторной камеры 3 через муфту 11. Теплоноситель (горячая вода) из трубопровода, через муфту 11 поступает в правую камеру, так как в полом валу 7 имеется заглушка. Затем, обойдя трубчатую резонаторную камеру 3, поступает в левую камеру и через трубу возвращается в трубопровод сети. Стопорная гайка 10 и прокладка 9 до подшипникового узла 8, ограничивают вытекание теплоносителя.

Одновременно включают мотор-редуктор, который вращает вал 7 с резонаторной камерой 3 со скоростью, меньше критической. Начинается процесс массирования кускового мясного сырья. При этом за счет лопастей 4 куски мяса поднимаются до определенной высоты и падают, т.е. идет фильтрационно-диффузионный процесс. Посолочный рассол впитывается в ткани мясного сырья. Одновременно включают СВЧ

генераторный блок 5 на малую мощность. За счет тепла от труб и воздействия электромагнитного поля СВЧ эффект массопереноса при массировании мясного сырья дополнительно усиливается. Посолочные вещества в основном перераспределяются за счет воздействия ЭМП СВЧ. После окончания массирования мясного сырья, остатки рассола сливают через сливной патрубок 14. Далее на полную мощность включают СВЧ генератор 5 и ИК лампы 2, и при этом горячая вода циркулирует по трубам резонаторной камеры 3. В таком режиме производят варку и копчение изделия. Далее выключают СВЧ генератор 5, меняют теплоноситель в трубах на хладоноситель (водопроводная вода или охлаждающий рассол), после чего происходит охлаждение готовой продукции. Вращение резонаторной камеры останавливают, выключая мотор-редуктор. Открывают люк 12 и выгружают готовое копченое изделие. Методика расчета барабана с ребренной внутренней поверхностью сводится к определению критической частоты вращения, согласованию геометрических размеров барабана с производительностью и мощностью [1]. Критическая частота вращения возникает в случае, когда частицы, прижимаемые к обечайке барабана центробежными силами, не открываются от нее и начинают совершать полный оборот. Зная диаметр барабана можно определить критическую угловую скорость. Мощность электродвигателя привода барабана определяем как сумму мощности необходимой для подъема массы на высоту и мощности, необходимой на преодоление трения в подшипниках опор.

При одновременном механическом массировании и экзо-эндогенном нагреве кускового мясного сырья происходит равномерное распределение рассола в нем в щадящем режиме на низких оборотах рабочей камеры. При этом функцию барабана выполняет резонаторная камера СВЧ генератора. Это позволяет сохранить волокнистую структуру, равномерный стабильный цвет, сочность, типичный вкус копченого кускового продукта. За счет ускоренного преобразования нитрата (созревание) происходит интенсивное покраснение (мясо приобретает более стойкий цвет и сохраняет натуральный аромат). Обработке можно подвергать все виды мяса: птицы, КРС и баранины. Наиболее существенными факторами, влияющими на эффективность процесса посола, массирования и термообработки кускового мясного сырья [2, 3], являются продолжительность термической и механической обработки, количество добавляемого рассола и степень заполнения рабочей камеры.

Литература

1. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 1. Оборудование для убоя и первичной обработки. – М.: Колос, 2001. – 552 с.
2. Новикова, Г.В. Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / Г.В. Новикова, Д.В.

Поручиков, М.В. Белова, Г.А. Александрова. – Чебоксары: ЧГПУ, 2013. – № 2 (78). – С. 12...15.

3. Белова, М.В. Повышение эффективности функционирования многомодульных агрегатов для агроинженерных технологий / М.В. Белова, Б.Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – Казань, 2013. – №3 (29). – С. 46...49.

УДК 517.968:519.6

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ЯДРОМ КОШИ НА ВЕЩЕСТВЕННОЙ ОСИ

*Рахимов И.К. – кандидат физико-математических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*

Исследуются точные и приближенные методы решения нелинейного сингулярного интегрального уравнения вида

$$K\varphi(t) \equiv \lambda F(t, \varphi(t)) + \mu \Phi\left(t, \varphi(t), \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{h(\tau, \varphi(\tau))}{\tau - t} d\tau\right) = y(t), \quad -\infty < t < \infty, \quad (1)$$

где $F(t, u)$, $h(t, u)$ и $\Phi(t, u, v)$ - известные вещественные непрерывные функции своих аргументов, функции $y(t)$ и $\varphi(t) \in L_2 = L_2(-\infty, \infty)$ - соответственно данная и искомая квадратично-суммируемые на $-\infty, \infty$ функции, здесь λ и μ - произвольные вещественные параметры, а сингулярный интеграл понимается в смысле главного значения по Коши-Лебегу.

На основании работ [1-5], получены следующие результаты:

1. Устанавливаются достаточные условия сильной монотонности оператора K в L_2 . На основе этих условий доказываются теоремы существования и единственности решения уравнения (1).

2. Предлагается итерационный метод нахождения решения уравнения (1) и доказывается его сходимоть.

3. Доказывается сходимоть и устанавливаются эффективные оценки погрешности абстрактного метода Галеркина решения уравнения (1) на основе произвольной полной системы функций в L_2 , а также рассматриваются его конкретные реализации.

4. Предлагаются вычислительные схемы квадратурного методов и дается их обоснование на основе теории монотонных операторов, при этом получены эффективные оценки погрешности, учитывающие структурные свойства исходных данных.

Литература

1. Рахимов И.К. Прямые методы решения нелинейных сингулярных интегральных уравнений с монотонными операторами: Дисс. ... канд. физ. - мат. наук. - Казань, 1997. - 150 с.
2. Габдулхаев Б.Г. Оптимальные аппроксимации решений линейных задач. – Казань : Изд-во КГУ, 1980. – 232 с.
3. Касьянов В.И. Прямые методы решения интегральных уравнений и приложения: Дисс. ... д-ра физ. - мат. наук. - Новосибирск, 2002. - 172 с.
4. Габдулхаев Б.Г., Тихонов И.Н. Методы решения сингулярного интегрального уравнения с ядром Коши на вещественной оси//Дифференциальные уравнения, 2008.- Т.44, № 7. – С.952-962.
5. Габдулхаев Б.Г., Рахимов И.К. Методы решения нелинейных сингулярных интегральных уравнений с монотонными операторами//Известия вузов. Математика, 2001. -№7.-С.15-27.

УДК 517.968:519.6

ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОДНОГО СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ЯДРАМИ КОШИ НА ОТРЕЗКЕ

*Рахимов И.К. – кандидат физико-математических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*

Исследуются точные и приближенные методы решения нелинейного сингулярного интегрального уравнения вида

$$K\varphi(t) \equiv \lambda F(t, \varphi(t)) + \mu \Phi\left(t, \varphi(t), \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{h(\tau, \varphi(\tau))}{\tau - t} d\tau\right) = y(t), \quad |t| < 1, \quad 1$$

где $F(t, u)$, $h(t, u)$ и $\Phi(t, u, v)$ - известные вещественные непрерывные функции своих аргументов, функции $y(t)$ и $\varphi(t) \in L_2 = L_2[-1, 1]$ - соответственно данная и искомая квадратично-суммируемые на $[-1, 1]$ функции, здесь λ и μ - произвольные вещественные параметры, а сингулярный интеграл понимается в смысле главного значения по Коши-Лебегу.

На основании работ [1-9], получены следующие результаты:

1. Устанавливаются достаточные условия сильной монотонности оператора K в L_2 . На основе этих условий доказываются теоремы существования и единственности решения уравнения (1).

2. Предлагается итерационный метод нахождения решения уравнения (1) и доказывается его сходимость.

3. Доказывается сходимость и устанавливаются эффективные оценки погрешности абстрактного метода Галеркина решения уравнения (1) на основе произвольной полной системы функций в L_2 , а также рассматриваются его конкретные реализации.

4. Предлагаются вычислительные схемы квадратурного методов и дается их обоснование на основе теории монотонных операторов, при этом получены эффективные оценки погрешности, учитывающие структурные свойства исходных данных.

Литература

1. Рахимов И.К. Прямые методы решения нелинейных сингулярных интегральных уравнений с монотонными операторами: Дисс. ... канд. физ. - мат. наук. - Казань, 1997. - 150 с.

2. Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. – М.: Наука, 1968. – 512 с.

3. Габдулхаев Б.Г. Прямые методы решения сингулярных интегральных уравнений первого рода. Численный анализ. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1994. – 288 с.

4. Габдулхаев Б.Г., Рахимов И.К. Методы решения одного класса интегральных уравнений// Труды Математического центра имени Н.И.Лобачевского. Том 5. Актуальные проблемы математики и механики: Материалы Международной научной конференции (Казань, 1-3 октября 2000 г.). – Казань: Изд-во «УНИПРЕСС», 2000. – С. 58--60.

5. Габдулхаев Б.Г., Ахмадиев М.Г. Сходимость и устойчивость общего проекционного метода решения сингулярных интегральных уравнений II-рода//Актуальные вопросы теории краевых задач и их приложения/Чуваш. Ун-т, Чебоксары, 1988. – С. 30-40.

6. Рахимов И.К. Приближенное решение нелинейных сингулярных интегральных уравнений методом монотонных операторов// Тез. докл. IV Всесоюзн. симпоз.: Методы дискретных особенностей в задачах математической физики. – Харьков, 1989. – Ч.2. – С. 238 – 240.

7. Конейчук Н.П. Точные константы в теории приближения. – М.: Наука, 1987. – 424 с.

8. Габдулхаев Б.Г. Оптимальные аппроксимации решений линейных задач. – Казань : Изд-во КГУ, 1980. – 232 с.

9. Гаевский Х., Греггер К., Захариас К. Нелинейные операторные уравнения и операторные дифференциальные уравнения. – М.: Мир, 1978. – 336 с.

УДК 637.1.02

УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ МОЛОКА

Родионова А.В., Белова М.В. – к.т.н., Новикова Г.В. – д.т.н.

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Изучение технологического процесса обеззараживания молока комбинированным воздействием физических факторов проводится в соответствии со структурной схемой исследования, включающей аналитический и экспериментальный этапы [1, 2, 3].

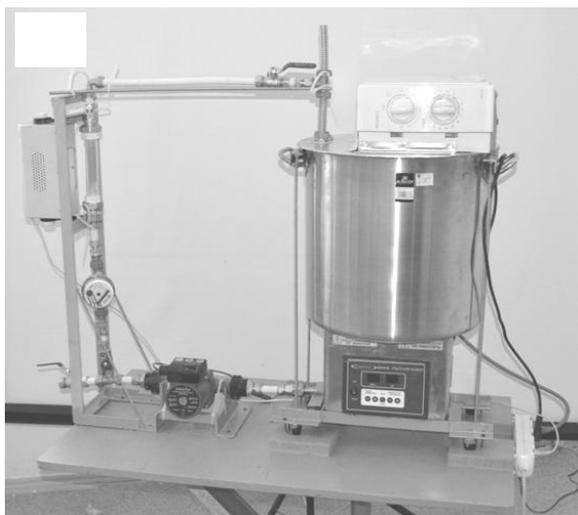
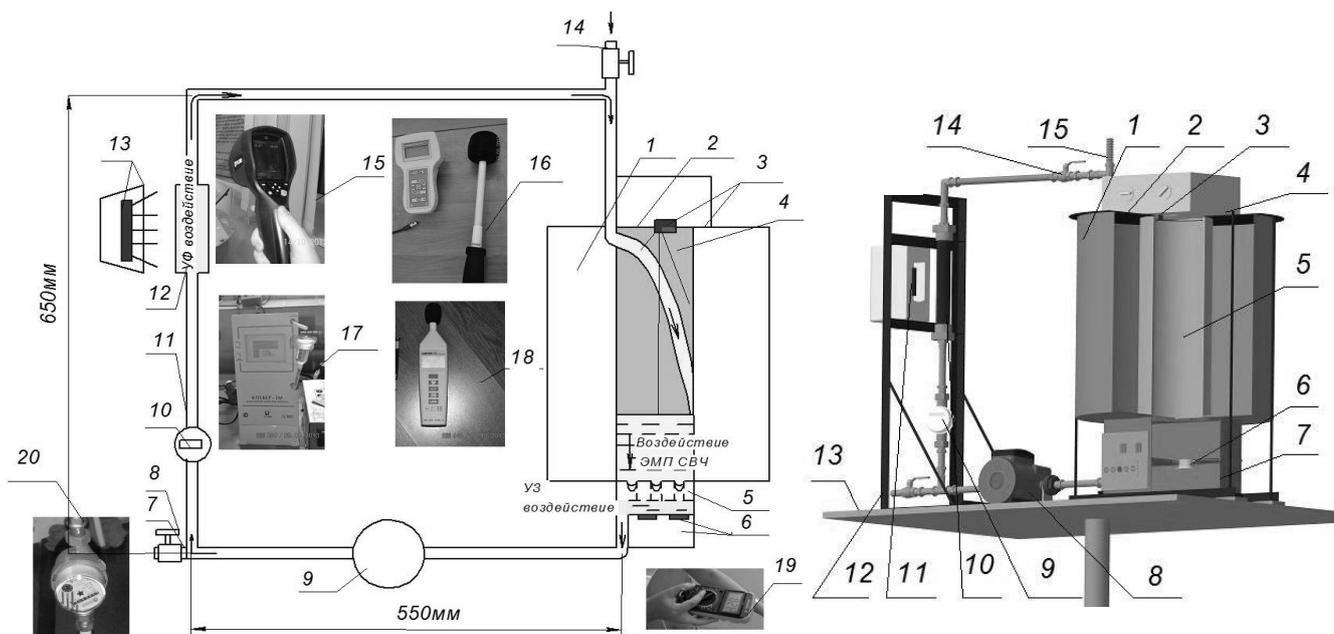


Рисунок 1 – Установка для обеззараживания молока: а) технологическая схема; б) пространственное изображение; в) лабораторный образец установки; 1 – цилиндрический экранирующий корпус, 2 – крышка, 3 – СВЧ генератор, 4 – волновод, 5 – резонаторная камера, 6 – излучатели ультразвуковых колебаний, 7 – УЗ генератор, 8 – насос, 9 – счетчик молока, 10 – трубка из увиолевого стекла, 11 – УФ облучатель, 12 –

Изготовление лабораторного образца установки для обеззараживания молока комбинированным воздействием физических факторов, осуществлена на основе разработанного алгоритма согласования конструктивно-технологических параметров с режимами ее работы. Источником СВЧ энергии служит генератор MISTERY 1720, работающий на частоте 2450 МГц, потребляемой мощностью 1200 Вт; источником бактерицидного потока ультрафиолетовых лучей – лампа высокого давления ДРТ–240; источником ультразвуковых колебаний – генератор ВУ-09-«Я-ФП», мощностью 250 ВА, с резонансной частотой 43 кГц. Установка представляет собой цилиндрический экранирующий

корпус 1 с крышкой 2, к которой жестко закреплена резонаторная камера 5. В крышке имеется отверстие для излучателя с магнетроном 4 (рис. 1).

Нижнее основание резонаторной камеры 5 перфорировано и состыковано с резервуаром УЗ генератора. В свою очередь, на нижнем основании резервуара установлены пьезоэлектрические преобразователи 6 ультразвукового генератора 7. Насос 8, счётчик молока 9 и вентили 14 соединены между собой через молокопровод 12. В молокопровод вмонтирована трубка из увиолевого стекла 10. Параллельно трубке через небольшой зазор установлен УФ облучатель 11. Патрубок подвода 15 одновременно выполняет функцию заградительного волновода, ограничивая тем самым излучение потока СВЧ энергии за пределы экранирующего корпуса 1.

Технологический процесс обеззараживания молока происходит следующим образом. Молоко подается в полость резонаторной камеры 5 через патрубок подвода 15. Далее включают насос 8, СВЧ 4 и ультразвуковой генераторы 7, ультрафиолетовый облучатель 14. В процессе истечения струи молока из патрубка 15 в полость резонаторной камеры и истечения через перфорацию дна камеры в резервуар ультразвукового генератора происходит диэлектрический нагрев молока за счет токов поляризации. В резервуаре ультразвукового генератора 7 молоко подвергается воздействию акустического поля ультразвукового генератора и краевого потока электромагнитного излучения СВЧ диапазона через перфорацию. При перекачивании молока с помощью насоса 8 через молокопровод 12, оно подвергается воздействию бактерицидного потока ультрафиолетовых лучей через увиолевое стекло 13.

Изготовлен лабораторный образец установки для обеззараживания молока производительностью 16...18 кг/ч и мощностью 1,6 кВт. Обоснование режимов работы установки для обеззараживания молока проведено с учетом результатов исследования динамики нагрева сырья и оценки органолептических, физико-химических, микробиологических показателей обработанного молока. Оптимальный режим работы установки достигается при удельной мощности СВЧ генератора 4,2 Вт/г, ультразвукового генератора – 0,625 Вт/г и общей продолжительности обработки молока – 240 с. При этом производительность установки равна 14,5 кг/ч, общее приращение температуры молока в результате воздействия ЭМП СВЧ и УЗ колебаний – 56,8°С, энергетические затраты на обеззараживание молока – 0,110 кВт·ч/кг, снижение бактериальной обсемененности молока с $5,1 \cdot 10^6$ до $0,08 \cdot 10^6$ КОЕ/см³.

Выводы. 1. Разработанный технологический процесс обеззараживания молока позволяет снизить бактериальную

обсемененность молока с $5,1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ до 100000 КОЕ/см³ при многократном комбинированном воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты, ультразвуковых колебаний и бактерицидного потока ультрафиолетовых лучей до приращения температуры нагрева 56...60°C.

2. Разработанный алгоритм и программное обеспечение для согласования конструктивно-технологических параметров установки с режимами ее работы *позволил* выявить критическую напряженность электрического поля СВЧ диапазона равную 6,47 кВ/см, при которой происходит выравнивание мощности диэлектрических потерь с мощностью теплотерь микроорганизмами, если шаговое приращение температуры 0,4°C.

3. На основе полученных математических выражений *оценена* удельная механическая мощность ультразвуковых колебаний при наложении краевого электрического поля СВЧ диапазона на молоко, излучаемого через перфорацию объемного резонатора. Она составляет 2,5...3 Вт/см².

4. Выявленные эффективные режимы работы и комплекс конструктивно-технологических параметров установки, обеспечивающие улучшение микробиологических и органолептических показателей молока, подтверждены результатами апробирования установки с потребляемой мощностью 1,6 кВт. Ожидаемый экономический эффект от применения установки в фермерских хозяйствах составляет 214 тыс. руб./год за счет повышения цены реализации молока с улучшенными микробиологическими показателями.

Литература

1. Родионова, А.В. Технология пастеризации молока комбинированным воздействием электромагнитных излучений разных длин волн / А.В. Родионова, М.В. Белова, Г.А. Александрова, О.В. Михайлова // Вестник ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева». – Чебоксары: ЧГПУ, 2013, № 2 (78). – С. 122...125.

2. Новикова, Г.В. Поточная диатермическая установка для обеззараживания молока / Г.В. Новикова, А.Н. Пономарев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 2010. – № 6. – С. 14...15.

3. Новикова, Г.В. Обеззараживание молока / Г.В. Новикова, А.Н. Пономарев // Сельский механизатор. – М., 2010. – № 5. – С. 23...25.

УДК 631.33.24

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ И ПОСЕВНЫХ МАШИН С
ПОВОДКОВОЙ ПОДВЕСКОЙ**

Розыев Х.Р., к.т.н., доцент

Туркменский сельскохозяйственный университет имени

С.А. Ниязова, г. Ашхабад, Туркмения

Муртазин Г. Р. к.т.н., доцент,

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Закономерность движения рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин зависит от конструктивных параметров, скорости поступательного движения, неровности поверхности поля, а также способа крепления рабочих органов, и других факторов [1].

В общем случае движение сошника зерновой сеялки может быть представлена следующим уравнением Лагранжа:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = - \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi} - \frac{\partial R}{\partial \varphi}, \quad (1)$$

где T – кинетическая энергия рабочего органа;

Π – потенциальная энергия;

R – диссипативная функция;

φ - обобщенная координата (угол колебания линии расположения рабочего органа).

Кинетическая, потенциальная энергии и диссипативная функции определяются по следующим выражениям:

$$T = \frac{mV^2}{2} + J_o \dot{\varphi}^2 / 2; \quad (2)$$

$$\Pi = c(\varphi - h)^2 / 2; \quad (3)$$

$$R = \alpha(\dot{\varphi} - \dot{h})^2 / 2, \quad (4)$$

где m – масса рабочего органа;

J_o – момент инерции массы рабочего органа;

c – жесткость прижимных пружин рабочего органа;

l – длина поводка рабочего органа;

h – волнистость поверхности копирования.

Подставив значения T , Π и R в уравнение (1) получаем дифференциальное уравнение колебания рабочего органа в следующем виде:

$$\ddot{\varphi} + \frac{\alpha l^2}{J_o} \dot{\varphi} + P_o^2 \varphi = \frac{clh}{J_o} + \frac{\alpha \dot{h}}{J_o}, \quad (5)$$

где $P_o^2 = cl^2 / J_o$.

Экспериментальные исследования, проведенные в полевых условиях показали, что неровности поверхности поля и колебание

рабочего органа могут быть рассмотрены как случайные стационарные процессы [3].

Тогда:

$$S_h(\omega) = aV / [(\omega^2 + bV^2)2\pi], \quad (6)$$

где $S_h(\omega)$ - спектральная плотность неровностей поверхности поля;

V – скорость поступательного движения;

ω - частотная характеристика неровностей поверхности поля;

a, b – коэффициенты, зависящие от характеристики поверхности поля.

Спектральная плотность колебания рабочего органа и спектральная плотность неровности поверхности поля находятся в следующей зависимости:

$$S_\varphi(\omega) = |W(i\omega)|^2 S_h(\omega), \quad (7)$$

где $|W(i\omega)|$ - модуль частотной характеристики;

Здесь частотная характеристика системы равна передаточной функции, однако оператор p заменяется оператором $i\omega$ [3]:

$$W_{(i\omega)} = W(p)|_{p = i\omega}. \quad (8)$$

Передаточная функция системы определяется по следующей зависимости:

$$W_{(p)} = X_{\text{вых}(p)} / X_{\text{вх}(p)}, \quad (9)$$

где $W(p)$ – передаточная функция системы;

$X_{\text{вых}(p)}$ – величина характеризующая колебание рабочего органа;

$X_{\text{вх}(p)}$ – величина, определяющая неровности поверхности поля.

Для уравнения (5) передаточная функция определяется следующим образом:

$$W(p) = \frac{cl / J_o + \alpha d / J_o}{p^2 + \alpha d^2 p / J_o + p_o^2}, \quad (10)$$

где p – оператор дифференцирования ($p = d/dt$).

Частотная характеристика системы выражается зависимостью [3]:

$$W(i\omega) = \frac{l}{J_o} \frac{(c + \alpha i\omega)}{[(i\omega)^2 + \alpha d^2 i\omega / J_o + P_o^2]}. \quad (11)$$

Модуль частотной характеристики равен:

$$\left| W(i\omega) = \frac{(cl / J_o)^2 - (\alpha d / J_o)^2 (i\omega)^2}{[(i\omega)^2 - \alpha d^2 (i\omega) / J_o + P_o^2]} \right|, \quad (12)$$

Дисперсия угла φ определяется из уравнения:

$$D_\varphi = \frac{aV}{2\pi} \int \frac{[(cl / J_o)^2 - (\alpha d / J_o)^2 (i\omega)^2] d\omega}{[(i\omega)^2 + (bV + \alpha d^2 / J_o)(i\omega)^2 + (bV\alpha d^2 / J_o + p_o)i\omega + bVp_o^2]^2}. \quad (13)$$

Решив дифференциальное уравнение (13) получим выражение для определения дисперсии угла колебания поводка рабочего органа в зависимости от его конструктивных параметров и скорости поступательного движения:

$$D_{\varphi} = \alpha V \frac{(\alpha l / J_o)^2 - [(\alpha l^2 / J_o + bV) \cdot (cl / J_o)^2] / bV p_o^2}{2(bV p_o^2 - (\alpha l^2 / J_o + bV)(p_o^2 + \alpha l^2 bV / J_o)}. \quad (14)$$

Представленные выше математические зависимости позволяют исследовать и определить основные параметры рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин с поводковым креплением.

Литература

1. Белов В.В. Снижение влияния колебания на качество работы сельскохозяйственных агрегатов. Мех. и электр. с. х-ва. 2000, № 1, с. 30-32.
2. Колебание нелинейных механических систем/ Под ред. И.И. Олехмана. – М.: Машиностроение. 1979. – 351 с.
3. Лурье А.Б. Статистическая динамика. – М.: Колос, 1981. – 328 с.

УДК 631.347

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШЛАНГОВОГО ДОЖДЕВАТЕЛЯ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ

¹*Рязанцев А.И. - доктор технических наук, профессор*

²*Кириленко Н.Я. - кандидат технических наук, профессор*

²*Агейкин А.В. - кандидат технических наук*

¹*Рязанский государственный агротехнологический университет
им. П.А.Костычева, г. Рязань*

²*Московский государственный областной социаль но-
гуманитарный институт, г. Коломна*

Снижение себестоимости производства многолетних трав рулонных газонов и повышение качества продукции актуально и востребовано как в России, так и за рубежом. При этом эффективным этапом возделывания остается полив дождеванием.

Одним из основных требований по совершенствованию полосовых дождевателей, используемых для полива многолетних трав рулонных газонов, является улучшение качественных характеристик искусственного дождя и достижение более равномерного его распределения по орошаемой площади, особенно на сложном рельефе.

При дождевании полосовыми дождевателями склонов с газонной травой зачастую наблюдается резкое снижение равномерности распределения дождя и возникновение ирригационной эрозии почвы как в продольном направлении движения дождевальной тележки (за счет

перепада геодезических высот), так и в поперечном, перпендикулярном движению тележки (за счет ее бокового сползания).

Исходя из изложенного, возникает задача исследования влияния на равномерность распределения дождя перепада геодезических высот в продольном и поперечном направлениях и разработки усовершенствованного регулирующего устройства, а для исключения бокового сползания тележки – противосползающих устройств [1, 2].

Одним из основных показателей качества полива является равномерность распределения слоя осадков по орошаемой площади, характеризующая коэффициентом эффективного полива, который по агротехническим требованиям должен составлять не менее 0,70.

Выравнивание слоя осадков на участке с положительным уклоном возможно посредством увеличения на соответствующую величину давления на входе в полиэтиленовый шланг при его положении на нулевом уклоне. При положении дождевальной тележки на отрицательном уклоне устранение превышения напора может быть обеспечено оснащением шлангового дождевателя регулирующим устройством.

Ухудшение равномерности полива шланговым дождевателем на сложном рельефе определяется в ряде случаев также и наличием поперечного уклона (до 0,08...0,10), вызывающего сползание дождевальной тележки на величину до 10 м и более относительно направления ее движения при подтягивании шлангом. Это обусловлено перекрытием дождем уже ранее политой другим дождевателем соседней полосы слева (по ходу движения) и соответственно – недополив полосы справа. Наряду со снижением равномерности дождевания, в зоне переполива значительно повышается возможность, из-за увеличенного слоя осадков, возникновения поверхностного стока воды и, как следствие, водной эрозии почвы.

Значение коэффициента эффективного полива, равное 0,80, соответствующее безуклонному направлению движения тележки, снижается до агротехнически недопустимой величины (0,67 и ниже) при ее сползании свыше 8 м. С учетом же значения продольного уклона ($i = 0,10$) и при максимальной длине орошаемой полосы (350 м) – до 0,40 и менее, а при ее уменьшении – в среднем до 0,45...0,50.

Для регулирования расходно-напорных характеристик предложен усовершенствованный регулятор непрямого действия. Усовершенствование регулирующего устройства заключается в увеличении его проходного сечения в целях обеспечения пропуска требуемого для дождевателя расхода воды, равного 18 л/с против 12,5, присущего серийной модификации (при давлении на выходе из регулятора около 0,45 МПа).

Результаты испытаний усовершенствованного регулятора давления показали, что усовершенствованный образец обеспечивает расчетный пропуск расхода воды в пределах 17,6...18,4 л/с при давлении на входе 0,45...0,85 МПа, а на выходе 0,43...0,47 МПа. При этом точность

регулирования усовершенствованного регулятора составляет $\pm 4,5\%$ против $\pm 10\%$ для серийного регулятора.

Для предотвращения бокового сползания тележки дождевателя в практически встречающихся почвенно-рельефных условиях при орошении рулонных газонов необходимо увеличивать коэффициент сцепления ее ходовых систем с почвой и уменьшить расходную характеристику дождевального аппарата.

Сползание тележки дождевателя на склоновых участках определяется тем, что, во-первых, пневматические шины тележки имеют недостаточное боковое сцепление вследствие малой боковой поверхности части шин, погруженной в почву, и, во-вторых, величинами реактивной силы струи дождевального аппарата, поперечного уклона орошаемой поверхности, видом ее агрофона, установленным режимом полива.

Для обеспечения максимального бокового сцепления пневматических колес тележки с почвой предлагается их оснащение противосползающими устройствами, представляющими собой трубчатые реборды, которые устанавливаются в диаметральной плоскости шины с ее внешней стороны. Конструктивная компоновка реборд противосползающих устройств и их параметры выбирались из условий минимального нарушения поверхности трав рулонных газонов и гарантированного предотвращения сползания дождевальной тележки дождевателя на поперечном уклоне.

Исходя из допустимой глубины погружения реборды ($h=15...20$ мм) в почву и допускаемых напряжений смятия рулонных газонов ширина реборды принимается равной $0,035$ м.

На рисунке 1 представлена зависимость коэффициента полива от величин сползания тележки и напора на его входе, регрессионный вид которой следующий:

$$K_{\text{эф.п}} = 0,47 + 0,008 \cdot H - 0,009 \cdot s - 5,38 \cdot H^2 \cdot 10^{-5}$$

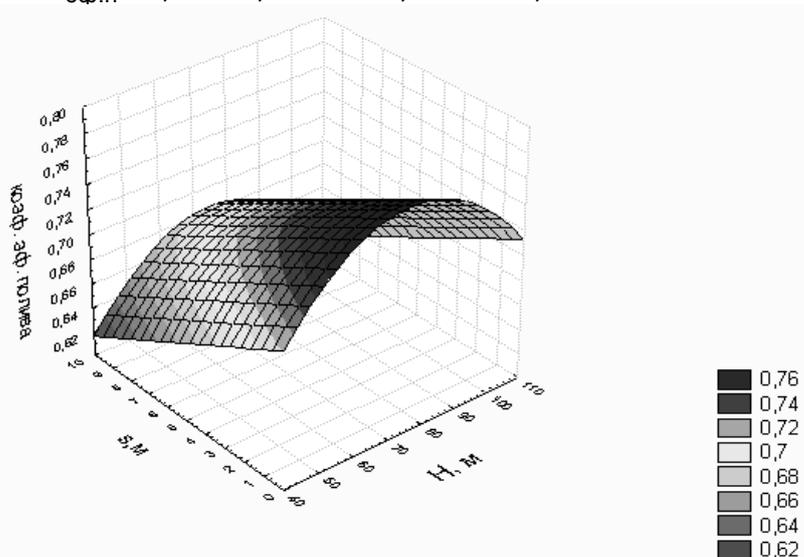


Рисунок 1. Зависимость коэффициента полива от величин сползания тележки и напора на ее входе

Анализ регрессионного выражения показывает, что при использовании регулятора давления дождевального аппарата тележки и противосползающих устройств ее ходовых систем величина коэффициента эффективного полива на склоновом участке ($i=0,08\dots 0,10$) находится в пределах агротехнических требований ($K_{эф.п} \geq 0,7$).

В целом, полученные эксплуатационно-технологические показатели усовершенствованного дождевателя имеют высокие величины, что объясняется рациональным режимом технологического процесса его работы, надежностью элементов конструкции, в том числе регулирующей и противосползающих устройств, а также простотой их технического обслуживания.

Литература

1. Рязанцев, А.И. Предотвращение бокового сползания шланговых дождевальных установок / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, Ю.Н. Тимошин, А.В. Агейкин // Сельский механизатор. - № 12. – 2011. – С. 22.
2. Рязанцев, А.И. Регулятор давления для шланговых дождевальных машин / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, А.В. Агейкин // Сельский механизатор. - № 1. – 2010. – С. 6-7.

УДК 631.347

ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «ФРЕГАТ» ПРИ РАБОТЕ НА СКЛОНОВЫХ УЧАСТКАХ

Рязанцев А.И.¹ – доктор технических наук, профессор
Кириленко Н.Я.² – кандидат технических наук, профессор
Антипов А.О.¹ – аспирант

¹*Рязанский государственный агротехнологический университет
им. П.А. Костычева, г.Рязань*

²*Московский государственный областной социально-
гуманитарный институт, г.Коломна*

Для повышения проходимости дождевальной машины (ДМ) «Фрегат» на участках с пониженной несущей способностью почвы она оснащается пневматическими шинами низкого давления 15,5x38, которые вследствие их малого сопротивления качению обуславливают более интенсивное скатывание тележек машины в сравнении с её модификацией на жестких колесах.

При эксплуатации ДМ в условиях сложного рельефа, при нахождении на склоне не менее 30% её длины, ходовые тележки

выкатываются в направлении движения, что приводит к изгибу трубопровода, а иногда и к его поломкам.

Для предотвращения, отмеченного предусмотрены механические тормоза, при срабатывании которых увеличиваются инерционные нагрузки, обуславливающие чрезмерное скольжения пневматических шин ходовых тележек машины. Увеличение скольжения тележек (более 0,60 м - граница, определяемая техническими на машину), определяемое коэффициентом трения, вызывает срабатывание гидравлической защиты и аварийную остановку машины, и, в конечном счете, нарушение технологического процесса полива [1,2].

При увеличенных значениях поливных норм ($m = 500 \text{ м}^3/\text{га}$ и более), определяющих значение коэффициента трения не более 0,3, необходимо обеспечение начала торможения машины после выбега её тележек не более чем на 0,20 м.

В связи с указанным усовершенствование тормозной системы ДМ заключается в изменении привода рычага механического тормоза (рисунок 1). Подъем или опускание рычага при торможении ДМ осуществляется воздействием на него через тросовую систему 5 кулисы 4 силового механизма гидроцилиндра 9, а не стержня регулятора 3 скорости. Целью усовершенствования тормозной системы ДМ является обеспечение при работе на склонах регулирования времени её срабатывания за счет регулирования угла поворота кулисы 4 гидропривода 9, связанной с рычагом механического тормоза 6.

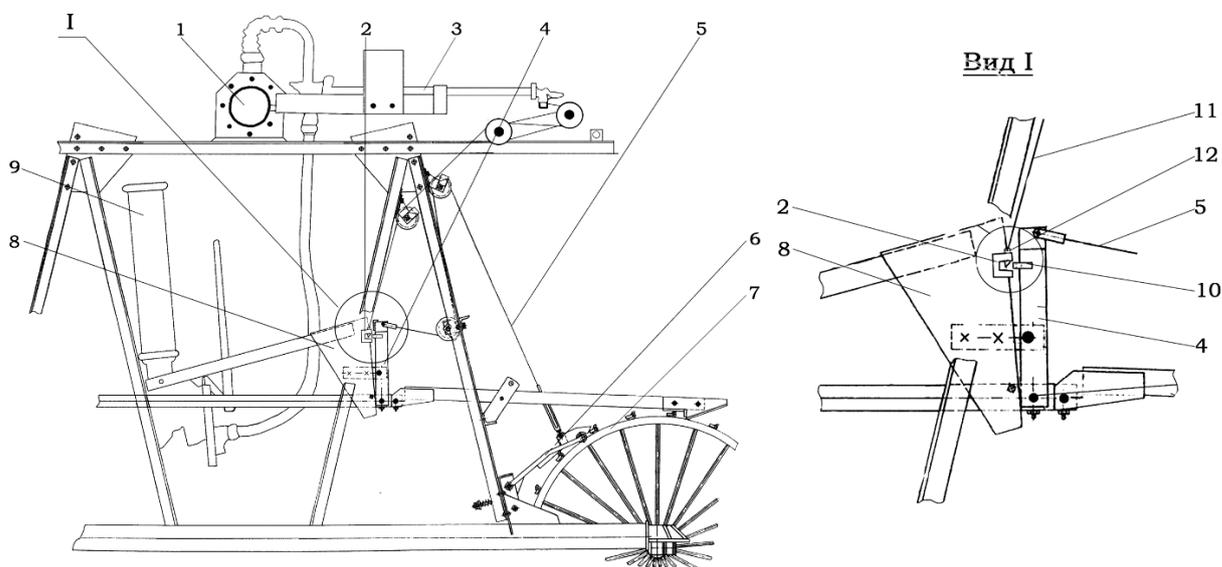


Рисунок 1. Усовершенствованная тормозная система тележки дождевальная машины «Фрегат»

- 1 – водопроводящий трубопровод; 2 – механизм удержания тормоза;
- 3 – стержень регулятора скорости; 4 - кулиса; 5 – тросовая система;
- 6 – механический тормоз; 7 – колеса; 8- косынка; 9 – гидроцилиндр;
- 10 – надставка; 11 – трос; 12 – стержень

Недостатком указанной конструкции тормозной системы является её постоянная работа в старт-стоповом режиме не только при работе на склоновых участках, но и на выровненной площади. В связи с этим необходимо исключить работу механического тормоза для последней тележки при работе на выровненной площади, поскольку за один оборот ДМ на исследуемом участке гидропривод и механический тормоз совершали 16500 циклов работы, причем всего 300 циклов приходилось на прохождение тележками склоновых участков (в случае скатывания).

Для устранения, указанного при работе ДМ на выровненной площади дополнительно установлен механизм удержания 2 механического тормоза 6, состоящий из корпуса 2, закрепленного жестко на косынке 8, надставки 10, закрепленной на кулисе 4, и стержня 12, связанного тросом 11 со стержнем регулятора скорости 3.

При движении ДМ на выровненном участке происходит удержание рычага механического тормоза 6 в верхнем положении за счет механизма удержания 2. При работе ДМ на склоновых участках тормозная система работает в старт-стоповом режиме.

Эффективность предлагаемых технических решений по усовершенствованию тормозной системы ДМ «Фрегат» заключается в повышении надежности ее движения на склоновых участках.

Литература

1. Рязанцев, А.И. Постановка тормозов на дождевальную машину / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, Антипов А.О. // Сельский механизатор. - № 6. - 2013.
2. Рязанцев, А.И. Повышение проходимости дождевальной машины «Фрегат» / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, Антипов А.О. // Сельский механизатор. - № 12. - 2013.

УДК 637.02.73

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Сорокина М.Г. – аспирант

Ершова И.Г. – кандидат технических наук, доцент

Белова М.В. – кандидат технических наук, доцент

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Известно, что процессы переработки жиросодержащего сырья энергоемки, связаны с потреблением большого количества электроэнергии, пара и воды. Термообработку жиросодержащего сырья применяют для вытопки жира. Чтобы извлечь жир из жиросодержащей ткани необходимо разрушить белковую структуру, содержащую жир, перевести его из внутриклеточной фазы во внеклеточную, свободную

фазу и затем удалить во внешнюю среду. В настоящее время наибольшее распространение для этих целей получила термообработка. Для этого применяют конвективный или кондуктивный метод подвода теплоты при непосредственном контакте сырья с паром, или теплота подводится к сырью через стенку от теплоносителя. Пищевое жировое сырье и пищевую кость обрабатывают с целью вытопки жира при температуре 90°C (мягкое сырье) и до 100°C (кость). Продолжительность термообработки сырья определяется продолжительностью плавления и выдержки для уничтожения патогенной микрофлоры [1].

Целью настоящей работы является интенсификация процесса вытопки жира воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты на жиросодержащее сырье с сохранением качества продукции.

Для обоснования конструктивно-технологических параметров и режимов работы установки для термообработки жиросодержащего сырья анализированы его физико-механические и диэлектрические параметры. Энергия, идущая на денатурацию белка при изменении его температуры на 1°C для мясных белков при варке, составляет 0,84...1,26 кДж/(кг·К). Теплоемкость жира до плавления составляет $(1,3...3) \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), после плавления $2,6 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К). Скрытая теплота плавления жира $(121...151)10^3$ Дж/кг, теплота испарения воды $(2480 - 2,27 \cdot T)10^3$ Дж/кг, где T – температура испарения воды, °C. Коэффициенты теплоотдачи при конденсации острого пара составляют 840...2780 Вт/(м²·К), а при нагреве водой – 840...33300 Вт/(м²·К); наименьшие коэффициенты при обогреве сырья воздухом (85 Вт/(м²·К). Кислотное число жиров - не более 1,2...3,5. Температура плавления говяжьего жира 42...52 °C, бараньего 46...55 °C, свиного 28...46°C. Коэффициент преломления животных жиров при 40°C равен 1,456...1,460 [1]. Известно, что удельная теплота (Дж/кг), необходимая для обработки жиросодержащего сырья, идет на начальный нагрев, плавление жира, денатурацию белка, испарение влаги и окончательный нагрев, но не зависит от способа подвода энергии. Продолжительность достижения необходимых температур в массе сырья определяется видом подвода энергии, интенсивностью переноса теплоты и массы, соотношением объема, площади поверхности и размера сырья и его физических параметров. Интенсифицировать теплообмен можно повышая температуру среды, изменяя условия теплообмена, увеличивая поверхности передачи теплоты при постоянной массе сырья. *Повышение температуры* среды выше 120...130°C при обработке жиросодержащего сырья приводит к ухудшению качества вытопленного жира.

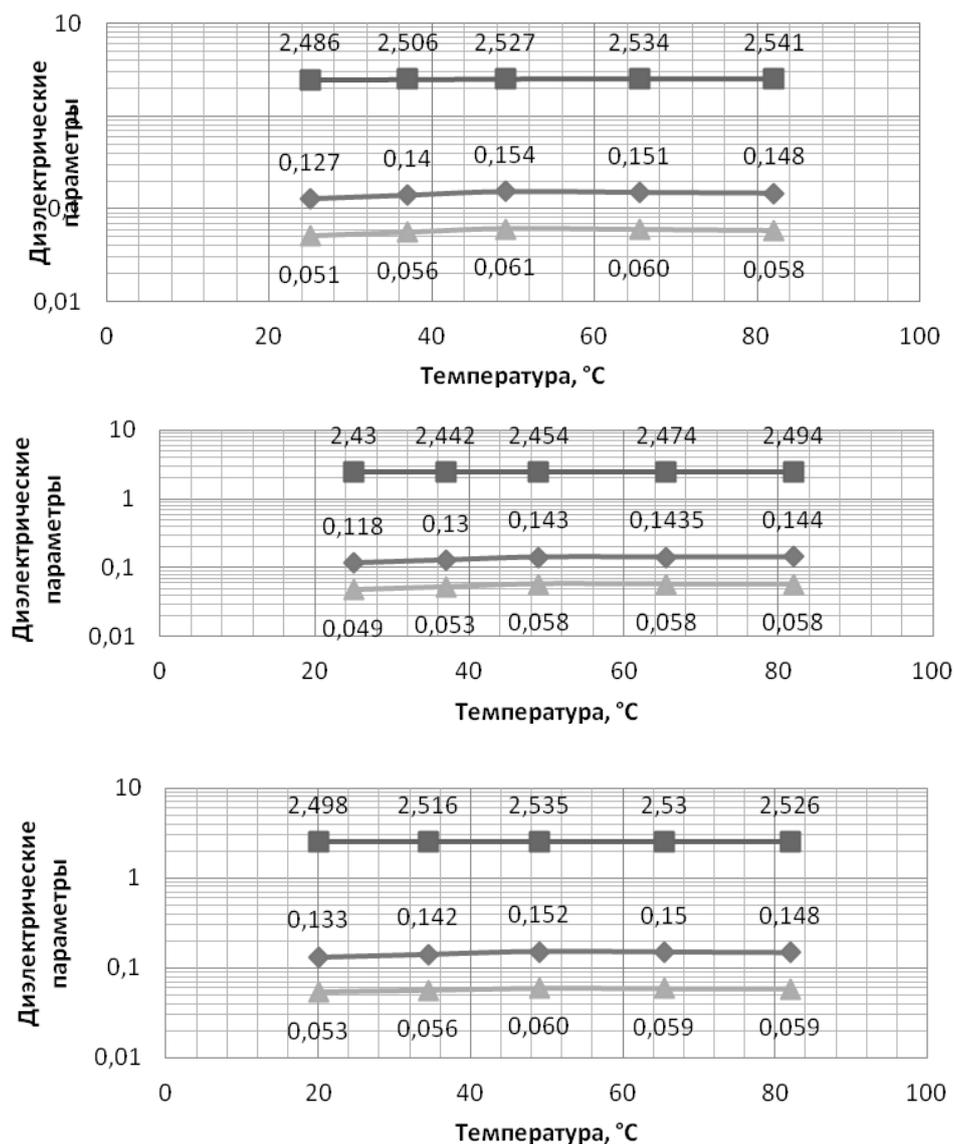


Рисунок 1 – Диэлектрические параметры жиросодержащего сырья: а) бекон; б) свиного внутреннего жира; в) свиного сала

При измельчении увеличивается поверхность теплообмена, что интенсифицирует теплообмен, ускоряя внутренний перенос теплоты теплопроводностью. При выработке костного шрота частицы должны иметь размеры 25...35 мм. Существующие аппараты для вытопки жира работают в периодическом режиме с большим объемом, поэтому продолжительность процесса термообработки достигает 4...5 часов, что ухудшает качество жира и кормовой продукции. С учетом вышеуказанных недостатков и рекомендаций нами предлагается интенсифицировать процесс теплового извлечения жира хорошего качества воздействием энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты на измельченное жиросодержащее сырье.

Проанализированы диэлектрические характеристики сырья в широком диапазоне частот электромагнитного поля в зависимости от температуры, влажности, жирности (рис. 1). Высокое значение

диэлектрической проницаемости при низких частотах и резкое падение его с увеличением частоты связано с релаксацией процесса заряда и разряда на мембране клетки. В диапазоне СВЧ (433, 915 и 2400 МГц) диэлектрические характеристики пищевых продуктов изучены Роговым А.М. Основными факторами, влияющими на диэлектрические характеристики сырья, являются влажность, температура, что необходимо учитывать при выборе режимов тепловой обработки. С уменьшением влажности диэлектрическая проницаемость непрерывно снижается. В интервале температур от 20 до 45°С значение коэффициента поглощения возрастает в результате перераспределения влаги. Внутриклеточная жидкость в результате процессов диффузии может свободно проникать через стенки клеток и изменять уровни жидкости в капиллярах, образованных мышечными клетками и межклеточными промежутками. Все эти особенности следует учесть при обосновании глубины проникновения энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты в сырье для достижения равномерного распределения температуры нагрева по всему объему.

Разработанная установка для термообработки жиросодержащего сырья состоит из четырех основных модулей. Первый модуль обеспечивает измельчение жиросодержащего сырья за счет вальцовой дробилки. Вторым модулем служит для термообработки сырья в резонаторной камере за счет энергии электромагнитного поля СВЧ. Третий модуль позволяет провести фильтрацию вытопленного жира и формование костных отходов за счет нагнетательного шнека и матрицы. Четвертый модуль объединяет электродвигатели и редукторы.

При попадании сырья между вальцами происходит измельчение сырья и перемещение в резонаторную камеру, где происходит эндогенный нагрев измельченного сырья. При этом для равномерного нагрева сырья по всему объему предварительно включить перемешивающий механизм и нагнетательный шнек. Нагретое до температуры плавления жира сырье попадает в нагнетательный шнек. Далее через матрицу выдавливаются костные отходы, а вытопленный жир стекает через фильтр в приемную емкость. Резонаторная камера находится в экранирующем корпусе. Установка работает в непрерывном режиме, обеспечивая параллельное измельчение жиросодержащего сырья, его нагревание, вытопку жира, нагнетание и формование костного отхода. Винты нагнетательного шнека и матрица позволяют дополнительно измельчать костный отход в виде костной муки с регулируемым размером крупиц. Конструктивные особенности разработанной установки позволяют осуществлять процессы измельчения жиросодержащего сырья и вытопки жира за счет диэлектрического нагрева, разделение на две фракции, такие, как костная мука и вытопленный жир. Качество готовых продуктов зависит от совместного действия двух факторов: температуры эндогенного нагрева и дозы воздействия ЭМП СВЧ.

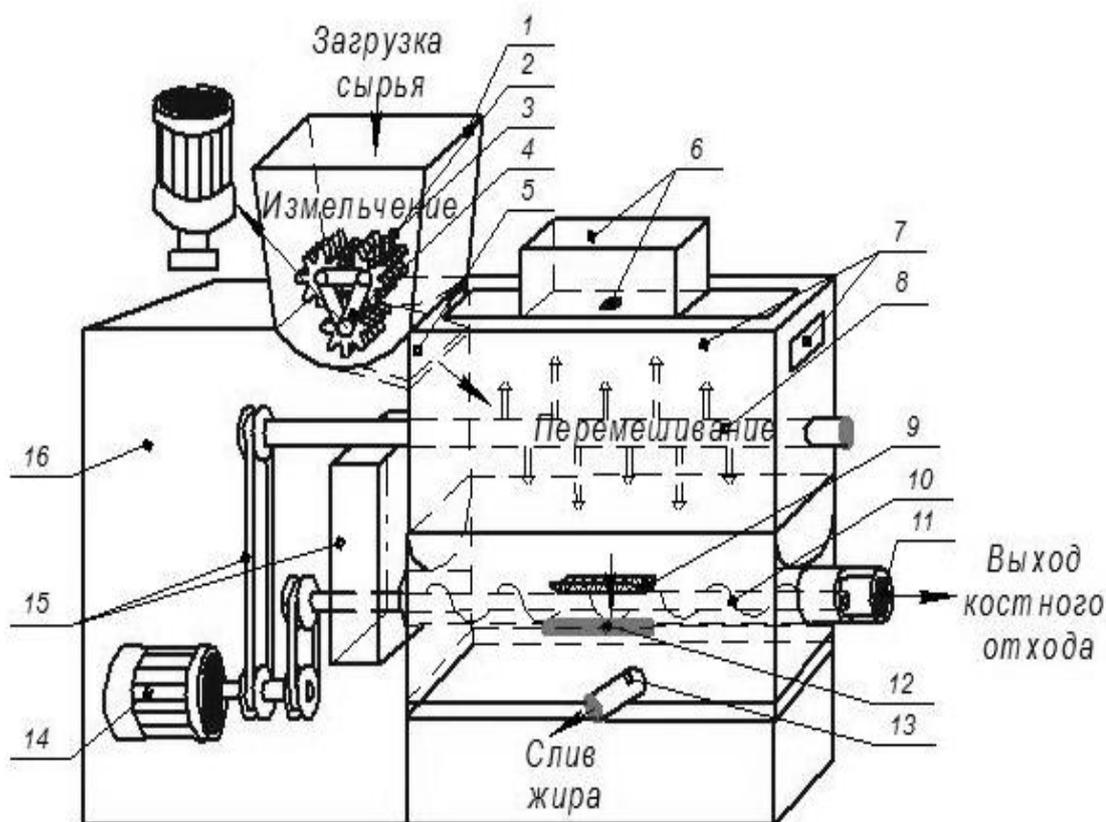


Рисунок 2 – Установка для термообработки жиросодержащего сырья: 1 – загрузочная емкость; 2 – вальцовый измельчающий механизм; 3 – набор звездочек с электродвигателем; 4 – электродвигатель с передаточным механизмом; 5 – лоток; 6 – СВЧ генератор; 7 – резонаторная камера; 8 – привод перемешивающего механизма; 9 – окно корпуса нагнетательного шнека; 10 – нагнетательный шнек; 11 – матрица; 12 – фильтр; 13 – приемная емкость; 14 – электродвигатель; 15 – ременная передача и редуктор; 16 – экранирующий корпус

Литература

1. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 1. Оборудование для уоя и первичной обработки. – М.: Колос, 2001. – 552 с.

2. Новикова, Г.В. Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / Г.В. Новикова, М.В. Белова, Г.А. Александрова // Вестник ФГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева». – Чебоксары: ЧГПУ, 2013. – № 2 (78). – С.12...15.

3. Новикова, Г.В. Зависимость мощности потерь СВЧ-энергии от напряженности электрического поля / М.В. Белова, Г.В. Новикова, А.Н. Пономарев // Вестник ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет». – Чебоксары: ЧГПУ, 2011 – №2 (70). – С.119...122.

УДК 378.1

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В АГРАРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

*Султанов В.А. - кандидат педагогических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*

В настоящее время, в условиях модернизации российского образования, в качестве одного из перспективных направлений совершенствования учебного процесса в аграрном университете рассматривается его информатизация, призванная значительно повысить уровень подготовки инженерных кадров и обеспечить формирование у обучающихся информационной культуры. Информатизация выступает сейчас во всех отраслях науки и техники не только как процесс овладения информационными технологиями, но и как одна из человеческих ценностей современного общества.

В условиях информатизации учебного процесса в аграрном университете у педагогов появляются совершенно иные возможности управления познавательной деятельностью обучающихся, чем это имеет место при традиционных моделях обучения. И связи с этим возникает необходимость решать по-новому вопросы об объеме, качестве, количестве и способах получения и представления учебной информации обучающимся, требуют переосмысления существующие подходы к проектированию, конструированию и реализации информационных технологий обучения. Новая роль компьютеров в педагогической деятельности как хранилища хорошо структурированной информации, сравнительная простота доступа к ней смещают целевые установки обучения с запоминания большого объема учебного материала на умение осуществлять его поиск и осмысление, определять, какая именно информация необходима для решения научных, учебных и прикладных профессиональных задач.

Таким образом, актуализируется проблема перераспределения знаний между компьютером и человеком, формирования и развития у обучаемых *информационно - аналитических способностей и умений*. Следовательно, использование информационных технологий обучения в аграрном университете сегодня должно быть ориентировано на достижение стратегической цели — подготовки в вузе не только специалиста-исполнителя, но и творчески мыслящей и действующей личности, способной к постоянному самосовершенствованию и саморазвитию.

Сказанное стимулирует научный поиск путей решения обозначенной проблемы.

В качестве одного из них предлагается использование в учебном процессе аграрного университета нового вида его обеспечения — *информационно-технологического*.

Методологической основой для этого выступает известная в педагогике закономерность дидактического единства *содержательной* и *процессуальной* сторон обучения, которая свидетельствует о невозможности, с одной стороны, реализации содержания учебной дисциплины вне дидактического процесса, а с другой — осуществления самого процесса обучения вне конкретного содержания.

Информационно-технологическое обеспечение учебного процесса в аграрном университете целесообразно рассматривать как систему, представляющую собой целостное единство функционально и структурно связанных между собой информационной и технологической составляющих, использование которых в педагогической практике позволяет каждому преподавателю в условиях информатизации обучения решать дидактические задачи на технологической основе, т.е. с гарантированным качеством и это полностью соответствует теме нашей научно - практической конференции «Инженерная наука – аграрному производству».

УДК 536.25

**ТЕПЛОТДАЧА СВОБОДНО-КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ ПРИ
НАЛИЧИИ НЕТЕПЛОПРОВОДНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ
ИНТЕНСИФИКАТОРОВ**

Усенков Р.А. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Для интенсификации теплообмена, особенно при вынужденной конвекции, широко используются искусственно шероховатые поверхности, образованные дискретно установленными выступами различного поперечного сечения, расположенными на поверхности теплообмена. Такая поверхность теплообмена имеет развитую площадь и индуцирует турбулентное перемешивание теплоносителя.

Литература по влиянию шероховатости поверхности на теплоотдачу при свободной конвекции весьма немногочисленна.

В работе Бергласа [1] сообщалось об увеличении средних коэффициентов теплоотдачи на вертикальной обогреваемой шероховатой пластине от 5 % до 200 %.

В работе [2] рассматривается волнистая поверхность теплообмена, как один из частных случаев аппроксимации многих практически важных геометрий шероховатой поверхности. В работе показано, что индуцированное движение жидкости по нормали к поверхности может вызвать интенсификацию теплообмена даже при ламинарном течении. Местный коэффициент теплоотдачи на волнистой поверхности возрастает, когда жидкость притекает к поверхности в направлении нормали, и убывает, когда оттекает. В работе получено,

что средний коэффициент теплоотдачи для синусоидальной волнистой поверхности всегда меньше, чем для плоской пластины. Однако полный тепловой поток от волнообразной пластины, имеющей большую теплообменную поверхность, примерно такой же, как от плоской пластины.

Исследование теплоотдачи и течения перед одиночным уступом приведено в работе [3]. Авторы подробно изучили и математически описали течение и изменение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции перед уступом и за ним по потоку.

В работе [4] авторы использовали количественные измерения и качественные результаты визуализации течения для описания характеристик местного и среднего коэффициентов теплоотдачи при свободной конвекции в вертикальном плоском канале с двумерным прямоугольным ребром (выступом) на поверхности в условиях асимметричного равномерного нагрева. В работе показано, что расстояние между пластинами практически не оказывает влияния на средний коэффициент теплоотдачи в канале при постоянном уровне теплового потока. Установлено, что наличие поперечного выступа турбулизует поток. Авторы предлагают новые зависимости для описания местной и средней теплоотдачи вниз по потоку за выступом.

Авторы [5] провели экспериментальное и численное исследование ламинарной естественной конвекции воздуха в вертикальном канале с одиночным препятствием в виде поперечного, хорошо обтекаемого выступа. В ходе экспериментального исследования получена количественная (температурные поля и тепловые потоки) и качественная (визуальная картина течения) информация. Они показали, что в случае постоянной температуры стенки, наличие препятствия приводит к уменьшению среднего значения коэффициента теплоотдачи на 5 – 40 % в зависимости от уменьшения числа Рэлея. Перемещение выступа от входа в канал к выходу вызывает уменьшение средней интенсивности теплопереноса в канале.

Приведенные результаты показали, что использование одиночных или группы выступов, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, не приводит к интенсификации теплоотдачи на вертикальных поверхностях при свободной конвекции газа.

В работе [6] установлено, что максимальная интенсификация теплоотдачи (до 25 %) достигается при отношении $T/H = 1$ (T – расстояние между выступами, H – высота выступов). Исследования были проведены на цилиндрических вертикальных дискретно шероховатых поверхностях в диапазоне $T/H = 0,25 \dots 1$.

Картина течения в зоне между соседними выступами при свободной конвекции практически совпадает с картиной течения при вынужденной конвекции [7].

В работах [8,9] показано, что в процессе естественной конвекции на вертикальной нагреваемой пластине, при наличии одного или

нескольких прямоугольных выступов при $T/H > 3$, возникает отрыв динамического пограничного слоя, сопровождающийся возникновением в отрывной области циркуляционного течения, состоящего из двух противоположно вращающихся вихрей. При $T/H < 3$ возникает вихревое течение в области между выступами, которое интенсифицирует процесс теплообмена между пластиной и окружающей средой. При увеличении параметра T/H средняя теплоотдача на дискретно шероховатой поверхности уменьшается.

Из работ [6,8,9] можно сделать вывод, что дискретная шероховатость позволяет интенсифицировать теплоотдачу при свободной конвекции в большом объеме и оптимальный размер выступа $T/H = 1...3$.

В данной работе сделана попытка получить эмпирические зависимости для расчета теплоотдачи на дискретно шероховатых поверхностях при свободной конвекции газа в широком диапазоне изменения основных режимных параметров $Pr = 0,7$; $q_w = 27...453 \text{ Вт/м}^2$; $Ra_x = 3 \cdot 10^5...10^{10}$; $t_w = 27...66^\circ \text{C}$.

Эксперименты проводились как на гладкой вертикальной пластине, так и на пластине, снабженной нетеплопроводными поверхностными интенсификаторами теплообмена. Внешний вид рабочего участка представлен на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Экспериментальная установка с интенсификаторами

Рабочий участок представляет собой вертикально расположенную асбестовую плиту, на которой закреплена стальная пластина высотой $L = 1,0 \text{ м}$, шириной $b = 0,36 \text{ м}$, на которой устанавливались

интенсификаторы теплообмена, в виде дискретно установленных выступов с относительным шагом $T/H = 2, 3, 5, 10, 20, 40, 80$ (T – шаг, H – высота выступов). В качестве выступов использовались нетеплопроводные текстолитовые стержни прямоугольного сечения высотой $H = 3,2$ мм. Основные определяющие режимные параметры изменялись в диапазоне $q_w = 27...453 \text{ Вт/м}^2$; $Pr = 0,7$; $Ra_x = 3 \cdot 10^5...10^{10}$; $t_w = 27...66^\circ \text{C}$. Перед началом испытаний проводились тестовые опыты с целью определения надежности рабочей установки.

Особенностью обработки данных по местным коэффициентам теплоотдачи при дискретной шероховатости является использование модифицированного числа Рэлея $Ra_x^\# = g\beta q_w \rho^2 c_p x^4 / \mu \lambda^2$.

Экспериментальные данные по теплоотдаче на вертикальной гладкой поверхности, полученные во время тестовых опытов, сравнивались с данными других авторов [10]. Получено, что экспериментальные данные согласуются с данными других авторов с точностью $\pm 10\%$. Тестовые опыты охватили ламинарный, переходный и частично турбулентный режимы течения. В тестовых опытах сравнение велось при числах Рэлея, рассчитанных как $Ra_x = (g\beta \Delta t x^3 / \nu^2) Pr$ (где $\Delta t = t_w - t_0$, x – координата по высоте пластины).

Экспериментальные данные по теплоотдаче на вертикальной пластине при наличии нетеплопроводных интенсификаторов обобщались в виде уравнения подобия $Nu_x = f\{Ra_x^\#, T/H\}$, где в качестве определяющей температуры использовалась температура окружающего воздуха t_0 . Так как интенсификаторы изготавливались из теплоизоляционного материала и имели температуру, близкую к температуре воздуха около них, то при обработке данных учитывалось уменьшение поверхности теплообмена на величину площади, занимаемой интенсификаторами.

Получено, что в исследуемом диапазоне чисел $Ra_x^\# = 10^6...10^{13}$ и геометрических параметров нетеплопроводных интенсификаторов, интенсификация теплоотдачи составила до 7 раз. Уровень интенсификации зависит от режима течения и геометрических параметров интенсификаторов. Максимальная интенсификация наблюдалась при $T/H = 2$. При $T/H = 40 - 80$ интенсификации теплоотдачи на пластине практически не наблюдалось.

В итоге, результаты экспериментальных исследований местной теплоотдачи во всем диапазоне изменяемых параметров для вертикальной пластины при наличии нетеплопроводных интенсификаторов были обобщены зависимостями:

$$Nu_x = 1,94 \cdot (Ra_x^\#)^{0,23} (T/H)^{-0,6} \quad \text{для } T/H=2...10 \quad (1)$$

$$Nu_x = 0,71 \cdot (Ra_x^\#)^{0,23} (T/H)^{-0,15} \quad \text{для } T/H=10...80 \quad (2)$$

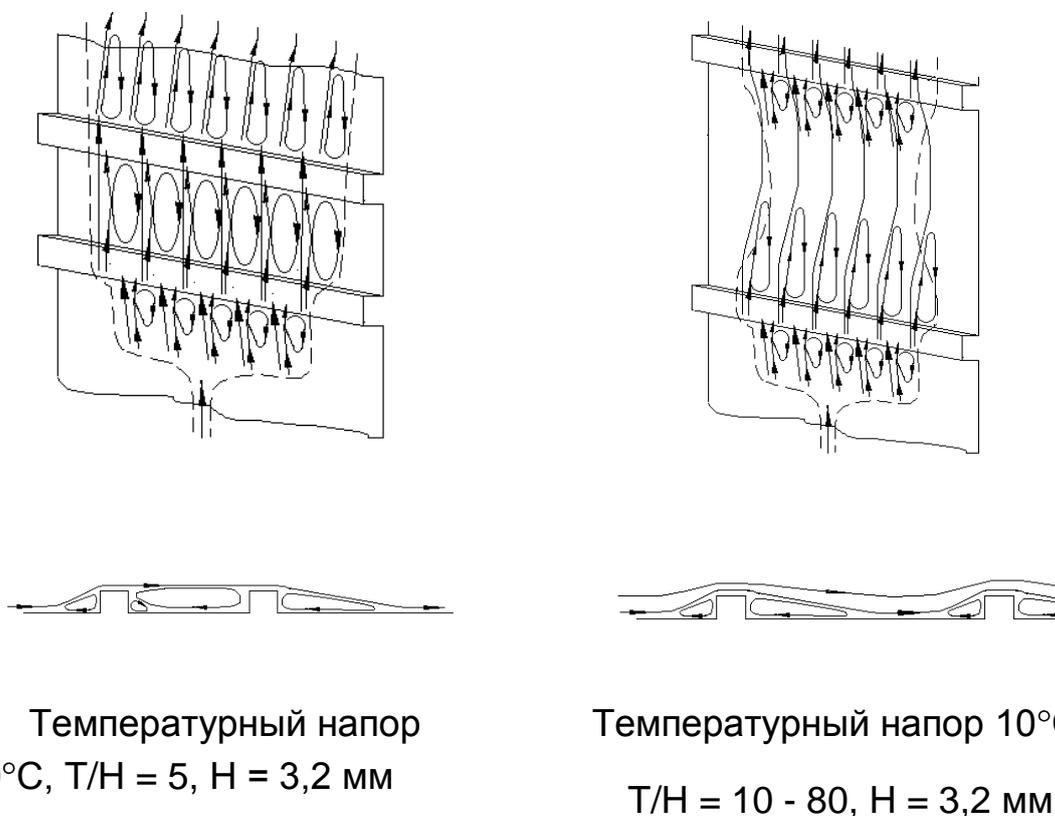
Представленные формулы справедливы в диапазоне: $Ra^{\#} = 10^6 \dots 10^{13}$; $T/H = 2 \dots 80$ с погрешностью $\pm 20\%$ при доверительной вероятности 0,95. За определяющую температуру принята температура окружающего воздуха t_0 .

Для средней теплоотдачи получены следующие зависимости:

$$\overline{Nu}_L = 2,12 \cdot (Ra_L^{\#})^{0,23} (T/H)^{-0,6} \quad \text{для } T/H = 2 \dots 10 \quad (3)$$

$$\overline{Nu}_L = 0,78 \cdot (Ra_L^{\#})^{0,23} (T/H)^{-0,15} \quad \text{для } T/H = 10 \dots 80 \quad (4)$$

В ходе выполнения экспериментов проводилась визуализация режимов течения на поверхности с интенсификаторами при помощи дымогенератора. В качестве дымогенератора использовался «метод нагретых проволочек» с машинным маслом. Картины течения около интенсификаторов представлены на Рисунке 2.



Температурный напор 10°C , $T/H = 5$, $H = 3,2$ мм

Температурный напор 10°C , $T/H = 10 - 80$, $H = 3,2$ мм

Рисунок 2 - Картины течения на пластине с интенсификаторами

Полученные данные по визуализации потока и области T/H , в которой наблюдается максимальная теплоотдача на пластине, совпадают с данными Бурака [8,9]. Кроме этого проведены измерения по распределению температур в зоне между двумя соседними выступами при различных степенях нагрева пластины и соотношениях T/H .

Во всем диапазоне исследованных чисел Рэлея наблюдалось ламинарное течение воздуха на вертикальной поверхности. В исследованном диапазоне чисел Рэлея и геометрических параметров

нетеплопроводных интенсификаторов максимальная интенсификация на вертикальной поверхности при свободной конвекции наблюдалась при $T/H = 2$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Теплообмен: Достижения. Проблемы. Перспективы. М.: Изд-во "Мир", 1981, с.145 - 185.

2 Яо. Свободная конвекция вдоль вертикальной волнистой поверхности // Труды Америк. Общ-ва инженеров-механиков. Серия С. Теплопередача, 1983, №3, Т.105. с.43 - 46.

3 Се, Колдви. Естественная конвекция воздуха от нагретой пластины с направленным навстречу потоку уступом // Труды Америк. Общ-ва инженеров-механиков. Серия С. Теплопередача, 1982, №3, Т.104. с.102 - 108.

4 Hung Y.H. and Shau W.M. Local steady-state natural convection heat transfer in vertical parallel plates with a two-dimensional rectangular rib // Int. J. Heat Mass Transfer. 1988. V.31, №4. p.1279 - 1282.

5 Said S.A.M. and Krane R.J. An analytical and experimental investigation of natural convection heat transfer in vertical channels with a single obstruction // Int. J. Heat Mass Transfer. 1990. V33, №6. p.1121 - 1134.

6 Kwak C.E. and Song T.N. Experimental and numerical study on natural convection from vertical plates with horizontal rectangular grooves // Int. J. Heat Mass Transfer. 1998. V.41, №16. p.2517 - 2528.

7 Chadwick M.L., Webb B.W. and Heaton H.S. Natural convection from discrete heat sources in a vertically vented rectangular enclosure // Experimental Heat Transfer. 1991. №4. p.199 - 216.

8 Бурак В.С., Волков С.В., Мартыненко О.Г., Храмов П.П., Ших И.А. Свободно-конвективное течение на вертикальной пластине с постоянным тепловым потоком при наличии одного или нескольких уступов // ИФЖ, 1994. Т.67, №3 - 4. с.190 - 197.

9 Burak V.S., Volkov S.V., Martynenko O.G., Khramtsov P.P. and Shikh I.A. Experimental study of free-convective flow on a vertical plate with a constant heat flux in presence of one or more steps // Int. J. Heat Mass Transfer. 1995. V.38, №1. p.147 - 154.

10 Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоиздат, 1981.

11 Бодойя, Остерл. Развитие естественной конвекции между нагретыми вертикальными пластинами // Труды Америк. Общ-ва инженеров-механиков. Серия С. Теплопередача №1, 1962. с.52 - 57.

**ШЕЛУШИТЕЛЬ ЗЕРНА С ВРАЩАЮЩЕЙСЯ
КОНИЧЕСКОЙ ДЕКОЙ**

Фёдоров Д.Г. – аспирант

Дмитриев А.В. – кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Россия является одной из стран – лидеров по производству гречневой крупы. В то время как в мировом агробизнесе гречиха становится высокодоходной статьёй экспорта, в России крупа из гречихи вошла в разряд ликвидных и дорогостоящих продуктов.

Как известно, переработка зерна на крупозаводах остается трудоёмким процессом, и это влияет на производительность. Наиболее важным процессом оказывающим влияние на качество полученной продукции при переработке крупы является шелушение (отделение пленок от зерна), которое осуществляется шелушительными машинами, различающимися разными способами воздействия на зерно и конструктивными исполнениями рабочих органов. Чтобы получить наибольшую эффективность шелушения, необходимо определенное воздействие рабочих органов машины на зерно, вызывающее в оболочках такую деформацию, при которой они отделяются от ядра при минимальном его повреждении и с наименьшей затратой энергии. Однако существующие машины для шелушения не всегда выполняют эту операцию качественно, а тем более в условиях гречихосеющих хозяйств. Исходя из этого, нами предлагается ряд шелушителей зерна гречихи с вращающейся декой [1,2]. Практическая значимость применения шелушителя зерна с вращающейся конической декой позволяет исключить необходимость предварительного разделения зерна на фракции по геометрическим размерам, что дает возможность уменьшить состав технологического оборудования, которое участвует в процессе, а также увеличить коэффициент эффективности шелушения зерна за счет воздействия на него ротора и деки в момент шелушения. Шелушитель зерна с вращающейся конической декой работает следующим образом: продукт поступает в корпус 1 через загрузочный патрубок 2, попадает на вращающийся ротор 6, разгоняется лопастями и ударяется о внутреннюю часть вращающейся деки 9, при этом зерно попадает в углубления образованные рёбрами, в результате чего происходит шелушение. Продукт шелушения выходит через свободное пространство между нижней частью вращающейся деки и нижней крышкой 12, а далее выводится через разгрузочный патрубок 3.

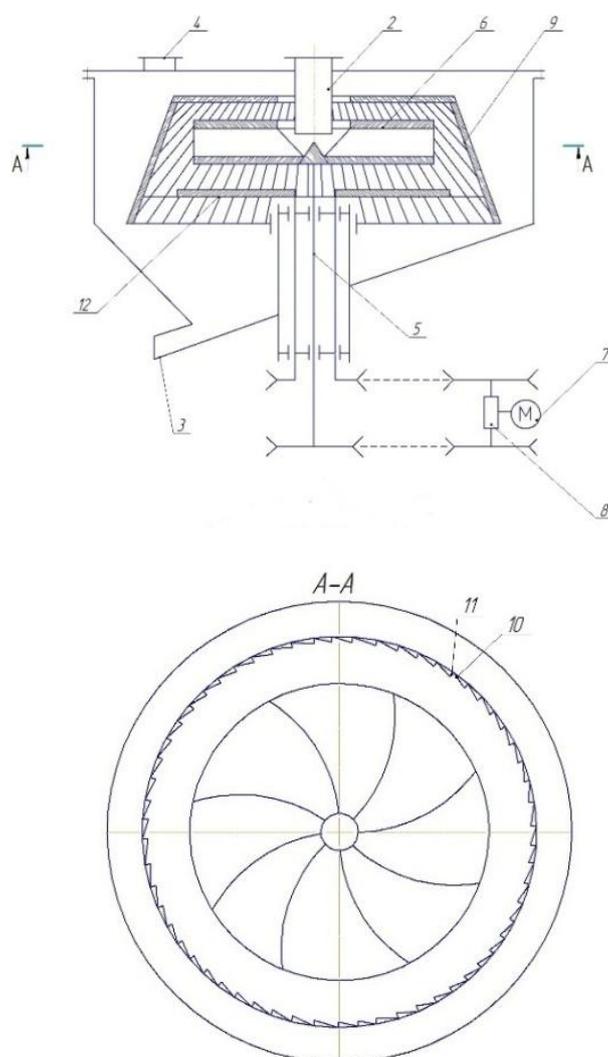


Рисунок 1- Шелушитель зерна с вращающейся конической декой.
 1-корпус; 2-загрузочный патрубок; 3-разгрузочный патрубок; 4-аспирационный патрубок; 5-вал; 6-ротор; 7-привод; 8-реверсивный вариатор; 9-дека; 10-левая грань; 11-правая грань; 12- нижняя крышка.

Особенность данной конструкции заключается в том, что внутренняя поверхность вращающейся деки выполнена ребристой, причём каждое ребро представляет собой двухгранный угол, правая грань ребра перпендикулярна касательной к окружности деки, левая грань ребра наклонена под углом $35...45^\circ$ по отношению к правой, размер углубления образованного смежными гранями в области соударения зерна с декой сопоставим с размерами эквивалентного диаметра зерна, при этом грани деки наклонены в сторону её вращения под углом $15...20^\circ$.

Литература

1. Фёдоров, Д.Г. Шелушитель зерна гречихи с реверсивной декой/ Д.Г. Фёдоров, А.В. Дмитриев, Ф.З.Кадырова// Сельский механизатор. 2014. №11. С 18-19.
2. Патент на полезную модель 125518 РФ, МПК В02В 3/00. – Оpubл. 27.05.2013. Бюл. № 15. Устройство для шелушения зерна / Фёдоров Д.Г., Дмитриев А.В., Железнов А.А.

УДК 621.385

**СВЧ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ КОЛБАСНЫХ
ИЗДЕЛИЙ С ЗАМЕДЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ**

Федорова А.Н. – аспирант

Белова М.В. – кандидат технических наук, доцент

Михайлова О.В. – доктор технических наук, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

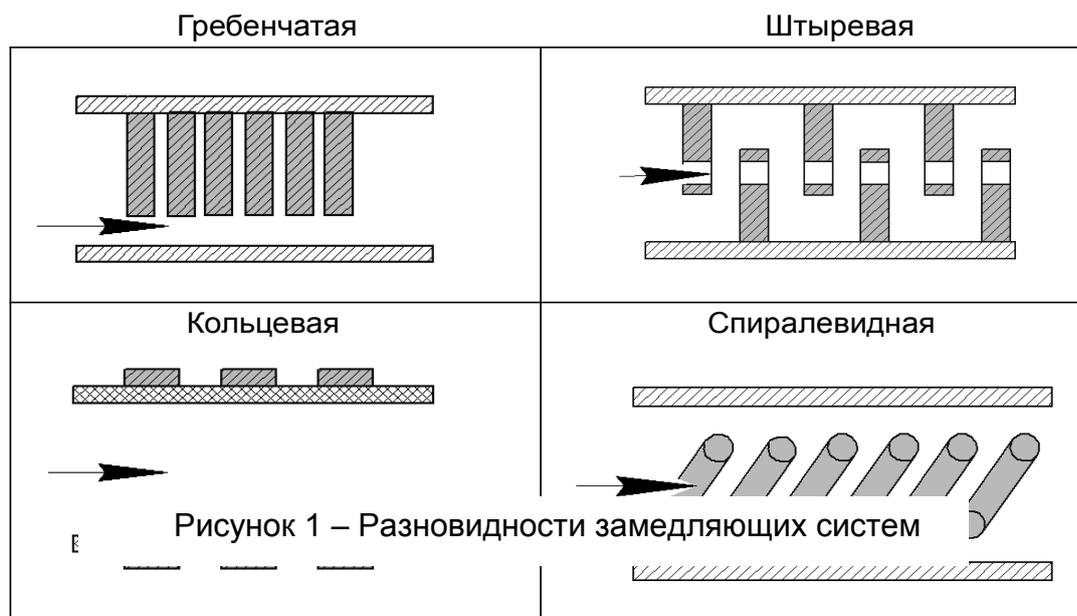
При термообработке колбасных изделий в электромагнитном поле сверхвысокой частоты, внутри оболочки повышается давление, причем градиент температуры и давления направлены от центра к периферии, поэтому оболочка лопается. Для устранения этого недостатка разрабатывается термокамера для поточной варки сарделек, сосисок с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты с специальными замедляющими системами. При этом необходимо учитывать особенности, что изделия имеют круглое сечение и высокую диэлектрическую проницаемость. Для нагрева продуктов круглого поперечного сечения применяются круглый волновод, вдоль продольной оси которого, по кварцевой трубке пропускается нагреваемое сырье [2]. При больших значениях диэлектрической проницаемости продукта (20...50 и более), распределение тепла по радиусу получается очень неравномерным: вблизи оси – максимум нагрева, а затем с увеличением радиуса все более быстрый спад почти до нуля. Причем спад тем более быстрый, чем больше диэлектрическая проницаемость сырья. Поэтому для получения равномерного нагрева сырья (сосисочного фарша) по радиусу нами разрабатывается особая конструкция замедляющей системы.

Известно, что конструкция резонаторных камер должна быть такой, чтобы внутри них нагрев был одинаков в любой части внутреннего объема, занятого обрабатываемым продуктом. С другой стороны, объем камер должен быть достаточно большим, чтобы в течение каждого цикла обрабатывать значительное количество сырья и полностью использовать мощность СВЧ генератора. В СВЧ установках находят применение прямоугольные объемные резонаторы, линейные размеры которых в 2,5...3 раза превышают длину волны генератора, например для длины волны 12,24 см, размеры прямоугольного резонатора составит 30,6...36,72 см. В подобном резонаторе могут существовать десятки различных видов волн.

Принцип действия оборудования основан на взаимодействии электромагнитных полей, создаваемых специальными генераторами, с мясным фаршем, подлежащим термообработке. При конструировании и эксплуатации СВЧ установок необходимо знать основные закономерности, свойственные диэлектрическому нагреву, поскольку они определяют параметры и конструктивные особенности установки. СВЧ нагрев обладает тем преимуществом, что за счет

перераспределения энергии электромагнитного поля (ЭМП) во всем объеме мясного фарша между клетками микроорганизмов и средой можно осуществить такие режимы термообработки, при которых клетки будут нагреваться быстрее, чем окружающая их среда. Стерилизацию продукта можно произвести при меньших температурах и за более короткое время, управляя напряженностью электрического поля в процессе многократного воздействия.

Блок-схема СВЧ установки для термообработки колбасных изделий состоит из генератора, согласующего устройства, запредельных волноводов, резонаторных камер в экранирующем корпусе, блоков управления и питания, измерительных приборов [1]. Генераторами СВЧ энергии являются магнетроны мощностью 0,5...50 кВт. Согласующее устройство обеспечивает наилучшие условия для прохождения СВЧ энергии от магнетрона к объемному резонатору. Запредельные волноводы препятствуют излучению СВЧ энергии из рабочей камеры в окружающее пространство в момент загрузки и выгрузки изделия. Рабочая камера СВЧ установки, в которой происходит воздействие ЭМП на колбасные изделия, является электродинамической системой. Она должна обеспечивать необходимую мощность и структуру ЭМП и иметь устройства, исключающие излучение в окружающее пространство при загрузке и выгрузке продукта из рабочей камеры. Электродинамические системы, в которых длина волны ЭМП значительно меньше, чем длина волны в свободном пространстве, называют замедляющими.



На единицу длины в них приходится большее число длин волн, чем в обычных резонаторах и, соответственно, большая плотность энергии ЭМП. Поэтому при одинаковой мощности генератора в замедляющих системах можно получить тот же эффект нагрева, что и в объемном резонаторе, но при значительно меньшей длине системы.

Существуют следующие виды замедляющих систем: «гребенка», «цепочка связанных резонаторов», «кольцо-стержень», «встречные штыри» и т. д. (рис. 1). Взаимодействие электронного потока с электрическим полем замедленных волн в таких системах носит периодический характер. При этом оказывается возможным обеспечение синхронизма движения электронов с волной [2]. Простейшим типом ЗС является спираль, навитая из ленты (рис. 2). Если считать, что вдоль проводника спирали волна распространяется со скоростью света c , то в направлении ее продольной оси она продвигается фазовой скоростью, которая существенно меньше.

Нетрадиционное применение замедляющих систем при термообработке сосисок и сарделек оказалось возможным благодаря ряду замечательных особенностей замедленных волн, определяемым как замедлением электромагнитной волны, так и конфигурацией самих замедляющих систем.

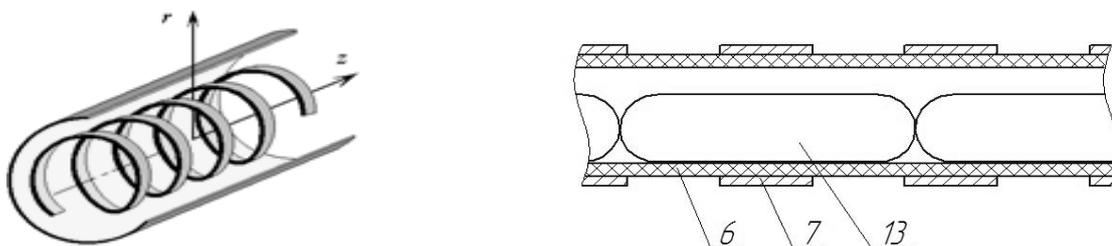


Рисунок 2 – Расположение сарделек и сосисок в диэлектрическом трубопроводе с кольцевой замедляющей системой: 6 – радиопрозрачный трубопровод; 7 – кольцевая замедляющая система; 13 – колбасные изделия

Установка для СВЧ нагрева движущихся изделий круглого поперечного сечения (сарделек, сосисок 13) содержит объемные резонаторы СВЧ генератора, через каждый из них проложен радиопрозрачный трубопровод. На эти радиопрозрачные трубопроводы надеты кольца 7 из ферромагнитного материала, шириной больше чем расстояние между кольцами. Применение СВЧ нагрева для термообработки сосисок и сарделек позволяет существенно увеличить производительность установки и значительно улучшить качество изделия.

Итак, в работе рассматриваются разновидности замедляющих систем, свойства которых во многом определяются частотой электромагнитных колебаний, конфигурацией и типом возбуждаемой волны. При этом замедление и рабочая частота определяют распределение энергии электрического поля внутри обрабатываемого

объекта. Эти свойства позволяют использовать замедленные волны при термообработке сосисок и сарделек.

Литература

1. Азаров, Б.М. Технологическое оборудование пищевых производств / Б.М. Азаров и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 324...332.

2. Пчельников, Ю.Н. Электроника сверхвысоких частот./Ю.Н. Пчельников, В.С. Свиридов.– М.: Радио связь, 1981. – 96 с.

УДК 621.926

О ВЛИЯНИИ ФОРМЫ БАРАБАНА НА ПРОЦЕССЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

Фролов В.Ф – кандидат физ.-мат. наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Процесс смешивания различных компонентов широко распространен в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и т.д. Поэтому вопрос разработки оптимальных параметров работы смесителей весьма актуален.

Различным типам смесителей посвящено ряд работ [1], одной из особенностей и достоинством рассмотренных смесителей, является отсутствие рабочих органов внутри объема перемешиваемого материала. В этом случае перемешивание происходит за счет пространственного неравномерного движения рабочей емкости и диффузионного процесса, вызванным воздействием стенок барабана.

Для описания процесса смешивания воспользуемся уравнением диффузии

$$\partial C / \partial t = D \Delta C, \text{ где } \Delta = \partial^2 / \partial x^2 + \partial^2 / \partial y^2 + \partial^2 / \partial z^2,$$

$C(r,t)$ - концентрация компонента смеси, или степень неоднородности смеси (отношение массы одного из входящих в смесь веществ к полной массе вещества в данном элементе объема.) D - коэффициент диффузии частиц.

При рассмотрении изменения концентрации в неограниченной среде (т.е. когда влиянием границ можно пренебречь, получено [2]:

$$C(r,t) = (1 / 8 (\pi Dt)^{3/2}) \int C_0(r') \exp \{ - (r - r')^2 / 4Dt \} d^3x'$$

распределение концентрации в любой момент времени.

Пусть при $t=0$, концентрация равна нулю во всем объеме пространства за исключением одной точки (начало координат), в которой она принимает бесконечно большое значение, такое распределение можно представить δ - функцией $C_0(\vec{r}) = m \delta \cdot (\vec{r})$, где m - масса добавленного компонента.

$$C(\bar{r}, t) = \frac{m}{8(\pi Dt)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{r^2}{4Dt}}$$

С течением времени концентрация компонента в точке $\bar{r} = 0$ падает как $t^{-3/2}$. Одновременно повышается концентрация в окружающем пространстве, причем область заметно отличной от нуля концентрация постепенно расширяется. Порядок величины этой области $\ell = \sqrt{Dt}$ растет пропорционально корню из времени (ℓ - область распределения концентрации).

Пусть ℓ - характерная величина размера барабана смесителя, тогда время, в течение которого концентрация его в различных точках емкости заметно выравнивается равно

$$\tau = \frac{G' \ell^2}{D},$$

где G' - коэффициент, определяемый, формой стенок смесителя, обычно $G' \approx 1$. Тогда τ является временем смешения в пространственном смесителе. Полученная формула является важной при конструировании смесителей, где определяющим является процесс диффузионного смешения компонентов.

Литература

1. Макаров Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов// М., Машиностроение, 1993. 215 с.
2. Математическое моделирование и оптимизация работы пространственных смесителей// Мудров А.П., Фролов П.В. Проблемы механизации сх. Казань, 2000 с.301-305

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВС

Халиуллин Ф.Х. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Основным режимом работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) мобильных машин сельскохозяйственного назначения являются неустановившиеся режимы работы, которые являются следствием переменных условий эксплуатации и широким спектром технологических операций, выполняемых машиной. В результате этого происходит ухудшение показателей ДВС, определяемых для стационарных условий, что приводит к потерям мощности и перерасходу топлива, и как следствие, растут эксплуатационные затраты на выполнение технологических операций. Для количественной оценки изменений характеристик двигателей внутреннего сгорания мобильных машин в эксплуатационных условиях можно воспользоваться методикой

моделирования динамических систем, рассмотренной в работе [1]. Согласно им, изменения показателей ДВС в неустановившихся режимах работы описываются решениями дифференциальных уравнений различного порядка. Для определения коэффициентов дифференциальных уравнения используются реакции системы на типовые возмущения в виде наброса или сброса нагрузки (рис.1).

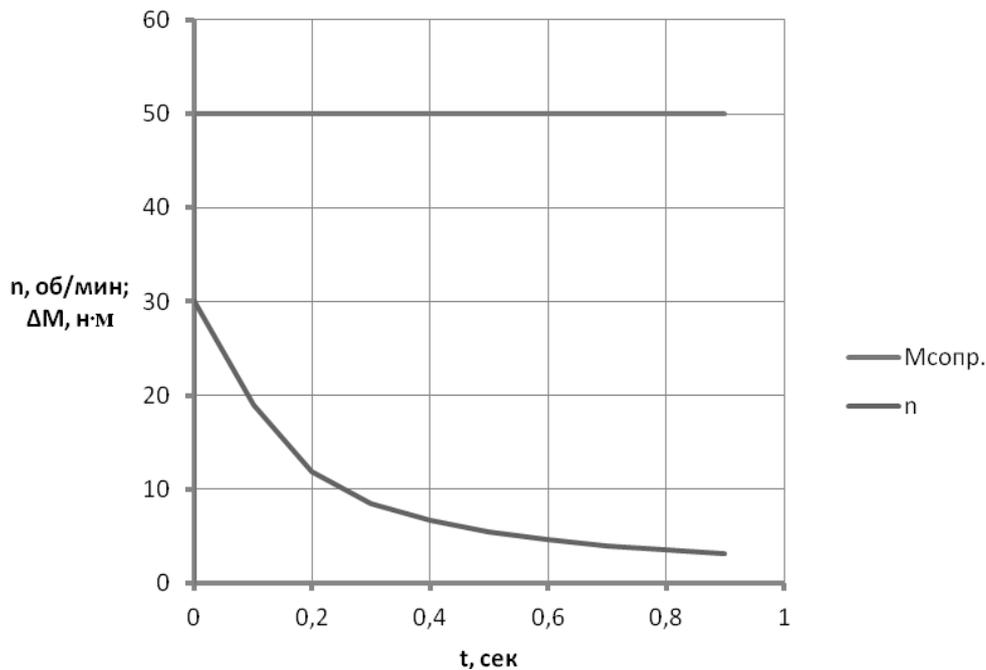


Рисунок 1. Реакция системы на наброс нагрузки

Используя полученные данные можно построить динамические характеристики с учетом изменения показателей двигателя (частота вращения коленчатого вала и цикловая подача топлива) в текущий момент времени. При этом необходимо учитывать, что с течением времени полученные характеристики приближаются к стационарным, и ухудшение показателей зависит от интенсивности изменения нагрузки. Так на рисунке 2 приведена характеристика двигателя в моменты времени $\Delta t=0,1\text{с}$, $\Delta t=0,2\text{с}$ и $\Delta t=0,3\text{с}$. В дальнейшем изменение показателей двигателя по динамическим и стационарным характеристикам практически совпадают.

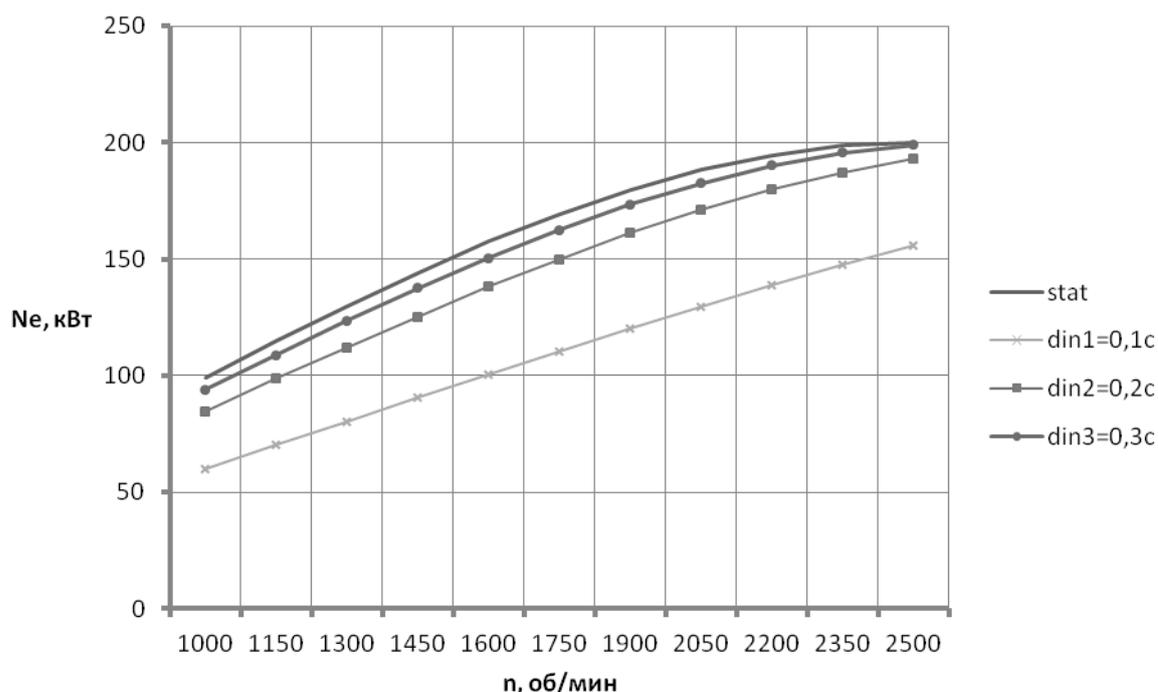


Рисунок 2. Динамическая характеристика ДВС

Таким образом, предложенная методика позволяет количественно оценить изменения показателей ДВС при неустановившихся режимах работы и применима для прогнозирования технологических показателей использования мобильных машин.

Литература

1. Medvedev V.M., Khaliullin F.K., Ahmetzyanov I.R., Shiriyazdanov R.R. Operating conditions of the D-240 Engine based dual fuel gas-diesel engine of the agricultural tractor // 2nd European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences, May, 2014. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Ханнанов М.М. – к.э.н., старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Сельское хозяйство в России за последние годы претерпело крупные изменения. Из-за диспаритета цен на энергоресурсы, комбикорма, технику и продукцию сельского хозяйства продолжается процесс уменьшения рентабельности сельскохозяйственных товаропроизводителей, сокращение использования пахотных земель и поголовья крупного рогатого скота.

Постоянное изменение экономики, а также связанные с этим изменения и усложнения экономических отношений определяют

актуальность вопросов конкуренции и требуют продолжения исследований в этой области и поиска решений возникающих новых задач.

При создании и ведении финансовой деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей любые финансовые операции связаны с риском. В экономических исследованиях проблема риска занимает одно из самых значимых мест. На данный момент, управление финансовыми рисками является решающим фактором повышения и поддержания конкурентоспособности организаций.

Для развития экономики и общества в целом, необходимо создавать условия, позволяющие руководителям идти на собственный риск. Финансовый риск является необходимым элементом принятия решений, а также в развитии современных экономических решений он несет функции катализатора и стимулятора.

Финансовые риски сельскохозяйственных товаропроизводителей – это коммерческие риски, которые могут быть как чистыми, так и спекулятивными. [3, с 216]

Чистые риски представляют собой получение убытка.

Спекулятивные риски означают возможность получения как отрицательного, так и положительного результата.

Также к финансовым рискам относятся такие риски, как: кредитный риск и процентный риск.

Кредитный риск проявляется в опасности неуплаты процентов и основного долга заемщиком, которые принадлежат кредитору.

Процентный риск выражается в опасности потери процентных ставок из-за неблагоприятных изменений.

Финансовыми рисками можно управлять. Управление рисками является достаточно сложным процессом, требующих значительных затрат материальных и человеческих ресурсов.

Также, кроме кредитного и процентного риска выделяют еще валютный риск и риск упущенной выгоды.

Валютный риск непосредственно показывает какова опасность валютных потерь, которые зависят от того каков курс одной валюты по отношению к другой.

Риск упущенной финансовой выгоды – это риск, который наступает от побочного финансового ущерба, в том случае, если не было осуществлено какое-либо мероприятие.

Предпринимательская деятельность без риска – это не предпринимательство. Главной целью менеджмента в современных условиях является то, чтобы при самом отрицательном раскладе можно было бы говорить только о небольшом уменьшении прибыли, а главное добиться того, чтоб ни в коем случае не поднимался вопрос о банкротстве. По этой причине большое внимание уделяют совершенствованию управления рисками.

В процессе бизнеса возникают такие системы как:

- система оценки риска;
- система управления риском;
- система управления финансовыми отношениями [2, с 7].

Более того, риском непосредственно можно и нужно управлять. Для этого необходимо использовать разнообразные меры, которые позволят спрогнозировать наступление рискованного события для предприятия. Тем самым, зная наступление рискованного события, организация может вовремя принять необходимые меры, для того, чтобы снизить степень риска до минимума.

Управление финансовыми рисками включает следующие этапы:

- выявление риска;
- оценку риска;
- минимизацию риска;
- мониторинг.

Основными принципами управления финансовыми рисками предприятия являются: [1, с 56]

1. Принцип осознанности принятия рисков. Нужно учитывать, что из деятельности предприятия невозможно полностью исключить риск.

2. Принцип управляемости рисков, подразумевающий, что риски, которые поддаются оптимизации в процессе управления, должны включаться в портфель финансовых рисков.

3. Принцип экономичности управления рисками. Этот принцип определяется как соотношение затрат предприятия нейтрализации риска к сумме возможного ущерба от риска.

4. Принцип независимости управления отдельными рисками, означающий, что финансовые потери по разным видам рисков независимы друг от друга.

5. Принцип учета стратегии предприятия в процессе управления рисками, подразумевает, что система управления финансовыми рисками базируется на общепринятых предприятием критериях избранной финансовой стратегии.

Применительно к сельхоз- производителям, и на предприятиях АПК для управления рисками формируется политика по управлению финансовыми рисками, представляющая собой часть финансовой политики предприятия. Она разрабатывает систему мероприятий по оптимизации возможных отрицательных последствий рисков. Эти риски связаны с осуществлением различных направлений деятельности предприятия.

Таким образом, из всего вышесказанного можно сделать вывод, что непосредственно у каждого сельскохозяйственного товаропроизводителя существуют финансовые риски, которые можно предугадать, рассчитать и в процессе деятельности предприятия – управлять, предложенными выше методами. Для этого руководитель и экономисты предприятия должны выработать такую тактику управления и регулирования экономическими рисками, которая позволяла бы

учитывать все критерии, необходимые для ритмичного, бесперебойного и пожалуй самое главное – прибыльного ведения хозяйственной деятельности.

Литература

1. Ступаков, В.С. Риск-менеджмент / В.С. Ступаков, Г.С. Токаренко // - М., Финансы и статистика. - 2005. С. 56.
2. Каурова О.В., Финансово-экономический анализ предприятия: учебное пособие / О.В. Каурова, А. Н. Малолетко. – М., КНОРУС, 2011. – С. 216.
3. Студенческая газета «Вестник САФБД», 7 с.

УДК 631.344:631.1(470.57)

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

Хасанов Э.Р. – кандидат технических наук, доцент

Якупов А.М. – аспирант

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа

Защита растений является одним из наиболее значимых направлений в получении стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур. В России потери урожая зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков составляют более 30 %, из них от вредных животных и насекомых – 14 %, от болезней – 12 % и от сорных растений – 9 % [1]. Предпосевная обработка семян является необходимым и эффективным мероприятием по защите растений от болезней и вредителей. Обработка семян средствами защиты от вредных организмов и средствами, стимулирующими рост и развитие растений, абсолютно необходима, если ставится задача получить высокий и качественный урожай сельскохозяйственных культур [2].

В настоящее время существует большое число перспективных способов предпосевной обработки семян защитно-стимулирующими препаратами. Наиболее широко используемым способом предпосевной обработки является протравливание химическими препаратами. Одной из перспективных технологий предпосевной обработки является создание искусственных оболочек (инкрустирование, дражирование) для защиты семян различных сельскохозяйственных культур. В последнее время также активно стали применяться такие способы предпосевной обработки, как обработка биологическими препаратами, физическое обеззараживание.

Проведенные нами в университете на кафедре сельскохозяйственных машин эксперименты показали высокую эффективность применения физических эффектов (СВЧ, ионного

разряда, магнитных полей и т.д.) для стимуляции и обеззараживания семян [3].

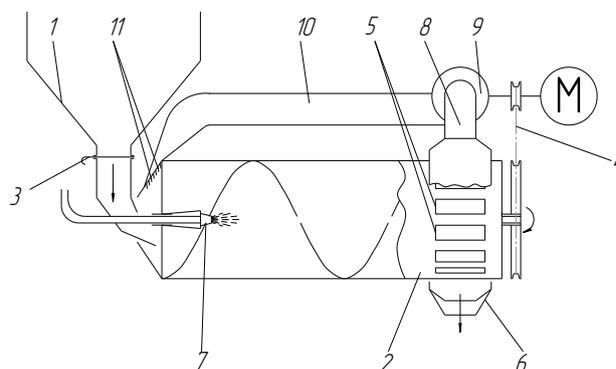
Как правило, в России в крупных хозяйствах протравливается около 60 % семян, в фермерских хозяйствах – 40 %.

Основываясь на результатах опытов по определению влияния технологических процессов происходящих в машинах для защиты растений на жизнедеятельность бактерий [4] в 2007 г. нами был изготовлен опытный образец протравливателя семян барабанного ПСБ-1,5, в котором совмещена возможность воздействия на семена физическими эффектами, биопрепаратами и химическими средствами.

Рабочий процесс протравливателя происходит в полуавтоматическом режиме (рисунок 1). Для непрерывной и равномерной подачи зерна имеется бункер – накопитель 1, где расположены мембранные датчики верхнего и нижнего уровней семян, обеспечивающие автоматическую загрузку протравливателя, откуда через дозировочную щель, регулируемую затвором 3, самотеком поступают во вращающийся смесительный барабан 2.



внешний вид



схема

Рисунок 1 Протравливатель семян барабанный ПСБ-1,5

- 1 – бункер; 2 – барабан; 3 – затвор; 4 – привод; 5 – выгрузное окно; 6 – приемно - накопительный кожух; 7 – форсунка; 8 – заборный трубопровод; 9 – вентилятор; 10 - напорный трубопровод; 11 – завихритель.

Суспензию ядохимикатов загружают в резервуар, который находится на одном уровне с распылителем, откуда она самотеком поступает к распылителю, где за счет сжатого воздуха, подаваемого компрессором, распыляясь до туманообразного состояния, подается в барабан. В процессе дальнейшего перемешивания семян барабаном распыленная суспензия дополнительно распределяется по поверхности семян. Воздух засасывается из приёмно-накопительного кожуха 6 и по заборному трубопроводу 8, и вентилятором 9 нагнетается по напорному трубопроводу 10 в камеру протравливания, проходя через завихрители 11, воздух движется в барабане по спиральной траектории. Разгрузку

протравленных семян можно производить как в мешки, так и в транспортные средства, так как выгрузной шнек съемный.

С учетом полученных результатов для повышения качества покрытия семян протравителем созданы усовершенствованные конструкции ПСБ-4,0 и ПСБ-10, которые также неплохо зарекомендовали себя на производстве (рисунок 2).

В предложенных нами протравливателях используются традиционные подходы, рассчитанные на применение химических препаратов, без учета особенности (минимизации воздействия и сохранения теплового режима) применения микроорганизмов и невозможности выполнения процесса инкрустации.



а)



б)

Рисунок 2 Протравливатель семян барабанный ПСБ-4 и ПСБ-10 на производственных испытаниях в 2008 и 2009 г.г.:

а – Илишевский район Республики Башкортостан, СПК им. «II партсъезда»,

б – Дюртюлинский район Республики Башкортостан, КФХ «Куваш»

В связи с этим, дальнейшие наши усилия были направлены на разработку технологии и создание протравливателя-инкрустатора семян зерновых культур, имеющего по сравнению с аналогами, минимальное травмирование посевного материала с возможностью инкрустирования семян питательными элементами, что позволит за счет объединения в одной операции протравливания, стимуляции и снабжения семян зерновых стартовой дозой удобрений и микроэлементов, гарантированно повысить урожайность с 15 до 30 %.

На настоящий момент нами на кафедре сельскохозяйственных машин Башкирского ГАУ нами создан протравливатель-инкрустатор (рисунок 3), обрабатывающий семена зерновых культур потоками аэрозоля по следующему принципу [5,6].

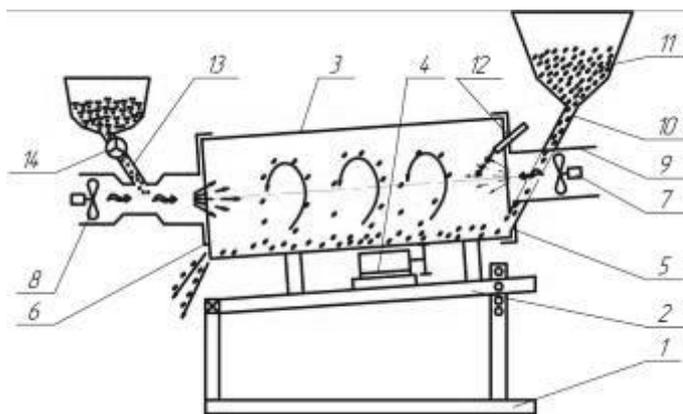


Рисунок 3 Протравливатель-инкрустатор семян

Семена из бункера 11 поступают в дозатор 10, который равномерно подает заданный объем семенного материала через окно боковины 5 в лоток 9 и далее в барабан 3. Барабан 3, установленный под определенным углом наклона к горизонту, посредством изменения положения подвижной 2 относительно неподвижной рамы 1, получает вращение через привод 4 и поднимает семена внутренней боковой поверхностью. Семена, достигшие критического угла подъема, падают вниз, и процесс подъема и падения неоднократно повторяется, чем обеспечивается их перемещение к выгрузному окну боковины 6. В воздухопровод осевого вентилятора 7 распылителем 12 подается рабочая жидкость, которая, перемещаясь вместе с воздушным потоком в виде аэрозоли, покрывает поверхность падающих семян. С противоположного конца барабана 3, дозатором 14 в воздухопровод 13 вентилятора 7 подается защитно-стимулирующее вещество в виде порошка. Порошок подхватывается воздушным потоком и, соприкасаясь с предварительно нанесенной на семена клеящей рабочей жидкости, прилипает к его поверхности. По мере обработки семена перемещаются к выгрузному окну, выполненному в нижней части боковины 6 и обволакиваются дополнительной дозой порошкообразного защитно-стимулирующего веществ.

Преимуществом данной установки является то, что она работает в двух отдельных режимах – протравливания и инкрустации. Производственные испытания показали равномерность обработки семян не менее 98% с производительностью в режиме протравливания – 10 т/час, в режиме инкрустации – 4 т/час. Равномерность обработки, то есть степень однородности содержания препарата на отдельных семенах в пределах одной партии рассчитывали как коэффициент вариации полноты протравливания отдельных семян. При этом применяли метод, основанный на экстракции тебуконазола из образцов или малых проб семян органическим растворителем с последующим количественным определением действующего вещества газожидкостной хроматографией с использованием термоионного детектора. Отбор проб и подготовку

средних образцов производили в соответствии с ГОСТ 12036-85 «Семена сельскохозяйственных культур».

Предпосевная инкрустация семян зерновых культур экспериментальной установкой обеспечивает: увеличение урожайности до 5 ц/га; повышение полевой всхожести на 7–10 %; повышение плотности продуктивного стеблестоя на 5–7%; увеличение массы зерна с одного колоса на 2–3%. Внедрение в сельскохозяйственное производство данных технологий гарантированно увеличит урожайность сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Павлов, И. Ф. Защита полевых культур от вредителей/ И. Ф. Павлов//2-е изд., доп. и перераб.–Москва: Россельхозиздат, 1987.–256с.
2. Хасанов, Э. Р. Предпосевная обработка семенного материала защитно-стимулирующими препаратами: монография. – Уфа: Лань, Башкирский ГАУ, 2013. – 171 с.
3. Хасанов Э. Р., Камалетдинов Р.Р., Хайруллин Р.М. Обеззараживание и стимуляция прорастания семян токами СВЧ// Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2010.-№3.-С. 14-15
4. Камалетдинов Р.Р., Хасанов Э.Р., Хайруллин Р.М., Сираев Р.Х., Минина Т.С. Особенности машин для обработки сельскохозяйственных культур биопрепаратами // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 6. – С. 2-3.
5. Пат. 2459401 Российская Федерация. Камалетдинов Р. Р., Хасанов Э. Р., Галлямов Ф. Н. Устройство для предпосевной обработки семян. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 27.08.12.
6. Хасанов, Э.Р. Система предпосевной обработки семян токами СВЧ с последующей инкрустацией/Э.Р. Хасанов//Вестник Башкирского государственного аграрного университета.–2013.–№4.– С.105–109.

УДК 631.43.004.67

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ АНОДНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ РЕЗКИ ЛЕМЕХОВ

Шайхутдинов Р.Р. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

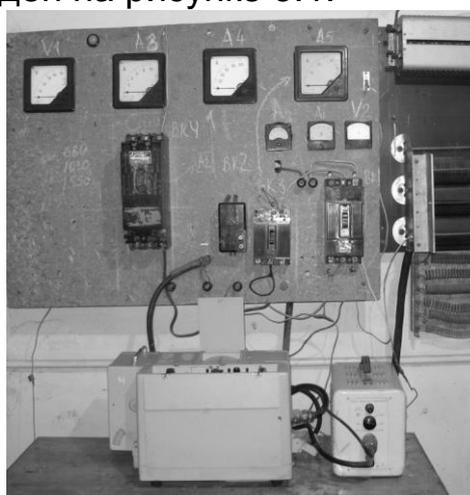
Агропромышленный комплекс ежегодно нуждается в большом количестве лемехов из-за быстрого их износа. Затупление лемехов повышает тяговое сопротивление плуга и снижает качество вспашки. Восстановление лемехов приваркой лезвия, предусматривает обрезку газопламенной резкой или на гильотинных ножницах с предварительным отжигом, что снижает жесткость остова и требует дополнительных энергетических затрат [1]. Указанных недостатков при восстановлении

лемехов можно избежать при применении анодно-механической обработки (АМО), которая основана на комбинированном электроэрозионнохимическом удалении материала припуска металлическим инструментом, что позволит исключить необходимость отжига лемеха, значительно сократить трудоемкость и расходы на восстановление лемеха.

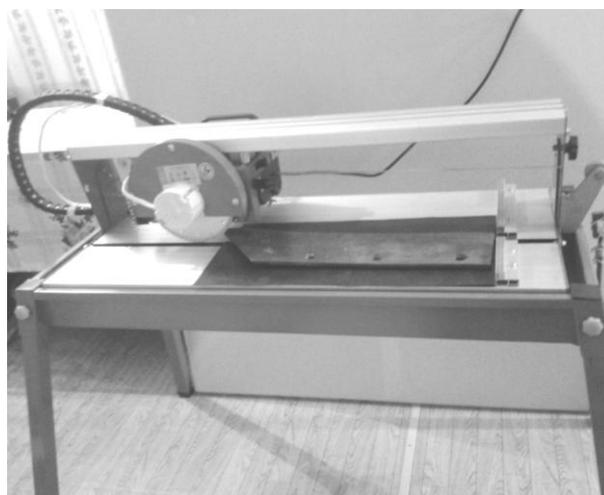
Для проведения исследований была разработана лабораторная установка, реализующая процесс анодно-механической резки.

В качестве основы механической части была взята установка для резки керамической плитки с подходящими габаритами стола. Для перемещения суппорта используется груз с блоком.

Вид электрического щита установки и его механической части приведен на рисунке 3.1.



а) электрический щит установки



б) механическая часть

Рисунок 1 – Общий вид установки анодно-механической резки

Электрическая часть установки включает 4 выпрямителя ВСГ-3А, соединенные в батарею, набора амперметров и вольтметров, осциллографа, блока сопротивлений и устройств коммутации.

Структурно-функциональная схема установки приведена на рисунке 2. Напряжение из силовой сети на первичную обмотки блока выпрямителей подается через выключатель и предохранители. Соединенные в батарею выпрямители позволяют регулировать напряжение на выходе батареи в широких пределах. Вольтметры V1 и V2 установлены для измерения величины напряжения технологического тока.

Реостатом 2 осуществляется изменение силы тока в широких пределах. Измерение силы тока производится с помощью амперметров с пределами измерения 500А, 300А, 200А, 100А и 30А. Одновременно значения величин тока и напряжения фиксируются шлейфовым осциллографом Н-115 для повышения точности измерения и облегчения анализа происходящих процессов.

Вращение шпинделя суппорта с дисковым инструментом осуществляется от штатного электродвигателя.

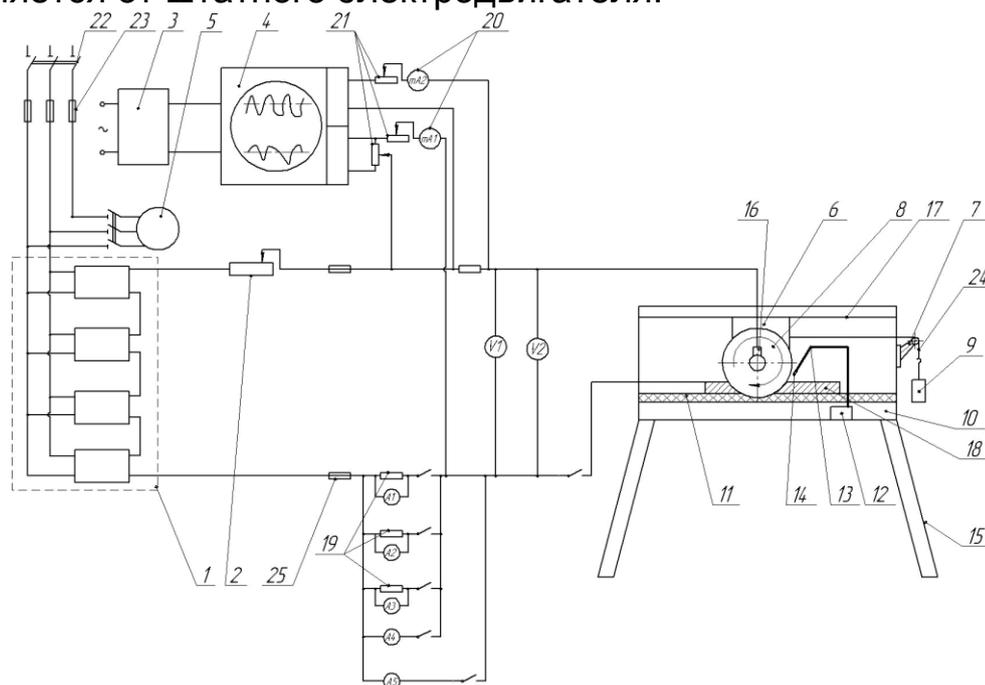


Рисунок 2 - Схема установки анодно-механической резки

1-блок выпрямителей; 2,21-реостат; 3,24-блок питания; 4-осциллограф;
 5-электродвигатель; 6-суппорт; 7-блок с кронштейном; 8- токосъемник; 9-груз;
 10-корпус-бак; 11-резиновая пластина; 12 – насос; 13 – шланг подвода рабочей жидкости;
 14-сопло; 15-ножка; 16 – щетка; 17 – балка, 18-образец; 19-шунт;
 20-миллиамперметры; 22-пускатель; 25- предохранитель.

Установка работает следующим образом. Обрабатываемый образец закрепляется на рабочем столе. В бак наливается электролит требуемого состава. Далее с помощью провода соединяют лемех и дисковый инструмент. Для установки значения тока короткого замыкания в контакт подают технологический ток через один из выключателей и доводят его до требуемого значения с помощью реостатов и амперметров. После этого провод удаляют. Затем включают привод вращательного движения электрод-инструмента и, отпустив стопор суппорта, вводят в контакт деталь и электрод-инструмент. После чего включают ток и проводят обработку до окончания реза. После этого выключают технологический ток и привод дискового электрод-инструмента. Деталь снимают со стола.

Разработанная установка имеет более простую конструкцию по сравнению с прототипом, меньшую массу и стоимость.

Литература

1. Шайхутдинов Р.Р. О восстановлении лемехов / Р.Р. Шайхутдинов // «Технологические и технические аспекты развития сельского хозяйства»: Материалы Всероссийской научно-практ. конференции. Том 74. -Часть 3, 4. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2007. - с.310-313.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАКИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЕМКОСТЕЙ С ЗАДАНЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

*Шамсутдинов Ф. А. – доктор технических наук, профессор
Гайнутдинов Р.Х. – старший преподаватель
Казанский государственный университет, г. Казань*

Обзор состояния и исторических этапов исследований и промышленных разработок в области технологии машиностроения показывает, что они в основном посвящены научным основам построения маршрутных технологических процессов и теории процессов резания при механическом воздействии лезвийного или абразивного инструмента, так что вопросы производительной и эффективной обработки материалов решались, прежде всего, в двух направлениях: новые решения в области создания технологического оборудования и новые решения в области создания инструментального оснащения. Практика реализации исследований, безусловно имеющих большую ценность, к сожалению, выявляют тенденции внедрения на машиностроительных предприятиях, включая оборонные, станков и инструментов заграничного производства, например фирм «Мазак» Япония, «Прома» Чехия, «Карлоу» Корея, «SGS» США и т.д.

Новая концепция и основные принципы технического осуществления размерной электрической обработки (РЭО), построенные на качественно новых физических принципах синтеза закономерностей обусловленных эффектами Пельте и Джоуля-Ленца в совокупности с реологическим законом трения Ньютона и постулированными положениями теории пограничного слоя, и изложенных автором в монографии [1] в полной мере решают проблему высокопроизводительной и энергоэкономичной обработки современных материалов трудно обрабатываемых, а в ряде случаев исключаящих их обработку, традиционными методами как лезвийная, абразивная, огневая и т.д.

Принципиальной технологической особенностью РЭО является реализация эффекта униполярного термического воздействия на обрабатываемый материал, в условиях непрерывно существующего неплотного электрического контакта быстро перемещающегося обрабатывающего инструмента (ОИ) относительно обрабатываемой заготовки (ОЗ) в технологической зоне обработки (ТЗО) осуществляемого для изменения его структурных характеристик и агрегатного состояния в соответствии с конечной целью проводимой операции как поверхностная термообработка либо съём заданного припуска с ОЗ, при этом производительность и энергоёмкость процесса

обработки определяется лишь теплофизическими свойствами материала ОЗ и не зависит от его физико-механических характеристик.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема проведения процесса обработки на операциях съема припуска с ОЗ и на рис.2 приведена обобщенная схема процесса поверхностей термообработки деталей. К ОЗ и ОИ представленному в виде металлического диска диаметром D и шириной B , известными способами подается ток J с рабочим напряжением U . ОИ придаетсся вращение с угловой скоростью ω , одновременно он подается на ОЗ со скоростью подачи $V_{\text{п}}$.

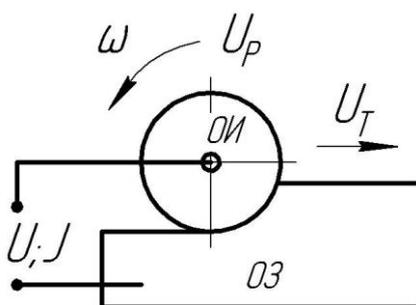


Рисунок 1. - Принципиальная схема проведения процесса обработки

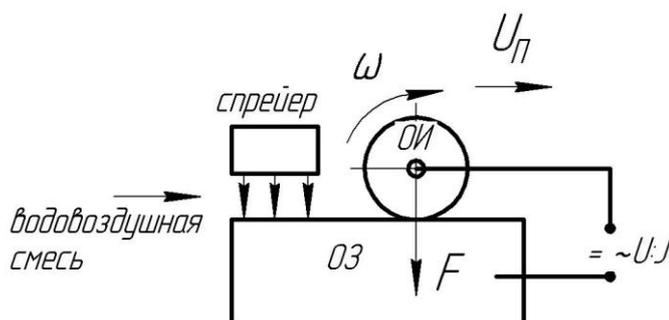


Рисунок 2. - Обобщенная схема процесса поверхностей термообработки

Процесс съема заданного слоя припуска по схеме рис.1 осуществляется в режиме непрерывного униполярного оплавления ОЗ и характеризуется следующими параметрами [2], скорость съема: $U_c = \omega \cdot D/2$, производительность $V_c = U_c \cdot h_c \cdot B$. Мощность источника технологического питания (как правило, сварочного трансформатора): $P_{\text{ип}} = U \cdot J = g_{\text{ж}} \cdot V_c / \eta$

где $g_{\text{ж}}$ – объемная энтальпия расплава материала ОЗ, η – полный к.п.д. процесса обработки, равный 0,65...0,75 соответственно для цветных и черных металлов и сплавов [2].

Процесс поверхностной термической обработки осуществляется по схеме рис.2 использованием эффекта униполярного

электротермического нагрева обрабатываемой поверхности ОЗ до заданных температур позволяющих управлять изменением структурного состава материала обработки для формирования заданных эксплуатационных характеристик изделия.

Результаты проведенных исследований в рамках НИОКР по теме «Разработка опытного образца станка с одновременным исследованием технологических и энергетических параметров процесса обработки» Государственный контракт №9210р/15025 ФСРМФП НТС [3], показали: целесообразность использования РЭО в широком арсенале операций, разделительная резка, точение, фрезерование, шлифование, электросглаживание, выхаживание, доводка поверхностей, поверхностная термообработка и преимущества как снижение энергоемкости до 1,5...1,7 раз, повышение производительности 1,...2 раза, стойкости инструмента выше в 100...150 раз, в сопоставлении с механической обработкой.

Приоритетные области применения РЭО: в металлургическом производстве для получения блюмингов и крупногабаритных заготовок с заданными механическими свойствами; в атомной и нефтегазовой промышленности при плакировании внутренних поверхностей реакторов и трубопроводов; термообработка сварных швов трубопроводов отечественного назначения, а так же шлифование и доводка профилей (лопатки турбин, авиадвигателей и прочих сложных поверхностей деталей), утилизация крупногабаритных конструкций оборудования, корпусов судов, паромов и т.д.

Литература

1. Шамсутдинов Ф.А. Основы электрической обработки материалов непрерывным оплавлением / Ф.А. Шамсутдинов; Министерство образования и науки, Камский госуд. политех. ин-т. – Наб. Челны: Изд-во Камского госуд. политехн. ин-та, 2005. – 113с.; библиогр. 104-110с.

2. Шамсутдинов Ф.А. Технологические особенности и энергетические параметры электрической обработки материалов методом контактного непрерывного оплавления // Вестник Казан. гос. техн. ун-та им. А.Н. Туполева. – 2004. - №3. – С.12-18.

3. Разработка опытного образца станка с одновременным исследованием технологических и энергетических параметров процесса обработки: Отчет о НИОКР. ООО «НТП «Техника-XXI»; Руководитель Ф.А. Шамсутдинов. - №ГР 01201264460; Инв.№001-008. – с.Новое Шигалеево, РТ, РФ, 2011-2012. – 180 с.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ЛИТНИКОВЫХ ПИТАТЕЛЕЙ И ПРИБЫЛЕЙ ОТЛИВОК ИЗ СПЛАВОВ ЦВЕТНЫХ И ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Шамсутдинов Ф. А. – доктор технических наук, профессор

Гайнутдинов Р.Х. – старший преподаватель

Казанский государственный университет, г. Казань

В литейном производстве отливок из черных и цветных сплавов одним из трудоемких процессов являются операции отделения литниковых систем и прибылей.

В настоящее время для этого используют такие способы как механическая обрубка, кислородная и электродуговая резка угольными электродами, абразивная резка угловыми шлифмашинами, гидрорезка и прессы.

В свою очередь появление новых видов материалов, обладающих улучшенными эксплуатационными характеристиками по их прочности, твердости, ударной вязкости, жаропрочности и т.д., связано с трудностью применения в операциях отделения литниковых систем и прибылей традиционных способов резания (механических, огневых, абразивных и т. д.), что существенно повышает себестоимость выпускаемой продукции литейных производств.

В свою очередь все перечисленные методы резки прибылей и литниковых систем обладают рядом недостатков, таких как низкая производительность и высокая энергоемкость, что связано с низким КПД перечисленных способов. Недостатками перечисленных методов также являются низкие показатели по санитарным и экологическим условиям рабочих мест.

По данным металлургических предприятий РФ стоимость операции отделения литниковых питателей и прибылей составляет для чугунного и стального литья порядка 5...7 тысяч рублей на тонну, для цветного литья – 7...12 тысяч рублей.

Отделение литниковых систем и прибылей для алюминиевых, магниевых и титановых сплавов с использованием гидрорезания составляет 10...15 тысяч рублей на тонну продукции.

В литейном производстве отливок из черных и цветных сплавов одним из трудоемких процессов являются операции отделения литниковых систем и прибылей.

В настоящее время для этого используют такие способы как механическая обрубка, кислородная и электродуговая резка угольными электродами, абразивная резка угловыми шлифмашинами, гидрорезка и прессы.

В свою очередь появление новых видов материалов, обладающих улучшенными эксплуатационными характеристиками по их прочности, твердости, ударной вязкости, жаропрочности и т.д., связано с

трудностью применения в операциях отделения литниковых систем и прибылей традиционных способов резания (механических, огневых, абразивных и т. д.), что существенно повышает себестоимость выпускаемой продукции литейных производств.

В свою очередь все перечисленные методы резки прибылей и литниковых систем обладают рядом недостатков, таких как низкая производительность и высокая энергоемкость, что связано с низким КПД перечисленных способов. Недостатками перечисленных методов также являются низкие показатели по санитарным и экологическим условиям рабочих мест.

По данным металлургических предприятий РФ стоимость операции отделения литниковых питателей и прибылей составляет для чугунного и стального литья порядка 5...7 тысяч рублей на тонну, для цветного литья – 7...12 тысяч рублей.

Отделение литниковых систем и прибылей для алюминиевых, магниевых и титановых сплавов с использованием гидрорезания составляет 10...15 тысяч рублей на тонну продукции.

В литейном производстве отливок из черных и цветных сплавов одним из трудоемких процессов являются операции отделения литниковых систем и прибылей.

В настоящее время для этого используют такие способы как механическая обрубка, кислородная и электродуговая резка угольными электродами, абразивная резка угловыми шлифмашинами, гидрорезка и прессы.

В свою очередь появление новых видов материалов, обладающих улучшенными эксплуатационными характеристиками по их прочности, твердости, ударной вязкости, жаропрочности и т.д., связано с трудностью применения в операциях отделения литниковых систем и прибылей традиционных способов резания (механических, огневых, абразивных и т. д.), что существенно повышает себестоимость выпускаемой продукции литейных производств.

В свою очередь все перечисленные методы резки прибылей и литниковых систем обладают рядом недостатков, таких как низкая производительность и высокая энергоемкость, что связано с низким КПД перечисленных способов. Недостатками перечисленных методов также являются низкие показатели по санитарным и экологическим условиям рабочих мест.

По данным металлургических предприятий РФ стоимость операции отделения литниковых питателей и прибылей составляет для чугунного и стального литья порядка 5...7 тысяч рублей на тонну, для цветного литья – 7...12 тысяч рублей.

Отделение литниковых систем и прибылей для алюминиевых, магниевых и титановых сплавов с использованием гидрорезания составляет 10...15 тысяч рублей на тонну продукции.

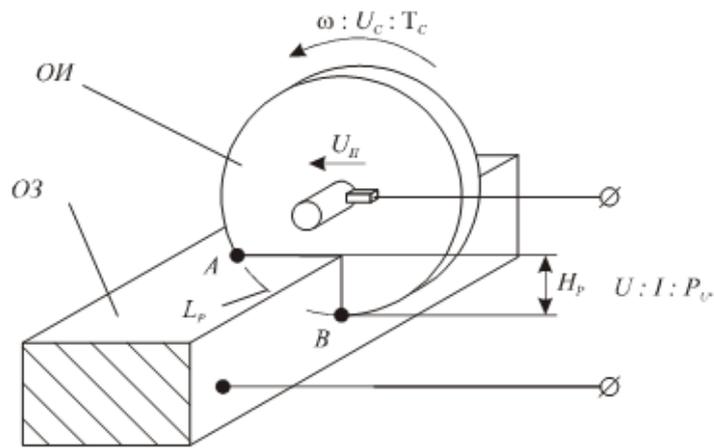


Рисунок 1 – Схема рабочего процесса

Геометрические параметры ОИ: диаметр – D ; ширина – B .

Геометрические параметры МЭП: ширина – B ; длина L .

Технологические и энергетические параметры:

Глубина обработки (резания) – H_P

Толщина съема (слоя эвакуации ПЖМ из МЭП) – h_c

Глубина проплавления материала ОД в МЭП (толщина слоя проплавления) – $h_{пр}$

Внедрение предлагаемых технологии и оборудования позволит повысить производительность, снизить расход энергоресурсов, улучшить экологию, уменьшить припуски и сократить объем последующей механической обработки и образование отходов.

Экономический эффект от внедрения предположительно составит от 800 до 1200 рублей на тонну черного и цветного литья.

Основанием для прогнозирования экономического эффекта является акт результатов промышленной апробации экспериментальной режущей установки стационарного типа (патент РФ №220732) на операциях скоростной резки металлопроката на предприятиях ОАО «Агромаш холдинг», в котором комиссией отмечается, что в условиях заготовительного производства в сопоставлении с традиционными методами резания получены следующие результаты: повышение производительности на 24...28 % при снижении энергоемкости на 33...42 %.

В настоящее время в рамках создания и промышленного освоения новых технологии и оборудования размерной электрической обработки контактным непрерывным оплавлением проведен ряд исследований и получены следующие результаты:

- установлены основные принципы технического осуществления и физические закономерности технологической реализации качественно нового способа размерной электрической обработки контактным непрерывным оплавлением;

- установлены механизмы протекания рабочих процессов резания, выявлены закономерности процессов силового и теплового нагружения системы обрабатывающий инструмент – обрабатываемая деталь и механизмы эвакуации продуктов диспергирования из технологической зоны обработки;

- созданы режущие установки стационарного типа для скоростной резки металлов (патент РФ №220732).

- достижение высокой производительности независимо от физико-механических свойств материала обработки.

- простота оборудования и несопоставимо высокая стойкость обрабатывающего инструмента.

- малоотходность и экологическая безопасность проведения операции обработки:

- для выявления конкурентных преимуществ нашего проекта были проведены операции отделения литниковых систем и прибылей отливок стального и цветного литья в лабораторных условиях изделий ООО «Новые литейные технологии».

В настоящее время для отделения литниковых систем и прибылей отливок стального и цветного литья преимущественное распространение получают способы абразивной резки с помощью угловых шлифмашинок с использованием абразивных дисков. Срок службы абразивного диска диаметром 250 мм на операциях разделительной резки литниковых систем стального литья «Корпуса запорной задвижки» ООО «Новые литейные технологии» составляет 2 единицы на изделие.

Основными преимуществами нашего способа резки являются простота конструкции оборудования и высокая стойкость обрабатывающего инструмента.

Инструмент, используемый на нашей установке – стальной диск диаметром 250 мм из Стали 45 (лист 3 мм) в лабораторных условиях прошел испытания на той же операции на 20 изделиях, при этом износ инструмента по диаметру составил 1,5 мм (в тело инструмента). То есть предположительно стойкость инструмента составит 100...150 изделий, при более высокой порядка 30...40% производительности.

Литература

1. Шамсутдинов Ф.А. Основы электрической обработки материалов непрерывным оплавлением /Ф.А. Шамсутдинов; Министерство образования и науки, Камский госуд. Политех. Ин-т. – Наб. Челны: Изд-во Камского госуд. Политехн. ин-та, 2005. – 113 с.

2. Разработка опытного образца станка с одновременным исследованием технологических и энергетических параметров процесса обработки: Отчет о НИОКР. ООО «НТП «Техника-XXI»; Руководитель Ф.А.Шамсутдинов. - №ГР 01201264460; Инв. №001-008. – с. Новое Шигалеево, РТ, РФ, 2011-2012. – 180с.

**К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ «ДВИГАТЕЛЬ – МАШИНА – СРЕДА»**

*Ширязданов Р.Р. – аспирант,
Халиуллин Ф.Х. – кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный университет, г. Казань*

Повышение эффективности использования мобильных машин невозможно без создания математических моделей, описывающих их работу в реальных условиях эксплуатации. Известен перспективный структурный подход к описанию динамики двигателей в составе мобильных машин [1, С. 45]. Использование такого подхода позволяет разбить сложную систему «двигатель – машина – среда» на ряд подсистем, связанных математическими условиями совместного решения определяющих их уравнений. Однако последние исследования показывают, что эти уравнения зачастую не описывают работы элементов указанной системы в реальных условиях эксплуатации, характеризующихся в значительной мере неустановившимся характером нагрузки, быстрой сменой скоростных режимов. В частности, принимаются допущения, что двигатель всегда работает при полной подаче топлива (т. е. по внешней скоростной характеристике), переключение передач происходит мгновенно при достижении максимальной скорости вращения коленчатого вала [2, С. 3]. Допущения такого рода приводят к значительным ошибкам при расчете эффективных показателей работы двигателей на частичных скоростных режимах, даже при использовании двигателей, оснащенных ЭБУ [3].

Поэтому актуальной является задача составления такой математической модели системы «двигатель – машина – среда», в которой с должной степенью адекватности представлена работа двигателя на частичных скоростных характеристиках. Для создания такой модели предложено расширить количество переменных, описывающих ее фазовое пространство за счет включения в него термодинамических взаимодействий. На самом деле, при работе на частичных скоростных характеристиках, эффективные показатели работы двигателя можно рассматривать как функцию от частоты вращения коленчатого вала двигателя и положения органа управления подачей топлива или воздуха. Фактически же это означает, что показатели зависят от количества подаваемого топлива, воздуха и особенностей процессов сгорания топливно-воздушной смеси, которые характеризуют индикаторные показатели в каждом цилиндре. Очевидно, что учет этих процессов требует перехода от моделей, решаемых относительно частоты вращения коленчатого вала двигателя к моделям, решаемым относительно угла поворота коленчатого вала двигателя.

Так, был совершен переход к основному уравнению работы двигателя в виде следующего выражения:

$$\begin{cases} \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J_{\text{дв}}} M_{\text{кр}}(\varphi) - \frac{1}{J_{\text{маш}}} M_{\text{сопр}}, \\ M_{\text{кр}} = \left(P_i(\varphi) - P_{\text{атм}} \right) \cdot A_n \cdot r \cdot Y(\varphi), \end{cases} \quad (1)$$

где ω - скорость вращения коленчатого вала, рад/сек;

$J_{\text{дв}}, J_{\text{маш}}$ – приведенные моменты инерции двигателя и агрегатов машины, кг·м²;

A_n – площадь поршня, м²;

r – радиус кривошипа, м;

$Y(\varphi)$ - функция, определяемая геометрическими параметрами двигателя и текущим углом поворота коленчатого вала;

P_i – индикаторное давление в цилиндре двигателя, МПа;

$P_{\text{атм}}$ – атмосферное давление, МПа;

При этом индикаторное давление можно выразить следующим выражением:

$$\frac{dP_i}{d\varphi} = \frac{k-1}{V} \left(m_{\text{сгор}} \cdot Q_{\text{нтс}} \cdot \frac{dQ_{\text{мп}}}{d\varphi} \right) - \frac{kP_i}{V} \frac{dV}{d\varphi}, \quad (2)$$

где $m_{\text{сгор}}$ – масса сгоревшей топливно-воздушной смеси, кг;

k – показатель адиабаты рабочего тела;

$Q_{\text{нтс}}$ – низшая теплота сгорания топлива, Дж

$Q_{\text{мп}}$ – тепловой поток в цилиндре, Вт.

Очевидно, что масса сгоревшей топливной смеси во много зависит от состава смеси, поступающей в цилиндр, который, в свою очередь, зависит от положений органов управления двигателем и скорости вращения коленчатого вала.

Часть структурной схемы разработанной математической модели представлена на рисунке 1.

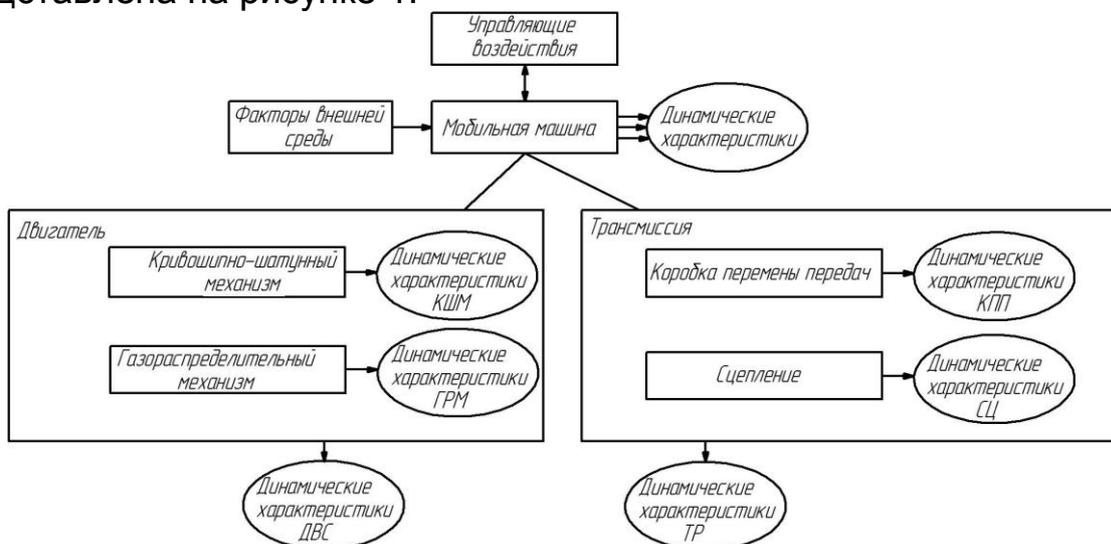


Рисунок 1 – Структурная схема системы «двигатель - трансмиссия»

Согласно рисунку 1, каждый элемент системы «двигатель – машина - среды» представляет собой отдельную систему, также представляющую собой совокупность элементов, обладающих собственными динамическими характеристиками. Подобный подход в совокупности с переходом к модели, решаемой относительно угла поворота коленчатого вала с учетом термодинамических особенностей работы двигателя, позволяет учесть в модели одновременно несколько направлений развития переходных процессов и, таким образом, точнее оценить соответствующие им динамические характеристики.

Для имитации реальных условий эксплуатации про проведении вычислительных экспериментов с моделью была использована разработанная авторами модель формирования момента сопротивления [4], а также известные типовые нагрузки. Оценка адекватности полученных результатов была проведена на основе данных, полученных в ходе экспериментального исследования. На рисунке 2 представлены результаты сравнения экспериментальных и модельных данных для одного из опытов (подъем автомобиля на эстакаду).

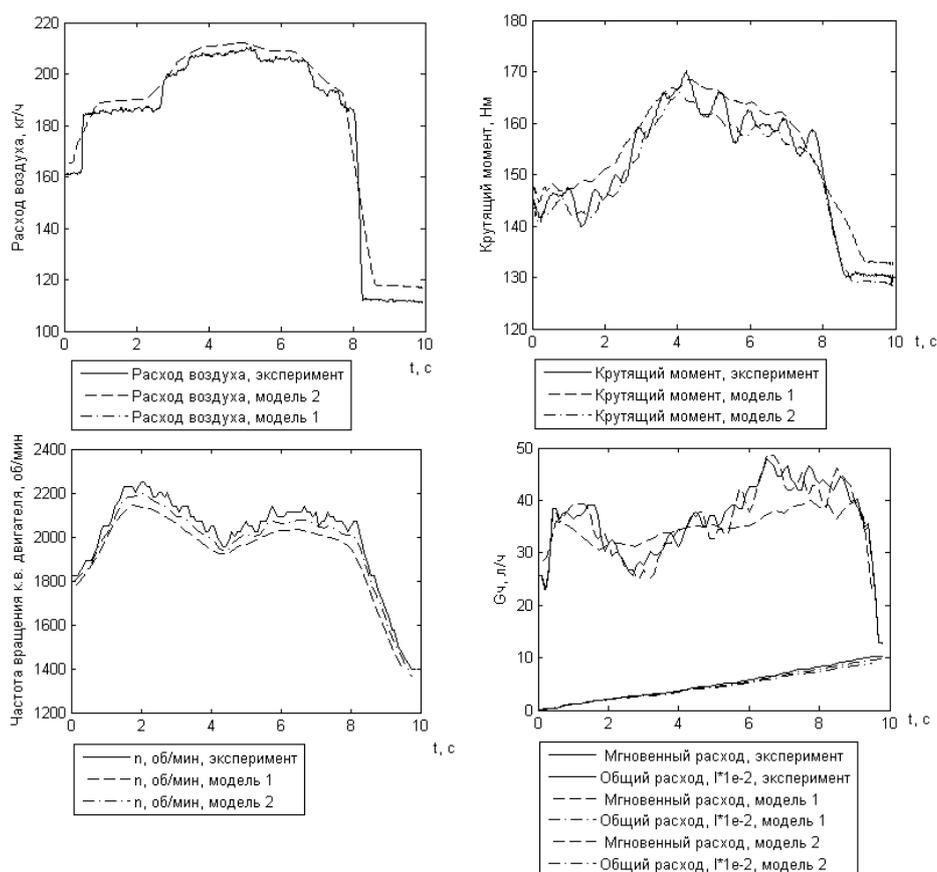


Рисунок 2 – Результаты сравнения вычислительного и физического экспериментов.

На рисунке 2 с обозначением «модель 1» представлены результаты, полученные для упрощенной математической модели, не включавшей в себя глубокую разработку динамики двигателя автомобиля.

Обозначением «модель 2» представлены результаты для модели, решаемой относительно угла поворота коленчатого вала двигателя с учетом углубленного описания динамики двигателя и трансмиссии автомобиля.

Таким образом, разработанная модель позволяет учесть для различных скоростных и нагрузочных режимов не только момент сопротивления, передаваемый к двигателю машины, но и управляющие воздействия на двигатель. Эта важная особенность позволяет, выполнив расчеты, не только обеспечить согласование динамических характеристик отдельных элементов системы «двигатель – машина – среда» на этапе проектирования новых машин, но и выполнять расчеты для определения оптимальных с точки зрения экономичности или других требуемых параметров положений органов управления как двигателем, так и машиной в целом.

Литература

1. Кутьков Г.М. Трактор второго поколения: монография., М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2013. – 104 с.
2. Юсупов А.А. Совершенствование тягово-динамического расчета автомобиля путем учета процесса переключения передач и управления двигателем: автореферат дисс. ... канд. техн. наук., Челябинск: 2013. – 18 с.
3. J. Čupera, P. Sedlák, Design and verification of engine power calculation model using the data of a digital bus built into a agricultural tractor, Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2011, LIX, No. 6, pp. 111–120.
4. Моделирование момента сопротивления на валу автомобильного двигателя / Халиуллин Ф.Х., Шириязданов Р.Р. // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции «АНТЭ-2009». – Казань, Т.2. – 2009. – С. 20-24.

УДК 631.358

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРОВ ДВС

Ш. Юлдашев - доктор технических наук, профессор,

А. Ли - кандидат технических наук, доцент

З. Шарипов, кандидат технических наук, доцент

Б. Норов, кандидат технических наук, доцент

*Ташкентский институт ирригации и мелиорации, г. Ташкент,
Узбекистан*

Известен способ восстановления гильзы, заключающийся в том, что стенку изношенного цилиндра разрезают по линии вертикальной оси, затем гильзу стягивают и стык заваривают электродуговой сваркой под слоем флюса, далее механической обработкой доводят под необходимый ремонтный размер (П.Р. № 4867933/27).

При этом полностью восстанавливается работоспособность сопряжения, так как обработка под ремонтный размер осуществляется с теми же допусками, с которыми восстанавливают изношенные детали [1].

Применение способа ремонтных размеров является основным для восстановления сопряжения "гильза-поршень" для дизелей.

По действующим техническим требованиям изношенная гильза должна восстанавливаться расточкой хонингованием под увеличенный ремонтный размер.

Недостатком данного способа является ухудшение свойств материала вследствие воздействия высокой температуры и электродуговой сваркой.

Восстановление изношенной внутренней цилиндрической поверхности под номинальный размер можно осуществить путем установки новой тонкостенной в изношенную гильзу [2] (Рис. 1).

Недостатком данного способа восстановления гильзы цилиндров заключается в том, что наличие воздушной прослойки между основным и вставным цилиндрами приводит, к неравномерному охлаждению последней, тем самым ухудшает эксплуатационные показатели работы и снижает мощностные характеристики ДВС.

Более того воздушная прослойка приведет к неравномерному теплообмену и износу внутренней поверхности гильзы. В связи с этим использование указанного способа для восстановления гильзы цилиндров ДВС, является нецелесообразным.

Модернизация способа восстановления гильз цилиндров ДВС, заключается в следующем, новый тонкостенный запрессовывают в изношенный с нанесенными на контактируемые поверхности теплопроводной пастой (термопаста) с минимальным натягом покрытия, обеспечивающий упругий насыщенный контакт.



Рисунок 1. Существующий способ восстановления

При упругом насыщенном контакте все микронеровности, которые расположены на контурной площади контакта образуют зоны контакта. Термопаста, используемая в качестве смазки, при нанесении на поверхность отверстия сопрягаемой детали заполнит микровпадины.

После отверждения термопасты увеличится площадь контакта. Кроме того увеличатся фрикционные параметры. Рост фактической площади контакта снизит контактные напряжения в покрытии термопасты при ее нагружении.

Модернизация процесса восстановления состоит в том, что сначала изношенную гильзу 1 после очистки растачивают на алмазно-расточном станке модели 2А78 под размер в зависимости от толщины новой тонкостенной гильзы 3 (Рис. 2).



Рисунок 2. Модернизированный способ восстановления гильзы цилиндра ДВС

После расточки внутренней поверхности новой тонкостенной гильзы 2 производится покрытие ее внешней цилиндрической поверхности термопастой.

Покрытие термопастой производят кистью волосяной №10. Термообработку покрытия производят при температуре $T=150^{\circ}\text{C}$, время $t=3\text{ч}$.

Непосредственно перед запрессовкой на внутреннюю поверхность изношенной гильзы 1 в качестве смазочного материала наносят тонкий слой термопасты, а затем в нее запрессовывают новую тонкостенную гильзу 3.

Сборка составной гильзы производится путем запрессовки на гидравлическом прессе модели 21-35-М-1 новой тонкостенной гильзы 3 в изношенную гильзу 1 (рисунок 3).

Таким образом, после сборки между наружной поверхностью новой тонкостенной и внутренней поверхностью расточенной изношенной гильзы цилиндра не будет зазора S , заполненного воздухом. Затем составную гильзу в специальном приспособлении устанавливают на вертикально-хонинговальном станке модели 3Г833 и обрабатывают алмазно-хонинговальными брусками под номинальный размер.

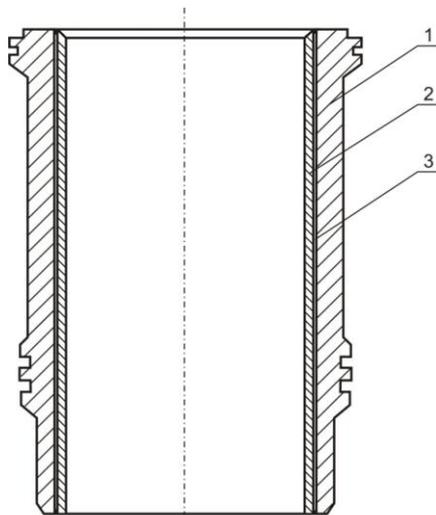


Рисунок 3 Общий вид составной гильзы

1 - изношенная гильза; 2 - слой термопасты; 3 - новая тонкостенная гильза (впрессованная).

Основное преимущество нового способа заключается в том, что между наружной поверхностью новой тонкостенной гильзы 3 и внутренней поверхностью изношенной гильзы 1 не остается воздушный зазор S . Воздушный зазор ухудшает теплопередачу от новой тонкостенной гильзы 3 к изношенной гильзе 1, являющейся гнездом. Разность температур в камере сгорания и водяной рубашкой приводит к интенсивному износу и в результате сокращает срок службы гильзы и эксплуатации ДВС. Плохая теплопередача от новой тонкостенной гильзы 3 к гнезду, то есть к изношенной гильзе 1, может привести к перегреву гильз и падению мощности двигателя, что является весьма нежелательным. Поэтому при установившемся тепловом состоянии двигателя воздушный зазор S между новой тонкостенной гильзой 3 и ее гнездом - изношенной гильзой 1 не должен иметь место. Последнее условие соблюдается только при наличии и использовании термопасты в технологическом процессе восстановления гильз.

Предлагаемый способ восстановления гильз цилиндров по сравнению с известным способом позволяет за счет равномерного теплообмена снизить интенсивность износа и тем самым повысить срок службы гильз цилиндров и эксплуатации ДВС в целом. Восстановление гильз цилиндров может быть организовано на уровне мастерских общего назначения и МТП РУз.

Литература

1. Способ восстановления отверстий в деталях. Патент №4867933/27 от 11.11.91 /Ш.У. Юлдашев, К.И. Пискентбаев, И.А. Аширбеков.

2. Патент RU 2215630 С2, МКл³. В 23 Р 6/02. Способ восстановления гильз цилиндров тракторных двигателей. Голубничий Н.Т.

УДК 631.316.8 (088.8)

**АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОЧВЫ РАБОЧЕЙ
ПОВЕРХНОСТЬЮ СПИРАЛЬНО-ПЛАСТИНЧАТОГО РАБОЧЕГО
ОРГАНА**

Юнусов Р.Г.- аспирант

Булгариев Г.Г.- кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Процесс перемещения почвы при воздействии спирально-пластинчатого рабочего органа характеризуется его конструктивными параметрами, величиной скорости поступательного движения, а также величиной и направлением абсолютной скорости движения, а также различных точек его рабочей поверхности в почве. В этом случае относительная скорость пласта в любой точке рабочей поверхности ротационного органа равна переносной скорости, а плоскость относительного перемещения почвенных частиц переходит через нормаль в рассматриваемой точке и вектор скорости переносного движения [2]. При этом, как указывает В.А. Желиговский [2], что большие массы почвы, ежесекундно входящие в состав пласта, приобретая большие скорости, тем самым приобретают большую кинетическую энергию. Следовательно, на проведение в движение этих почвенных масс затрачивается очень большая работа, что приводит к значительному увеличению энергоёмкости процесса обработки почвы. Поэтому при разработке новых рабочих органов почвообрабатывающих орудий необходимо помнить и стремиться к тому, чтобы скорость, сообщаемая рабочей поверхностью почвенной массе, была минимальной. То есть (другими словами) нужно найти такие рабочие поверхности, которые, двигаясь сами с большей скоростью, почве сообщали бы небольшие скорости.

Анализ литературных источников показывает, что уменьшения сообщаемой почвенной массе скорости (V_n) можно достичь несколькими путями [3]: а) Уменьшением коэффициента трения почвы о материал рабочего органа; б) Увеличением угла (τ) между нормалью в любой точке рабочей поверхности и вектором абсолютной скорости (\bar{V}_i) этой же выбранной точки; в) Уменьшением абсолютной скорости рабочей поверхности.

В современном сельхозмашиностроении для снижения коэффициента трения почвы с материал в основном применяют различные перспективные материалы, которые обладают низким коэффициентом трения при взаимодействии с почвой и не подвержены залипанию.

Величину угла τ можно увеличить за счет уменьшения угла (Θ) поворота рассматриваемой точки, т.е. изменения места схода почвенной

массы с поверхности рабочего органа (а может быть изменения места перемещения почвенной массы прямо на поверхности рабочего органа). При этом, если угол θ равен нулю, то угол τ примет максимальное значение [3].

Отсюда следует, что на рабочей поверхности пласт нужно концентрировать в пространстве на определенном расстоянии от рабочей поверхности.

Также известно, что наиболее рациональным способом уменьшения абсолютной скорости ротационного рабочего органа (в зоне схода пласта) можно считать снижение окружной скорости за счет уменьшения его диаметра (в этой зоне), не изменяя диаметра режущей части.

Практически вышеуказанные вопросы П.И. Макаровым решаются изменением рабочей поверхности диска двумя путями[3].

Для наглядности рассмотрим произвольно взятую точку T рабочей поверхности спирально-пластинчатого рабочего органа (рисунок 1а), где отрезок TN – нормаль в точке T . Тогда вектор абсолютной скорости \bar{V}_i точки T отклоняется от него на некоторый угол τ_i . Если $\tau_i > \varphi$, тогда скорость почвенной частицы n , находящейся в точке T рабочей поверхности, отклоняется от нормали TN на угол трения φ в сторону \bar{V}_i [2]. В этом случае имеет место скольжение частицы почвы по рабочей поверхности со скоростью \bar{V}_{ci} . В силу того, что почвенная частица и точка T поверхности рабочего органа находятся в соприкосновении, проекции их скорости на направление нормали к рассматриваемой точке равны между собой [2].

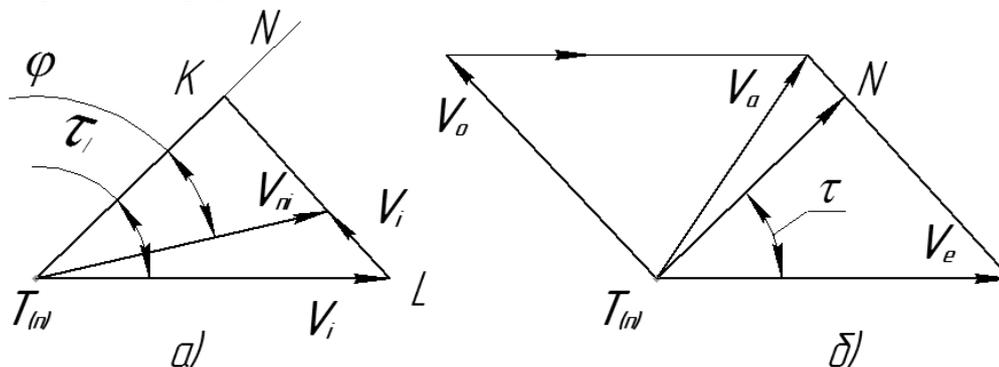


Рисунок 1 – Схемы к обоснованию формы рабочей поверхности спирально-пластинчатого рабочего органа

Тогда из подобных прямоугольных треугольников ТКР и ТКЛ (рисунок 1а) имеем:

$$V_i \cdot \cos \tau_i = V_{ni} \cdot \cos \varphi , \quad (1)$$

и отсюда получим:

$$V_{ni} = \frac{V_i \cdot \cos \tau_i}{\cos \varphi} . \quad (2)$$

Как видно из формулы (2.2), абсолютная скорость движения частиц почвы при взаимодействии с рабочим органом зависит от модуля

скорости его движения, угла между векторами нормали и абсолютной скорости и угла трения почвы о материал рабочей поверхности.

Кроме того, из рисунка 1а видно, что $V_{ci} = LK-PK = V_i \cdot \sin \tau_i - V_{ni} \cdot \sin \varphi$. Тогда, с учетом формулы (2.2), окончательно получим:

$$V_{ci} = V_i(\sin \tau_i - f \cdot \cos \tau_i) , \quad (3)$$

где f – коэффициент трения почвы о материал рабочей поверхности.

Также величина абсолютной скорости частиц почвы в случае несжимаемого элемента пласта, может быть определена исходя из рисунка 1б по выражению [4]:

$$V_a = 2 \cdot V_e \sin(45^\circ - \tau/2), \quad (4)$$

$$\text{где } \tau = \arccos \frac{F'_x}{2R} .$$

По этому поводу, при рассмотрении различных кинематических режимов работы (торможения, буксования и частичного качения) ротационных рабочих органов, рядом авторов [1; 3] отмечается, что абсолютная скорость движения почвенных частиц в заторможенном режиме значительно меньше, чем в реактивном (чистое качение) режиме ($\lambda = 1,2 \dots 1,5$) и в режиме буксования. Это объясняется тем, что с увеличением степени торможения происходит максимальное перемещение почвы вдоль ширины рабочей поверхности геликоида и за счёт длительного контакта рабочей части ротационного органа с обрабатываемой средой, чем в режиме буксования.

Однако для определения характера воздействия двухрядных ротационных рабочих органов на почву, в частности для создания режима торможения, необходимо иметь между ними кинематическую связь, а для каждого режима – менять передаточное отношение цепной передачи при помощи сменных звёздочек, что очень усложняет конструкцию, повышает металлоёмкость и энергоёмкость данного процесса.

Учитывая вышеотмеченные предпосылки, уменьшению сообщаемой почвенной массе скорости и получению эффекта режима торможения можно добиться изменением формы и конструктивных параметров рабочей поверхности спирально-пластинчатого органа путём выполнения её рифлёной в виде поверхности турбодисков или сопряжённых прямых и кривых линий зигзаг-образной формы. Такое конструктивное выполнение рабочей поверхности ротационного органа способствует увеличению её рабочей длины, следовательно, и время контакта её с обрабатываемой средой. Также каждый риф на рабочей поверхности имеет свою рабочую поверхность, которая размещена под углом скольжения и работает по принципу двугранного клина. Это будет обуславливать снижение абсолютной скорости рабочей поверхности за счёт резкого уменьшения зоны схода почвы каждого рифа. Наряду с

этим за счёт изменения места схода (как было отмечено выше, уменьшения угла поворота рассматриваемой точки) значительно увеличится и величина угла τ .

Кроме того, в случае вращения спирально-пластинчатого рабочего органа с угловой скоростью ω частицы почвы, вступившие в соприкосновение с геликоидом в любой точке движутся по криволинейной траектории, которая смещается вправо или влево, в зависимости от направления навивки, под влиянием осевой скорости. Это вызывает уменьшение зоны скольжения каждой частицы относительно рифлёной винтовой поверхности, а значит и времени контакта её с геликоидом.

В связи с этим необходимо отметить ещё одно важное свойство винтовых поверхностей: совершая винтовое перемещение они могут сдвигаться, т.е. поверхность скользит вдоль самой себя. При этом, одной из характерных кинематических особенностей цилиндрической винтовой линии является то, что каждая её точка при вращательном и поступательном движении описывает циклоиду в плоскости, перпендикулярной оси вращения, в то же время каждая её точка (включая кромку лезвия) перемещается в обрабатываемой среде со скольжением за счёт перемещения её образующей вдоль осевой линии. Это будет обуславливать обеспечение качественной обработки почвы с выполнением условия гарантированного перемещения обрабатываемой среды со скольжением относительно рабочей поверхности спирально-пластинчатого органа при различных режимах его работы. Как известно, для создания этих условий угол, образованный вектором скорости поступательного движения и нормалью к рабочей поверхности не должен превышать величины угла трения почвы о материал винтовой поверхности ($\varphi_{\text{тр}}$) [1; 2], а в нашем случае обосновано, что угол подъёма винтовой линии φ_1 не должен превышать величины угла $\varphi_{\text{тр}}$.

Литература

1. Ермолко Е.В. Разработка и обоснование параметров рабочего органа геликоидального типа для поверхностной обработки почвы. Диссертация к.т.н.: Е.В. Ермолко.- Рязань, 1989. – 259с.

2. Желиговский В.А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии с.-х. материалов /В.А. Желиговский// - Тбилиси: Изд. Грузинского СХИ, 1960. - 146с.

3. Макаров П.И. Технологии и техника для гладкой вспашки почв/ П.И. Макаров// -Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2000.-288с.

4. Муртазин Г.Р. Разработка и обоснование параметров комбинированного рабочего органа для совмещения операций обработки почвы и посева семян. Автореф. дис.к.т.н. : Г.Р. Муртазин - Казань, 1983. - 24с.

УДК 631.316.8.(088.8)

ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОРУДИЕ

Юнусов Р.Г. – аспирант

Булгариев Г.Г. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Энергетические и технологические показатели почвообрабатывающих орудий в основном зависят от параметров (технологических и конструктивных) и формы их рабочих органов (элементов), а также от физико–механических свойств обрабатываемой среды (почвы, сорняков).

Однако существующие ротационные рабочие органы (дисковые, шнековые, спирально – пластинчатые с зубьями) таких орудий (машин) не лишены рядом существенных недостатков, так как они обладают значительной энергоемкостью процесса рыхления и низким качеством обработки почвы. Кроме того, форма рабочей поверхности, режущей кромки и дополнительных элементов известных ротационных рабочих органов спроектированы без учета современных агротехнических требований и физико – механических свойств почв, что препятствует качественному крошению почв.

Учитывая вышеуказанные недостатки нами разработано почвообрабатывающее орудие (рисунок 1), содержащее раму 1, на которой последовательно установлены ротационные рыхлители. Каждый рыхлитель представляет собой установленный перпендикулярно направлению движения вал 2, 3, на котором закреплен спирально-пластинчатый рабочий орган 4, 5 с зубьями 6, передняя кромка 7 которых выполнена по участку логарифмической спирали, а тыльная кромка 8 – прямолинейной. Направление навивки спирали на валах противоположное. На концевых частях валов 2, 3 установлены фланцы 9 с упругими элементами 10 и ограничители заглубления 11 рабочих органов 4, 5. Валы 2, 3 соединены между собой цепной передачей 12. Цепь закрыта кожухом 13.

Каждый риф 14 рабочей поверхности спирально – пластинчатого рабочего органа 4, 5 выполнен в виде радиального выступа треугольной формы, причём режущая кромка рабочего органа 4, 5 имеет зигзаг - образный (пилообразный) контур 15, образованный сопряжёнными ломаными линиями 16, 17, проходящий по винтовой линии и расположенный перпендикулярно направлению движения вала 2, 3. Кроме того, рабочая поверхность в зоне ее вершины – ближе к валу рыхлителя, имеет образующую 18, расположенную в вертикальной плоскости к продольной оси вала 2, 3 и копирующую зигзаг - образный контур 15 режущей кромки. Форма рабочей поверхности пластинчатого органа 4, 5 образуется движением прямой 19 по зигзаг - образным (ломаным) сопряжённым прямым линиям: с одним концом прямой 19 по

контуру 15 режущей кромки, а с другим концом – по образующей 18, расположенной в зоне её вершины.

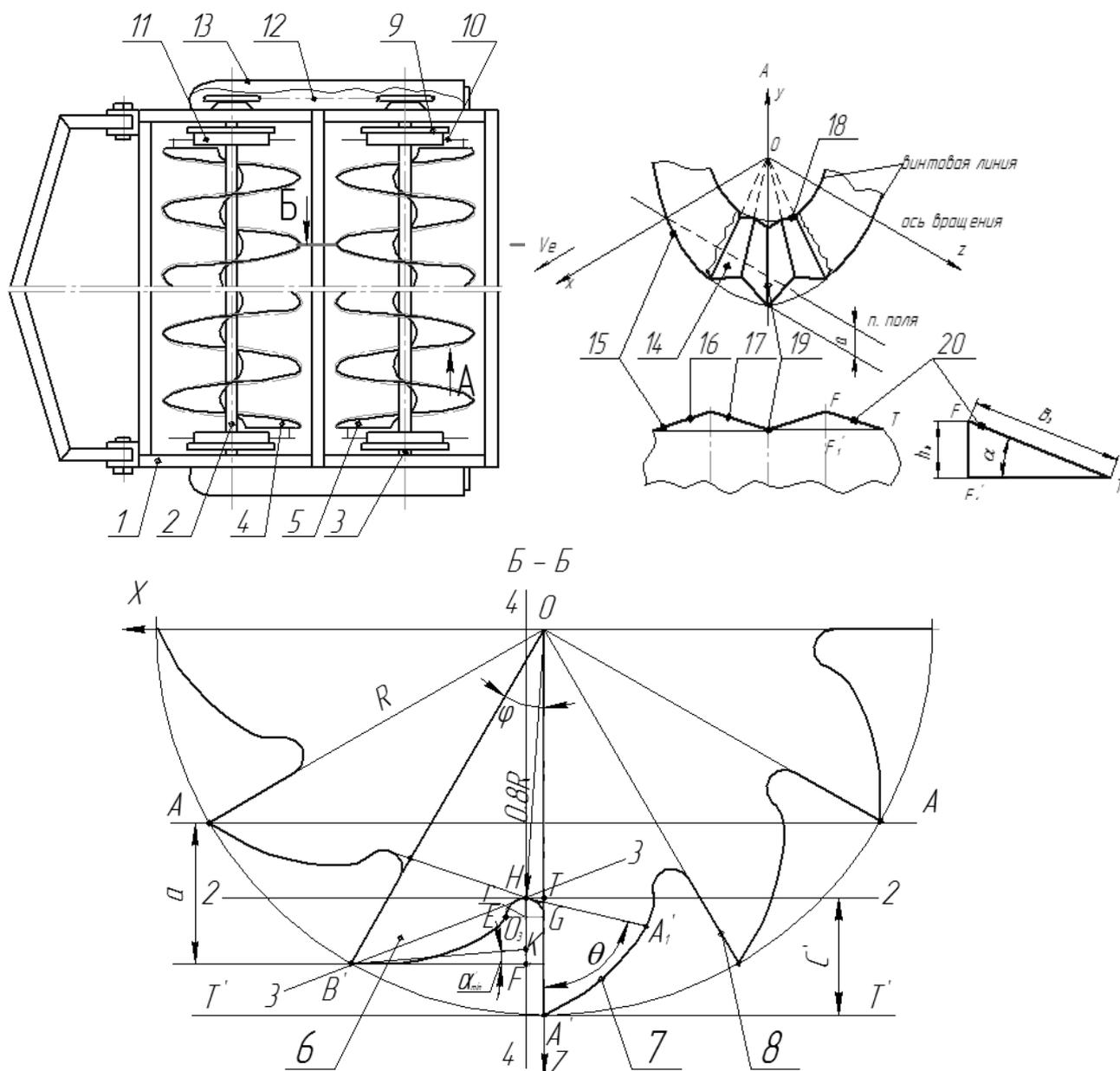


Рисунок 1 – Схема почвообрабатывающего орудия

Кроме того, каждый риф (выступ) 14 рабочей поверхности спирально – пластинчатого рабочего органа 4, 5 имеет свою рабочую поверхность 20, расположенной под углом скольжения α и выполнена в виде поверхности простого двугранного клина, высота которого определяется по формуле:

$$h_k = h_B = \frac{B_3}{\operatorname{cosec} \alpha}, \quad (1)$$

где h_B - высота каждого выступа (рифа), равная максимальной высоте клина;

α - угол скольжения (крошения) почвы ($\alpha \leq 90^\circ - \varphi_{\text{тр}}$) [2, 3];

B_3 - ширина у вершины зуба.

Здесь ширина у вершины зуба определяется как:

$$B_3 = 1,6R \cdot \sin \varphi / 2. \quad (2)$$

где R - радиус спирально-пластинчатого рабочего органа;

φ - центральный угол между носками соседних (смежных) зубьев.

При этом диаметр спирально-пластинчатого рабочего органа 4, 5 определяется по зависимости:

$$D = \frac{a \cdot Z_3}{2}, \quad (3)$$

где a - глубина обработки почвы (или глубина хода рабочего органа);

Z_3 -количество зубьев на поперечном сечении рабочего органа.

Количество зубьев 6 на поперечном сечении спирально-пластинчатого рабочего органа 4, 5 определяется из выражения:

$$Z_3 = \frac{4,4}{1 - \cos \varphi'}, \quad (4)$$

где φ' - угол подъёма винтовой линии (поверхности).

Кроме того, режущая кромка спирально-пластинчатого рабочего органа 4, 5 по зигзаг - образному контуру 15 выполнена зубчатой, причём передняя режущая кромка 7 каждого зуба 6 описывается уравнением [4]:

$$\rho_i = \rho_0 \cdot e^{\theta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_0}, \quad (5)$$

где $\rho_0 = \frac{a}{e^{\theta \cdot \operatorname{tg} \varphi_1} \cdot \cos \theta}$ - начальный радиус-вектор;

$\theta = 90^\circ - (\varphi + \alpha'_{\min})$ - угол, определяющий логарифмическую часть профиля передней режущей кромки; φ_0 - угол внутреннего трения почвы; φ_1 - угол трения почвы по стали; a - глубина хода рабочего органа (или глубина обработки почвы); θ_i - текущий полярный угол; e - основание натурального логарифма,

при этом длина тыльной кромки 8 каждого зуба 6 находится из зависимости:

$$l_T = c' - r, \quad (6)$$

где $c' = D / Z_3$ - глубина выреза [1,3]; r - радиус округления

(сопряжения кривой и прямой линии) у вершины выреза зуба.

Почвообрабатывающее орудие работает следующим образом:

При движении почвообрабатывающего орудия по обрабатываемой площади спирально-пластинчатые рабочие органы 4, 5 вращаются от сцепления их режущей кромки и подрезают пласт почвы передней режущей кромкой 7 зубьев 6, выполненной по участку логарифмической

спирали, обращённой выпуклостью в сторону направления движения. При этом происходит скользящее резание и деформация обрабатываемого материала с наименьшим сопротивлением. Также под действием зубьев 6 пластинчатые органы 4, 5 разбивают крупные комья почвы и перемешивают её верхний слой, равномерно распределяя его по ширине захвата с минимальной энергоёмкостью процесса рыхления. Далее частично разрыхленная почва поступает на рифлёную рабочую поверхность, выполненной в виде радиальных выступов треугольной формы. После чего пласт почвы, перемещаясь через каждый риф (выступ) 14, имеющий свою рабочую поверхность 20, расположенной под углом скольжения α и выполненной в виде поверхности простого двугранного клина, подвергается интенсивному крошению без увеличения тягового сопротивления орудия.

Такое конструктивное выполнение рабочей поверхности ротационного органа 4, 5 способствует увеличению её рабочей длины, следовательно, и время контакта её с обрабатываемой средой, что обуславливает снижение абсолютной скорости (сообщаемой почвенной массе) рабочей поверхности за счет резкого уменьшения зоны схода почвы каждого рифа (выступа) 14. Кроме того, такое исполнение рабочей поверхности пластинчатого органа 4, 5 влияет на форму его режущей кромки, где зубья 6 размещены в двух направлениях, соответственно, они отклонены вправо и влево под углом α относительно винтовой линии, что увеличивает их ширину зоны воздействия (обрабатываемой зоны).

Использование описанного (предложенного) почвообрабатывающего орудия позволяет повысить качество обработки почвы, снизить энергоёмкость процесса рыхления и упростить конструкцию спирально-пластинчатых рабочих органов.

Литература

1. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчёт сельскохозяйственных машин:

Учебник для вузов с.-х. машиностроения/Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах//-2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977.– 568с.

2. Желиговский В.А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии с.-х. материалов /В.А. Желиговский// - Тбилиси.: Изд. Грузинского СХИ, 1960.– 146с.

3. Синеоков Г.Н. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин /Г.Н. Синеоков, И.М. Панков// - М.: Машиностроение, 1977.– 328с.

4. Юнусов Р.Г. Проектирование формы зуба режущей кромки спирально-пластинчатого рабочего органа/ Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев// Перспективные технологии и технические средства в АПК: Материалы международной научно-практической конференции.-Казань: Издательство Казан. ГАУ, 2013.- с.197...200.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Абдрахманов Р.К., Калимуллин М.Н. Факторы, определяющие качество междурядной обработки пропашных культур.....	3
Адигамов Н.Р., Нигматзянов Н.Д. Поверхностное упрочнение деталей машин методами вибродуговой обработки.....	5
Аладашвили И.К., Макарова О.И Современное состояние проблемызагрязнения атмосферы выхлопными газами.....	8
Ахметзянов И.Р., Халиуллин Ф.Х. Экспериментальная установка для диагностирования технического состояния двс с использованием переходных режимов их работы	10
Белова А.А., Коробков А.Н., Михайлова О.В. Электрофизические параметры зерна	13
Белов А.А., Сторчевой В.Ф., Зайцев Г.В. Диэлектрический и индукционный нагрев зерна	15
Белова М.В., Зуева Н.А., Новикова Г.В. Установка для обезжиривания и обеззараживания кишечного сырья.....	19
Белова М.В., Зиганшин Б.Г., Новикова Г.В. Резонаторные камеры свч установок для термообработки с.-х. сырья.....	22
Белова М.В., Уездный Н.Т. Термообработка крови убойных животных	25
Булгариев Г.Г., Юнусов Р.Г. Уравнение движения спирально-пластинчатого рабочего органа в почве ..	28
Вагизов Т.Н., Ахметзянов Р.Р., Фасхутдинов Х.С. Совершенствование организации восстановления деталей и техническое диагностирование машин	33
Викторова И., Белова М.В., Михайлова О.В. Переработка капусты	35
Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Обоснование ремонтных воздействий с учетом расхода ресурсов агрегатов трактора	38
Ганеев Р.В., Галлямов Ф.Н. Совершенствование технологии протравливания семян	41

Гургенидзе З.Д. Шлифовальные машины механического типа.....	44
Еникеева С.Р. О прямом методе решения слабосингулярных интегральных уравнений ...	46
Еникеева С.Р. Проблемы в обучении с применением информационных технологий.....	47
Зиннатуллина А.Н., Ибяттов Р.И., Шамсиев М.Н. Моделирование распространения загрязнения под гидротехническим сооружением	50
Зуева Н.А., Белова М.В. Технологический процесс воздействия ЭМП СВЧ и УЗ колебаний на кишечное сырье	54
Ибяттов Р.И., Сиразева Д.Ф. Расчет закрученного неизотермического течения неньютоновской среды по конической поверхности	58
Ибяттов Р.И. Валиев А.А. Нейросетевые методы поиска скрытых связей в многомерных данных	59
Киселева Н.Г., Зиннатуллина А.Н. Основные принципы и достоинства обучающей среды MOODLE.....	60
Киселева Н.Г., Зиннатуллина А.Н. Особенности модульного обучения и рейтингового контроля	62
Коробков А.Н. Михайлова О.В. Волноводная СВЧ установка для отволаживания зерна	64
Курзин С.П. О динамике спин - системы мономеров диацетиленового ряда в процессе их термической обработки.....	67
Ли А. Условия непрерывного истечения вороха семян люцерны.....	69
Лотфуллин Р.Ш. Волны Де Бройля и соотношение неопределенностей гейзенберга	71
Максимов Е.Г., Белова М.В., Новикова Г.В. Переработка пасечного воска	74
Марданов Р.Х. Выбор оптимальных углов атаки сталкивателя фронтального плуга	77
Марданов Р.Х. К определению сил действующих на фронтальный плуг при вспашке.....	80

Мингалеев Н.З., Зенитова Л.А. Применение низкочастотных акустических колебаний при производстве пенополиуретанов	84
Мудров А.Г., Мудрова А.А. Расчет транспортирующих устройств.....	86
Мусташкина Д.А. Экономический эффект в агропромышленном комплексе от внедрении инновации	90
Науменко О.В., Новикова Г.В. Защитный волновод в сверхвысокочастотных установках.....	92
Нугманов И.Я., Муртазин Г.Р., Вагизов Т.Н. Влияние параметров гальванического процесса на микротвердость покрытий	95
Нурмиев А. А. Особенности оптимизации структуры автотранспортного парка АПК РТ.....	98
Нуртдинов Т.И. Моделирование процесса вторичного использования рабочей жидкости при протравливании семенного картофеля	100
Пикмуллин Г.В. Анализ воздействия рабочей поверхности лапы культиватора на почву	104
Поручиков Д. В. Белова М.В Михайлова О.В. Установка для термообработки кускового мясного сырья.....	107
Рахимов И.К. Методы решения нелинейного сингулярного интегрального уравнения с ядром Коши на вещественной оси	110
Рахимов И.К. Приближенные методы решения одного сингулярного интегрального уравнения с ядрами Коши на отрезке.....	111
Родионова А.В., Белова М.В., Новикова Г.В. Установка для обеззараживания молока	112
Розыев Х.Р., Муртазин Г.Р. Математическая модель движения рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин с поводковой подвеской	116
Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. Совершенствование шлангового дождевателя на сложном рельефе	118
Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Антипов А.О. Повышение функциональных возможностей дождевальной машины «Фрегат» при работе на склоновых участках.....	121

Сорокина М.Г., Ершова И.Г., Белова М.В. Разработка процесса термообработки жиросодержащего сырья	123
Султанов В.А. Информационно-технологическое обеспечение учебного процесса в аграрном университете.....	128
Усенков Р.А. Теплоотдача свободно-конвективных течений при наличии нетеплопроводных поверхностных интенсификаторов	129
Фёдоров Д.Г.Дмитриев А.В. Шелушитель зерна с вращающейся конической декой.....	135
Федорова А.Н., Белова М.В., Михайлова О.В. СВЧ установка для термообработки колбасных изделий с замедляющей системой	137
Фролов В.Ф О влиянии формы барабана на процессы перемешивания.....	140
Халиуллин Ф.Х. Методика построения динамических характеристик ДВС	141
Ханнанов М.М. Оптимизация финансовой деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей	143
Хасанов Э.Р., Якупов А.М. Предпосевная обработка семян техническими средствами	146
Шайхутдинов Р.Р. Разработка установки для исследований анодно-механической резки лемехов	150
Шамсутдинов Ф. А., Гайнутдинов Р.Х. Новые технологии плакирования поверхностей емкостей с заданными эксплуатационными характеристиками	153
Шамсутдинов Ф. А., Гайнутдинов Р.Х. Промышленное освоение нового поколения технологии и оборудования для отделения литниковых питателей и прибылей отливок из сплавов цветных и черных металлов	156
Ширязданов Р.Р., Халиуллин Ф.Х. К вопросу исследования динамических характеристик системы «Двигатель – Машина – Среда»	260
Ш. Юлдашев, А. Ли, З. Шарипов, Б. Норов Модернизация технологического процессавосстановления гильзы цилиндров ДВС	163

Юнусов Р.Г., Булгариев Г.Г.

Анализ процесса перемещения почвы рабочей поверхностью спирально-пластинчатого рабочего органа 167

Юнусов Р.Г., Булгариев Г.Г.

Почвообрабатывающее орудие 171

