



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

АГРОПАНОРАМА

№ 4/2008

В номере:

***Поэлементное диагностирование и устранение
неисправностей тракторных
гидрораспределителей***

***Методы определения цетанового числа и
периода задержки воспламенения топлив***

***Электронно-ионный способ обработки
плющеного зерна жидкими реагентами***



НАУЧНО—ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А Г Р О П А Н О Р А М А

Приказом председателя ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 журнал «Агропанорама» включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика).

Журнал «Агропанорама» выходит 1 раз в два месяца, распространяется по подписке и продается в розницу в киоске Белорусского государственного аграрного технического университета. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков – 74884, предприятий и организаций – 748843.

Стоимость подписки на второе полугодие: для индивидуальных подписчиков – 17700 руб., для организаций и учреждений – 35400 руб.

Белорусский аграрный технический университет и редакция научно-технического издания для работников агропромышленного комплекса «Агропанорама» приглашает к сотрудничеству представителей академической, вузовской, отраслевой науки и производства. Надеемся видеть ваших докторантов, аспирантов, соискателей и магистрантов среди подписчиков и авторов статей «Агропанорамы». Мы предоставим Вам возможность высказать свою точку зрения на самые важные процессы развития научно-технического прогресса, поделиться опытом эффективного использования творческих достижений. Рассмотрим предложения по выпуску специальных номеров журнала.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

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

Телефоны редакции: 267-22-14; 267-61-21.

АГРОПАНОРАМА 4` (68) 2008

Издается с апреля 1997 г.

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

Учредитель
Учреждение образования
«Белорусский государственный
аграрный технический университет»

Редколлегия:

Казаровец Н.В. – гл. редактор;
Прищепов М.А. – зам. гл. редактора;
Цындрина Н.И. – редактор.

Члены редколлегии:

Богдевич И.М.
Гануш Г.И.
Герасимович Л.С.
Дашков В.Н.
Забелло Е.П.
Казакевич П.П.
Короткевич А.В.
Русан В.И.
Шилов И.Н.
Шпак А.П.

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

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, д.99/1, к.333
Тел. (017) 267-61-21, 267-22-14
Факс (017) 267-34-74
E-mail: pva.nich@batu.edu.by

БГАТУ, 2006, Издание университетское.
Формат издания 60 x 84 1/8.
Подписано в печать с готового оригинала-
макета 22.08.2008 г.
Печать офсетная. Тираж 500 экз.
Зак. № 724 от 22.08.2008 г.
Статьи рецензируются. Отпечатано в ИПЦ
БГАТУ по адресу: г. Минск,
пр-т. Независимости, 99, к.2
Выходит один раз в два месяца.
Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

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

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ

А.Н. КАРТАШЕВИЧ, С.А. ПЛОТНИКОВ

Методы определения цетанового числа и периода задержки
воспламенения топлив.....4

А.В. КУЗЬМИЦКИЙ, Д.В. ВОРОБЬЕВ

Электронно-ионный способ обработки плющеного зерна
жидкими реагентами.....8

А.В. НОВИКОВ, Т.А. НЕПАРКО, Я.Н. ОЛЯКЕВИЧ

Оптимизация количества транспортных средств в уборочно-
транспортном отряде при заготовке силоса.....12

В.Н. ЕДНАЧ, С.Р. БЕЛЫЙ

Повышение полноты удаления ботвы картофеля применением
рабочего органа роторно-проволочного типа.....15

А.А. ЖЕШКО

К вопросу обоснования рационального взаимного расположения
подающего и распределяющего устройств машины для внесения
мульчирующих материалов в садах.....18

В. ГРАФ, Д.Ф. КОЛЬГА, П.Н. ШАГОВ

Рост порослят в свободновыгульной системе содержания при
различной организации кормления.....22

Д.А. ЖДАНКО

Техническое обеспечение гребневого посева кукурузы с
одновременным внесением минеральных удобрений.....25

Н.Н. ПОГОДИН, В.В. КУЧКО

Влияние уплотнения почвы на урожайность
сельскохозяйственных культур.....28

**В.Я. ТИМОШЕНКО, Г.Ф. ДОБЫШ, А.П. ЛЯХОВ,
Е.С. НЕКРАШЕВИЧ**

Позлементное диагностирование и устранение неисправностей
тракторных гидрораспределителей.....31

**В.В. МАРКЕВИЧ, И.Н. МИСУН, Л.А. РАСОЛЬКО,
Д.В. БОНДАРЕВ**

О безопасности и полезности производства пищевых продуктов
в современных условиях.....35

**А. Л. РАПИНЧУК, А.С. ВОРОБЕЙ,
И.П. СУХОРЕБРЫЙ, В. А. АГЕЙЧИК**

Совершенствование процесса сухой очистки корнеклубнеплодов.....39

П.В. КАРДАШОВ

Энергосберегающий способ обработки фуражного зерна.....41

**В. И. ПЕРЕДНЯ, А.И. ПУНЬКО,
А.А. РОМАНОВИЧ, А.М. ТАРАСЕВИЧ**

Технология и оборудование для приготовления заменителей
цельного молока из зерновых компонентов.....45

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛАРОВ !

**Доктору экономических наук, профессору,
члену-корреспонденту НАН Беларуси
Геннадию Иосифовичу Ганушу - 70 лет!**



Геннадий Иосифович Гануш родился 25 августа 1938 года в деревне Гута Узденского района Минской области. С 1956 по 1959 г. учился в Марьиногорском сельскохозяйственном техникуме, после окончания которого проходил службу в рядах Советской Армии. В 1962 году стал студентом Белорусской сельскохозяйственной академии и в 1969 году успешно закончил ее, получив специальность агронома. Учебу в академии совмещал с работой, и уже к окончанию учебы занимал должность заместителя начальника Пуховичского районного управления сельского хозяйства Минской области. С 1970 г. – главный государственный инспектор по закупкам и качеству сельхозпродуктов Пуховичского района.

В 1971 году был избран на должность секретаря Пуховичского райкома КПБ Минской области. В 1974-1977 гг. находился на учебе в аспирантуре Академии общественных наук при ЦК КПСС. В 1977-1990 гг. – на партийной работе: инструктор, инспектор отдела организационно-партийной работы ЦК КПБ, первый секретарь Минского райкома КПБ, первый заместитель заведующего аграрным отделом ЦК КПБ. В 1990 году Г.И. Гануш был выдвинут на должность директора Белорусского научно-исследовательского института овощеводства, а в 1999 году – на должность вице-президента Академии аграрных наук Республики Беларусь.

Геннадий Иосифович работает в системе аграрного комплекса Республики Беларусь более 35 лет. Имеет высокий уровень профессиональной квалификации. Доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси. Является автором более 200 опубликованных научных работ и учебно-методических пособий, 8 монографий и 3 учебников.

С 2005 года Г.И. Гануш – заведующий кафедрой экономической теории и права Белорусского государственного аграрного технического университета. Исключительно ответственно и творчески исполняет свои должностные обязанности. Умело организует и координирует работу профессорско-преподавательского состава кафедры. Внимательно и тактично относится к сотрудникам и студентам. Квалифицированно читает курсы лекций для студентов, магистрантов и аспирантов. Систематически участвует в проведении занятий в Институте повышения квалификации БГАТУ. Принимает активное участие в воспитательной работе молодежи. Осуществляет научное руководство выполнением задания одной из программ фундаментальных исследований по линии НАН Беларуси, программой научно-исследовательских работ в БГАТУ, а также в рамках гранта Республиканского фонда фундаментальных исследований. Выполняет ряд общественных поручений: член совета университета и факультета, председатель проблемного экспертного совета по экономике БГАТУ, член государственного экспертного совета по производству, переработке и хранению сельскохозяйственной продукции, член двух советов по защите диссертаций, член комиссии по премиям НАН Беларуси и член редакционных коллегий трех научных изданий. Пользуется огромным авторитетом и глубоким уважением в коллективе.

За трудовые достижения Г.И. Гануш награжден орденом «Знак Почета», медалями «За трудовую доблесть» и «За доблестный труд», Почетными грамотами Верховного Совета БССР, Совета Министров Республики Беларусь, двумя серебряными медалями ВДНХ СССР.

Доктору технических наук, профессору Геннадию Степановичу Горину - 70 лет!



Геннадий Степанович Горин родился 7 сентября 1938 г. в г. Слуцке Минской области.

В 1956 году поступил в Белорусский политехнический институт на специальность «Автомобили и тракторы», после окончания которого работал инженером-конструктором на Белорусском автомобильном заводе в г. Жодино. В 1965 году поступил в аспирантуру ЦНИИМЭСХ. Научным руководителем Г.С. Горина был известный ученый В.В.Кацигин. В 1970 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию по теме: «Исследование и обоснование параметров подвески гусеничного скоростного сельскохозяйственного трактора класса 3» – специальность 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Работал старшим научным сотрудником в ЦНИИМЭСХ, а с 1984 года – заведующим лабораторией топливно-энергетических ресурсов ВНИИТИМЖ. В 1986г. защитил докторскую диссертацию по теме: «Тягово-энергетические параметры агрегатов для выполнения индустриальных технологий в растениеводстве» по специальности 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

С 1988г. Геннадий Степанович – профессор кафедры «Тракторы и автомобили» БГАТУ. Возглавляя УНИЛ «Мобильная энергетика», создал свою научную школу.

Еще во время учебы в аспирантуре Г.С. Горин познакомился с трудами родоначальника белорусской школы исследователей механики трения Ф.А. Опейко. Работая со своими учениками над теорией поворота и курсовой устойчивости полноприводного трактора в составе сельскохозяйственного агрегата, Геннадий Степанович применил математическую теорию трения и теорию качения колеса с тремя степенями свободы. Это позволило полнее описать кинематику и динамику поворота и создать полноценные инженерные методики расчёта на ЭВМ. Не остались без внимания Г.С. Горина и такие актуальные направления как теория тягосиловых потоков машинно-тракторного агрегата и малогабаритная техника. Уточненная теория тягосиловых потоков машинно-тракторного агрегата позволяет анализировать составляющие расходного, тягового и мощностного балансов, а также составляющие тягового КПД трактора с двухпоточной трансмиссией при работе в составе агрегата.

Г.С. Горин постоянно и плодотворно работает, готовя научные кадры высшей квалификации для АПК. Под его руководством защищены 4 и подготовлены к защите 2 кандидатские диссертации. С 1989 г. – член совета по защите докторских и кандидатских диссертаций при БГАТУ.

С 2001г. – ведущий научный сотрудник отдела тракторов и ДВС Объединённого института машиностроения (ОИМ) НАН Беларуси. Геннадий Степанович Горин разработал богатейший учебный курс – «Динамика машиннотракторных агрегатов» для специальности 36.12.01 – «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники». В основу курса вошли многолетние исследования и разработки.

Г.С. Горин автор более 150 научных публикаций и учебно-методических пособий, 35 патентов и авторских свидетельств на изобретения, 3 монографий.

Уважаемые юбиляры! Примите самые искренние поздравления и пожелания Вам крепкого здоровья, большого счастья и дальнейшего расцвета творческих сил для новых научных достижений!

***Ректорат и профессорско-преподавательский состав БГАТУ,
ученики, коллеги.***

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕТАНОВОГО ЧИСЛА И ПЕРИОДА ЗАДЕРЖКИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ТОПЛИВ

А.Н. Карташевич, докт. техн. наук, профессор (УО БГСХА); С.А. Плотников, доцент (Кировский индустриальный институт)

Аннотация

В связи с истощением запасов невозобновляемых природных энергоносителей широкое распространение в качестве топлива для дизелей получили жидкие альтернативные виды топлива (рапсовое и соевое масла с добавками алифатических спиртов). Однако из-за недостаточной изученности влияния этих видов топлива на долговечность работы двигателей необходимо регулярно оценивать их квалификационные показатели. К их числу в первую очередь относят цетановое число и период задержки воспламенения. Статья рассматривает эти актуальные вопросы.

Введение

Использование в качестве топлива для дизелей жидких альтернативных топлив (рапсового, соевого и др. масел) с добавками алифатических спиртов (этанол и метанол) заставляет исследователей проводить теоретическую оценку свойств этих топлив и их влияния на показатели рабочего процесса дизеля.

Одним из основных квалификационных показателей дизельных топлив (ДТ) является их воспламеняемость, которая оценивается цетановым числом (ЦЧ) по ГОСТ 3122-67. Соответственно, возникает проблема определения ЦЧ спиртосодержащих топлив.

Согласно ГОСТ 3122-67 при определении ЦЧ используется предкамерный одноцилиндровый двигатель с переменным моментом начала впрыскивания.

При этом наиболее часто используют метод совпадения вспышек. Для испытуемого топлива подбирается степень сжатия так, чтобы момент начала воспламенения был равным 13^0 пкв.

Цетановое число топлива при этом пересчитывают по соотношению:

$$\text{ЦЧ} = \text{Ц}_1 + (\text{Ц}_2 - \text{Ц}_1) \frac{E_1 - E}{E_1 - E_2}, \quad (1)$$

где Ц_1 – содержание цетана в смеси с α -метилнафталином, дающее совпадение вспышек при большей степени сжатия E_1 ;

Ц_2 – содержание цетана в смеси с α -метилнафталином, дающее совпадение вспышек при меньшей степени сжатия E_2 ;

E – степень сжатия при работе на испытуемом топливе.

Для нахождения ЦЧ по методу совпадения вспышек можно использовать также модифицированную цетановую шкалу, представляющую собой зависимость степени сжатия E от % цетана в смеси с α -метилнафталином при периоде задержки воспламенения, равном 13^0 угла поворота коленчатого вала.

При прочих равных условиях соотношение между E и % цетана будет зависеть от температуры воздуха на входе. Так, цетановое число, полученное по графику, представленному на рис. 1, определяется как цетановое число по шкале 177°C [1].

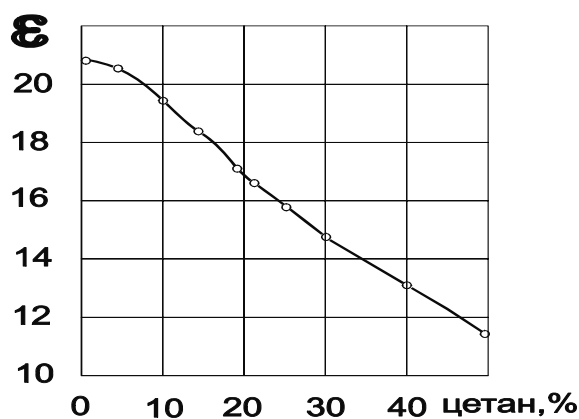


Рисунок 1. Зависимость между E и содержанием цетана.

Основная часть

В связи с развитием многотопливных дизелей и массовым применением альтернативных топлив актуальной задачей стало определение воспламеняемости низкоцетановых углеводородов, входящих в состав топлив.

В Германии для определения ЦЧ дизельных топлив применяется установка BASF. При работе на стандартном режиме по DIN 51773 она позволяет измерять ЦЧ не ниже 25. Предложена также новая модификация метода измерения ЦЧ на установке BASF, [2], отличающаяся от стандартного метода только подогревом всасываемого воздуха от $200 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Эта температура экспериментально выбрана как оптимальная, при которой достигается требуемое расширение диапазона измерений ЦЧ, обеспечивая удовлетворительную точность

оценки и стабильность рабочего процесса. Установлена большая температурная чувствительность α -метилнафталина и его смесей с цетаном (например, по сравнению со смесями изоктана с Н-гептаном) на повышение температуры воздуха на впуске.

В связи с этим в [2] вводят понятие температурной чувствительности углеводородов по характеристике их воспламеняемости и новую шкалу ЦЧ. Статистической обработкой экспериментальных данных получено уравнение:

$$\text{ЦЧ}^* = 0,835 \times \text{ЦЧ}_{200} + 16,19, \quad (2)$$

где ЦЧ_{200} – определенное при температуре воздуха на впуске 200°C цетановое число сравнительно со смесью цетана и α -метилнафталина;

ЦЧ^* – цетановое число, из которого исключена величина температурной чувствительности смеси цетана с α -метилнафталином.

ЦЧ имеет наибольшее значение у парафиновых углеводородов и наименьшее – у ароматических. Среди парафиновых наибольшие ЦЧ имеют углеводороды нормального строения. Углеводороды с одной или несколькими боковыми цепями имеют меньшие ЦЧ. Особенно низкие цетановые числа имеют бициклические ароматические углеводороды. Увеличение числа атомов углеводорода в углеводородной молекуле ведет к росту ЦЧ. На рис. 2 по данным [3] показана зависимость ЦЧ от числа атомов углерода в молекуле.

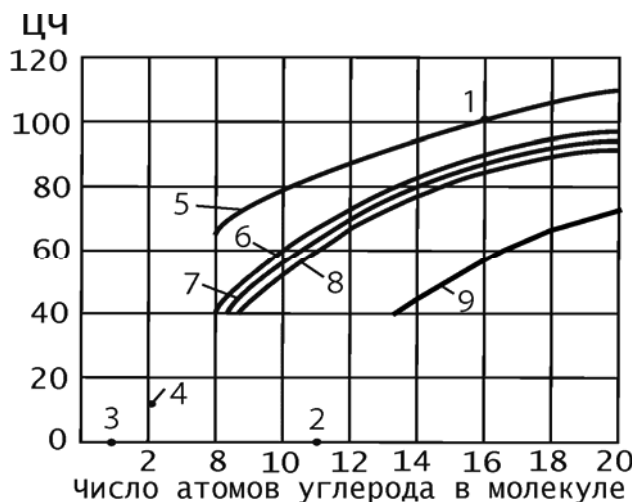


Рисунок 2. Зависимость цетанового числа от числа атомов углерода в молекуле [11]:

1 – n-Гексадекан; 2 – α -метилнафталин; 3 – метанол; 4 – этанол; 5 – n-Алканы (парафины); 6 – n-1-Алкены (олефины); 7 – n-Алкил-циклопентаны; 8 – n-Алкил-циклогексаны; 9 – n-Алкил-бензолы.

На рис. 3 по этим же данным показана взаимосвязь ЦЧ и нормальной температуры кипения для различных групп углеводородов.

При отсутствии моторных установок или необходимости аналитического расчета ЦЧ, определяют опытным лабораторным путем ряд стандартизованных показателей топлива и затем осуществляют их

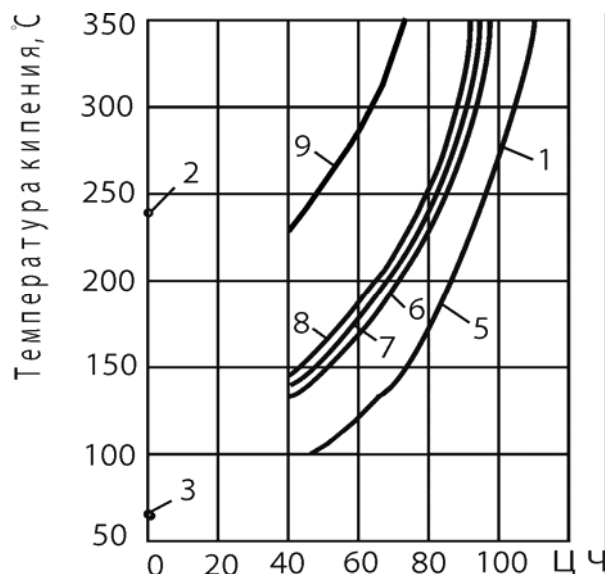


Рисунок 3. Зависимость цетанового числа от температуры кипения углеводородов [11] (обозначения на рис. 2).

пересчет для нахождения ЦЧ. Наиболее часто используют эмпирические соотношения между ЦЧ и плотностью, групповым составом, фракционной разгонкой, анилиновой точкой A_T и др.

Так, в работе [4] приводятся следующие возможные виды функциональных зависимостей для ЦЧ: $\text{ЦЧ} = f_1(t_{50}, \rho)$; $\text{ЦЧ} = f_1(t_{50}, \rho, A_T)$; $\text{ЦЧ} = f_1(t_{50}, \rho, \%H)$; $\text{ЦЧ} = f_1(t_{50}, \rho, \text{АУ}\% \text{ или ПУ}\%)$,

где: A_T – анилиновая точка;

АУ – содержание ароматических углеводородов;

ПУ – содержание парафиновых углеводородов.

Известны также соотношения, использующие в качестве основного параметра A_T , например [5]:

$$\text{ЦЧ} = 0,89A_T - 11,65 \quad (3)$$

В ряде работ предлагают уравнения, использующие в качестве определяющих ЦЧ параметров плотность топлива и кривую фракционной разгонки. Например, в [6] предлагают уравнение:

$$\text{ЦЧ} = 524 - 29,88 \sqrt[3]{t_c} - 2605 \times \rho / \sqrt[3]{t_c}, \quad (4)$$

$$\text{где } t_c = 0,3 \times t_{10} + 0,53 \times t_{50} + 0,17 \times t_{90},$$

которое является модификацией уравнения оптимального цетанового числа ЦЧ_0 , приведенного там же:

$$\text{ЦЧ}_0 = 182 - 20,88 \sqrt[3]{t_c}. \quad (5)$$

Более сложная зависимость, получена в [7]:

$$\begin{aligned} \text{ЦЧ} = & 256,18 - 0,445A_T - 10,44 \sqrt[3]{t_c} - \\ & - 2,605\rho / 2 \sqrt[3]{t_c}, \end{aligned} \quad (6)$$

где ρ – плотность топлива в $\text{кг}/\text{м}^3$ при 20°C .

В [8] даны уравнения, пригодные, по утверждению авторов, для определения ЦЧ бензиновых и нефтяных топлив, например, спиртов:

$$\text{ЦЧ} = 25,88 \times \ln t_{50} - 12,79 \times [\rho - 0,835] + 76,94 \times \ln H - 294,3 \quad (7)$$

или

$$\text{ЦЧ} = 21,56 \times \ln t_{50} - 59,346 \times [\rho - 0,835] + 75,455 \times \ln H - 265,2, \quad (8)$$

где t_{50} в $^{\circ}\text{C}$, ρ в г/см^3 , H – содержание водорода по массе, (%).

Фирма “Этил” разработала новые, более точные уравнения для расчета цетанового числа широкого диапазона дизельных топлив [9]. Использовали данные по 1208 дистиллятным топливам, а также по 74 смешанным топливам, приготовленным из 39 компонентов: прямогонных дистиллятов, тяжелого бензина, легкого газойля каталитического крекинга, дистиллятов гидрокрекинга, термического крекинга и замедленного коксования. Качество топлив менялось в широком диапазоне. Для каждого компонента и смешанного топлива измеряли плотность, фракционный состав, содержание серы, вязкость и анилиновую точку, цетановое число. Измерение цетанового числа проводили на чистом топливе, а также при добавлении присадок, улучшающих воспламеняемость. Использовали также данные по целому ряду других дизельных топлив, включая 76 канадских. Некоторые из этих топлив были приготовлены из обычных компонентов, другие – из дистиллятов каталитического крекинга, синтетического дизельного топлива, узких и широких топливных фракций.

Предлагаемые уравнения имеют вид:

$$\begin{aligned} \text{ЦЧ} = 16,419 - 1,332 \frac{A_T}{100} + 12,9676 \left(\frac{A_T}{100} \right)^2 - \\ - 0,205 \left(\frac{A_T}{100} \right)^3 + 1,1723 \left(\frac{A_T}{100} \right)^4. \end{aligned} \quad (9)$$

$$\text{ЦЧ} = 21,843 - 0,33924 \times (\text{ЦИ}) = 0,018669 \times (\text{ЦИ})^2. \quad (10)$$

$$\text{ЦЧ} = 12,822 + 0,1164 \times (\text{ЦИ}) = 0,012976 \times (\text{ЦИ})^2. \quad (11)$$

Уравнения (10) и (11) имеют примерно равную точность.

Здесь ЦИ – цетановый (дизельный) индекс, определяемый по ASTM Д 976-80 по соотношениям [10]:

$$\begin{aligned} \text{ЦИ} = 0,9187 \times \\ \times \left(\frac{141,5}{\rho} + 131,5 \right)^{1,26687} \times \left(\frac{1,8t_{50} + 32}{100} \right)^{1,44227} \end{aligned} \quad (12)$$

или

$$\text{ЦИ} = 18,196 - 1,254 \left(\frac{A_T}{100} \right) + 14,34 \left(\frac{A_T}{100} \right)^2. \quad (13)$$

При введении в топливо присадок, улучшающих воспламеняемость, увеличение ЦЧ можно подсчитать по соотношению, [7]:

$$\begin{aligned} \Delta \text{ЦЧ} = \\ = 0,17402 \left(\frac{141,5}{\rho} - 131,5 \right)^{1,4444} \times \left(\frac{1,8t_{50} + 32}{100} \right)^{1,0052} \times \\ \times \ln(1 + 17,534d), \end{aligned} \quad (14)$$

где d – количество присадки, % об.

Уравнение (14) справедливо в диапазоне $d = 0,05-0,3$ %. Наиболее точные результаты (абсолютная погрешность не более 5%) получены для топлив, содержащих 0,05-0,15% присадки. По уравнению (14) рассчитывают повышение цетанового числа при добавлении к топливу улучшающей воспламеняемость добавки. Для определения цетанового числа необходимо определить цетановое число «чистого топлива», а затем прибавить к нему величину $\Delta \text{ЦЧ}$.

В работе [4] указывается, что при переходе от нормальных парафинов к изомерам величина ЦЧ меняется достаточно сильно. Хотя значения t_{50} , ρ , A_T остаются практически неизменными. Поэтому в этих случаях для оценки ЦЧ предлагается учитывать вид углеводородной молекулы, определяемый методом ядерного магнитного резонанса.

В [11] предложен способ определения ЦЧ товарных топлив и топлив с присадками по температуре самовоспламенения капли, за которую принимают наименьшую температуру воспламенения капли при падении ее с высоты 15 см на отполированный, нагретый до соответствующей температуры, стальной диск. Сначала строят зависимость $t_{\text{воспл}}$ от состава эталонных смесей цетана с α -метилнафталином. Затем для испытуемого топлива определяют $t_{\text{воспл}}$ и находят % цетана в эталонной смеси, обеспечивающей такую же $t_{\text{воспл}}$, и, соответственно, ЦЧ испытуемого топлива.

Известная оценка дизельных топлив по ЦЧ позволяет качественно прогнозировать их воспламеняемость в дизеле. Количественную оценку действительной воспламеняемости ведут по величине периода задержки воспламенения $\tau_i(\varphi_i)$. Как известно, в дизеле период задержки воспламенения есть время (угол пкв) от момента начала впрыскивания до момента начала сгорания, который может быть определен по индикаторной диаграмме (ИД) или по резкому усилению свечения или подъему температуры. На практике в подавляющем большинстве случаев используют определение конца сгорания по ИД, либо как точки момента отрыва кривой давления при сгорании от кривой давления при сжатии (без впрыскивания топлива), либо по первым производным указанных кривых.

По смыслу определения ЦЧ величина τ_i уменьшается с ростом ЦЧ, однако характер зависимости меняется для разных типов двигателей, физических свойств топлив и др. Так, по данным [12], полученным на трех

образцах дизелей (полидизель Геркулес D-426 с предкамерой Испано-Сюиза; Континенталь LDS-427 с камерой в поршне типа MAN; одноцилиндровый двигатель Континенталь А-1790-2 с непосредственным впрыскиванием) при испытании 25 образцов топлив выяснили, что величина φ_i с высокой степенью точности коррелирует с ЦЧ ($R^2 = 0,870-0,95$). Так, например, при $n=\text{const}$ и минимальной нагрузке зависимость φ_i от ЦЧ имеет вид:

$$\varphi_i = 24,46 - 0,325 \text{ ЦЧ} \quad (R^2=0,87), \quad (15)$$

а зависимость φ_i от всех параметров:

$$\varphi_i = 58,85 - 0,161 \text{ ЦЧ} - 0,037(\text{АУ}) - 0,104(\text{ПУ}) - 0,087(\text{ОУ}) + 0,024t_{10} + 0,022t_{50} - 0,097t_{90}, \quad (16)$$

где ($R^2=0,98$);

АУ, ПУ, ОУ – соответственно, содержание (% по объему.) ароматических, парафиновых и олефиновых углеводородов.

Таким образом, в данном исследовании получена линейная зависимость φ_i от ЦЧ.

Обработка данных В.А. Корчагина [5], приведенных на рис. 4, дает зависимость:

$$\tau_i \sim \exp(40/\text{ЦЧ}). \quad (17)$$

В большинстве случаев опытные значения периода задержки воспламенения τ_i обычно коррелируют известным уравнением периода индукции теплового взрыва:

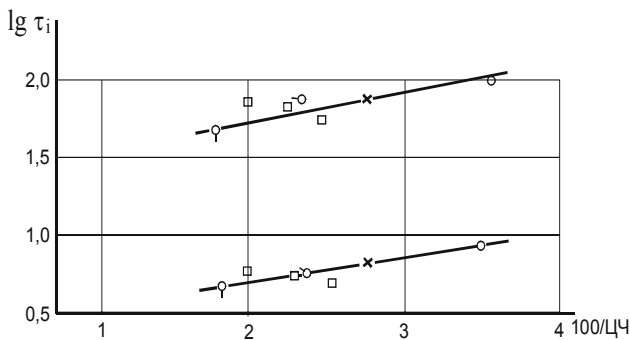


Рисунок 4. Зависимость ЦЧ и периода задержки воспламенения [5].

$$\tau_i = A \times P^{-n} \times e^{B/T}, \quad (18)$$

где $B=E_{\text{эф}}/R$, $E_{\text{эф}}$ – эффективная энергия активации;

A , n – опытные коэффициенты.

В свое время А.С. Сербиновым было высказано предположение, что это связано с лимитирующей ролью физических процессов с ростом температуры. В работе [13] в качестве основной причины указывается различие действительной температуры в момент начала воспламенения и начальной температуры. Надо отметить, что период индукции теплового взрыва, выражаемый уравнением (18), по смыслу есть время разогрева смеси на характерный интервал $RT_{\text{нв}}^2/E_{\text{эф}}$, обеспечивающий дальнейшее прогрессивное самоускорение химической реакции.

Период задержки воспламенения в условиях дизельного впрыскивания определяется экспериментально как время выравнивания давления до его начального значения (в камере $V=\text{const}$) или по отрыву линии давления при сгорании от линии давления при сжатии (в дизеле). Совершенно очевидно, что условия расчета периода индукции не соответствуют условиям опытного определения периода задержки воспламенения. Отсюда следует невозможность описания задержки воспламенения в дизеле единым уравнением типа (18), поскольку величина τ_i будет при прочих равных условиях зависеть от геометрии двигателя и динамики собственно процесса сжатия. Видимо, в этом и заключается основная причина большого количества известных из литературы уравнений типа (18), пригодных лишь для одного конкретного типа двигателя.

Использование таких уравнений или более сложных по структуре может быть целесообразно при проведении количественных расчетов для одного типа двигателя с достаточно высокой степенью точности. Так, в [14] приводится аппроксимирующее выражение для φ_i для дизелей типа Даймлер-Бенц

$$\tau_i = \frac{10^3}{6} (0,36 + 0,22Cn) \times \exp \left[\frac{618840}{\text{ЦЧ} + 25} \left(\frac{1}{8,314T} - \frac{1}{17190} \right) + \left(\frac{21,2}{-12,4} \right)^{0,63} \right]. \quad (19)$$

В [15] дается уравнение для τ_i для смеси дизтоплива с этанолом в виде:

$$\tau_i = A e^{E/RT_m}. \quad (20)$$

Для условий при $P=3,0$ МПа, $0 < y < 0,6$, $\varnothing=0,5$ можно воспользоваться выражениями:

$$E/1000 = 13,91 - 9,089y + 279,5y^2 - 228,4y^3, \quad \left[\frac{\text{кДж}}{\text{кмоль}} \right]$$

$$A = \exp [5,484 + 0,5826y - 31,07y^2 + 25,12y^3] \quad (21)$$

В случае, если $P = 4,2$ МПа, $0 < y < 1,0$, $\varnothing = 0,5$ выражения (21) примут вид:

$$E/1000 = 12,36 - 20,62y + 234,8y^2 - 169,5y^3 \quad (22)$$

$$A = \exp [5,23 + 4,353y - 30,65y^2 + 21,26y^3]. \quad (23)$$

Здесь – τ_i , A определяются в 10^{-6} с; $R = 8,314$ кДж/кмоль $\times$ К; E – энергия активации, кДж/моль; T_m – средняя температура за τ_i , К; y – объемная функция этанола (% по объему);

$\varnothing$ – эквивалентное отношение.

Выводы

1. Цетановое число – один из важнейших квалификационных показателей дизельного топлива, существенно влияющих на характер рабочего процесса дизеля.

2. Проведенный анализ существующих зависимостей определения цетанового числа и периода задержки воспламенения дизельных топлив позволяет заключить, что в настоящее время отсутствуют единые надежные методы их аналитического определения.

3. Аналитическое определение названных параметров для спиртосодержащих топлив, в том числе топлив с добавками метанола, является еще более проблематичной задачей.

4. Для топлив, содержащих 0,05 – 0,15% присадки, улучшающей воспламеняемость, точность определения цетанового числа и периода задержки воспламенения не превышает 5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Seromak, D.P., Henein, N.A. Cucle-to-cucle variation with low ignition quality fuels a CFR diesel engine //SAE 790924, 1979.

2. Becker, Klaus. Ein Beitrag zur Cetanzahlmessung an Kohlenwasserstoffen aus dem Benzinbereich. – MTZ, 1976. – 37, № 5. – P. 189-193.

3. Forster, U.I. Der ideal Kraftstoff der Sicht des Tahrzenginieniers. Teil 1. ATZ, 1982, 84. – № 4. – S. 171-175.

4. Culder, O.L. Cetane number estimation of diesel fuels from carbon type structural composition. SAE Tehn. Pap. Ser. – 1984. – 841341. – P. 57-65.

5. Корчагин, В.А. Исследование процесса испарения распыленных топлив различного состава: дисс.... канд. техн. наук/ В.А. Корчагин. – М., 1969. – 224 с.

6. Серегин, Е.П. Влияние состава топлива на его сгорание в быстроходных дизелях/ Е.П. Серегин, В.Т. Бугай, В.М. Россинский //Химия и технология топлив и масел. – М., 1989. – № 3. – С. 22-24.

7. Букреев, Г.А. Совершенствование рабочего процесса высокооборотного дизеля с открытой каме-

рой сгорания при работе на различных топливах: автореф.... дис. канд. техн. наук/ Г.А. Букреев. – Л.: ЦНИДИ, 1984. – 20 с.

8. Murphy, M.I. An improved cetane number prediction for alternative fuels. – SAE Techn. Pap. Ser., 1983, 831746. – P. 1-11.

9. An improved cetane number prediction for alternative fuels. SAE Tehn. Pap. Ser., № 831746, 1983.

10. Свиридов, Ю.Б. Смесеобразование и сгорание в дизелях/ Ю.Б. Свиридов. – Л.: Машиностроение, 1972. – 224 с.

11. Азев, В.С. лабораторный метод определения цетанового числа дизельного топлива/ В.С. Азев [и др.] //Химия и технология топлив и масел. – 1978. – №1. – С. – 42-44.

12. ASTM Standard Methods for calculated cetane index of distillate fuels //Aunnal Book of ASTM Standards, 1980.

13. Olson, D.R., Meckel, N.T., Quillian, R.D. The operation jf compression ignition engines on wide boiling range fuels. SAE Transactions, vol. 61, 1961. – P. 551-582.

14. Hardenberg, H.O. Thermodynamische Betrachtungen zum Mercedes-Bens Methanol-Gasmotor-Konzopt. //Automob. - Ind. – 1983. – № 3. – P. 297-301.

15. Mohamed, N. Saled, Nalim A. Henein. Ignition delay correlations for neat ethanol and ethanol-DF2 blends in a DI diesel ehgine. – SAE Tehn. Pap. Ser., № 841343, 1984. – P. 113-128.

УДК 636.085.62

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.11.2007

ЭЛЕКТРОННО-ИОННЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПЛЮЩЕНОГО ЗЕРНА ЖИДКИМИ РЕАГЕНТАМИ

А.В. Кузьмицкий, докт. техн. наук, доцент (УО БГАТУ), Д.В. Воробьев, аспирант (УО БГСХА)

Аннотация

Приведены данные лабораторных исследований, подтверждающие эффективность применения электронно-ионного способа для нанесения капель распыленного консерванта на плющенное зерно при его закладке на хранение. Доказано, что заряженные капли консерванта обладают большим смачивающим эффектом и большей проникающей способностью, чем не заряженные, что обеспечивает более высокую производительность и исключает потери консерванта при внесении.

Введение

В республике ежегодно убирается свыше четырех миллионов тонн зерна на фуражные цели. Более половины выращенного урожая убирается влажным, что требует значительных энергозатрат на его сушку для последующего хранения. Поиск более простых и дешевых приемов сохранения кормового зерна, которое можно скармливать животным непосредственно во влажном состоянии, является важной и актуальной проблемой для АПК Республики Беларусь.

В настоящее время все большее распространение получает технология консервирования плющенного зерна ранних стадий спелости. Это сравнительно новый, более перспективный способ заготовки фуража. Кроме того, плющение позволяет повысить поедаемость и переваримость зерна. При этом часть сырого протеина и аминокислот преобразовывается в более простые соединения, что улучшает усвоение белка и других питательных веществ.

Обеспечение нормативных сроков хранения плющенного зерна напрямую зависит от качества внесения консерванта. Внесение жидких реагентов

является задачей комплексной. Её решение зависит от множества факторов: способа внесения, степени взаимодействия реагента с обрабатываемым материалом, его равномерного объемного распределения и других. В данной статье приведены результаты лабораторных исследований процесса обработки плющеного зерна распылённым потоком жидкого реагента в электрическом поле коронного разряда.

Электронно-ионная технология – область электротехнологии, изучающая использование электрических полей для обработки материалов и создания в них направленных изменений. Для практического применения электронно-ионной технологии необходимо участие трёх основных факторов: электрического поля достаточной напряжённости, наличия электрических зарядов и обрабатываемого материала. При этом наличие электрических зарядов и электрического поля, взаимодействующих с материалом, способствует достижению требуемого эффекта (равномерной обработки, разделению на фракции, смешиванию, осаждению и др.).

Известны работы по применению электронно-ионной технологии для сепарации, разделения, улучшения посевных качеств зерна в коронарных электрических полях и электромагнитных излучениях, в процессах осаждения, нанесения электростатически заряженных порошков и жидких химикатов на растения [1, 2]. В работах В.Б. Лапшина, А.А. Палей и др. доказаны преимущества контактных свойств электростатически заряженных аэрозолей по степени покрытия и проникновения в обрабатываемый материал [3, 4, 5, 6].

Основная часть

Механизм действия электронно-ионного способа основан, в частности, на том, что зряженные капли обладают большим смачивающим эффектом. Это объясняется тем, что при наличии на капле жидкости электростатического заряда q на ее поверхности создается электрическое поле

$$E_0 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\rho^2}, \quad (1)$$

где E_0 – напряженность электрического поля, В/м;

q – электрический заряд, Кл;

ϵ_0 – электрическая постоянная, Ф/м;

ρ – радиус кривизны поверхности капли, м.

Значение энергии электростатического поля заряда, распределённого по сфере, ограничивающей шаровый объём V , может быть выражено формулой:

$$W_0 = \frac{\epsilon_0 E_0^2}{2} V, \quad (2)$$

где W_0 – энергия электростатического поля, Дж;

V – объём, м³.

После заполнения объёма V жидкостью (получим каплю) с диэлектрической проницаемостью ϵ отличной от 1, значение энергии электростатического поля изменилось в ϵ раз и стало равным:

$$W_1 = \frac{\epsilon\epsilon_0 E_0^2}{2} V, \quad (3)$$

где ϵ – диэлектрическая проницаемость среды (для вакуума $\epsilon = 1$).

При этом разность энергий электрического поля заряда без жидкости и с её наличием в объёме V есть выражение работы, которую может совершать электрическое поле заряда

$$R_q = W_0 - W_1 = \frac{\epsilon_0 E_0^2}{2} (1 - \epsilon) V. \quad (4)$$

Подставив в полученное выражение (4) значение напряженности электрического поля (1), получим:

$$R_q = \frac{\epsilon_0 q^2}{2(4\pi\epsilon_0)^2 \rho^4} (1 - \epsilon). \quad (5)$$

Выражение в формуле (5) перед V запишем в виде:

$$P_q = \frac{\epsilon_0 q^2}{2(4\pi\epsilon_0)^2 \rho^4} (1 - \epsilon), \quad (6)$$

где P_q – так называемое электростатическое давление, Па.

Таким образом, наличие на капле электростатического заряда рассматривают как дополнительное давление, значение которого определено представленной зависимостью (6).

Действие этого давления обычно рассматривается как уменьшение стягивающих каплю сил поверхностного натяжения. Избыточное давление жидкости внутри капли, обусловленное поверхностным натяжением, равно:

$$\Delta P = \frac{2\alpha}{\rho}, \quad (7)$$

где ΔP – избыточное давление внутри капли, Па;

α – коэффициент поверхностного натяжения.

Таким образом, наличие заряда q уменьшает давление внутри капли. При контакте капли с поверхностью обрабатываемого материала силы поверхностного натяжения уменьшены, и капля способна покрыть большую площадь. Растворённые в заряженной капле минеральные вещества образуют большую поверхностную концентрацию на частицах обрабатываемого материала.

Для исследования эффекта осаждения заряженных капель жидкого реагента на обрабатываемый материал была разработана и сконструирована лабораторная установка (рис. 1). Высоковольтный импульсный генератор, выполненный по принципиальной электрической схеме электроионатора «ELION» – 132С, наводящий на коронарных заострённых электродах напряжение до 35кВ, использовался в качестве источника эмиссионных электронов. Которые, в свою очередь, взаимодействуя с молекулами воздуха и каплями распыляемого реагента, заряжают их переизбыточным отрицательным зарядом (рис. 2).

Для доказательства наличия эффекта более интенсивного осаждения аэрозоли на плющеное зерно в электрическом поле коронного разряда и потоке эмиссионных электронов была использована методика определения объёмной концентрации радиоактивных атомов. В качестве вещества индикатора был выбран хлористый калий KCL. Природный калий состоит из смеси трёх изотопов: K^{39} , K^{41} , K^{40} – по-



Рисунок 1. Лабораторная установка для исследования процесса электронно-ионного нанесения жидких реагентов на плющенное зерно: 1 – высоковольтный импульсный генератор; 2 – воздушный канал с коронной заострённых электродов; 3 – размещение распылителя в воздушном канале; 4 – корпус озонатора-ионатора; 5 – проточный вентилятор; 6 – герметичная ёмкость с жидким реагентом.

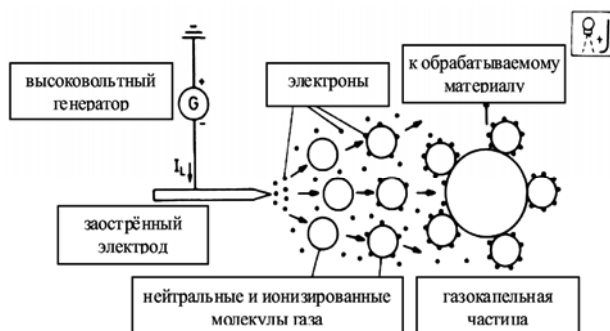


Рисунок 2. Схема процесса образования заряженных газодисперсных частиц.

следний является радиоактивным с большим периодом полураспада. В любой естественной смеси калия на долю радиоактивного приходится постоянный

0,0119% содержания. Хлор в естественном виде радиоактивных изотопов не имеет.

В качестве обрабатываемого материала использовалось плющенное зерно овса (рис. 3). Зерно помещалось и равномерно распределялось по сетчатому диэлектрическому основанию радиусом 20 см с шагом ячейки 5 мм в три яруса. Расстояние между слоями устанавливалось 8 мм. Задача этих операций – смоделировать распределение частиц обрабатываемого материала в зоне внесения жидкого реагента, подобно распределению частиц при реальном производственном процессе в некотором взвешенном состоянии.

Распылитель с выходным отверстием сопла диаметром 2 мм располагался на расстоянии 160 мм от верхнего слоя обрабатываемого зерна, так чтобы конус распыла покрывал только область обрабатываемого материала.

Вещество-метка (хлористый калий) растворялось в дистиллированной воде из расчёта 79 г вещества на 1 л воды, тогда количество распадов атомов радиоактивного калия будет 1000 распадов за 1 с на 1 л или в единицах удельной активности – 1000 Бк/л. Так как количество радиоактивного калия пропорционально количеству калия всей смеси, то для сравнительного анализа достаточно определения только доли радиоактивных атомов. Обработанное зерно подвергалось радиометрическому анализу с помощью радиометрической аппаратуры. В исследованиях использовался гамма-бета-спектрометр МКС АТ-1315 НПП «АТОМТЕХ» согласно стандартной методике выполнения измерений (МВИ) МН 1181-99. Навески зерна отбирались по методу объединённой пробы с каждого обработанного слоя в отдельности для экспериментальной и контрольной групп по 10 образцов каждая. Взвешивались на весах ВЛКТ – 500 г, 4 класса точности по ГОСТ 24104-80, допускаемых МВИ МН 1181-99. Формировались экспериментальная и контрольная группы образцов для обработки с использованием электронно-ионного эффекта и без него. Масса образцов составляла 10 г. Основание с образцами экспериментальной и контрольных групп поочередно помещалось под факел распыляемого реагента, для экспериментальных – с включённым полем коронного разряда, а для контрольных – с выключенным. Время обработки составляло 150 с, объём разовой



Рисунок 3. Плющенное зерно овса на трёхъярусном сетчатом основании.

дозы раствора – 500мл, давление впрыска – $1,8 \cdot 10^5$ Па. После обработки сырые образцы подвергались радиометрическому анализу без предварительного высушивания. Экспозиция для каждого образца составляла 600с при 4% статистической ошибке измерения активности калия.

Результаты измерений, средние значения и отклонения экспериментального результата от контрольного представлены в таблице 1. Над полученными экспериментальными и контрольными данными с помощью ЭВМ проведён сравнительный статистический дисперсионный анализ [7], результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 1. Результаты эксперимента по определению содержания радиоактивного калия в плющеном зерне

Варианты	Удельная активность калия, Бк/л								
	Верхний слой			Средний слой			Нижний слой		
Наличие поля	964,7	984,1	948,3	814,5	802	804,1	532,5	557	645,9
Отсутствие поля (контроль)	935,1	914,5	969,4	756,1	775,3	785,4	513,5	520,4	623,3
Среднее значение по вариантам, Бк/л	Отклонения от контроля								
	Бк/л						%		
	770,9								
	744,3						26,6		
							3,6		

Таблица 2. Результаты расчета дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Fф
Общая	500056,900	19		
Повторностей	492697,195	9		
Вариантов	3539,662	1	3539,662	8,340
Остаточная	3820,132	9	424,459	
Средняя ошибка опыта				6,515
Ошибка разности средних для оценки частных разностей				9,214
(Предельная табличная разность между средними, вычисляется для каждого фактора с использованием таблиц критерия Стьюдента)				2,270
Критерий Стьюдента для 9 степеней свободы				
Наименьшая существенная разность при уровне значимости 0.05				20,915

По представленным результатам видно, что отклонение поверхностной концентрации калия в экспериментальной группе образцов превышает концентрацию калия в контрольной по всем трем слоям. Наименьшая существенная разность (НСР) дисперсионного анализа при уровне значимости 0,05 не превышает значения отклонения от контроля, что доказывает наличие эффекта наилучшего осаждения жидкого реагента на обрабатываемый материал в поле коронного разряда.

Таким образом, электронно-ионная технология имеет перспективные и широкие возможности по обеспечению управляемости процесса консервирования плющеного зерна на молекулярном и субатомном уровне, используя незначительные затраты энергии для существования технологического процесса.

Выводы

Обоснована возможность использования электронно-ионного способа зарядания капель жидкого

реагента для увеличения их осаждения на плющеное зерно. Дано теоретическое обоснование увеличения поверхностного покрытия заряженными каплями частиц обрабатываемого материала.

Проведена лабораторная проверка эффекта осаждения заряженных капель реагента в поле коронного разряда. Эксперименты показали, что процесс осаждения интенсивнее протекает с включённым полем разряда, чем без него.

Предложенная методика определения концентрации реагента с помощью радиоактивных изотопов может использоваться в производственных условиях для определения равномерности обработки плющеного зерна жидкими реагентами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов, А.М. Вопросы электрификации сельского хозяйства: сб. науч. трудов / А.М. Басов/ ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1972. – Вып. 61. – С. 9 – 90.
2. Lüttgens, G. und P.Böschung: Elektrostatische Aufladungen, Ursachen und Beseitigung. Kontakt und Studium, Band 44. Expert-Verlag, Grafenau, 1980.
3. Moser, E. und K.Schmidt: Elektrostatische Tropfenaufladung zur Verbesserung der Wirkstoffanlagerung und Reduzierung der Umweltbelastung im chemischen Pflanzenschutz. VDI/MEG Kolloquium, Heft 4, Mikroelektronik in der Agrartechnik für den Umweltschutz. Tagung 7/8 Mai 1987, S. 139 - 160.
4. Потенье, М.М. Применение сил электрического поля в промышленности и сельском хозяйстве/ М.М. Потенье // Закон зарядки проводящих частиц в поле биполярной короны: сб. науч. статей. – М.: ВНИИЭМ, 1964. – С. 27-42.
5. Палей, А.А. Исследования процессов конденсации паров на электрически заряженных аэрозольных частицах / А.А. Палей, В.Б. Лапшин, Н.В. Жохова, В.В. Москаленко // Электронный научный журнал «Исследовано в России» [Электронный ресурс]. – 2007. – С.263 – 274. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/027.pdf>. – Дата доступа: 13.08.2007.
6. Александрова, И.Е. Действие озона на плесень при хранении зерна: сб. науч. трудов/ И.Е. Александрова [и др.]. – Москва: ВНИИС, 1983. – Вып. 103. – С. 35-40.
7. Однофакторный дисперсионный анализ: вычислительная программа: [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. и прог. (208кБ). – Гродно: ГСХИ, 1994. – 1 дискета (3.5").

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОМ ОТРЯДЕ ПРИ ЗАГОТОВКЕ СИЛОСА

А.В. Новиков, канд. техн. наук, доцент, Т.А. Непарко, канд.техн. наук, доцент,
Я.Н. Олякевич, магистрант (УО БГАТУ)

Аннотация

Представлены методика и результаты выбора рационального количества транспортных средств для обслуживания кормоуборочного комбайна «Ягуар- 850» при его работе без простоев.

Введение

В производственном процессе заготовки силоса и сенажа наиболее напряженным звеном является перевозка измельченного растительного сырья от кормоуборочных комбайнов к местам закладки на хранение. В настоящее время многие сельскохозяйственные предприятия республики при заготовке кормов используют высокопроизводительные комбайны импортного производства «Ягуар-850», пропускная способность которых достигает 45-55 кг/с. Загрузить комбайн при такой высокой производительности и ограниченном количестве техники на предприятиях довольно сложно, а его простой приносит большие материальные затраты (до 4,5 млн. руб. за 1 час рабочего времени). Исследования проводились на основе анализа производственной деятельности РУСПП «1-ая Минская птицефабрика» и наличия необходимой сельскохозяйственной техники для транспортировки силосной массы [1].

Основная часть

Полевые работы выполняют поточным способом укрупненными специализированными подразделениями на основе эффективного технического и транспортного обслуживания уборочных агрегатов, что повышает производительность труда, улучшает использование техники и, что особенно важно, сокращает сроки уборки, уменьшая тем самым потери выращенного урожая.

Эффективность работы всего уборочно-транспортного отряда в значительной степени зависит от организации транспортного обслуживания, причем определение рационального числа транспортных средств представляет некоторую трудность.

Обусловлено это тем, что в реальных условиях момент наполнения прицепа транспортного средства силосной массой и момент прибытия другого средства на поле из очередного рейса не совпадают. Ведь продолжительность рейса зависит от скорости движения, времени взвешивания и разгрузки транспортного средства, удаленности места работы комбайна от магистральных дорог в каждом конкретном случае. Также на время наполнения прицепа транспортного агрегата силосной массой влияют: рельеф, урожайность, влажность убираемой культуры в течение

суток и т. п. Это неизбежно приводит к простоям комбайнов и транспортных средств.

Максимальная производительность кормоуборочного комбайна за час сменного времени W_q (га/ч) в зависимости от номинальной пропускной способности рабочих органов q_n (кг/с) и урожайности зеленой массы H (т/га) равна [2]

$$W_q = \frac{3,6q_n}{H}.$$

Вместе с тем производительность комбайна W_q (га/ч) равна

$$W_q = 0,1B_p g_p \tau,$$

где B_p - рабочая ширина захвата жатки комбайна, м;

g_p - рабочая скорость движения комбайна, км/ч;

τ - коэффициент использования времени смены.

Тогда рабочая скорость движения комбайна g_p (км/ч)

$$g_p = \frac{W_q}{0,1B_p \tau}.$$

Экономически целесообразно такое соотношение числа комбайнов и обслуживающих транспортных средств, при котором достигается минимум целевой функции [3]:

$$S = C_{\Pi} \lambda t_{ож} + C_a n \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C_{Π} - ущерб за один час простоя комбайна в ожидании обслуживания, руб./ч;

λ - среднее количество заявок на обслуживание в 1 час;

$t_{ож}$ - среднее время ожидания каждой заявки, ч;

C_a - часовые затраты на содержание одного транспортного средства (сумма прокатной оценки, отчисления на реновацию и заработную плату трактористу), руб./ч;

n - число транспортных средств в уборочно-транспортном отряде, шт.

Ориентировочно можно считать, что ущерб C_{Π} (руб./ч) за один час простоя кормоуборочного комбайна составит не менее

$$C_{\Pi} = W_{\text{ч}} C_6,$$

где C_6 – себестоимость 1 т зеленой массы кукурузы, руб.

Количество транспортных средств для обслуживания комбайна без учета вероятностного характера взаимодействия системы «комбайн – транспортные средства»

$$n = \frac{mT_p}{t_{\text{погр}}},$$

где m – количество комбайнов, одновременно работающих на поле, шт.;

T_p – продолжительность одного рейса транспортного средства, мин.;

$t_{\text{погр}}$ – время наполнения прицепа транспортного средства силосной массой, мин.

Время наполнения транспортного агрегата силосной массой $t_{\text{погр}}$ (ч)

$$t_{\text{погр}} = \frac{10^4}{3600} \cdot \frac{Q}{HB_p g_p \varphi},$$

где Q – грузоподъемность транспортного средства, т;

φ – коэффициент рабочих ходов.

Продолжительность одного рейса транспортного средства T_p (мин.) составляет:

$$T_p = t_{\text{погр}} + t_p + \frac{60 \cdot 2L}{g_{\text{ср}}},$$

где t_p – время взвешивания и разгрузки транспортного агрегата, мин.;

L – среднее расстояние перевозки, км;

$g_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения транспортного агрегата, км/ч.

Эффективность системы «комбайн – транспортные средства» описывают методы теории массового обслуживания.

При работе комбайна постоянно возникают, так называемые, заявки (требования) на обслуживание в виде наполненных силосной массой транспортных средств. После заполнения силосной массой прицепа транспортного средства (удовлетворения заявки на обслуживание) комбайн становится источником новых заявок. Таким образом, систему «комбайн – транспортные средства» следует рассматривать как замкнутую систему массового обслуживания, в которой в среднем возникает λ' заявок на обслуживание в единицу времени. В то же время каждое транспортное средство (канал обслуживания) способно удовлетворить μ заявок в единицу времени.

В системах массового обслуживания наиболее распространен стационарный пуассоновский (простейший) поток заявок, который характеризуется ординарностью,

стационарностью и отсутствием последствия. Ординарность означает, что одновременное поступление на обслуживание двух и более заявок считается маловероятным событием. Стационарность потока определяется постоянством вероятности возникновения заявок на обслуживание в течение рассматриваемого времени. Отсутствие последствия проявляется в том, что вероятность поступления определенного числа заявок не зависит от числа предшествующих заявок [4].

В случае пуассоновского потока заявок аналитические зависимости для расчета параметров системы массового обслуживания получаются наиболее простыми.

Интенсивность потока заявок за 1 ч составит

$$\lambda' = \frac{1}{t},$$

где t – математическое ожидание времени между двумя соседними заявками (среднее время наполнения кузова транспортного средства силосной массой), ч.

За время одного рейса удовлетворяется одна заявка на обслуживание. Следовательно, пропускная способность одного канала обслуживания равна

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обс}}},$$

где $t_{\text{обс}}$ – среднее время обслуживания одной заявки, ч.

Приведенная плотность потока заявок ψ равна

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu}.$$

Параметр ψ для одноканальной системы соответствует времени, при котором система занята обслуживанием заявок. Разность $1-\psi$ соответствует времени простаивания системы. Для многоканальной системы параметр ψ равен среднему числу постоянно занятых обслуживанием каналов, а разность $n-\psi$ – простаивающих каналов.

Величина ψ не может быть произвольной. Установившийся режим существует только при $\psi < n$, в противном случае ($\psi \geq n$) система не справится с обслуживанием, и очередь будет расти неограниченно.

В сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение получили системы массового обслуживания с ожиданием. Это такие системы, в которых заявка, поступившая в момент времени (все каналы обслуживания заняты), становится в очередь и ожидает, пока не освободится какой-либо канал. Так, комбайн после наполнения прицепа транспортного средства силосной массой не покидает систему, а ожидает очередное транспортное средство для его загрузки.

Вероятность того, что все каналы обслуживания (транспортные средства) простаивают, т.е. в системе отсутствуют заявки на обслуживание (комбайн не готов к наполнению прицепа транспортного средства), описывается зависимостью

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\psi^k}{k!} + \frac{\psi^{n+1}}{n!(n-\psi)}},$$

где n – число всех имеющихся каналов обслуживания в системе (число транспортных средств, включенных в состав уборочно-транспортного отряда);

ψ - приведенная плотность потока заявок, или коэффициент загрузки системы, определяемый отношением среднего числа заявок, поступающих в единицу времени, к среднему числу заявок, которое система в состоянии обслужить.

Вероятность того, что обслуживанием заняты ровно k каналов ($0 \leq k \leq n$) равна

$$P_k = \frac{\psi^k}{k!} P_0.$$

Среднее время ожидания заявок начала обслуживания $t_{ож}$ (ч) равно

$$t_{ож} = T_p - (n \cdot t_{погр}).$$

Отрицательное значение $t_{ож}$ означает, что в ожидании будут находиться каналы обслуживания (транспортные средства).

По данной методике нами произведен выбор рационального количества транспортных средств для обслуживания одного кормоуборочного комбайна «Ягуар-850» в условиях РУСПП «1-ая Минская птицефабрика».

В качестве транспортных средств на предприятии используют 11 агрегатов МТЗ-82+2ПТС-4, для полной загрузки которых рекомендовано наращивание бортов, обеспечивающее объем прицепа 17 м³ и грузоподъемность 4 т.

При уборке кукурузы на силос одним кормоуборочным комбайном «Ягуар-850» со средней пропускной способностью 50 кг/с, урожайности зеленой массы 35,77 т/га, среднем расстоянии транспортировки груза 1 км по дорогам с твердым покрытием и себестоимости 1 тонны зеленой массы 25 тыс. руб. по формуле (1) определена сумма ущерба от вынужденных простоев кормоуборочного комбайна и затраты на содержание транспортных средств для случаев, когда комбайн обслуживают от 1 до 11 транспортных средств. Результаты расчетов приведены в таблице.

В результате исследований установлено, что минимальное время ожидания обслуживания кормоуборочного комбайна «Ягуар-850», используемого в РУСПП «1-ая Минская птицефабрика» для уборки кукурузы на силос, при наименьшей общей сумме ущерба от простоев комбайна и затрат на содержание транспортных средств, получено при использовании девяти агрегатов МТЗ-82+2ПТС-4. Два оставшихся агрегата можно использовать в качестве резервных.

Выводы

1. Сокращение времени ожидания кормоуборочного комбайна позволит существенно снизить себестоимость

Таблица. Показатели взаимодействия системы комбайн «Ягуар-850» – транспортное средство МТЗ-82+2ПТС-4

Количество транспортных средств, n , шт.	Наименование показателя			
	Среднее время ожидания комбайна, $t_{ож}$, мин. (ч)	Ущерб от простоев комбайна, тыс. руб.	Затраты на содержание транспортных средств, тыс. руб.	Общая сумма ущерба и затрат, S , тыс. руб.
1	10,7 (0,178)	32100,0	14,392	32114,392
2	9,2 (0,153)	27600,0	28,784	27628,784
3	7,7 (0,128)	23100,0	43,176	23143,176
4	6,2 (0,103)	18600,0	57,568	18657,568
5	4,7 (0,078)	14100,0	71,960	14171,960
6	3,2 (0,053)	9600,0	86,352	9686,352
7	1,7 (0,028)	5100,0	100,744	5200,744
8	0,2 (0,003)	600,0	115,136	715,136
9	0	0	129,528	129,528
10	0	0	143,920	143,920
11	0	0	158,312	158,312

кормов, улучшить их качество путем сокращения времени уборки и закладки на хранение, более рационально использовать сельскохозяйственную технику.

2. Разработанная методика выбора рационального количества транспортных средств при уборке сельскохозяйственных культур может быть использована при проектировании производственных процессов, планировании использования технического и трудового потенциала в природно-производственных условиях Республики Беларусь и конкретных условиях сельскохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

- Новиков, А.В. Влияние грузоподъемности транспортных средств на производительность кормоуборочных комбайнов / А.В. Новиков, Т.А. Непарко, Д.А. Кушнер // Современные технологии и комплексы технических средств в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 25-27 мая 2005 г. – Мн.: БГАТУ, 2005. – С. 59–60.
- Эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пособие для с.-х. вузов/ А.П. Ляхов, А.В. Новиков, Ю.В. Будько [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1991. – 336с.:ил.
- Шило, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства/ И.Н. Шило, В.Н. Дашков. – Мн.: БГАТУ, 2003. – 183 с.
- Дашков, В.Н. Техничко-технологические основы обоснования типажа кормоуборочных комбайнов. Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеклубнеплодов. Состояние, тенденции и направления развития/ В.Н. Дашков, И.И. Пиуновский // Сборник докладов Междунар. науч. – практ. конф., г. Гомель, 22-23 марта 2007 г. – Гомель: РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и корнеуборочной технике», 2007. – С. 10 – 16.

ПОВЫШЕНИЕ ПОЛНОТЫ УДАЛЕНИЯ БОТВЫ КАРТОФЕЛЯ ПРИМЕНЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА РОТОРНО- ПРОВОЛОЧНОГО ТИПА

В. Н. Еднач, ассистент, С. Р. Белый, ассистент (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье обоснована необходимость совершенствования ботвоудаляющих рабочих органов роторно-го типа, указаны пути их совершенствования. Приведена конструкция рабочего органа, которая, по мнению авторов, наиболее полно удовлетворяет требованиям, предъявляемым к рабочим органам машин для удаления ботвы картофеля. Представлены результаты исследований роторно-проволочного рабочего органа.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь, как и в большинстве стран мира, возделывающих картофель, принята технология, которая предполагает удаление ботвы перед уборкой клубней. Удаление ботвы картофеля воздействует на биохимические процессы в клубнях и позволяет ускорить фазу созревания, что повышает прочность кожуры и снижает потери при хранении картофеля [1, 2, 3].

Предуборочное уничтожение ботвы картофеля повышает продуктивность клубней картофеля за счет снижения проникновения в них вирусной, бактериальной и грибной инфекций в предуборочный период, что увеличивает лежкость клубней в процессе хранения.

Этот прием оказывает влияние и на потребительскую ценность клубней картофеля за счет выбора срока удаления ботвы. На семенных участках – с учетом выхода семенной фракции и ценности семенного картофеля, на участках продовольственного картофеля – с учетом выхода товарной продукции и ее продовольственных качеств. На участках, занятых картофелем для переработки, с учетом оптимального состава веществ клубней, а на участках, которые заняты техническим картофелем, с учетом получения максимального содержания крахмала [3, 4, 5].

Управление выходом различных фракций позволяет в дальнейшем сократить затраты на послеуборочную обработку картофеля и увеличить производительность картофелесортировальных машин, что обеспечивает снижение себестоимости клубней.

И если со стороны агрономических исследований по изучению влияния процесса удаления ботвы к качеству клубней практически нет претензий, то инженерные исследования требуют дальнейших разработок, направленных на обеспечение более качественной и производительной работы ботвоуборочных машин, что улучшит качество

закладываемых на хранение клубней картофеля.

Среди всего разнообразия схем и конструкций ботвоудаляющих рабочих органов наибольшее распространение получили роторные ботвоудалители с горизонтальной осью вращения, а исследования подтвердили эффективность работы машин с данным типом рабочих органов [6].

В настоящее время с такими рабочими органами выпускается большинство ботводробителей фирм «Agromec», «Amac», «Baselier», «Falc», «Grimme», «Hermes», «Kuhn», «Muratori» и др. [7].

Согласно отраслевому регламенту на возделывание семенного и продовольственного картофеля, а также картофеля, идущего на технические цели, разработанного Институтом Картофелеводства НАН Беларуси, для предуборочного удаления ботвы рекомендуется использовать ботводробители КИР-1,5, БД-4, БД-6 с рабочим органом, имеющим горизонтальную ось вращения [1]. При этом ботва срезается, измельчается и разбрасывается по полю.

В хозяйствах республики используются различные по конструктивному исполнению ботвоуборочные машины. Однако они в большинстве случаев малопроизводительны (ширина захвата 1,5м) и некачественно измельчают ботву в междурядьях из-за отсутствия копирования профиля гребней. Кроме того, основным недостатком является низкая эксплуатационная надежность рабочих органов, которые шарнирно закреплены на валу ротора с одной степенью свободы, из-за чего они деформируются и разрушаются при касательных ударах о препятствия, что также отрицательно сказывается на приводе трактора и вызывает повышенную опасность работ [5]. Поэтому актуальной задачей для Республики Беларусь является разработка конструкции ботводробителя, которая обеспечит выполнение технологического процесса в соответствии с техническими требованиями на удаление ботвы картофеля.

Основная часть

На кафедре «Сельскохозяйственные машины» БГАТУ разработана конструкция ботвоудалителя, которая отвечает требованиям, предъявляемым к машинам для предуборочного удаления ботвы картофеля.

За основу был взят рабочий орган ботводробителя конструкции Ганса Сакка, как наиболее полное соответствующий агротребованиям уборки ботвы картофеля. Основным недостатком данной конструкции является поломка и обрыв молотков, в результате чего нарушается выполнение технологического процесса работы машины, а также возникает динамическая неуравновешенность дробителя.

Используя в качестве молотков различные по длине отрезки цепи, можно значительно снизить количество поломок, однако для исключения пропусков, особенно на сильно засоренных участках, необходимо устанавливать большое количество отрезков цепи, что увеличивает металлоемкость конструкции и приводит к трудностям в балансировке ротора. Вследствие захвата частичек почвы будет происходить повышенный износ звеньев цепи и обрыв режущих элементов [8].

С целью обеспечения качественного среза и дробления ботвы необходимо обеспечивать роторно-цепочному рабочему органу более высокую окружную скорость, нежели молотковому [9], что вследствие сравнительно большой массы отрезков цепи вызывает сложности в балансировке рабочего органа. Уменьшить массу режущих элементов можно заменив среднюю часть петли отрезком проволоки, диаметр которой равен диаметру проволоки звеньев цепи, но имеет массу примерно в пять раз меньшую, чем отрезок цепи той же длины.

Обеспечить копирование поверхности грядки, а также динамическую устойчивость барабана ботводробителя, можно используя тросовые рабочие элементы [8], однако при износе троса, особенно в местах наибольшего изгиба (около молотков и точек крепления), отламываются проволоочки и попадают в почву, ботву и даже в клубни, что недопустимо. Поэтому использовать дробитель с данным типом рабочего органа для предуборочного удаления ботвы картофеля нельзя [10].

С учетом вышесказанного разработан рабочий орган для предуборочного удаления ботвы картофеля, схема которого представлена на рис. 1. Данный рабочий орган включает барабан 1, длинные 2 и короткие 3 цепочно-проволочные петли. Каждая петля состоит из двух отрезков цепи 4 и отрезка проволоки 5.

Экспериментальная проверка данного рабочего органа производилась в СПК «ЛУКИ-АГРО» Кореличского района Гродненской области (рис. 2).

Опыты проводились с использованием картофеля сортов «Журавинка», «Дар», «Гусляр» и плотностью посадки 50 тыс. шт./га. Урожайность клубней картофеля

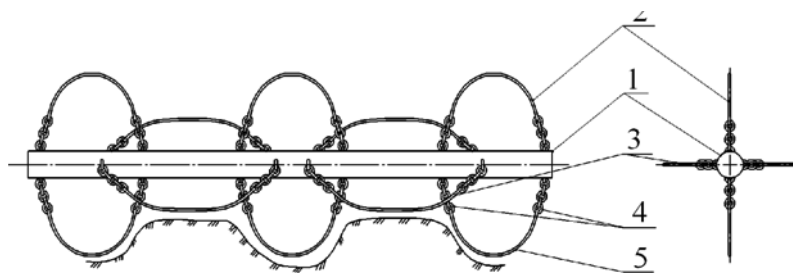


Рисунок 1. Схема рабочего органа ботводробителя.

составила 280-290 ц/га, урожайность ботвы – 150-160 ц/га. В период с 05.09 по 20.09.2005 г. удаление ботвы было произведено на 15 га.

В качестве энергетического средства использовался трактор МТЗ-80. Привод рабочего органа ботводробителя осуществлялся от ВОМ трактора через конический редуктор и ременную передачу. В процессе проведения исследований частота вращения ротора изменялась в пределах от 900 до 2200 мин⁻¹, а поступательная – от 1,0 до 3,2 м/с.



Рисунок 2. Проведение хозяйственной проверки ботводробителя.

Для определения оптимальных режимов работы дробителя ботвы были проведены предварительные исследования, целью которых был выбор оптимального значения диаметра проволоки и определение влияния угла установки петель относительно оси вращения на качество среза ботвы.

Анализируя силовое воздействие на петли ботводробителя, установлено, что оптимальный диаметр проволоки, из которой изготавливались петли, должен составлять 8 мм. Для проверки данного предположения на рабочий орган устанавливались петли, изготовленные из проволоки диаметром 6, 8 и 10 мм. В результате исследований установлено, что на качество выполнения технологического процесса диаметр проволоки не оказывает влияния. Однако петли из проволоки диаметром 6 мм оказались подвержены частым разрывам. Поэтому экспериментальная проверка ботводробителя проводилась с петлями из проволоки диаметром 8 мм.

Исследования также показали, что установка петель под различными углами к оси вращения ротора не обеспечивает постоянство формы петли и,

следовательно, выполнение технологического процесса работы ботводробителя.

Согласно [11] и [12], основным показателем, по которому производилась оценка качества выполнения технологического процесса работы ботводробителя, являлась полнота удаления ботвы, которая определялась долей несрезанной ботвы, оставшейся на участке – y .

В качестве факторов оптимизации были приняты: поступательная скорость агрегата x_1 , высота установки рабочего органа над поверхностью поля x_2 и частота вращения рабочего органа x_3 .

По результатам обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии следующего вида:

$$y = 0,3786 + 0,1838 x_2 - 0,0788 x_3 - 0,0350 x_1 x_2 + 0,0475 x_2 x_3 + 0,1227 x_2^2. \quad (1)$$

Вид поверхности отклика в зависимости от значений факторов оптимизации представлен на рис. 3.

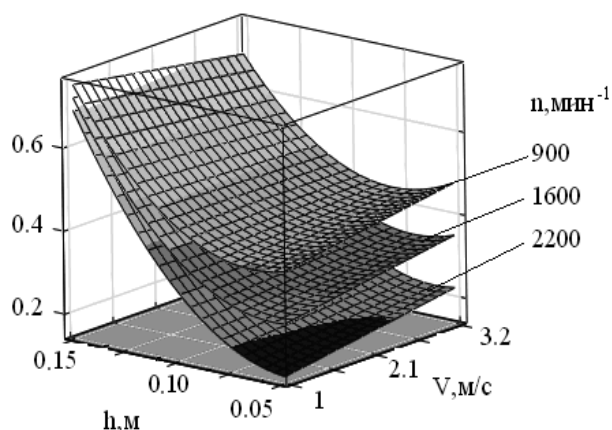


Рисунок 3. Зависимость доли неубранной ботвы от частоты вращения рабочего органа n , поступательной скорости ботводробителя V и высоты установки рабочего органа над поверхностью поля h .

Опытами установлено, что полнота удаления ботвы Y возрастает с уменьшением поступательной скорости ботводробителя и увеличением частоты вращения рабочего органа (соответственно от $Y=51\%$ при $V=3,2$ м/с и $n=900$ мин⁻¹ до $Y=88,6\%$ при $V=1$ м/с и $n=2200$ мин⁻¹). На участках с сильно развитыми ползущими сорняками при частоте вращения рабочего органа $n=900$ мин⁻¹ выявлено наматывание растительности на барабан ботводробителя.

В результате проведенных исследований выявлено, что наибольшее влияние на полноту удаления ботвы картофеля роторно-проволочным рабочим органом оказывает высота установки рабочего органа над поверхностью поля. Поэтому максимальной эффективности предуборочного удаления ботвы картофеля можно добиться при обеспечении копирования формы картофельной грядки рабочим органом.

Также определялись высота среза h и величина измельчения стеблей l .

Высота среза определялась длиной несрезанных стеблей ботвы. Величина измельчения стеблей оценивалась длиной измельченных частей стеблей. Установлено, что значения данных двух показателей растут с увеличением поступательной скорости ботводробителя и уменьшением частоты вращения рабочего органа (соответственно высота среза – от $h=0,056$ м при $V=1,0$ м/с и $n=2200$ мин⁻¹ до $h=0,153$ м при $V=3,2$ м/с и $n=900$ мин⁻¹; величина измельчения – от $l=0,016$ м при $V=1,0$ м/с и $n=2200$ мин⁻¹ до $l=0,037$ м при $V=3,2$ м/с и $n=900$ мин⁻¹).

Одновременно с оценкой качества работы экспериментального проволочного ботводробителя проводилась энергетическая оценка агрегата.

Согласно [13] энергетическая оценка производилась по количеству использованного двигателем топлива на единицу выполненной работы, кг/га. Расход топлива определялся расходомером ИП-179 ТУ 70 002.025 – 85.

Замеры показали, что средний удельный расход топлива на выполнение технологического процесса составляет 6,68 кг/га.

Новизна данной разработки подтверждена патентами РБ №1558, № 3078 и № 3909.

Заключение

Для предуборочного удаления ботвы целесообразно применять рабочий орган роторно-проволочного типа, обеспечивающий копирование поверхности картофельной грядки. При этом режущие элементы должны устанавливаться параллельно оси вращения ротора.

Результатами эксперимента установлено, что полнота удаления ботвы Y , высота среза h и величина измельчения стеблей l зависят от кинематического режима работы ботводробителя. При этом полнота удаления ботвы растет с уменьшением поступательной скорости ботводробителя и увеличением частоты вращения его рабочего органа. Значения последних двух показателей растут с увеличением поступательной скорости ботводробителя и уменьшением частоты вращения рабочего органа.

Ботводробитель обеспечивает удаление ботвы на рабочих скоростях машины 1,7-2,2 м/с при среднем удельном расходе топлива на выполнение технологического процесса 6,68 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Минсельхозпрод. Респ. Беларусь. – Минск, 2006. – Режим доступа: <http://mshp.minsk.by>. – Дата доступа: 25.12.2006.
2. Банадысев, С. А. Особенности применения современных технологий возделывания картофеля/ С. А. Банадысев, М.И. Юхневич // Картофелеводство: сб. науч. тр., вып. 10. – Мн., 2000. – С. 230–241.

3. Рапинчук, А. Л. Состояние и перспективы развития механизации картофелеводства Республики Беларусь/ А. Л. Рапинчук, В.В. Азаренко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тем. сб., вып. 38. – Мн., 2004. – С. 132–140.

4. Кононученко, Н.В. Зависимость урожайности и семенных качеств картофеля от способов предуборочного удаления ботвы/ Н.В. Кононученко, В.П. Ковшер // Картофелеводство: селекция, семеноводство, агротехника: сб. науч.тр. / БелНИИКПО.— Мн., 1986. – С. 129-136.

5. Кострома, С. П. Обоснование рабочих органов для измельчения ботвы картофеля/ С. П. Кострома// Весці нацыянальнай акадэміі навук беларусі: Сер. аграрных навук –№ 5, 2006

6. Kaminski J., Kaminski E Technika oprusku roztworami azotowymi. III Symposium «Inżynieria Systemow Bioagrotechnicznych». – 1993-09-20/21. Politechnica Warszawska, Plock, 1993. Zeszyt 3. – P. 243-250.

7. Каталог сельхозмашин LMK-2006 [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. и прогн. (416 Мб). – Landwirtschaftsverlag GmbH, Dr.Gottfried Eikel, Redaktion profi. – электрон. опт.

диск (CD-ROM).

8. Ивакин, О.В. Обоснование технологического процесса и рабочих органов тросового ботводробителя: автореф. ... дис. канд. техн. наук / О.В.Ивакин; Новосибирск. обл., 1996. – 18с.

9. Константинов, В.А. Исследование работы цепового измельчителя. Конструирование и производство сельскохозяйственных машин/ В.А. Константинов// Труды РИСХМа. – Ростов н/Д: университетское изд-во, 1964. – С. 106 – 113.

10. Механизация технологических процессов сельскохозяйственного производства: науч. - техн. бюл./ РАСХН. Сиб. от-ние. – Новосибирск: СибИМЭ, 1997. – Вып. 1. – С. 36 – 38.

11. РД. 10.1.1 Испытания сельскохозяйственной техники. Основные положения. Номенклатура показателей.

12. РД 10.8.5. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки и послеуборочной обработки картофеля. Программа и методика испытаний.

13. РД 10.2.2. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки.

УДК [634.1.055:631.319.4]:632.931

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 23.06.2008

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОДАЮЩЕГО И РАСПРЕДЕЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВ МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МУЛЬЧИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В САДАХ

А.А. Жешко, аспирант (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

Предложены формулы, позволяющие определить координаты рационального взаимного расположения оси ротора относительно оси поперечного транспортера машины для внесения мульчирующих материалов, обеспечивающие минимальные габаритные размеры машины по ширине.

Введение

Ввиду того, что мульчирование приствольных полос проводится один раз в 2-3 года, изготовление специальных машин для внесения мульчирующих материалов является нецелесообразным. Наиболее перспективным техническим решением является изготовление дополнительных распределяющих устройств, которые позволяют использовать серийно выпускающиеся в Республике Беларусь кузовные сельхозмашины для мульчирования путем их нетрудовой переналадки.

В качестве базовой машины целесообразно использовать кормораздатчик КР-Ф-10. Это объясняется тем, что использование данной машины, ширина которой составляет 2,2 м, исключает возможность повреждения штамбов, а вместимость кузова 10 м³ позволяет формировать ленту без дозагрузки машины на длине гона 100 – 130 м.

Однако применение распределяющего устройства (адаптера) приводит к дополнительному увеличению ширины машины [1, с.157]. Поэтому важно расположить это устройство таким образом, чтобы ширина машины была минимальной, при этом технологический процесс протекал устойчиво и качественно. Решению этой задачи посвящена настоящая работа.

Основная часть

Объемная производительность Q_M машины для внесения мульчи определится как

$$Q_M = H \cdot B \cdot u, \quad (1)$$

где H – ширина ленты, м;

B – высота слоя материала в ленте, м;

u – скорость движения агрегата по саду, м/с.

С другой стороны, объемную производительность q поперечного транспортера кормораздатчика

КР-Ф-10 в случае непрерывной выгрузки можно определить через интеграл от текущего значения расхода $Q_o(t)$ по известной зависимости:

$$q = \int_t^{t+\Delta t} Q_o(t) dt = \int_t^{t+\Delta t} S_o(t) \cdot V_o(t) dt, \quad (2)$$

где $S_o(t)$ – средняя площадь сечения слоя материала, m^2 ;

$V_o(t)$ – средняя скорость в определяющем сечении, m/c .

Поскольку в рассматриваемом случае форма сечения слоя близка к прямоугольной, то площадь определится как

$$S_o \approx b_{ТП} \cdot h_c, \quad (3)$$

где $b_{ТП}$ – ширина поперечного транспортера, m ;

h_c – высота слоя мульчирующего материала на поперечном транспортере, m .

Учитывая выражение (3) и допуская, что средняя скорость в определяющем сечении $V_o(t)$ равна линейной скорости планки транспортера $v_{ТП}$, формула (2) примет вид:

$$q = k \cdot b_{ТП} \cdot h_c \cdot v_{ТП}, \quad (4)$$

где k – поправочный коэффициент, который при расчете подающих рабочих органов принято представлять в виде [2, с.165]:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4,$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий разницу между средней фактической скоростью материала и скоростью транспортера;

k_2 – коэффициент уплотнения материала;

k_3 – коэффициент, учитывающий степень использования площади выгрузного отверстия;

k_4 – скоростной коэффициент производительности, характеризующий влияние объема рабочего органа на его производительность.

Необходимо отметить, что варьирование параметра $b_{ТП}$ приведет к существенным затратам на переоборудование кормораздатчика КР-Ф-10 (изготовление нового транспортера). Более целесообразным является варьирование частоты вращения вала привода транспортера и, как следствие, изменение линейной скорости планки транспортера $v_{ТП}$. Исходя из этого, будем считать, что ширина транспортера изменяться не будет, т.е. $b_{ТП} = const$.

Приравняв формулы (1) и (4) получаем зависимость $v_{ТП} = f(h_c)$, или

$$v_{ТП} = \frac{H \cdot B \cdot u}{b_{ТП} \cdot h_c \cdot k}. \quad (5)$$

В соответствии с выражением (5) и с учетом того, что ширина поперечного транспортера остается неизменной ($b_{ТП} = const = 0,6 m$), построим номограмму для допустимых скоростей движения агрегата по саду $v \leq 1,39 m/c$ (рис. 1). Поправочный коэффициент при этом принимаем согласно рекомендациям [2, с.165] $k = 0,92$.

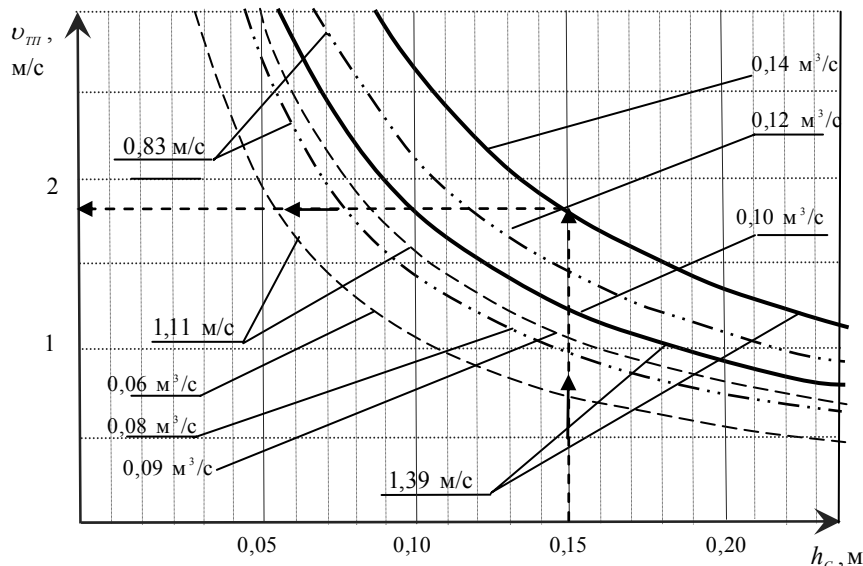


Рисунок 1. Номограмма к выбору линейной скорости планки транспортера $v_{ТП}$ в зависимости от высоты слоя материала на нем h_c и поступательной скорости движения агрегата по саду u .

Номограмма позволяет выбрать необходимое соотношение скорости $v_{ТП}$ и высоты слоя материала на транспортере h_c , обеспечивающих формирование ленты заданных геометрических параметров. Линии, соответствующие одной группе поступательных скоростей агрегата, построены для формирования лент с минимальными ($H=0,12 m$, $B=0,60 m$) и максимальными ($H=0,15 m$, $B=0,75 m$) геометрическими параметрами. Кривые выделены одним типом линий (основная, штриховая и штрихпунктирная), которые соответствуют скоростям агрегата $v=1,39$, $1,11$ и $0,83 m/c$.

Например, необходимо определить требуемую линейную скорость планки транспортера при высоте слоя материала $h_c = 0,15 m$, обеспечивающую формирование ленты с максимальными допустимыми геометрическими параметрами (высота $H=0,15 m$ и ширина $B=0,75 m$). Опуская перпендикуляр от значения высоты слоя на кривую, находим точку пересечения и определяем значение ординаты, соответствующее точке пересечения $v_{ТП} = 1,88 m/c$. Поступательная скорость движения агрегата составляет при этом $v = 1,39 m/c$, а производительность машины $Q = 0,14 m^3/c$.

Увеличение скорости транспортера $v_{ТП}$ вызовет отбрасывание частиц на большее расстояние, что потребует смещения ротора от подающего рабочего органа и приведет к увеличению ширины машины

(увеличение горизонтальной координаты взаимного расположения).

Из номограммы видно, что формирование ленты требуемых геометрических параметров может быть достигнуто при различных режимах работы машины.

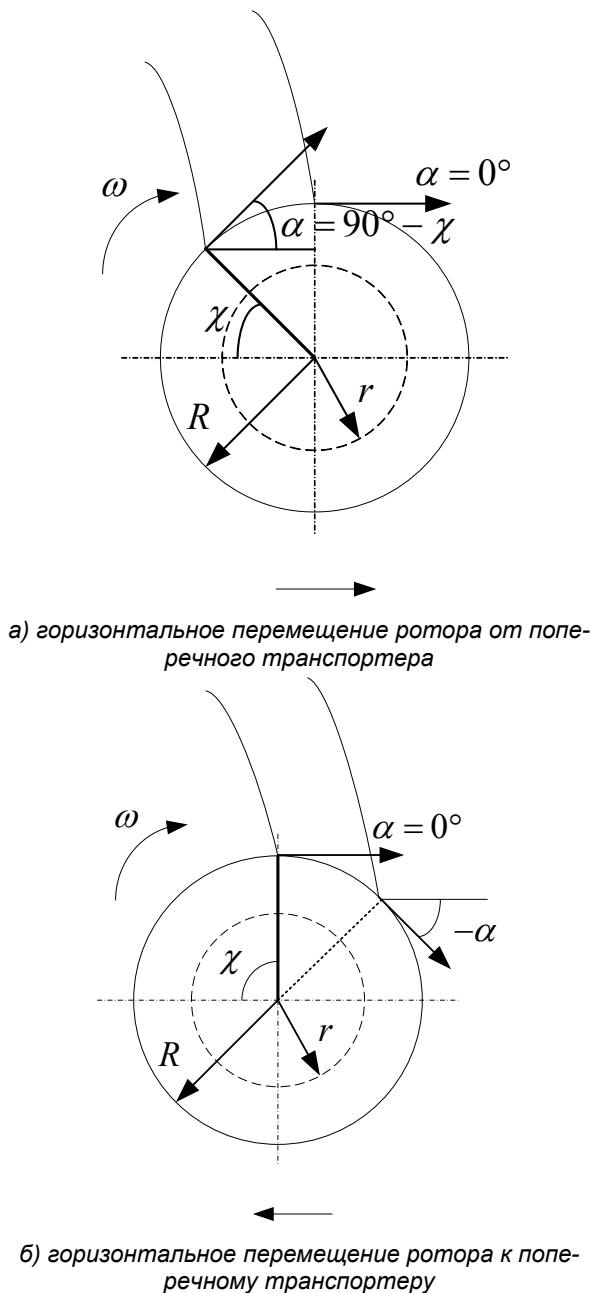


Рисунок 2. Схема к обоснованию взаимного расположения ротора относительно поперечного транспортера и определению угла входа лопасти в поток.

Известно, что, выбирая форму определяющего отверстия, нужно стремиться к уменьшению длины неподвижных кромок, ограничивающих поток материала сверху. Для сокращения флуктуаций (кратковремен-

ных отклонений расхода) необходимо, чтобы соблюдалось условие [3, с. 48]:

$$\delta_{cp} \cdot P \leq 0,025 \cdot S_o, \quad (6)$$

где δ_{cp} – средний диаметр частиц материала, м;

P – часть периметра сечения материала, образованная неподвижными кромками, м.

Поскольку для прямоугольного отверстия $P = 2h_C + 2b_{ТП}$, с учетом формулы (3) из неравенства (6) получим:

$$\frac{2\delta_{cp} \cdot b_{ТП}}{0,025 \cdot b_{ТП} - 2\delta_{cp}} \leq h_C. \quad (7)$$

Тогда при $\delta_{cp} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ м из неравенства (7) находим $h_C = 0,15$ м.

Если ротор отодвигать от транспортера (рис. 2а), то большая часть подаваемого материала будет разгружаться по восходящим траекториям, дальность полета частиц при этом существенно увеличится.

Перемещение ротора в направлении к поперечному транспортеру вызовет уменьшение дальности полета частиц (рис. 2б), поскольку в этом случае угол вылета α начнет принимать отрицательные значения для большинства частиц счесываемых лопастью.

Преимуществом случая, представленного на рисунке 2б, является то, что при приближении ротора к транспортеру уменьшается ширина машины, что весьма важно для работы в садах с плотной схемой посадки деревьев. Однако полная разгрузка лопасти будет протекать значительно позднее, что приведет к забрасыванию частиц, попавших в межлопастное пространство под ротор. Поэтому наиболее рациональным расположением оси ротора относительно транспортера будет вариант, приведенный на рисунке 2а.

Дальность полета частицы L , выбрасываемой поперечным транспортером кормораздатчика КР-Ф-10, ориентировочно можно определить по известной формуле:

$$L = v^2 \sin 2\alpha / g,$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²;

α – угол вылета частицы, отсчитываемый от горизонтали.

Из формулы видно, что максимальная дальность полета будет достигнута при $\alpha = 45^\circ$, поскольку в этом случае $\sin 2\alpha = 1$. Выброс частиц под углом $\alpha = 45^\circ$ будет осуществляться, если угол между лопастью и горизонталью в момент ее вхождения в поток будет составлять $\chi = 90^\circ - \alpha = 45^\circ$ (рис. 2а). Поэтому для теоретических расчетов принимаем значение угла входа лопасти в поток $\chi = 45^\circ$.

Согласно схеме, приведенной на рисунке 3, определить вертикальную координату взаимного расположения h_p можно по формуле:

$$h_p = h_l - h_C - r_{ТП} + R \sin \chi, \quad (8)$$

где h_l – расстояние от начала координат до определяемого сечения потока, м;

h_C – высота слоя материала на поперечном транспортере, м;

$r_{ТП}$ – радиус звездочки привода поперечного транспортера, м;

R – радиус, описываемый лопастью ротора, м;

χ – угол вхождения лопасти в поток.

Тогда для определения горизонтальной координаты взаимного расположения l_p (рис. 3) можно записать:

$$l_p = x_a + R \cos \chi, \quad (9)$$

где x_a – горизонтальная координата, которую можно определить из уравнения движения частицы, выбрасываемой поперечным транспортером:

$$y = h_c + \frac{g(-2k_{\Pi}x + e^{2k_{\Pi}x} - 1)}{4k_{\Pi}^2 v_{\Pi}^2}. \quad (10)$$

Для определения горизонтальной координаты x_a в уравнение (10) необходимо подставить значение ординаты $y = h_l$ и решить его относительно x .

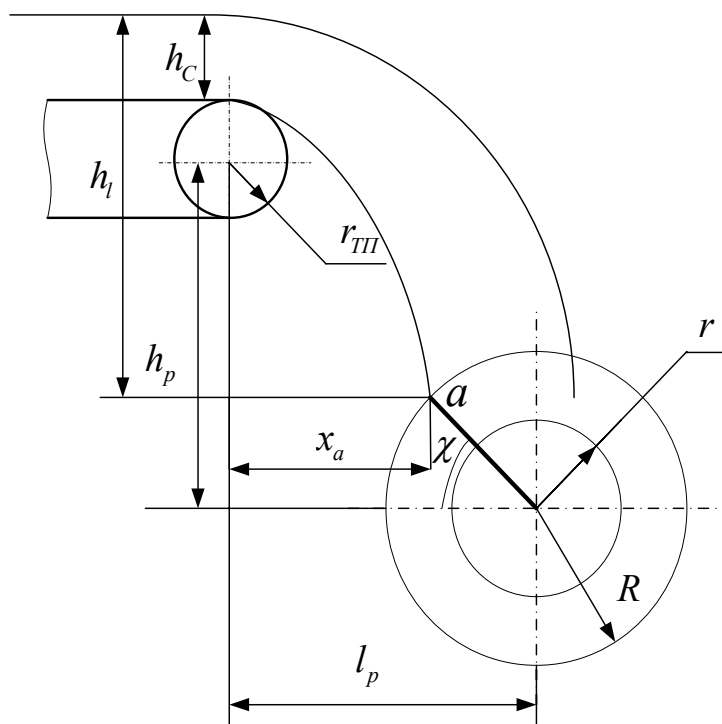


Рисунок 3. Схема к расчету координат расположения ротора относительно поперечного транспортера.

Полученные уравнения (8) – (9) позволяют определить координаты рационального взаимного расположения ротора относительно транспортера. Приведем в качестве примера расчет для определения взаимного расположения оси ротора относительно ведущей оси транспортера на кормораздатчике КР-Ф-10.

Исходные данные:

- коэффициент парусности (среднее значение для опилок) $k_{\Pi} = 0,50 \text{ м}^{-1}$;
- высота слоя материала на поперечном транспортере $h_c = 0,15 \text{ м}$;
- линейная скорость планки транспортера $v_{\Pi} = 1,88 \text{ м/с}$ (принято по номограмме – рис.1);
- расстояние от начала координат до определяемого сечения потока $h_l = 0,4 \text{ м}$;

– радиус звездочки привода поперечного транспортера $r_{ТП} = 0,1 \text{ м}$;

– радиус, описываемый лопастью ротора, $R = 0,17 \text{ м}$.

Определяем горизонтальную координату. Для этого в уравнение движения частицы (10) подставляем значение ординаты h_l и известные величины

$$0,4 = 0,15 + \frac{9,8 \cdot (-2 \cdot 0,5 \cdot x + e^{2 \cdot 0,5 \cdot x} - 1)}{4 \cdot 0,5^2 \cdot 1,88^2},$$

откуда находим значение горизонтальной координаты $x = x_a = 0,39 \text{ м}$.

Вертикальная координата взаимного расположения составит:

$$h_p = 0,4 - 0,15 - 0,1 + 0,17 \cdot \sin 45^\circ = 0,27 \text{ м}.$$

Горизонтальная координата взаимного расположения:

$$l_p = 0,39 + 0,17 \cdot \cos 45^\circ = 0,51 \text{ м}.$$

Выводы

1. Построена номограмма (рис. 1) для выбора рационального соотношения высоты слоя материала и линейной скорости планки поперечного транспортера кормораздатчика КР-Ф-10, которая является основой для определения координат взаимного расположения оси ротора относительно ведущей оси поперечного транспортера.

2. Получены формулы (8) и (9), позволяющие определить координаты рационального взаимного расположения оси ротора относительно оси поперечного транспортера кормораздатчика, обеспечивающие минимальные габаритные размеры машины по ширине. Теоретически определено и экспериментально подтверждено расстояние между осями ротора и поперечного транспортера в вертикальной и горизонтальной плоскостях (соответственно 0,27 м и 0,51 м).

ЛИТЕРАТУРА

1. Жешко, А.А. Эколого-экономические аспекты внесения мульчирующих материалов в приствольные полосы /А.А. Жешко// Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–19 октября 2007 г./ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: В.Н. Дашков[и др]. – Мн., 2007. – С. 154-158.
2. Догановский, М.Г. Машины для внесения удобрений: учеб. пособие / М.Г. Догановский, Е.В. Козловский. – М.: Машиностроение, 1972. – С. 223- 229.
3. Видинеев, Ю.Д. Дозаторы непрерывного действия: учеб. пособие / Ю.Д. Видинеев. – М.: Энергия, 1978. – С.46- 50.

РОСТ ПОРОСЯТ В СВОБОДНОВЫГУЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КОРМЛЕНИЯ

В. Граф, инженер (университет им. Гумбольдта, ФРГ); Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ); П.Н. Шагов, директор (ЭОСХП «Восход»)

Аннотация

В данной статье приведена альтернативная технология содержания животных. Суть технологии заключается в содержании свиней крупными однородными группами свободно-выгульного содержания, кормление вволю сухими сбалансированными комбикормами при свободном доступе к воде. Даны результаты исследований о влиянии различной организации кормления (внутри и вне логова) на рост и развитие животных.

Введение

В современную эпоху рыночной экономики актуальной является проблема снижения стоимости производства продукции животноводства. Этот фактор, а также стремление к улучшению среды обитания животных и условий труда обслуживающего персонала, равно как переход к выпуску экологически чистой продукции, привели к появлению альтернативных малозатратных систем содержания животных, позволяющих практически сразу приступить к товарному производству продукции.

Институтом животноводства университета им. Гумбольдта проводятся сравнительные исследования свободно-выгульного содержания свиней, при котором животные круглый год находятся в поле на огороженных площадках, и традиционной системы свиноводства [1, 2, 3, 4].

Цель проводимых исследований – выявление достоинств каждой из систем для использования их при разработке и создании новых более совершенствованных и высокопродуктивных форм содержания животных.

Основная часть

Двухэтапные исследования проводились на научно-исследовательской станции института животноводства университета им. Гумбольдта в Берлине (район Далем). Для проведения первого опыта были сформированы две группы животных-аналогов ($n = 20$), подобранных из разделенных пометов. В каждой группе было одинаковое количество свинок и боровов (14 боровов и 6 свинок). Животные содержались на бетонированной площадке. Для укрытия в непогоду использовались упрощенные логова площадью около $7,0 \text{ м}^2$. Варианты различались организацией кормления: в одной

группе (1) кормление осуществлялось внутри логова, в другой (2) – вне логова.

Кормление and libidum кормом, приготовленным по одинаковой рецептуре, при постоянном доступе к воде.

Откормочный период был разделен на три стадии и проводился по следующей схеме. Первый период: масса животных от 25 до 50 кг, площадь на одно животное в логове $0,40 \text{ м}^2$, на выгульной площадке $0,50 \text{ м}^2$. Второй период: масса животных от 50 до 80 кг, площадь логова и выгульной площадки $0,50 \text{ м}^2$ на одно животное. Третий период: масса животных от 80 до 110 кг, площадь на одно животное в логове $0,70 \text{ м}^2$, на выгульной площадке – $0,50 \text{ м}^2$. По мере роста животных, исходя из норм площади, производилась их выборочная выбраковка. Общее количество животных, взятых на учет от постановки на откорм до убоя, в обеих группах составило 10 голов.

Взвешивали животных еженедельно. Учет потребления корма велся ежедневно. В отличие от первого, для второго опыта было сформировано две группы животных-аналогов по 10 голов в каждой.

Результаты исследований

В результате проведенных по вышеизложенной методике экспериментов получены следующие данные. Средняя живая масса поставленных на откорм (зимне-летний период) животных первой группы ($n = 10$) составляла 24,50 кг, животных второй группы – 24,89 кг. На рис. 1 представлены кривые изменения живой массы животных с начала откорма (22.02.00) и до убоя (5.06.00), когда отдельные животные, достигшие убойной массы, были отправлены на мясокомбинат.

Как показано на рис. 1, рост и развитие животных второй группы, кормление которых осуществлялось вне логова, было более интенсивным, чем у животных

Живая масса животных, кг

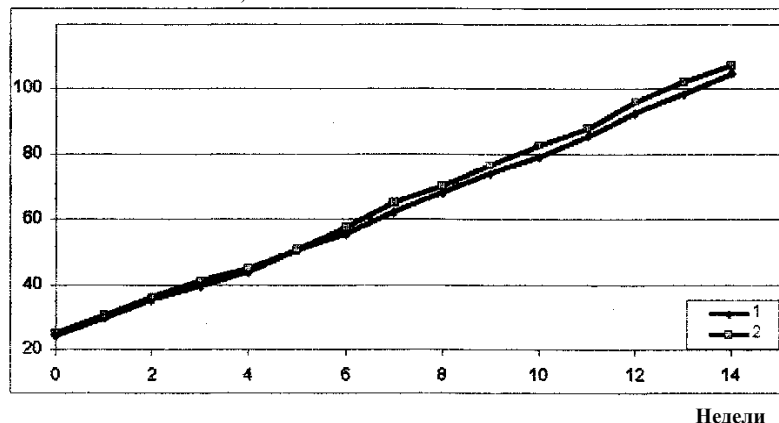


Рисунок 1. Динамика живой массы подопытных животных ($n = 10$).

второй группы, получавших корм в логове. Средняя живая масса поросят первой группы перед убоем (5.06.00) составила $104,95 \pm 7,63$ кг, второй группы – $107,15 \pm 4,84$ кг. Животные второй группы имели в конце откорма большую, в среднем на 2,2 кг, живую массу, чем животные первой группы, и достигали убойных кондиций на три-четыре дня раньше своих сверстников. Увеличение средней живой массы перед убоем в сравнении с массой при постановке на откорм составило в первой группе 4,28, во второй группе – 4,30 раза.

На рис. 2 представлены кривые изменения среднесуточного прироста живой массы откормочных животных. Отсюда следует, что поросята второй группы имели больший средний прирост живой массы в сутки по сравнению с животными первой группы. Для поросят первой группы она равнялась 774 г, а для поросят второй группы – 790 г.

Подобранные аппроксимирующие кривые для первой кривой:

$$Y = -0,0001x^3 + 0,0032x^2 - 0,00126x + 0,7205 \quad (1)$$

и для второй кривой:

$$Y = -0,0002x^3 + 0,0037x^2 - 0,00108x + 0,7236 \quad (2)$$

с достаточной надежностью ($R_1^2 = 0,8452$ и $R_2^2 = 0,8742$) описывают интенсивность прироста живой массы подопытных животных.

Некоторое уменьшение интенсивности прироста живой массы поросят в третью и четвертую недели откорма объясняется переходом на другой вид корма. Минимальный среднесуточный прирост живой массы в этот период составил соответственно для поросят первой группы 680 г, для поросят второй группы – 690 г.

Максимальный среднесуточный прирост живой массы у подопытных животных был зафиксирован на тринадцатой неделе откорма и составил для поросят первой группы 830 г, для поросят второй группы – 860 г.

По отдельным периодам наибольший прирост живой массы отмечен на двенадцатой неделе откорма и составил у животных первой группы 1450 г, у животных второй группы – 1540 г, что убедительно свидетельствует о величине большого генетического потенциала по повышению продуктивности в свиноводстве. При оптимальных условиях содержания, правильном подборе кормов и верной стратегии кормления возможна реализация имеющихся резервов.

Наряду с преимуществами в росте и развитии животных система организации кормления на вы-

Среднесуточный прирост живой массы, кг

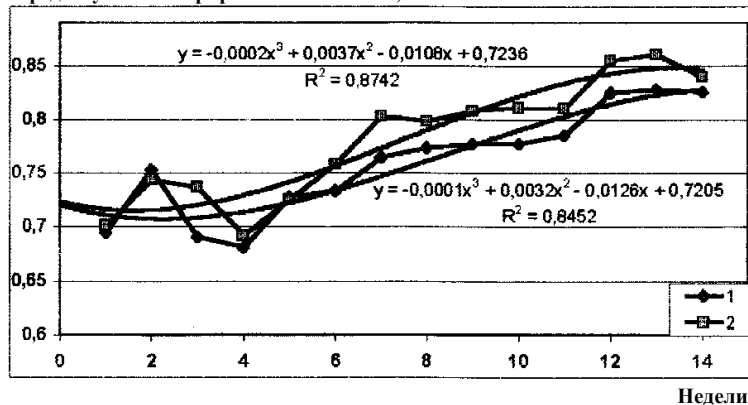


Рисунок 2. Среднесуточный прирост живой массы подопытных животных ($n=10$).

гульной площадке имела и другие достоинства. Как показали наши наблюдения, в логове поросят второй группы (кормление на выгульной площадке) в течение всего периода опыта поддерживалась чистота, в то время как в логове поросят первой группы приходилось производить ежедневную уборку, что потребовало дополнительных затрат труда.

На втором этапе (летне-зимний период) поставленные на доращивание животные (20.07.00) имели живую массу соответственно: в первой группе (кормление внутри логова) 9,8 кг, во второй (кормление на выгульной площадке) – 10,8 кг. На рис. 3 представлена динамика развития живой массы поросят с начала доращивания и до убоя. Средняя живая масса поросят первой группы к концу доращивания составила 24,6 кг. Поросята второй группы достигли средней живой массы 25,2 кг. Прирост живой массы в период доращива-

ния составил в среднем для поросят первой группы 14,8 кг, для поросят второй группы – 14,4 кг.

В период откорма, как показано на рис. 3, динамика живой массы подопытных животных изменялась. Так, к концу откорма средняя живая масса поросят первой группы составляла 107,4 кг, в то время как животные второй группы достигли средней живой массы 111,9 кг. Прирост за период откорма составил в среднем по первой группе 82,8 кг, по второй группе – 86,7 кг. Разница в приросте живой массы составила 3,9 кг в пользу животных второй группы, кормление которых производилось на выгульной площадке. Увеличение живой массы к исходной при постановке на откорм составило: в первой группе 4,37 раза, во второй группе – 4,41 раза.

На рис. 4 приведены кривые среднесуточного прироста живой массы откормочных животных в пе-

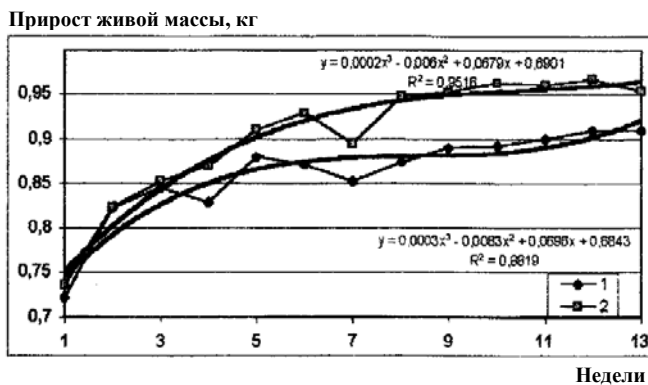


Рисунок 4. Среднесуточный прирост живой массы подопытных животных (n=10) при откорме (лето-зима).

риод откорма.

Из приведенных на рис. 4 результатов видно, что в период откорма доминировали поросята второй группы. Так, если в первую неделю откорма прирост живой массы у поросят первой группы составил 721 г, а у второй группы 735 г, то в последние две недели откорма он достиг у поросят первой группы 909 г, а у поросят второй группы прирост составил в предпоследнюю неделю 967 г, а в последнюю неделю – 953 г.

Подобранные аппроксимирующие кривые, характеризующие прирост живой массы в период откорма, для поросят первой группы:

$$Y = 0,0003x^3 - 0,0083x^2 + 0,0696x + 0,6843, \quad (3)$$

для поросят второй группы:

$$Y = 0,0002x^3 - 0,006x^2 + 0,0679x + 0,6901 \quad (4)$$

Живая масса животных, кг

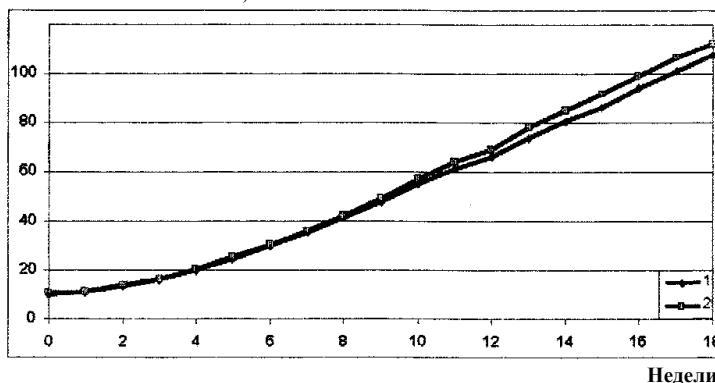


Рисунок 3. Динамика живой массы подопытных животных (n=10).

с достаточной точностью ($R_1^2 = 0,8819$ и $R_2^2 = 0,9516$) описывают интенсивность прироста живой массы подопытных животных во втором опыте.

Как и в первом опыте, отметим, что в логове с кормлением на выгульной площадке было значительно чище.

Заключение

Проведенные исследования показали, что в системе свободно-выгульного содержания при организации откорма на выгульной площадке поросята растут и развиваются быстрее по сравнению с поросятами, кормление которых осуществляется внутри логова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Граф, В. Сравнительная характеристика санитарно-гигиенических параметров в свиноводческих помещениях/ В. Граф, О. Кауфман: докл. ТСХА.– М: МСХА, 2000, вып. 271. – С. 234-240.
2. Граф, В. Проблемы производства/ В. Граф, О. Кауфман. – Уральск: Зап. Каз ГУ, 2000. – С. 25.
3. Bremermann, N., Kaufmann, O. Vergleichende Bewertung und alternativer Verfahren der Schweinehaltung unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit. Die 4. Internationalfle Tagung "Bau, Technik und Umwelt in der Landwirtschaftlichen Nutztierhaltung" vom 9. bis 10. März 1999 an der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan, 1999. – S. 309-314.
4. Graf, V., Kaufmann, O. Charakterization of the environmental for employees and pigs in out door and traditionale systems. Die 4. Internationalfle Tagung "Bau, Technik und Umwelt in der Landwirtschaftlichen Nutztierhaltung" vom 9. bis 10. März 1999 an der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan, 1999. – S. 439-442.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРЕБНЕВОГО ПОСЕВА КУКУРУЗЫ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Д.А. Жданко, преподаватель (УО «Жировичский государственный аграрно-технический колледж»)

Аннотация

Дается обоснование целесообразности повышения теплообеспеченности кукурузы за счёт более раннего гребневого посева, приводятся конструкция комбинированного сошника кукурузной сеялки-гребнеобразователя и методика определения его основных параметров.

Введение

В Государственной программе возрождения и развития села на 2005-2010 гг., предусматривающей разработку научно-обоснованных технологий производства основных сельскохозяйственных культур, особое место отводится кукурузе, как культуре высокой продуктивности и всестороннего применения.

Основная часть

В Республике Беларусь с давних времен кукуруза возделывалась как силосная культура. Урожайность её зеленой массы превосходит урожайность любой другой культуры. Кукурузный силос незаменимый корм для молочного стада.

Кроме того, в соответствующих условиях кукуруза может давать хорошие результаты при производстве зерна, которое является источником энергии для животных и незаменимо при производстве комбикормов.

В нашей стране уже накоплен определенный опыт возделывания кукурузы на зерно с использованием высокоурожайных скороспелых и холодостойких гибридов и современных средств механизации.

В настоящее время значительно изменился и обновился гибридный состав кукурузы. Если в начале 80-х годов прошлого века он был представлен в основном среднепоздней группой, то сейчас наибольший удельный вес занимают среднеранние сорта.

Это позволяет получать в достаточном количестве не только высококачественное сырьё для силосования, но и спелое зерно для комбикормовой промышленности и пищевых целей.

Передовой опыт возделывания кукурузы в Беларуси – это результат научных исследований, проведенных различными научно-исследовательскими учреждениями и Госкомиссией по сортоиспытанию. Исследования показали, что в благоприятных по погодным условиям годам, в южной зоне республики можно получить урожайность зерна кукурузы 70 ц/га. Однако она подвержена более сильным колебаниям по годам, чем урожайность ячменя, и тем более, озимой ржи.

Такое состояние производства зерна кукурузы требует изыскания таких мер, которые позволили бы сделать его независимым от погодных условий и даже зоны возделывания.

Так как кукуруза на зерно гарантированно возделывается только в южной зоне республики, где сумма эффективных температур выше 820⁰С, то целесообразно исследовать возможность достижения этой суммы температур за счёт продления срока вегетации растений, что в свою очередь возможно за счёт более раннего посева и более поздней уборки.

Так как уборка и сегодня проводится в предельно поздние сроки, то необходимо исследовать возможность более раннего сева и изыскать для этого необходимые методы и средства.

Как показали многочисленные исследования [1, 2, 3, 4, 5] гребневого способа посадки картофеля и посева других культур, за счёт быстрее прогрета гребней, чем впадин, можно производить более ранние посадки и посев сельскохозяйственных культур и обеспечить скорейшее прорастание их семян.

Анализ ботанических и биологических особенностей кукурузы показывает, что неглубокое распределение её мочковатой корневой системы в почве создает большую опасность её повреждения при уходе пропашными агрегатами. Если борьба с сорняками в последние годы сводится к обработке посевов гербицидами широкозахватными орудиями, не повреждая корневую систему, то локальное внесение подкормки вызывает в период вегетации её травмирование.

Это обстоятельство требует изыскания такого способа локального внесения удобрений, который сводил бы до минимума их расход и обеспечивал максимальную эффективность.

Известно, что наибольший эффект от применения минеральных удобрений, особенно в начале роста растений, обеспечивается при их ближайшем расположении от семян.[1, 5]. При этом недопустим непосредственный контакт семян и минеральных удобрений, так как концентрация минеральных веществ в зоне прорастания семян вызывает гибель их проростков.

Следовательно, чтобы исключить такой контакт, необходима изолирующая почвенная прослойка между семенами и минеральными удобрениями.

Д. Шпаар и др. [1] указывают на целесообразность внесения 50% азотных удобрений совместно с фосфорными до посева и на необходимость их внесения на глубину 5 см, и на таком же расстоянии сбоку от растений. Если эти условия не выдерживаются, то ростки кукурузы повреждаются, а при большем расстоянии – фосфор остается для них недоступен.

Ленточное допосевное и припосевное внесение минеральных удобрений при возделывании кукурузы рекомендуется в связи с тем, что в настоящее время отсутствуют машины, позволяющие одновременно с посевом вносить минеральные удобрения ниже расположения семян.

При внесении удобрений сбоку от растения они одинаково доступны как сорным растениям, так и кукурузе, что значительно снижает их эффективность.

Проведенный анализ ботанических и биологических особенностей кукурузы, исследование известных способов и средств её посева, способов внесения минеральных удобрений позволяет сделать следующие выводы:

- наличие среднеранних гибридов кукурузы позволяет получать зерно кукурузы в южных районах страны;
- для расширения географии производства зерна кукурузы можно увеличить её теплообеспеченность за счёт более ранних посевов в гребни;
- в целях повышения эффективности минеральных удобрений целесообразно вносить их одновременно с посевом ниже слоя расположения семян, создавая почвенную прослойку высотой 5 см.

Так как для обеспечения растений кукурузы влагой, воздухом и теплом необходим плотный контакт её семян с почвой и заделка их рыхлой почвой, нами предложен комбинированный сошник кукурузной сеялки-гребнеобразователя с одновременным внесением минеральных удобрений под слой семян с почвенной прослойкой между ними, который представлен на рис. 1.

Представленный на рис. 1 комбинированный сошник работает следующим образом.

Двигаясь на глубине a , сошник 2 проделывает в подготовленной под посев почве канавку, образуя при этом с обеих сторон сошника (рис. 2) почвенные валики 15. На дно проделанной в почве канавки из бункера 5 через тукопровод 3 поступают минеральные удобрения 9. С помощью почвозахватов 8 через окна 7 часть почвы из почвенных валиков 15 попадает на минеральные удобрения, создавая тем самым почвенную прослойку 10 между ними и семенами 11, поступающими из бункера 6 по семяпроводу 4.

Гладким катком 12 обеспечивается плотный контакт семян с почвой, а дисковый гребнеобразователь образует рыхлый слой 16 над высеванными семенами, который создает возможность повышенной тепло-

обеспеченности кукурузы и исключает испарение влаги из зоны прорастания семян.

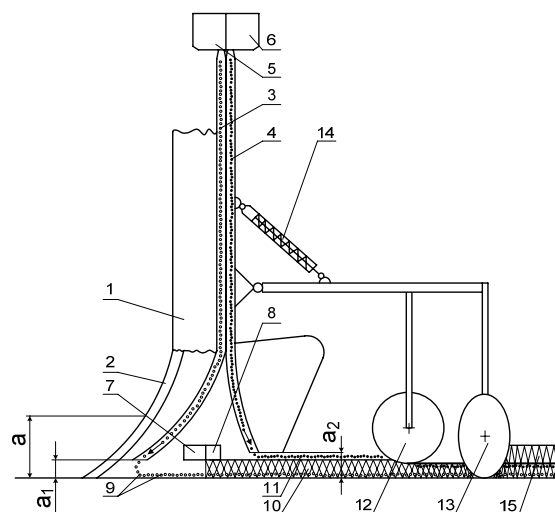


Рисунок 1. Комбинированный сошник кукурузной сеялки-гребнеобразователя (вид сбоку):

1- стойка; 2- сошник; 3-тукопровод;
4-семяпровод; 5-бункер минеральных удобрений; 6-бункер семян; 7-окна;
8-почвозахваты; 9-минеральные удобрения;
10- рыхлая почва; 11-семена; 12-гладкий каток; 13-дисковый гребнеобразователь;
14- прижимное устройство; 15 –почвенный валик; 16 – гребень.

Наши исследования подтверждают [2], что в гребне на глубине заделки семян кукурузы температура на $0,5 \dots 1,5^\circ\text{C}$ выше, чем при гладком посеве.

Отсюда приблизительным расчётом можно определить эффект гребневого посева кукурузы от повышения её теплообеспеченности:

$$\Delta T = \Delta t \cdot T_{\text{всг}},$$

где ΔT – повышение теплообеспеченности кукурузы за счёт гребневого посева, $^\circ\text{C}$;

Δt – повышение температуры в зоне семян при гребневом посеве в сравнении с гладким, $^\circ\text{C}$;
 $\Delta t = 0,5 \dots 1,5^\circ\text{C}$;

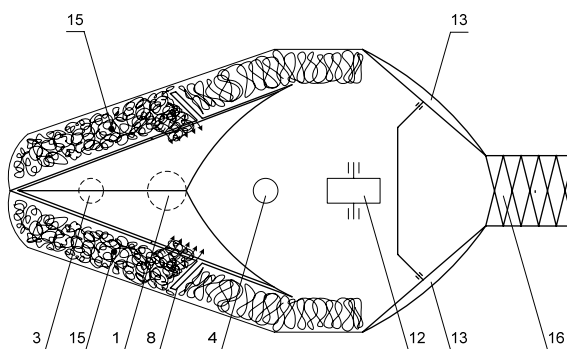


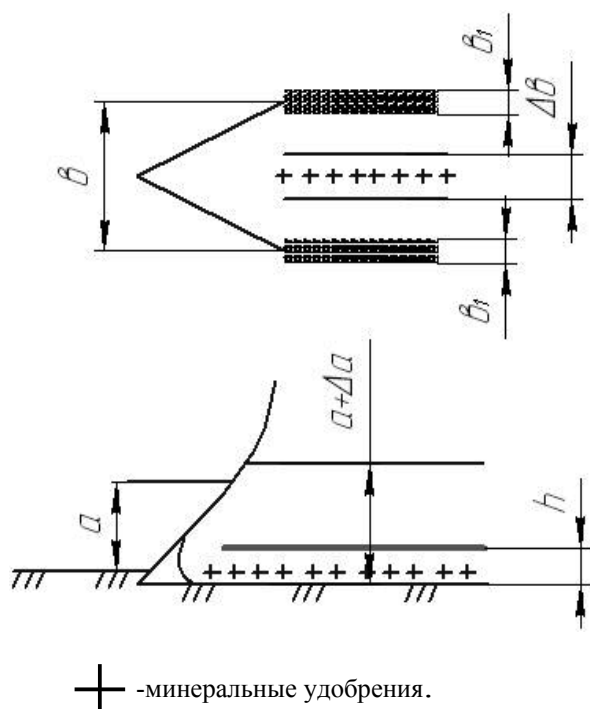
Рисунок 2. Комбинированный сошник кукурузной сеялки-гребнеобразователя (вид сверху):

$T_{\text{вег}}$ – период вегетации кукурузы, дней,
 $T_{\text{вег}} = 150$ дней.

$$\Delta T = (0,5 \dots 1,5) \cdot 150 = 75 \dots 225^{\circ}\text{C}.$$

Таким образом, гребневый способ посева кукурузы при её теплообеспеченности (в Беларуси 664 и 944⁰C) позволит повысить её на 11...22%. Такое организационно-техническое мероприятие по своему эффекту эквивалентно только выведению новых ранних гибридов семян.

Аналитическая зависимость параметров комбинированного сошника кукурузной сеялки-гребнеобразователя может быть получена на основе схемы (рис. 3).



+ - минеральные удобрения.

Рисунок 3. Схема к определению необходимого объема почвы для создания почвенной прослойки:
 b – ширина сошника, см; a – необходимая глубина заделки минеральных удобрений, см;
 Δb – ширина внутренних полостей сошника, см;
 Δa – высота образуемого во внутренней полости сошника почвенного валика, см; b_1 – ширина почвенных валиков, образуемых сошником, см.

Для создания почвенной прослойки между минеральными удобрениями и семенами необходимо поступление во внутреннюю полость сошника определенного объема почвы, который может быть определен:

$$V = \frac{\Delta b \cdot h}{K_{\text{всп}}} \cdot v_p \cdot 10^2 = \frac{10^2 \cdot \Delta b \cdot h}{K_{\text{всп}}} v_p = 10^2 \frac{h}{K_{\text{всп}}} \Delta b \cdot v_p, \text{ см}^3/\text{с},$$

где V – необходимый объем почвы, поступающей в единицу времени во внутреннюю полость сошника, см³/с;

v_p – рабочая скорость движения, м/с;

$K_{\text{всп}}$ – коэффициент вспушенности почвы;

$$K_{\text{всп}} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2},$$

где γ_1, γ_2 – соответственно, плотность почвы до прохода сошника и после прохода, г/см³.

Зная объем вспушенной почвы V , необходимой для создания почвенной прослойки, можно определить параметры загрузочного окна 7 и почвозахватов 8.

Допустим, что верхняя часть окна 7 находится на уровне вершин валика 15 вспушенной сошником почвы.

Тогда, если ширину окна обозначить через b_0 , его высоту через h_0 , то минимальная площадь загрузочного окна сошника, при которой будет обеспечен проход половины необходимого объема почвы V для создания почвенной прослойки, может быть определена:

$$10^2 S_0 v_p = \frac{V}{2}$$

$$S_0 = \frac{h}{2K_{\text{всп}}} \Delta b K_{\text{зах}}$$

$$S_0 = 0,5 h \Delta b \frac{K_{\text{зах}}}{K_{\text{всп}}},$$

где $K_{\text{зах}}$ – коэффициент захвата вспушенной почвы 8, $K_{\text{зах}} < 1$.

Длина почвозахвата 8 определяется как необходимым объемом почвы V , так и шириной b валика почвы сбоку сошника.

При ширине почвенного валика 15 b_1 и углом α между почвозахватом 8 и направлением движения длина почвозахвата должна быть:

$$l = \frac{b_1}{\sin \alpha}.$$

Выводы

1. В условиях Беларуси расширить географию возделывания кукурузы на зерно можно не только за счёт создания и применения ранних гибридов семян, но и за счёт повышения её теплообеспеченности.

2. Повысить теплообеспеченность кукурузы на 11...22% представляется возможным за счёт её раннего посева в гребни.

3. Для выполнения гребневого посева кукурузы с одновременным локальным внесением удобрений требуется создание комбинированного сошника для сеялки-гребнеобразователя.

4. Основные параметры комбинированного сошника могут быть определены по приведенным выше выражениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шпаар, Д. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под ред. В.А. Щербакова. – Мн.: ФУА-информ, 1999. – 192 с.
2. Новиков, В.П. Влияние сроков и способов посева на урожайность кукурузы/ В.П. Новиков. – Смоленск, 1991. – 26 с.

3. Надточаев, Н.Ф. Выращивание кукурузы на силос и зерно/ Н.Ф. Надточаев, С.С. Барсуков. – Мн., 1994. – 80 с.
4. Сокт, К.А. Исследование новых технологий возделывания кукурузы/ К.А. Сокт, П.А. Щербин // Кукуруза и сорго. – 1997. – №6.
5. Кравченко, С.В. Оптимизация площади питания кукурузы/ С.В. Кравченко, В.Н. Шевченко // Кукуруза и сорго. – 1997. – №2.

УДК 631.6 631.45

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 22. 05. 2008

ВЛИЯНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Н.Н. Погодин, канд. техн. наук (РУП «Институт мелиорации»); В.В. Кучко, директор (Витебская опытно-мелиоративная станция)

Аннотация

В типичных для Республики Беларусь условиях изучалось влияние ходовых систем машинно-тракторных агрегатов на уплотнение минеральных почв. Установлены закономерности изменения плотности супесчаной и суглинистой почвы на одернованных и вспаханных участках в зависимости от числа проходов колесных и гусеничных тракторов.

Получены экспериментальные данные о влиянии уплотнения и разуплотнения почвы на урожайность картофеля, свеклы и кукурузы.

Введение

Избыточное уплотнение почвы – важный фактор, ограничивающий рост урожайности сельскохозяйственных культур. Многооперационность современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур, мелкоконтурность полей, не позволяющая использовать широкозахватную технику, проведение работ в весенний период при повышенной влажности почвы, приверженность к плужной обработке – все это усиливает отрицательное воздействие ходовых систем машинно-тракторных агрегатов (МТА) на почву. В наибольшей степени уплотнение происходит от воздействия тракторов, зерновых комбайнов, навозоразбрасывателей. Тракторы тяговых классов 1,4...2,0 превышают допустимое давление на почву примерно в 1,5...2,0 раза, тягового класса 3 – в 2,5, а класса 5 (К-701) – в 3,5 раза.

Помимо ходовых систем МТА отрицательное воздействие на почву оказывают и побочные процессы некоторых рабочих органов машин. При вспашке почвы традиционными плугами на одну и ту же глубину образовывается, так называемая, «плужная подошва», плотность которой достигает критических значений. Толщина уплотненного слоя ниже дна борозды составляет ориентировочно 12-17 см.

Основная часть

При возделывании зерновых культур отдельные участки поля подвергаются многократному воздействию сельскохозяйственной техники (ранневесенняя

культивация, внесение удобрений, их заделка, боронование, выравнивание, прикатывание, посев, химобработка и уборка урожая). За сельскохозяйственный сезон двукратному уплотнению подвергается свыше 30 % площади, четырехкратному – 20 %, не переуплотняется всего около 10 % площади поля. В наибольшей степени страдают поворотные полосы, площадь которых составляет от 18 до 20 %.

Плотная прослойка во влажные периоды препятствует проникновению влаги в нижележащие горизонты и дрены, что приводит к застою воды на поверхности почвы, в результате затрудняется соблюдение оптимальных агротехнических сроков посева и уборки. В сухие периоды влага с нижних влажных горизонтов также не может подняться по почвенным капиллярам к корнеобитаемому слою. На переуплотненной почве ухудшаются агрофизические свойства, угнетается рост и развитие сельскохозяйственных растений, снижается процент их выживаемости, медленнее происходит накопление органической массы.

Влияние сельскохозяйственной техники на уплотнение почвы

Исследования по влиянию сельскохозяйственной техники на уплотнение почвы проводились на мелиорированных связных супесчаных и суглинистых почвах в Сенненском и Шарковщинском районах Витебской области, Горецком р-не Могилевской области, Молодечненском и Дзержинском районах Минской области.

Была принята методика проведения исследований. Уплотнение почвы проводили движением по одному следу с кратностью 2, 4, 6, 8 и 10 проходов

колесных тракторов К-701 и Т-150К, а также гусеничного – Т-130. По следам уплотнения из шурфов глубиной до 0,8 м послойно через 10 см с трехкратной повторностью отбирались образцы для определения плотности и влажности почвы. Одновременно определялась твердость почвы плотномером Ю.Ю. Ревякина и категория (число С), которая определялась с помощью ударника ДорНИИ.

Определение плотности дерново-подзолистой суглинистой почвы непосредственно после уплотнения ходовыми системами трактора К-701 показало, что существенное значение имеет кратность прохода и влажность почвы (табл. 1).

Как видно из табл. 1, с повышением влажности коэффициент относительного уплотнения почвы, т.е. отношение величины плотности после деформации к ее исходному значению увеличивается. При влажности 16,3% коэффициент уплотнения после 2, 4 и 8 проходов составил соответственно – 1,02, 1,034 и 1,062, а при влажности 19,1 % – 1,026, 1,046 и 1,073. Уплотнение почвы в зависимости от количества проходов трактора при влажности 16,3 % составило 2,1...6,3%, а при влажности 19,1% – 2,7...7,3%.

Таблица 1. Плотность суглинистой почвы (г/см³) на глубине 0,2-0,3 м в зависимости от количества проходов трактора К-701 и влажности почвы

Количество проходов	Абсолютная влажность, %	
	16,3	19,1
Контроль	1,43	1,50
2	1,46	1,54
4	1,48	1,57
8	1,52	1,61

На уплотнение почвы влияет и состояние ее поверхности. Уже после двукратного прохода трактора К-701 плотность супесчаной и суглинистой почвы на одернованных участках в слое 10-30 см, по нашим многочисленным экспериментальным данным, возрастает на 1,5...2,5 % и на 2,5...5,0 % на пахотных землях.

При нарастании числа проходов плотность почвы продолжает увеличиваться в основном до 8 проходов, затем четкой связи не прослеживается. Закономерность изменения плотности супесчаной и суглинистой почвы при возрастании числа проходов тракторов в слое 10...50 см выражается следующими зависимостями.

Для колесных тракторов К-701, Т-150К:

– на одернованных участках $\rho = \rho_0 + 0,15 n^{0,1}$,

– на старопашотных землях $\rho = \rho_0 + 0,17 n^{0,1}$.

Для гусеничного трактора Т-130 $\rho = \rho_0 + 0,1 n^{0,1}$,

где ρ_0 – исходное значение плотности почвы, г/см³;

n – число проходов тракторов.

Зависимости применены при числе проходов тракторов по одному следу до 8.

Зависимости получены при точности измерений ± 10 %, вероятности 0,900 и коэффициенте вариации 25 % (измерения проводились согласно ГОСТ 24055-88).

Исследованиями установлено, что увеличение плотности на 0,1 г/см³ ведет к снижению урожая зерновых в среднем на 6 ц/га, а картофеля – 15...25 ц/га [1].

Исследования, проведенные в Шарковщинском районе (мелиоративный объект СПК «Юдицино») на суглинистых почвах, подстилаемых с глубины 0,4 м легкими глинами при абсолютной влажности 15...20 %, показали, что с увеличением плотности почвы увеличивается ее твердость и категория (рис. 1).

Твердость почвы характеризует ее удельное сопротивление разработке сельскохозяйственной техникой. Твердость почвы, в свою очередь, определяет такие важные практические показатели, как условия развития корневой системы растений и сопротивление почвы обработке. По многочисленным данным, твердость почвы под следами тракторов возрастает в пахотном слое в 2-10 раз. Достоверное повышение твердости почвы при многократном воздействии на нее техники прослеживается на глубину до 50-60 см. Наибольшие различия наблюдаются в верхнем 40-сантиметровом слое. С глубиной, различия в твердости между почвой по следу и вне следа сглаживаются.

Возрастание плотности и твердости почвы приводит к значительному ухудшению ее технологических характеристик и росту сопротивления обработке. В исследованиях ВНИИ механизации сельского хозяйства показано, что по следам колесного трактора К-701 степень крошения пласта физически спелого чернозема при его вспашке была в 1,5 раза ниже, чем вне следов. Сопротивление вспашке почвы

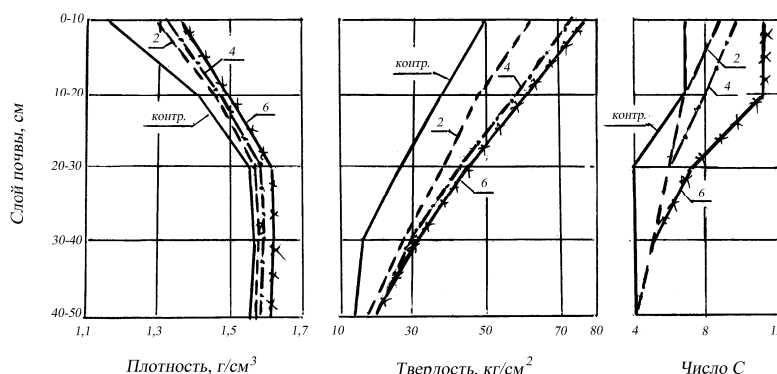


Рисунок 1. Изменение физико-механических свойств почвы по глубине под воздействием движителей трактора К-701: 2, 4, 6 – число проходов трактора по одному следу.

по следам гусеничных тракторов возрастает на 16-25 %, по следам колесных тракторов, автомобилей и комбайнов – на 44-65% и по следам транспортных агрегатов – на 72-90 % [1].

Ухудшение агрофизических свойств почв, их водного, воздушного и пищевого режимов в результате уплотняющего воздействия сельскохозяйственной техники ведет к снижению всхожести культурных растений, повышению засоренности и в конечном итоге к снижению урожая.

В опытах Почвенного института им. В.В. Докучаева на пойменной почве показано, что резкое ухудшение физических свойств привело к снижению урожая зеленой массы кукурузы на 40-60 %. При однократном сплошном покрытии влажной дерново-подзолистой почвы следами тракторов Т-150К и К-700 урожай ярового ячменя снизился на 23,7 % (при 38 ц/га на контроле), на 37 % снизился урожай ячменя при трехкратном сплошном покрытии почвы следами трактора К-700. Последствие такого уплотнения на снижение урожая наблюдалось в течение двух лет [1].

Уплотнение почвы приводит также к изменению ее категории. Как видно из рис. 1, почва из второй категории (число С – 5...8) при четырех и шести проходах трактора К-701 на глубине до 0,25 м переходит в третью (число С – 9...16), т.е. на обработку почвы необходимо затратить дополнительное количество топлива.

Нашими исследованиями установлено, что уплотнение почвы возрастает с увеличением кратности проходов техники и в основном распространяется в суглинистой почве на глубину до 0,6 м, а в супесчаной до 0,5 м, при максимальных значениях на глубине до 0,3-0,4 м.

Особое значение имеет количественная оценка действия излишнего уплотнения, а также разуплотнения почвы на эффективное плодородие почвы.

С этой целью на Витебском экспериментальном хозяйстве на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,3 легким суглинком, изучалось действие различного числа проходов трактора Т-150К на ее уплотнение и плодородие. Исследовалось также влияние разуплотнения на изменение урожайности сельскохозяйственных культур.

Методика проведения полевых опытов заключалась в следующем. В начале мая были заложены три опытных участка под картофель, свеклу и кукурузу площадью по 0,24 га. На каждом участке выделялись контрольная и три делянки, каждая размером 10 x 60 м, которые укатывались за 2, 4 и 6 проходов трактора Т-150К. Затем половина их площади размером 10 x 30 м, в т.ч. и контрольная делянка, рыхлились на глубину 0,4 м экспериментальным образцом рыхлителя чизельного РЧ-3,0. Затем проводился посев картофеля, свеклы и кукурузы по обычно принятой технологии.

Абсолютная влажность почвы в слое до 0,5 м на участке с картофелем составляла 13,2...18,9 %, свеклой – 11,6...23,7 и кукурузой – 13,3...18,9 %. Плотность почвы на контрольных участках и разрыхленных (без уплотнения) приведена в табл. 2.

Таблица 2. Плотность почвы (г/см³) на контрольных участках по вариантам опыта

Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см ³					
	картофель		свекла		кукуруза	
	контроль	рыхление	контроль	рыхление	контроль	рыхление
10	1,26	1,12	1,28	1,13	1,34	1,16
20	1,49	1,40	1,44	1,25	1,55	1,39
30	1,56	1,41	1,58	1,38	1,54	1,41
40	1,68	1,57	1,60	1,46	1,69	1,55
50	1,68	1,62	1,64	1,68	1,73	1,70

Измерение плотности, твердости и влажности почвы производили сразу после уплотнения и рыхления, а также осенью перед уборкой урожая. Исследования показывают, что разрыхленное состояние грунта наблюдалось довольно стабильно в подпахотных слоях почвы на протяжении всего летнего периода. В пахотном слое в результате обработки почвы наблюдались отдельные отклонения.

Урожай на опытных участках учитывали с трехкратной повторностью на площади по 6 м² (табл. 3).

Товарность картофеля определяли, как процентное отношение массы товарных клубней (более 50 г) к общей массе клубней.

Таблица 3. Урожай сельскохозяйственных культур на опытных участках

Вариант опыта		Картофель			Свекла		Кукуруза	
		урожай, ц/га	измен. урожая, ц/га	товарность	урожай, ц/га	измен. урожая, ц/га	урожай, ц/га	измен. урожая, ц/га
Контроль		180,2	-	32,2	225,0	-	160,0	-
Рыхление		221,0	+22,6	41,1	294,0	+26,2	210,0	+31,2
Уплотнение, к-во следов	2	170,3	-5,4	31,5	218,0	-3,7	151,0	-5,6
	4	155,2	-13,9	32,5	207,2	-8,0	132,0	-17,5
	6	120,7	-33,0	31,1	152,5	-32,2	110,0	-31,2
Рыхление по следам уплотне- ния	2	220,3	+22,2	32,1	283,2	+25,9	205,0	+28,1
	4	220,0	+22,0	39,2	274,0	+21,8	211,0	+31,9
	6	211,6	+17,4	40,7	250,2	+11,2	200,0	+25,0

Наиболее заметно влияние уплотнения почвы на урожайность сельскохозяйственных культур после 6 проходов трактора Т-150К. Как видно из табл. 3, урожай всех исследуемых сельскохозяйственных культур

снизились более чем на 30 %. На всех разрыхленных участках (предварительно не уплотненных) урожай картофеля, свеклы и кукурузы по сравнению с контролем повысился от 22 до 31 %. Наблюдалось также повышение урожайности на участках уплотненных, а затем разрыхленных, но в меньшей степени.

Выводы

Материалы исследований показывают, что переуплотнение почв движителями тракторов и сельско-

хозяйственных машин нарушает условия роста и снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Эффективным способом сохранения плодородия почвы является ее периодическое рыхление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения. – М.: Наука, 1987. – С. 206-208.

УДК 629.366.083.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.05.2008

ПОЭЛЕМЕНТНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРАКТОРНЫХ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

В. Я. Тимошенко, канд. техн. наук, доцент, Г.Ф. Добыш, канд. техн. наук, доцент, А.П. Ляхов, канд. техн. наук, доцент, Е.С. Некрашевич, студент (УО БГАТУ)

Аннотация

Изложена методика поэлементного диагностирования тракторных гидрораспределителей с помощью стенда КИ-4815М и устранения обнаруженных неисправностей. Представлены эскизы необходимых для диагностики и ремонта приспособлений и инструмента, которые можно изготовить в эксплуатационных условиях.

Введение

Повышение технического уровня сельскохозяйственной техники сопровождается совершенствованием её гидроприводов, без которых сегодня невозможна автоматизация управления машинно-тракторными агрегатами.

Наиболее сложным по устройству и дорогостоящим узлом раздельно-агрегатной гидросистемы тракторов является гидравлический распределитель. Его приобретение и ремонт на специализированных предприятиях стоит достаточно дорого, поэтому требуется исследование причин их выбраковки сельскохозяйственными предприятиями и целесообразности отправки в ремонт без предварительной объективной диагностики.

Основная часть

Исследования, проведенные в БГАТУ [1,2], показывают, что около половины гидравлических насосов и распределителей, отправляемых хозяйствами в ремонт на специализированные ремонтные предприятия, либо исправны, либо требуют регулировки (гидрораспределители).

Причиной этого является либо отсутствие в хозяйстве простейшего прибора – дросселя-расходомера, либо проверка агрегатов гидросистемы тракторов без применения диагностических приборов.

Анкетирование слушателей факультета повышения квалификации БГАТУ (главных инженеров, ин-

женеров-механиков с.-х. предприятий) показывает, что только четверть предприятий имеют этот прибор. Если предположить, что не все его используют при диагностировании гидросистемы, то окажется, что не менее 75% насосов и распределителей выбраковываются необоснованно.

Применение дросселя-расходомера позволяет определить неисправность отдельного агрегата и гидросистемы в целом. Если неисправным оказывается гидравлический насос, то он не подлежит ремонту в условиях ремонтных мастерских хозяйства и требует отправки на специализированное ремонтное предприятие.

Гидравлический распределитель при внутренних утечках более 5 л/мин считается неисправным и, как правило, отправляется в ремонт.

Нами установлено, что более половины отправляемых в ремонт гидрораспределителей представляется возможным восстановить в условиях эксплуатации, непосредственно в хозяйстве, при использовании методики их поэлементного диагностирования, разработанной в БГАТУ [1, 2].

Эта методика позволяет при общих утечках в гидрораспределителе более 5 л/мин определить утечки поэлементно, т.е. через отдельные сопряжения гидрораспределителя:

- перепускной клапан и его гнездо;
- предохранительный клапан и его гнездо;
- клапан бустера;
- золотниковая пара.

Высокая вероятность утечки через эти сопряжения объясняется тем, что работа гидораспределителей клапанно-золотникового типа осуществляется в широком диапазоне давления и температуры рабочей жидкости, в условиях попадания в неё твердых абразивных частиц, воды и других примесей.

Наличие примесей приводит к износу клапанов и их гнезд, уплотняющих поясков золотников и корпуса гидораспределителя, зависанию клапанов, износу и изменению регулировочных характеристик предохранительного клапана и бустерного устройства золотников, что не позволяет обеспечить нормальный режим работы гидросистемы.

Из-за большой скорости посадки перепускного клапана на его уплотнительной конической поверхности появляется износ в виде кольцевой канавки до 1,3 мм по ширине и глубине. Износу подвержена и уплотняющая кромка гнезда в месте соединения с конической частью перепускного клапана, ширина которой составляет 1 мм.

Во время работы шарик предохранительного клапана расклепывает его гнездо, изнашивается сам шарик, а износ его проявляется в виде кольцевой канавки на поверхности.

Как правило, в условиях эксплуатации предохранительный клапан проверяется только на давление срабатывания и не обращается внимание на состояние рабочей кромки его гнезда и шарика, хотя от состояния этих деталей в большой степени зависит работа перепускного клапана, так как предохранительный является его управляющим элементом.

Кроме этого, в процессе эксплуатации теряют упругость пружины перепускного, предохранительного и бустерного клапанов.

Пружины проверяют внешним осмотром и измерением упругости прибором МИП-100 в сжатом до рабочей высоты состоянии. Годными считаются пружины, у которых усилие и длина находятся в пределах, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Требования к дефектации пружин гидораспределителей

Наименование пружины	Номер детали по каталогу	Длина (высота) пружины, мм		Усилие пружины, сжатой до рабочей высоты, Н	
		В свободном состоянии	Сжатой до рабочей высоты	Номинальное	Допустимое
1. Пружина предохранительного клапана	P40/75-0808048Б	38+1	32	+5 175 -10	155
2. Пружина бустера (клапана)	P80-23.20.036	24+1	19	+10 80	76
3. Пружина фиксатора	P75-8-032	31	28	+20 120	115
4. Пружина золотника	P80-23.20.035	60+5	30	+40 280	240
5. Пружина перепускного клапана	P75-072	62	46	45+5	42

В [2, с.108-111] приведена методика проверки герметичности золотниковых пар гидораспределителей,

состояния гидроцилиндра, герметичности клапана ограничителя хода поршня и др.

По нашему мнению, после определения состояния гидораспределителя по общим утечкам целесообразно исключить утечки через те сопряжения, где они наиболее вероятны и которые можно восстановить в условиях эксплуатации. К ним следует отнести:

- перепускной клапан и его гнездо;
- предохранительный клапан и его гнездо;
- клапан бустера: шарик и гнездо (плунжер и гнездо).

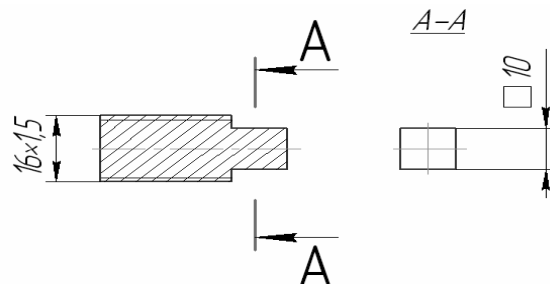


Рисунок 1. Заглушка специальная предохранительного клапана.

Общие утечки рабочей жидкости в гидораспределителе равны

$$Q_o = Q_{np} + Q_{пер} + Q_{буст} + Q_{зол}$$

где Q_{np} – утечки рабочей жидкости через предохранительный клапан, л/мин;

$Q_{пер}$ – утечки рабочей жидкости через перепускной клапан, л/мин;

$Q_{буст}$ – утечки рабочей жидкости через клапан бустера, л/мин;

$Q_{зол}$ – утечки рабочей жидкости через золотниковые пары, л/мин.

Для исключения утечки через предохранительный клапан использовалась специальная заглушка его гнезда (рис. 1).

Утечки через перепускной клапан устранялись путем подпора его самого к гнезду болтом 2 (рис. 2), ввернутым в резьбовое отверстие, проделанное в крышке клапана.

Утечки в сопряжениях гнездо-шарик (гнездо-конус плунжера) бустерных устройств оценивалось при проверке гнезда золотника на стенде КИ-4815М.

Для проверки сопряжения гнездо-конус плунжера в распределителях второго и третьего

исполнения доработано приспособление регулировки гильзы золотника, входящего в комплект стенда.

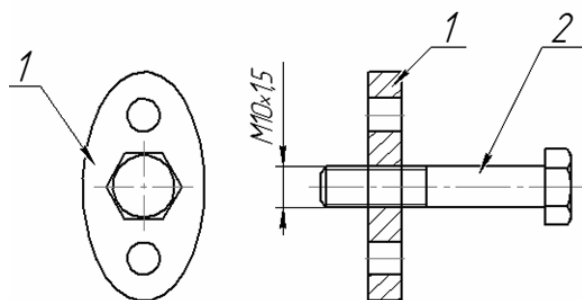


Рисунок 2. Устройство подпора перепускного клапана распределителя: 1 - крышка перепускного клапана; 2 - болт.

Применение приведенной методики исключает выбраковку распределителя, неисправности которого можно устранить в эксплуатационных условиях, не отправляя в ремонт на специализированное предприятие.

Для устранения неисправностей перепускного, предохранительного клапанов и бустерного устройства необходимо иметь определенные навыки и инструмент, эскизы которого представлены на рис.3, 4, 5.

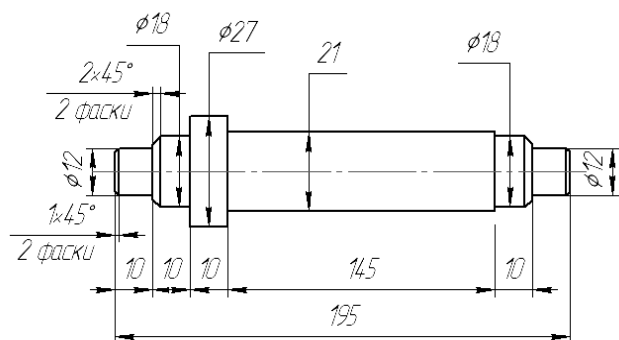


Рисунок 3. Оправка для выпрессовки и запрессовки гнезда перепускного клапана.

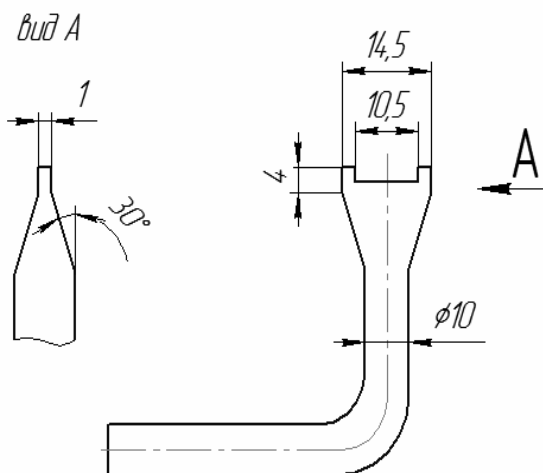


Рисунок 4. Специальная отвертка для разборки и сборки клапанов бустера.

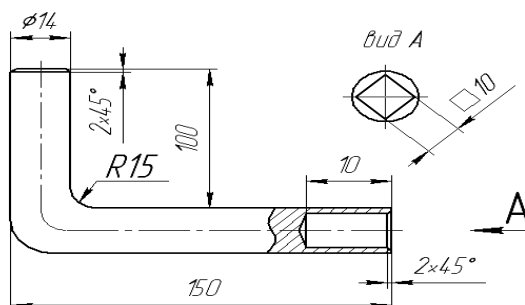


Рисунок 5. Ключ для выворачивания гнезда предохранительного клапана.

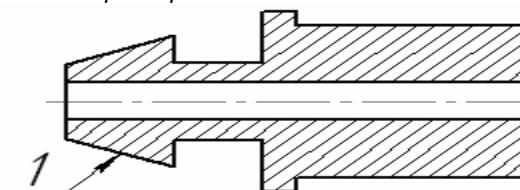


Рисунок 6. Перепускной клапан: 1 – посадочное место перепускного (переливного) клапана.

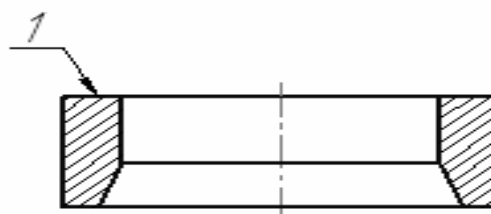


Рисунок 7. Гнездо перепускного клапана: 1 – кромка гнезда перепускного клапана.

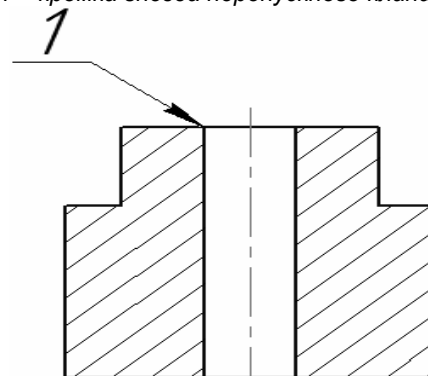


Рисунок 8. Гнездо предохранительного клапана: 1 – посадочное место предохранительного клапана.

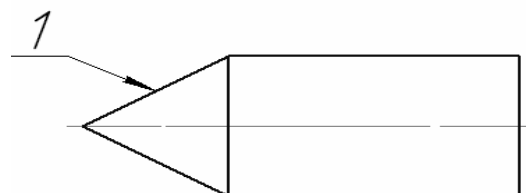


Рисунок 9. Плунжер клапана бустера: 1 – посадочное место клапана бустера.

Устранение выявленных неисправностей производится в следующей последовательности:

1. Снять распределитель с трактора и установить на верстак на специальной подставке.

2. Разобрать перепускной (переливной) клапан.

Вывернуть болты 35, снять упор 37 и, используя один из болтов 35, ввернуть его в резьбовое отверстие в торце направляющей 40 и вынуть ее вместе с кольцом 39 (рис.10).

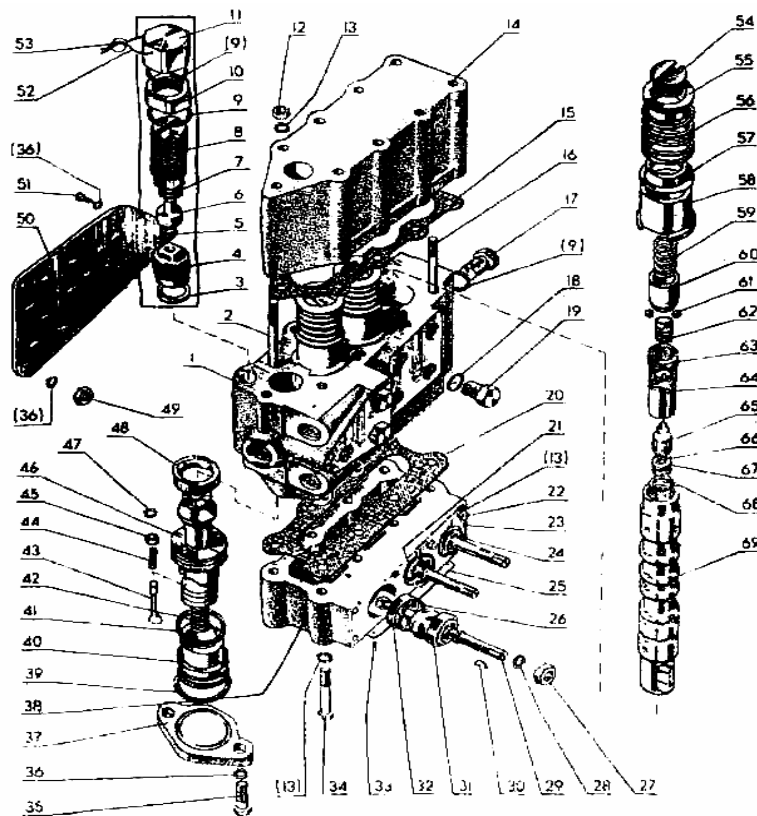


Рисунок 10. Распределитель гидросистемы.

Снять кольцо 41, вынуть пружину 42 и клапан 46.

Отвернуть шесть гаек 12, снять крышку 14 и выпрессовать гнездо 48 (рис. 10) специальной оправкой (рис.3).

3. Собрать перепускной (переливной) клапан.

Запрессовать гнездо 48 (рис.10) специальной оправкой (рис.3), установить клапан 46 и притереть или причеканить его резким ударом молотка через наставку к гнезду 48 (рис. 10).

Вставить пружину 42, направляющую 40 с кольцом 41, не допуская среза кольца 41 и упор 37 с кольцом 39.

Завернуть болты 35.

Установить прокладку 15, крышку 14, завернуть гайки 12(рис.10).

4. Разобрать предохранительный клапан.

Снять пломбу 53, отвернуть колпачок 11 и снять кольца 9.

Отвернуть гайку 10, снять кольцо 9, вывернуть винт 8, вынуть пружину 7.

Вынуть направляющую 6 и клапан 5.

Вывернуть гнездо 4 и вынуть прокладку 3 (рис.10).

Примечание: Выворачивать гнездо 4 необходимо специальным ключом (рис.5).

5. Собрать предохранительный клапан, используя детали ремонтного комплекта (табл. 2).

Поставить прокладку 3, завернуть гнездо 4, поставить клапан 5 и направляющую 6 с пружиной 7.

Завернуть винт 8, вставить кольцо 9 и навернуть гайку 10.

Примечание: Кольцо (9) и колпачок 11 устанавливаются после регулировки предохранительного клапана. После регулировки клапан опломбировать.

6. Разобрать бустерное устройство (устройство возврата золотника в нейтральное положение).

Специальной отверткой (рис. 4) вывернуть из золотника 69 гильзу 64 с гнездом 63 бустерного устройства (рис. 10). С помощью острой отвертки вынуть из гильзы 64 пружину 66 и плунжер 65. Заменить гнездо 63 и плунжер 65. Собрать бустерное устройство в обратной последовательности и проверить на герметичность.

Примечание: В случае отсутствия в хозяйстве ремонтного комплекта гидрораспределителя следует восстановить его изношенные детали.

1. Посадочное место перепускного (переливного) клапана и клапана бустера шлифуется на круглошлифовальном или токарном станке (рис. 6 и 9).

2. Кромка гнезда переливного и посадочное место предохранительного клапана шлифуется (рис. 7) на плоскошлифовальном станке.

На кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ по результатам исследования поэлементного диагностирования и устранения неисправностей тракторных гидрораспределителей разработан перечень деталей ремонтного комплекта гидрораспределителя (табл. 2).

По договору с Гомельским ПО «Гидроавтоматика» сельскохозяйственным предприятиям было реализовано 400 таких комплектов.

Опыт их применения в условиях эксплуатации показал, что без предварительной диагностики гидрораспределителей замена изношенных деталей деталями из ремкомплекта в 80-90% случаев восстанавливает работоспособность распределителей, что подтверждает ранее полученные данные о вероятности износа золотниковых пар в 10-15% случаев выхода распределителей из строя.

**Таблица 2. Ведомость деталей большого
ремонтного комплекта
гидрораспределителя Р80-3/4-222**

Группа	Под-группа	№ поз. на рис	Обозначение	Наименование	Материал	Кол-во в комплекте
		4	P80-23.20.013	Гнездо	Сталь Шх 15	1
		5	P40/75-0808062	Клапан	Сталь Шх 14	1
		3	P75-B-028-A	Прокладка	Алюминий	4
		9	018-022-25-2-3 ГОСТ 9833-73	Кольцо	Резина	3
46	P-75-33P	7	P40/75-0808048Б	Пружина	Проволока П-2	1
		48	P80-23.20.043	Гнездо	Сталь45Х	1
		39, 41	025-030-30-2-3 ГОСТ 18829-73	Кольцо	Резина	2
		46	P80-23.20-041	Клапан переливной	Сталь Шх 15	1
		40	P80-23.20.-73	Направляющая	Чугун С420	1
		18	018-027-30-2-3 ГОСТ 9833-73	Кольцо	Резина	1
		15	P40/75-0808039А	Прокладка	Паронит	1

Продолжение таблицы 2.

Группа	Под-группа	№ поз. на рис	Обозначение	Наименование	Материал	Кол-во в комплекте
		20	P40/75-0808038-A	прокладка	Паронит ПМБ 0,6	1
		26	НШ-46-0505037	Кольцо	Резина 7ВМ-1	3
		31	P80-23.20.-65	Кольцо	Полиамидная смола 68	3
		32	P80-23.20.064	Кольцо	-/-	3
		63	P80-23.20.026	Гнездо	Сталь45Х	1
		64	P80-23.20.046	Гильза	Сталь45Х	1
		65	P80-23.20.045	Плунжер	Сталь Шх 15	1
		66	P80-23.20.036	Пружина	Проволока 11-08	1
		67	P80-23.20.027	Гнездо	Сталь35	1

ЛИТЕРАТУРА

1. Присс, В. И. Диагностирование гидропривода тракторов и комбайнов/ В.И. Присс. – Мн.: Ураджай, 1989. –С. 12, 109
2. Черкун, В. Е. Ремонт тракторных гидравлических систем/ В.Е. Черкун. – М.: Колос, 1984. – С. 3,158

УДК 637.12

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 22.05.2008

О БЕЗОПАСНОСТИ И ПОЛЕЗНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**В.В. Маркевич, ст. преподаватель, И.Н. Мисун, ст. преподаватель,
Л.А. Расолько, канд. биолог. наук, доцент, Д.В. Бондарев, студент (УО БГАТУ)**

Аннотация

Рассмотрены некоторые аспекты разработки продуктов питания – безопасных и полезных для потребления. Выделены основные группы функциональных ингредиентов в составе пищевых продуктов, их физиологическое воздействие на организм человека. Показано значение пробиотиков в производстве безопасных и полезных для здоровья продуктов питания.

Введение

В соответствии с базовыми текстами Кодекса Алиментариус, безопасность пищевых продуктов (food safety) – гарантия того, что продовольствие не будет причинять вред потребителю, когда оно готово и /или съедено согласно его предназначенному использованию [1].

Безопасность пищевых продуктов в Республике Беларусь строго контролируется и нормируется нормативными документами (стандартами, техническими условиями, санитарными правилами и нормами по требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов). Пищевые про-

дукты могут быть поставщиками чужеродных химических веществ или загрязнителей в организм человека (до 40-50%). По расчетам ученых, практически здоровыми людьми в Беларуси можно считать только 20% населения [2]. Болезни обмена веществ, сердечно-сосудистые и др. заболевания связаны, в определенной степени, с нарушением питания, в котором ощущается недостаток витаминов, минеральных веществ (Ca, Fe), пищевых волокон, пребиотиков (например, олигосахаридов), некоторых видов полезных микроорганизмов (пробиотиков).

Ухудшение экологической обстановки в стране (работа промышленных предприятий, зоны земледелия,

неблагоприятные в рациональном отношении и т.д.) приводит к загрязнению пищевого сырья. В общем виде классификация вредных веществ в сырье, пищевой воде, продуктах питания представлена на рис. 1.

в составе питания физиологически функциональных ингредиентов, способных оказывать благоприятный эффект на физиологические функции и метаболические реакции организма человека.

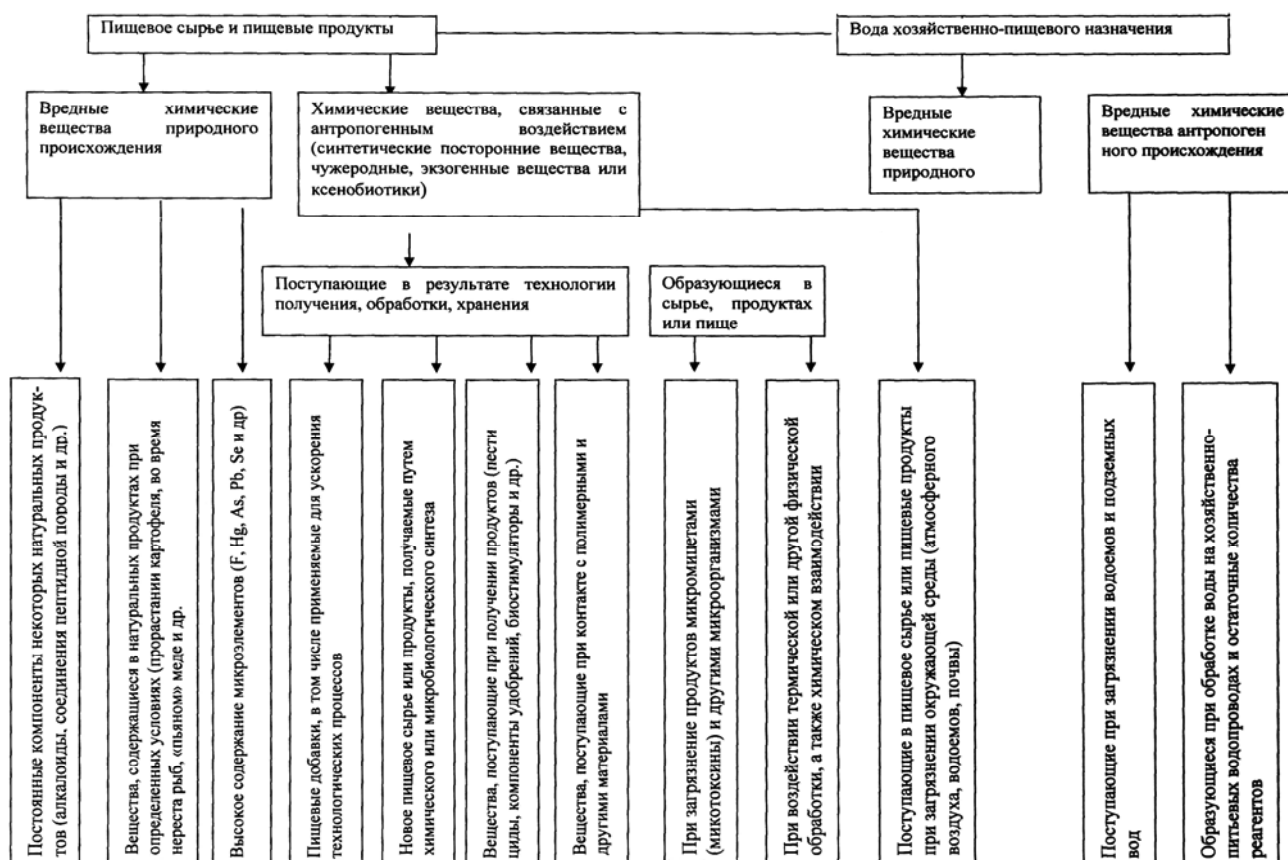


Рисунок 1. Вредные химические вещества в пищевом сырье, продуктах питания, питьевой воде и пище

В результате неблагоприятной экологической ситуации в нашей стране наблюдается рост числа и интенсивности физических и химических факторов, оказывающих негативное влияние на человека и окружающую среду.

К сожалению, даже прогресс в пищевой индустрии может иногда лишить пищу полезности для здоровья. Достаточно напомнить, как профессионал-технолог, добиваясь высокой степени очистки зерна, существенно снижает содержание микронутриентов в продуктах, полученных из него (кальция, калия, витаминов В₁ и РР). В последнее десятилетие «спохватившееся» человечество стремится вернуть пище ее полезность для здоровья. Так появились функциональные продукты питания.

Основная часть

Функциональные пищевые продукты предназначены для регулярного употребления в составе обычных пищевых рационов всеми группами здорового населения. Они сохраняют и улучшают здоровье, снижают риск развития заболеваний за счет наличия

В структуре современного питания функциональные пищевые продукты занимают среднее место между обычными продуктами, которые выбираются исходя из пищевых привычек и финансовых возможностей человека, и продуктами, которые предписывает человеку, уже как пациенту, врач в составе лечебной диеты (рис. 2).



Рисунок 2. Функциональные продукты в современном питании.

Потребление функциональных продуктов помогает предупредить некоторые болезни и старение организма, живущего в условиях экологического неблагополучия.

Продукты лечебного (лечебно-профилактического) питания, предназначенные для лиц, подвергнувшихся воздействию неблагоприятных факторов производственной среды, без особой ошибки можно отнести также к функциональным.

В отличие от свойств традиционных продуктов питания потребительские свойства функциональных продуктов наряду с пищевой ценностью и вкусовыми качествами включают понятие физиологического воздействия, которое проявляется в поддержании нормального уровня холестерина, сохранении здоровых костей и зубов, обеспечении организма энергией, снижении риска заболеваний некоторыми формами рака.

Сегодня эффективно используются 7 основных групп функциональных ингредиентов: пищевые волокна, витамины (С, D группа В), минеральные вещества (Са, Fe), липиды, содержащие олеиновые кислоты, антиоксиданты, олигосахариды, некоторые виды полезных микроорганизмов. Основные требования, предъявляемые к ним:

- наличие научно-обоснованных полезных для питания и здоровья свойств;
- норма ежегодного потребления;
- безопасность с позиций сбалансированного питания;
- наличие точных физико-химических характеристик и точных методик их определения;
- отсутствие способности уменьшать питательную ценность пищевого продукта;
- употребление перорально в составе пищевых продуктов, а не в виде лекарственных форм (таблеток, капсул, порошков);
- натуральность.

Основные виды физиологического воздействия функциональных ингредиентов на организм человека:

- позитивное воздействие на метаболизм различных субстратов (сохранение энергетического баланса, поддержание массы тела, уровень глюкозы, инсулина и триацилглицеридов в крови и др.);

- позитивное воздействие на сердечно-сосудистую систему;
- позитивное воздействие на физиологию желудочно-кишечного тракта;
- позитивное воздействие на состояние кишечной микрофлоры;
- физиологическое воздействие на состояние иммунной системы.

В основе технологий создания функциональных продуктов лежит модификация традиционных, обеспечивающая повышение содержания полезных ингредиентов до уровня, сопоставимого с физиологическими нормами их потребления (10-50 % от средней суточной потребности).

Принципы выбора и обоснования пищевых систем для модификации в функциональные продукты учитывают:

- принадлежность к традиционному рациону питания потребителя (продукты массового потребления, регулярного спроса, доступные всем группам детского и взрослого населения);
- возможность гармоничного введения в пищевую основу функционального ингредиента с целью формирования физиологически функциональных свойств и возможности эквивалентной замены традиционной пищевой добавки неалиментарной природы;
- сохранение свойств и эффектов введенного ингредиента в составе продукта в течение всего срока его хранения;
- позиционирование разработанного продукта в структуре сбалансированного питания.

При подборе функционального ингредиента для создания продукции здорового питания учитывают различные аспекты (рис.3).



Рисунок 3. Главные аспекты выбора функционального ингредиента.

- защита против соединений, обладающих оксидантной активностью;

Анализ научных и промышленных разработок в области функциональных продуктов, представляемых уже несколько лет на европейском саммите "Food Ingredients", свидетельствует о том, что в настоящее время в мире активное развитие получили четыре группы функциональных продуктов: продукты на зерновой, молочной и жировой основе, а также безалкогольные напитки (рис.4)

Потребительские свойства функциональных продуктов определяют пищевую ценность, органолептические достоинства (среди которых, прежде всего, вкусовые качества) и позитивное физиологическое воздействие на организм человека (рис.5).

С позиций физиологического воздействия особый интерес представляет положительное воздействие функциональных продуктов на состояние кишечной микрофлоры желудочно-кишечного тракта, что напрямую связано со здоровьем человека. Для этого пищевые продукты обогащают пробиотическими культурами. К числу самых известных и широко применяемых



Рисунок 4. Основные группы функциональных продуктов.



Рисунок 5. Потребительские свойства функциональных продуктов.

пробиотиков относятся бифидобактерии, т.к. ведущая роль в поддержании и нормализации микробиоценоза кишечника, повышении специфической резистентности организма, улучшении белкового и минерального обменов принадлежит именно этим микроорганизмам. При производстве бифидосодержащих молочных продуктов бифидобактерии культивируются совместно с молочнокислыми микроорганизмами. Ассортимент бифидопродуктов, вырабатываемых белорусскими молочными предприятиями, разнообразен. Это – бифидок, бифифрут, бифилайф, бифилак, бифилин, бифидобакт, бифитат и др.

Во многих научно-исследовательских центрах ведется поиск новых пробиотических препаратов для создания функциональных молочных продуктов. При создании таких пробиотиков обычно учитывают, что наиболее характерными представителями нор-

мальной микрофлоры человека являются бифидо-, коли- и лактобактерии, которые, колонизируя слизистую оболочку кишечника, образуют за счет присущих им адгезионных свойств, своего рода, защитную биопленку. Последняя при многих заболеваниях может быть нарушена, что приводит к развитию различных дисбактериозов. Поэтому коррекция подобных нарушений с помощью повторного заселения кишечника пробиотиками в составе молочных продуктов практически оправдана [3].

Среди интересных разработок ученых СНГ в области конструирования пробиотических бифидогенных молочных продуктов следует отметить «Бак-тистатин», одним из компонентов которого является соевая мука. Бифидо-генные продукты с добавками лактулозы не содержат бифидобактерии, но стимулируют рост естественной бифидофлоры в кишечнике человека. Лактулоза, входящая в состав молочных продуктов, не инвертируется и не всасывается ни в желудке, ни в тонком кишечнике и в неизменном виде доходит до толстого кишечника, где и служит пищей для бифидобактерий и других полезных лактобактерий.

Заключение

Анализ материалов позволил определить основные тенденции и направления производства безопасного и полезного для здоровья питания:

- в условиях современной экологической ситуации в Республике Беларусь необходимо обеспечить разработку и постановку на производство функциональных продуктов питания, обладающих высокой пищевой ценностью и вкусовыми качествами с направленным физиологическим воздействием на организм человека;
- создается ассортимент качественно новых пищевых продуктов лечебно-профилактического назначения с использованием пробиотиков – бифидобактерий. Эта продукция востребована потребителем;
- ведется активный поиск новых видов пробиотиков для расширения ассортимента безопасной пищевой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курзина, М.Н. Менеджмент безопасности пищевых продуктов в международных стандартах/ М.Н. Курзина //Пищевая промышленность, 2006, №1. – С.32-35.
2. Функциональные продукты/ С.А. Гордынец [и др.] //Мясная промышленность, 2004, № 2. – С. 2-5.
3. Коррекция нарушений кишечного микробиоценоза пробиотиком на основе природного адсорбента/ Е.И. Ткаченко [и др.] //Клиническое питание, 2005, №1. – С. 14-20.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУХОЙ ОЧИСТКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

А. Л. Рапинчук, канд. техн. наук, А.С. Воробей, мл. науч. сотр., И.П. Сухоребрый, мл. науч. сотр. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»); В. А. Агейчик, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье описан принцип работы машины для сухой очистки картофеля и клубнеплодов и дано краткое описание отдельных узлов и механизмов.

Введение

В общей системе питания людей картофель является важнейшим компонентом, поставляющим питательные вещества, без которых невозможно нормальное функционирование как отдельных органов и систем, так и всего организма человека в целом. Он занимает второе место после хлеба по объему потребления – в среднем 0,330 кг в день на каждого человека [1]. Исходя из этого, в среднем на каждого человека необходимо заготовить в год 120 кг картофеля в сыром виде, с учетом возможных потерь – 130 кг.

Указанные объемы потребления картофеля оправданы и с физиологической точки зрения, так как в его клубнях содержится около 25% сухих веществ, включая 14...22% крахмала, 1,4...3% белка, около 1% клетчатки, 0,2...0,3% жира и 0,8...1% зольных веществ [2].

Картофель также важная техническая культура, из одной тонны которого можно получить 112 литров спирта, 55 кг жидкой углекислоты, 80 кг глюкозы и ряд других продуктов, которые широко используются в пищевой промышленности. Важная роль принадлежит картофелю и в системе кормления сельскохозяйственных животных.

Беларусь входит в число стран, которые имеют оптимальные почвенно-климатические условия для развития картофелеводства. По валовому сбору картофеля Республика Беларусь занимает восьмое место в мире, по производству в расчете на одного человека – первое.

Перед аграриями ставится задача получать не менее 240 центнеров клубней с каждого гектара, экспортные поставки к 2010 году довести до 150 тыс. тонн, увеличив их по сравнению с прошлым годом чуть ли не в 10 раз. Программой развития картофелеводства на 2006-2010 годы [3] предусмотрено также реализовать крахмальным заводам 345 тыс. тонн картофеля с содержанием крахмала 13 и более процентов, в то время как сейчас этот объем составляет лишь 189 тыс. тонн.

На сегодняшний день проблема состоит не только в том, как произвести картофель, но и как его реализовать с максимальной выгодой для производителя. Ры-

ночные отношения предъявляют повышенные требования к качеству продаваемого картофеля, его товарному виду, упаковке. Отсортированный картофель с чистой кожурой, без следов повреждений, уложенный в современные упаковочные материалы, покупается по высокой цене, принося дополнительный доход производителю, пользуется повышенным спросом у покупателей.

В настоящее время многие вопросы по механизации возделывания картофеля практически решены. Однако серьезного внимания требует вопрос предреализационной подготовки картофеля при поставке его в торговую сеть. В комплексе предреализационной подготовки необходимо выполнение операции по сухой очистке картофеля, в результате которой картофель лучше хранится и отмечается более низкая повреждаемость клубней.

За рубежом, в частности в Германии и Голландии, нашли широкое распространение машины для «сухой» очистки клубней картофеля от почвы, налипшей на них при помощи щеток, валиков и т.п. рабочих органов. Технологический процесс подобных машин заключается в очистке клубней от остатков почвы при прохождении их между щетками и прижимной поверхностью. Однако эти устройства являются низкопроизводительными.

В ВИЭСХе разработан барабанный очиститель со щеточным рабочим органом, а очиститель со щеточным рабочим органом СибНИИСХа дополнительно оборудован винтовым конвейером для отвода сметенной почвы. В УНИИМЭСХе был разработан вибрационный очиститель, в ХИМЭСХе проведены исследования о возможности использования кулачкового очистителя корнеклубнеплодов, а в ВИМе испытана установка со шнековым конвейером, перемещающим корнеклубнеплоды по желобу, образованному вращающимися общетинными вальками. Однако все эти устройства, несмотря на значительное усложнение конструкции, не позволили существенно увеличить производительность технологического процесса при удовлетворительном качестве.

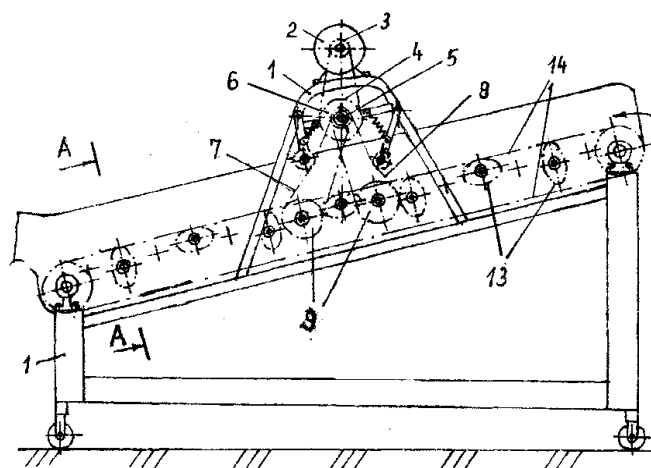


Рисунок 1. Общий вид машины для сухой очистки картофеля и клубнеплодов:

1 - рама; 2 - электродвигатель; 3 и 4 - звездочки; 5 - распределительный вал; 6 - звездочка; 7 и 8 - цепи с бочкообразными роликами; 9 - звездочки; 13 - звездочки с эллипсными делительными поверхностями; 14 - цепь с бочкообразными роликами.

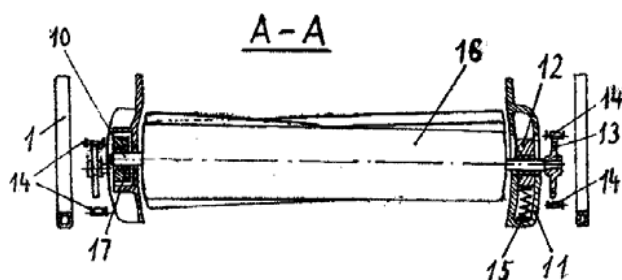


Рисунок 2. Разрез А-А:

1 - рама; 10 - вал; 11 - направляющие; 12 - ползун; 13 - звездочки с эллипсными делительными поверхностями; 14 - цепь с бочкообразными роликами; 15 - пружина сжатия; 16 - капроновые очистительные элементы; 17 - втулка с поперечной шарнирной осью.

В то же время существует ряд разработок, позволяющих рационально решить эту задачу, в частности, выпускают специальные столы, по типу роликовых конвейеров [4], применение которых после модернизации [5] облегчает работу по подчистке картофеля, в результате чего в некоторых хозяйствах за счет улучшения качества машинной очистки клубней картофеля удалось снизить трудозатраты на подчистку до 10 ч/т. В настоящее время проводятся работы с целью улучшения технологии очистки картофеля, повышения производительности и качества очистки клубней, снижения доли ручного труда. Исследования [6] показали, что наиболее целесообразно добиваться решения поставленной задачи путем дальнейшего совершенствования устройств по типу роликовых конвейеров.

Основная часть

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана машина для сухой очистки картофеля и клубнеплодов, предназначенная для их очистки от примесей.

На рис.1 показан общий вид привода машины для сухой очистки картофеля и клубнеплодов, вид сбоку; на рис. 2 – разрез А-А на рис. 1.

Установленный на раме 1 электродвигатель 2 с закрепленной на его валу звездочкой 3 при помощи роликовой цепи и звездочки 4 приводит во вращение распределительный вал 5. Вращающий момент с распределительного вала 5 при помощи звездочек 6 и цепей 7 и 8 с бочкообразными роликами передается к звездочкам 9, установленным на валах 10, противоположные концы которых расположены в направляющих 11 ползунов 12. Одновременно во вращение приводятся звездочки 13 с эллипсными делительными поверхностями, установленные с помощью цепей 14 с бочкообразными роликами относительно друг друга с последовательным угловым смещением 90° . При этом за счет перемещения в направляющих 11 ползунов 12, испытывающих воздействие пружин сжатия 15, осуществляется поочередное поперечное колебание установленных на вращающихся валах 10 капроновых очистительных элементов 16.

При этом направление вращения вала электродвигателя 2 устанавливается таким образом, что вектор скорости вращающейся верхней части 18 валов 10 направлен в сторону движения клубнеплодов картофеля вниз.

Таким образом, наряду с вращением капроновых очистительных элементов 16 осуществляется их дополнительное интенсивное колебательное воздействие на клубнеплоды картофеля. Это значительно усложняет траекторию движения клубнеплодов и увеличивает очистительную эффективность технологического процесса.

Заключение

Исходя из экономических условий, оптимальным способом удовлетворения потребителей сельскохозяйственных предприятий средствами механизации сухой очистки клубнекорнеплодов является развитие отечественного сельскохозяйственного машиностроения, совершенствование конструкции типовых технических устройств, направленное на интенсификацию и повышение качества выполнения технологического процесса. Примером подобного технического решения является разработанная в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» ма-

шина для сухой очистки корнеклубнеплодов, позволяющая существенно интенсифицировать работу устройств по типу роликовых конвейеров.

Выводы

1. Анализ материалов, опубликованных в отечественной и зарубежной патентной и научно-технической литературе, показывает, что совершенствование процесса сухой очистки картофеля с получением привлекательного товарного вида клубней картофеля следует осуществлять путем внедрения в общепринятую конструкцию нового типа привода, который в разработанной в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» машине для сухой очистки картофеля позволяет активизировать процесс встряхивания и улучшить качество очистки за счет скоординированного колебания концов валов.

2. Привод работает бесшумно и является экологически чистым.

3. Принцип работы привода для машины для су-

хой очистки картофеля и клубнеплодов прост по своей конструкции и удобен в процессе эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлоцкая, Л.Ф. Физиология питания/ Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман. – М.: Высшая школа, 1989. – С. 368.

2. Фирсов, И.П. Технология производства продуктов растениеводства/ И.П. Фирсов, А.М. Соловьев, О.А. Раскутин и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – С.432.

3. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы: утв. Указом Президента Республики Беларусь от 25.03.2005 № 150.

4. Зенков, Р.Л. Машины непрерывного транспорта/ Р.Л. Зенков, И.И. Ивашков, Л.Н. Колобов. – М.: Машиностроение, 1987. – С. 301- 303.

5. Лебедев, Л. Ротационный аппарат/ Л. Лебедев, М. Васильченко// Сельский механизатор, № 6, 2004. – С. 9.

6. Таушканов, А. Сухая очистка корнеклубнеплодов/А. Таушканов, А. Фоминых // Сельский механизатор, № 9, 2005. – С. 28.

УДК 636.086:664.7

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.05.2008

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

П.В. Кардашов, канд. техн. наук (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье проведен краткий анализ существующих способов подготовки фуражного зерна к скормлению, предложен новый способ обработки зернофуража и экспериментальная установка, реализующая предложенный способ.

Введение

Обеспечение населения продуктами животноводства – одна из важнейших задач сельскохозяйственного производства. Решить эту задачу возможно созданием прочной кормовой базы путем эффективного использования питательного потенциала заготавливаемых кормов.

Корма занимают основную долю затрат в производстве животноводческой продукции. При получении молока на них приходится 55% затрат, свинины – 54%, говядины – 68%. Существенное снижение себестоимости продукции может быть достигнуто за счет снижения стоимости кормов и повышения эффективности их использования.

В условиях сложной экономической ситуации, сложившейся в ходе рыночных реформ, рациональное использование кормовых материалов требует более совершенных методов их обработки и подготовки к скормлению.

Основная часть

В настоящее время известно множество различных способов подготовки фуражного зерна к скормлению: механическая, гидромеханическая, гидротермическая обработка, флакирование, экструдирование, микронизация и другие.

Способы, использующие механические факторы воздействия (плющение, дробление, восстановление), малоэнергоёмки, но незначительно повышают усвояемость зерна в результате разрушения оболочки зерна и увеличения общей площади соприкосновения с пищеварительными ферментами.

Использование питательной ценности зерна увеличено при обработке по способам, использующим термическое воздействие (пропаривание, экструдирование, поджаривание, микронизация), обеспечивающее расщепление, декстринизацию и желатинизацию крахмальных зерен и разрушение протеиновых оболочек. При этом, однако, требуются

значительные энергетические затраты, а питательная ценность зерна увеличивается незначительно.

Известные способы повышения питательности зерна основаны в большинстве случаев на устаревших принципах тепловой обработки, требуют значительных энергетических затрат, не раскрывают в полной мере питательный потенциал, заложенный в зерне.

Новые возможности в повышении качества корма открывают электрофизические методы: эти методы широко внедрены в различных отраслях народного хозяйства, но пока мало применимы в сельскохозяйственном производстве и совсем не используются в стационарных процессах получения кормов, где электроэнергия составляет основную энергетическую базу.

В БГАТУ разработаны теоретические и практические основы обработки электрическим током зернофуража. Более глубокое преобразование структуры зерна и повышение его питательности по сравнению с другими достигается по электрогидротермическому способу, в котором наряду с термическим, используются электрофизикохимическое и бактерицидное проявления переменного электрического тока. Однако и этот способ достаточно энергоемок (около $270 \text{ МДж} \cdot \text{т}^{-1}$) [1] и не позволяет использовать в полной мере питательный потенциал зерна.

Поэтому в последнее время разработан новый способ электротермохимической обработки (ЭТХО) фуражного зерна [2], в котором особенно выражено химическое действие электрического тока и снижена температура обработки.

Сущность разработанного способа состоит в следующем: для повышения питательной ценности фуражного зерна, которая заключается в клейстеризации крахмала, зерновую массу помещают между токоподводящими электродами, разделенными ионоселективной мембраной, и пропускают электрический ток определенных параметров. В результате прохождения электрического тока изменяется количество активных ионов в зерновой массе: в прианодной зоне накапливаются ионы H^+ (H_3O^+), в катодной – OH^- . Мембрана препятствует рекомбинации ионов. Далее эти ионы переносятся из приэлектродных областей в зерновую массу и вступают в реакцию ионного замещения с растительной тканью. Поток ионов, доставляемых к поверхности растительной ткани, образует

электрический ток I (рис. 1), часть которого протекает через жидкостные каналы микропор растительной ткани не вступая во взаимодействие, другая часть вступает в реакцию ионного обмена с веществом растительной ткани, образуя фарадеевский ток, определяющий скорость этой реакции, а ее глубина, по закону Фарадея, пропорциональна количеству электричества, протекающему через зерновую массу.

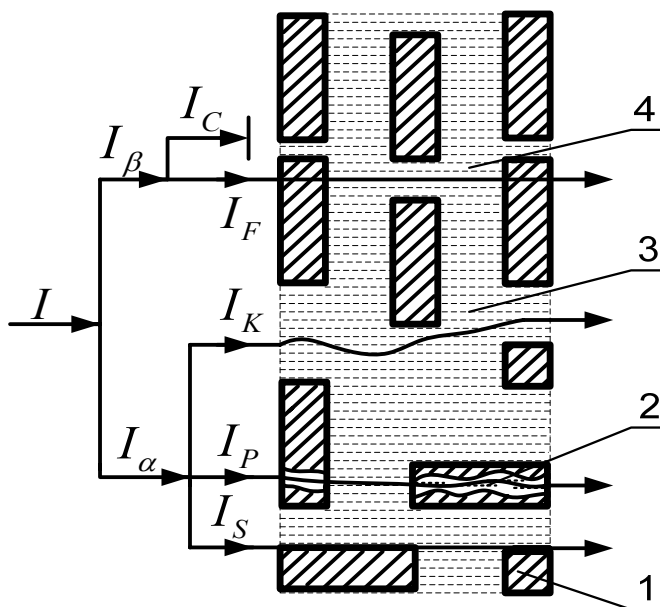


Рисунок 1. Упрощенная схема токов в зерновой массе при электрообработке: 1 – элемент растительной ткани; 2 – микропоры растительной ткани; 3 – сплошные жидкостные мостики между токоподводящими электродами; 4 – жидкостные прослойки между элементами растительной ткани; I_C – ток перезарядки двойного слоя; I_F – фарадеевский ток; I_K – ток сквозной проводимости по жидкостным мостикам; I_P – ток по микропорам растительной ткани; I_S – ток поверхностной проводимости ткани.

Таким образом, изменение свойств вещества фуражного зерна протекает в результате реакции ионного замещения активными ионами раствора одноименно фиксированных ионов вещества под действием электрического тока.

Механизм электрохимического повышения переваримости фуражного зерна основан на воздействии электрического тока определенных параметров на измельченное и увлажненное зерно, расположенное между токоподводящими электродами, разделенными мембраной, который изменяет температуру, концентрацию ионов H^+ , OH^- , pH среды, скорость и глубину клейстеризации крахмала и в конечном счете питательную ценность зерна.

Результаты исследований, проведенные совместно с Белорусским научно-исследовательским институтом животноводства (БелНИИЖ) по определению переваримости сухого вещества опытных образцов

зерна, плющеного и обработанного электрическим током, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты переваримости сухого вещества зерна ячменя, обработанного различными способами

Способ обработки	Коэффициент переваримости, %
Электротермохимический	85,9
Электрогидротермический	77,2
Плющение	71,6

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что самая высокая переваримость оказалась при электротермохимическом способе обработке, по сравнению с электрогидротермическим она выше на 10,13 %, с плющением на 16,64 %.

Эффективность электротермохимического способа можно оценить и по удельному расходу энергии.

Рассчитаем расход энергии на обработку одной тонны фуражного зерна по формулам (1 – 5).

Расход энергии на обработку зерновой массы, Дж

$$Q = Q_{н.м} + Q_{ф-х} + Q_{и.в} + Q_{о.с}, \quad (1)$$

где $Q_{н.м}$ – расход энергии на нагрев обрабатываемой массы, Дж;

$Q_{ф-х}$ – расход энергии на физико-химические процессы в зерновой массе, Дж;

$Q_{и.в}$ – расход энергии на испарение влаги, Дж;

$Q_{о.с}$ – расход энергии на потери в окружающую среду, Дж.

Расход энергии на нагрев обрабатываемой массы, Дж

$$Q_{н.м} = [C_{с.в}(100 - \omega') + C_в\omega']\theta 10^2 m, \quad (2)$$

где $C_{с.в}$ – удельная теплоемкость абсолютно сухого вещества зерна при начальной температуре, кДж/(кг °С);

$C_в$ – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг °С);

$\theta = T_k - T_n$ – превышение температуры над начальной, °С;

T_k, T_n – конечная и начальная температура массы, °С;

ω' – влагосодержание, %;

m – масса материала, кг.

$$Q_{н.м} = [0,9 \cdot (100 - 70) + 4,19 \cdot 70] \cdot (55 - 18) \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 = 118511 \text{ кДж.}$$

Расход энергии на физико-химические процессы в зерновой массе

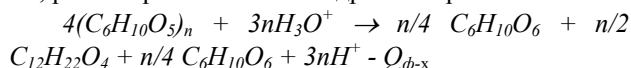
$$Q_{ф-х} = E \cdot n, \quad (3)$$

где E – энергия связи С-О;

n – количество связей-молей, подвергнутых воздействию ионов H_3O^+ , OH^- .

Для определения энергии, затраченной на физико-химические процес-

сы, рассмотрим механизм гидролиза крахмала



Молекулярная масса крахмала 270 000 а.е.м. [3], а молярная масса $C_6H_{10}O_5$ равна $162 \cdot 10^{-3}$ кг·моль⁻¹.

Находим количество молей в молекуле

$$n = \frac{270000}{162} = 1667 \text{ молей.}$$

В одной тонне зерна содержится 640 кг крахмала [4]. В процессе гидролиза крахмала при ЭТХО образуется 73 кг сахара, что составляет 11,4 % исходного количества крахмала. Найдем, сколько молей-связей подвергнуто гидролизу:

1667 молей примем за 100 %

X молей примем за 11,4 %

откуда

$$X = \frac{1667 \cdot 11,4}{100} = 190 \text{ молей – связей.}$$

Гидролиз крахмала происходит по связи С-О, энергия которой равна 314,25 кДж·моль⁻¹ [5]. Энергия, затраченная на процесс гидролиза крахмала при обработке одной тонны зерна, равна

$$Q_{ф-х} = 190 \cdot 314,25 = 59707,5 \text{ кДж.}$$

Расход энергии на испарение влаги

$$Q_{и.в} = m_u(h_n - h_\theta), \quad (4)$$

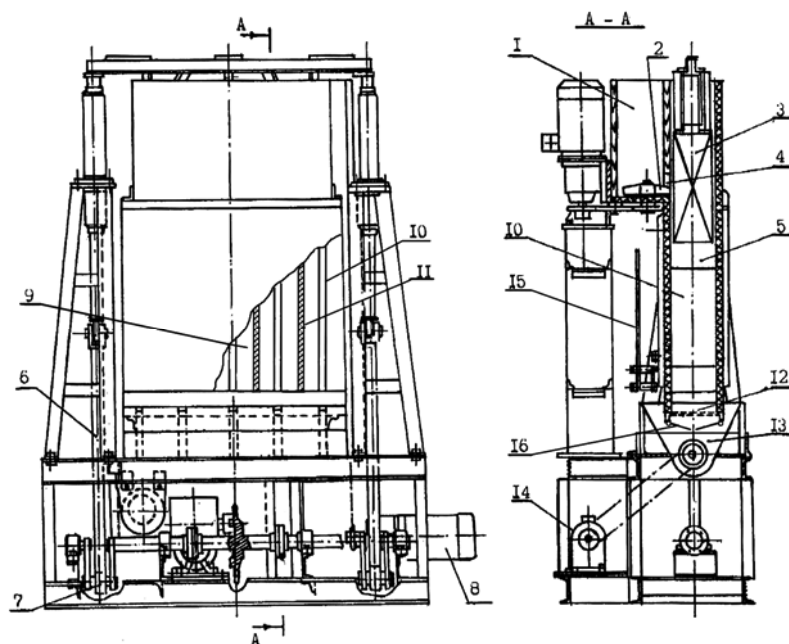


Рисунок 2. Конструктивная схема установки ЭТХО зерна:
1 – приемный бункер; 2 – крыльчатка; 3 – поршень; 4 – загрузочное отверстие; 5 – камера уплотнения; 6, 7 – кривошипно-шатунный механизм; 8 – электропривод кривошипно-шатунного механизма; 9 – секция рабочей камеры; 10 – электрод; 11 – мембрана; 12 – выгрузное отверстие; 13 – шнек; 14 – электропривод шнека; 15 – рычажной привод; 16 – защелка.

где m_u – масса испаренной влаги, кг;
 h_n, h_g – энтальпия пара и воды при T_k и атмосферном давлении,

$$h_n = 2599,7 \text{ кДж/кг}, h_g = 227,64 \text{ кДж/кг} [6].$$

$$Q_{u.g} = 10 \cdot (2599,7 - 227,64) = 23720,6 \text{ кДж}.$$

Расход энергии на потери в окружающую среду, Дж

$$Q_{o.c} = \alpha(T_{cm} - T_o)A\tau, \quad (5)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, Вт·(м²·°C)⁻¹,
 T_{cm} – средняя температура поверхности стенки за расчетный период, °C⁻¹,

T_o – средняя температура окружающей среды за расчетный период, °C⁻¹;

A – поверхность теплообмена, м²;

τ – время обработки, с.

$$Q_{o.c} = 50(36,5 - 18) \cdot 4,64 \cdot 3800 \cdot 10^{-3} = 16309,6 \text{ кДж}.$$

Общий расход энергии на обработку одной тонны фуражного зерна

$$Q = 118511 + 59707,5 + 23720,6 + 16309,6 = 218248,7 \text{ кДж} \approx 60 \text{ кВт·ч/т}.$$

При обработке фуражного зерна по электрогидротермическому способу удельный расход электроэнергии составляет 75...80 кВт·ч/т [1].

В БГАТУ разработана экспериментальная установка, реализующая способ ЭТХО. Конструктивная схема установки показана на рисунке 2.

Основные параметры установки приведены в таблице 2.

Выводы

Разработанный способ ЭТХО позволяет:

1. Снизить расход энергии на процесс обработки зерна за счет снижения температуры обработки, по сравнению с электрогидротермическим и другими способами.

2. Повысить надежность и качество энергообеспечения процессов кормоприготовления и снизить расход первичных энергоресурсов по сравнению с топливными парогенерирующими установками при обработке кормов паром.

3. Использовать его на фермерских и промышленных животноводческих предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашинский, В.А. Обоснование параметров и режимов работы установки для поточной электрогидротермической обработки фуражного зерна: дис. ... канд. техн. наук/ В.А. Пашинский. – Киев: УСХА, 1985. – 254 с.

Таблица 2. Параметры установки электрообработки фуражного зерна

Наименование параметра	Единицы измерения	Значение параметра
1. Установленная мощность установки	кВт	12,1
2. Производительность		
а) по обрабатываемой массе	кг/ч	235
б) по воздушно-сырому зерну	кг/ч	106,8
3. Давление уплотнения	кПа	8
4. Плотность материала в камере обработки	кг/м ³	1 100
5. Напряжение на электродах	В	110
6. Межэлектродное расстояние	м	0,38
7. Толщина мембраны МА-41П	м	$1,38 \cdot 10^{-4}$
8. Высота электродов	м	0,19
9. Длина электродов	м	0,623
10. Количество камер обработки		
а) анодных	шт	4
б) катодных	шт	4
11. Длина рабочей камеры	м	0,718
12. Высота зоны уплотнения	м	0,19
13. Частота двойных ходов поршня	с ⁻¹	$1,32 \cdot 10^{-3}$
14. Наружный диаметр выгрузного шнека	м	0,18
15. Внутренний диаметр выгрузного шнека	м	0,045
16. Частота вращения выгрузного шнека	с ⁻¹	$79,4 \cdot 10^{-3}$
17. Продолжительность обработки зерна	с	3 800
18. Конечная температура обработки	°C	55
19. Коэффициент переваримости обработанного зерна	%	85

2. Способ обработки зерна на корм: патент №3815 С2 Респ. Беларусь/ Е.М. Заяц, М.М. Николаенко, П.В. Кардашов, И.Б. Ющенко, Е.Е. Заяц; заявитель Белорусский гос. аграрный технич. ун-т. – № а 19980116; заявл. 09.02.1998; опубл. 30.03.2001 // Афіцыйны бюлетэнь /Дзярж. пат. ведамства Рэсп.Беларусь. – 2001. – № 28. – С. 146.

3. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений/ Б.П. Плешков. – М.: Колос, 1969. – 407 с.

4. Коссинский, В.С. Основы земледелия и растениеводства/ В.С. Коссинский. – М.: Колос, 1980. – 335 с.

5. Барон, Н.М. Краткий справочник физико-химических величин/ Н.М. Барон. – Л.: Химия, 1967. – 182 с.

6. Герасимович, Л.С. Справочник по теплоснабжению сельского хозяйства/ Л.С. Герасимович, А.Г. Цубанов, Б.Х. Драганов, А.Л. Синяков. – Мн.: Ураджай, 1993. – 368 с.: ил.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА ИЗ ЗЕРНОВЫХ КОМПОНЕНТОВ

В. И. Передня, докт. техн. наук, профессор, А.И. Пунько, канд. техн. наук, А.А. Романович, мл. науч. сотр., А.М. Тарасевич, мл. науч. сотр. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье представлена технология приготовления заменителей цельного молока (ЗЦМ) с использованием зерновых компонентов, приведены результаты исследовательских испытаний и на их основании сделаны выводы.

Введение

В настоящее время для выпойки телят используют как цельное молоко в количестве 250...400 литров на одного теленка, так и жидкий корм, восстановленный из различных сухих составляющих, производимых в основном на молочных заводах.

Проблема сокращения в рационах телят расхода цельного молока путем увеличения производства ЗЦМ, близкого по свойствам к натуральному, является актуальной, так как это дает возможность повысить товарность цельного молока до 90 % и более. Использование ЗЦМ при выращивании телят позволяет сократить срок выпойки молоком до 20 дней, а его количество – до 80...100 кг на голову.

Основой почти всех выпускаемых заменителей цельного молока является сухое обезжиренное молоко, которое обогащается различными добавками с целью повышения его питательности. Однако это не обеспечивает существенной экономии ценного пищевого продукта – молочного белка. Сократить его расход на кормовые цели можно за счет производства ценных заменителей, включая в их состав недефицитные белковые корма растительного происхождения [1].

Основная часть

В РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства" совместно с РУП "Институт животноводства НАН Беларуси" разработана и запатентована технология приготовления заменителей цельного молока с использованием местных зерновых культур, таких как люпин, рапс, овес, льняное семя в сочетании с молочной сывороткой и другими обогатительными добавками и витаминно-минеральным комплексом [2, 3].

В основу новой технологии положена идея влаготепловой обработки зернофуража на специальной гидродинамической установке, которая позволяет прямо из зернофуража получить однородную гомогенную мелкодисперсную массу. Одновременно в одном агре-

гате происходит несколько технологических процессов: измельчение зернофуража, тепловая обработка и смешивание его с водой до образования пасты или растительного молока.

Использование умеренной влаготепловой обработки в пределах 80-90°C, по сравнению с экструдированием значительно снижает разрушение незаменимых аминокислот и витаминов (особенно К, С, В₁, В₃). Кроме того, обработка зернофуража происходит в закрытом пространстве в водной среде с минимальным доступом кислорода, что предупреждает окисление жиров и жирорастворимых витаминов (А, Д и Е).

С технологической точки зрения при разбавлении пасты водой можно достичь полного растворения витаминно-минеральных добавок и очень хорошей равномерности их распределения в массе. Одновременное нагревание и перемешивание позволяет достичь мелкодисперсности компонентов, таких как растительные и животные жиры.

Согласно анализу данных различных исследований при обработке зернофуража на гидродинамической установке происходят и некоторые качественные изменения питательных веществ, такие как стерилизация материала и инактивация патогенной микрофлоры, снижение антипитательных факторов, благодаря инактивации ингибиторов и частичной инактивации алкалоидов, а также полная желатинизация крахмала с частичным расщеплением его до моносахаров, что возможно только при достаточном количестве воды.

Функционально-технологическая схема приготовления заменителя цельного молока приведена на рис. 1.

Учитывая недостаточность информации и литературы по вопросу приготовления заменителей цельного молока с использованием зернофуража, исследования были проведены в несколько этапов. В первой серии опытов были проведены поисковые исследования с целью определения возможности получения гомогенной смеси из отдельных видов зернофуража и смеси зернофуража при различных режимах

обработки. Наилучшие результаты получены при использовании зерносмеси (ячмень, люпин, рапс). Масса, полученная после влаготепловой обработки зернофуража при температуре нагрева до 80-90°C, была однородной, по консистенции напоминающей

жидкую сметану.

Во второй серии опытов зернофураж подвергался влаготепловой обработке в агрегате, где измельчался и нагревался до температуры 90°C с последующей выдержкой в течение 10-20 мин. В результа-

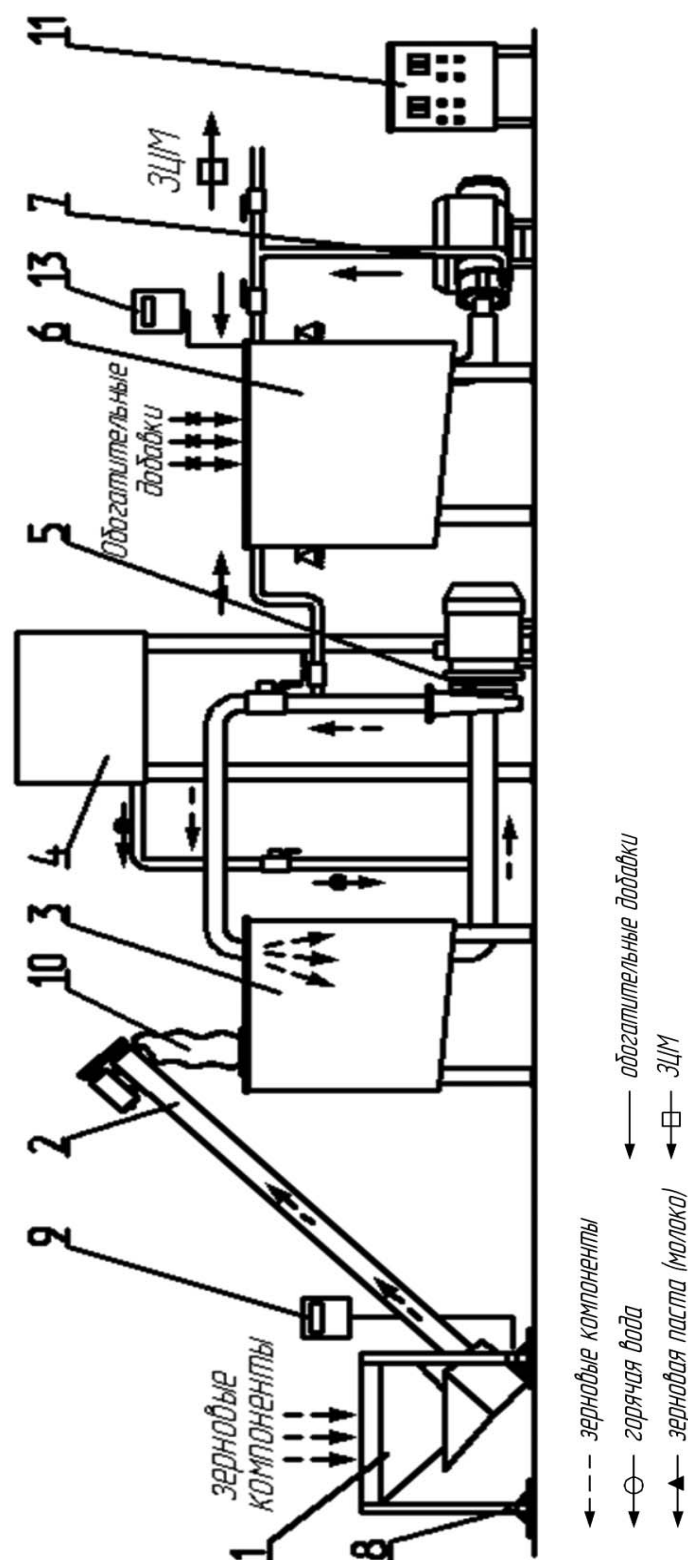


Рисунок 1. Функционально-технологическая схема приготовления ЗЦМ:

1 – бункер с весоизмерительным устройством; 2 – транспортер подачи зернофуража; 3 – агрегат влаготепловой обработки; 4 – электроподогреватель; 5 – смеситель для приготовления ЗЦМ; 6 – насос перекачки ЗЦМ; 7 – тензодатчик; 8, 13 – контроллеры; 10 – вода; 11 – электрошпатель.

те зернофураж с помощью установки влаготепловой обработки превращался в пасту, содержащую 25–28 % сухого вещества.

Для приготовления ЗЦМ такую пасту необходимо разбавлять водой или обратом до необходимой консистенции. В результате образуется мелкодисперсная однородная смесь (растительное молоко), в которую затем согласно разработанным рецептам добавляют необходимые компоненты с целью получения требуемого состава. Содержание питательных веществ в сухой смеси зернофуража представлено в табл. 1.

Таблица 1. Содержание питательных веществ в сухом веществе зернофуража, г/кг

Показатели	Масса, г		
	Зерносмесь до обработки	Паста	%
Органическое вещество	969	968,0	99,9
Азот	43,6	42,2	96,7
Протеин	272	265,7	97,7
Сахар	49,2	75,1	152,6
Клетчатка	121,7	587,8	483
Жир	131,6	131,6	100
БЭВ	446	517,8	116,1
ЗОЛ	31,0	31,4	101,3

Как видно из таблицы 1, содержание питательных веществ в исходной зерносмеси и после ее влаготепловой обработки в агрегате практически осталось неизменным, за исключением сахара и клетчатки. Вероятно, в результате воздействия температуры, влаги и времени на клетчатку и белки зерна произошел распад части белка на более простые составляющие.

Таблица 2. Содержание аминокислот в зерносмеси и полученной сухой пасте, г/кг

Показатели	Масса, г		
	Зерносмесь	Паста	%
Лизин	14,8	20,8	140,5
Гистидин	9,2	12,4	134,7
Аргинин	25,1	32,2	128,3
Треонин	10,0	13,8	138,0
Аланин	8,3	10,6	127,7
Валин	10,5	14,8	140,9
Метионин	9,6	14,3	148,9
Изолейцин	9,9	13,6	137,3
Лейцин	16,9	21,3	126,0
Фенилаланин	12,1	16,8	138,8

Витаминный состав при приготовлении заменителей цельного молока подвержен наиболее широким колебаниям, поэтому сохранность витаминов является одним из факторов, обеспечивающих полноценность данного продукта. Было определено содержание отдельных витаминов. Уровень протеина в полученной пасте остался почти на прежнем уровне, но, как показали исследования, изменился его состав (табл. 2). Анализ результатов показал незначительное снижение витаминов А и группы В в полученной пасте при температурной обработке до 80 °С.

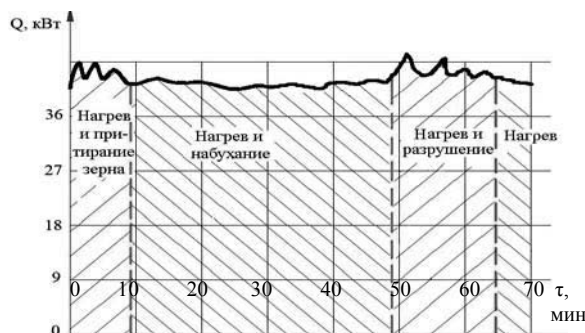


Рисунок 2. Циклограмма расхода электроэнергии при измельчении зерна с одновременным нагревом массы (зерно и вода с начальной температурой 12 °С).

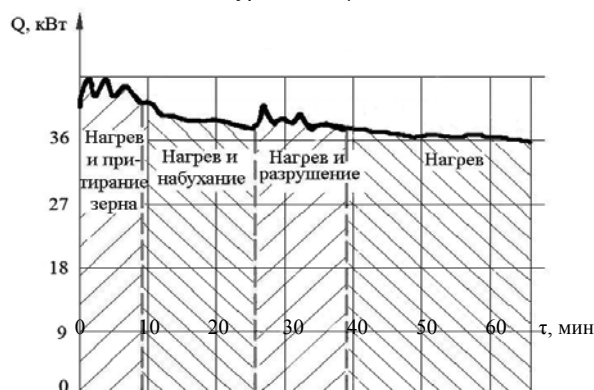


Рисунок 3. Циклограмма расхода электроэнергии при измельчении зерна с одновременным нагревом массы (зерно и вода с начальной температурой 40-50 °С).

В третьей серии опытов определялись энергетические показатели процесса получения ЗЦМ. Как показали испытания в производственных условиях, для нагрева воды в количестве 190 литров от 12°С до 90°С с одновременным измельчением 90 килограмм зерна в установке ТЕК-3СМ (Украина) потребовалось затратить 45 кВт·ч или 0,5 кВт·ч на один килограмм полученной пасты (рис. 2). Для нагрева такого же количества воды с 12°С до 50°С в электронагревателе потребовалось 10,4 кВт·ч, затем для измельчения 90 килограмм зерновой смеси и нагрева ее в агрегате тепловой обработки от 40°С было затрачено еще 22,6 кВт·ч (рис. 3). В результате общие затраты электроэнергии составили 33 кВт·ч или 0,37 кВт·ч на один килограмм пасты.

Выводы

1. Использование влаготепловой обработки зернофуража позволяет получать мелкодисперсную однородную массу, которая может быть использована при приготовлении заменителя цельного молока.

2. Применение влаготепловой обработки зернофуража не снижает содержание питательных веществ в полученном продукте, а щадящий температурный режим позволяет сохранить витамины в конечном продукте.

3. Разработка позволяет комплексно решить вопрос приготовления ЗЦМ. Применение новой запатентованной технологии и разработанного оборудования по сравнению с агрегатом для влаготепловой обработки зерна ТЕК-ЗСМ (фирма "ТЕКМАШ", Украина) позволило увеличить производительность на 10...15 % и на 15...18% снизить энергоемкость процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Растительные источники протеина и жира в составе ЗЦМ для телят / В.М. Голушко [и др.] // Зоо-

техническая наука Беларуси: сб. науч. тр., т. 36. –Мн., 2001. – С. 176-186.

2. Устройство для приготовления жидких зерновых кормов: пат. 3419 Респ. Беларусь, МПК⁷ A23J 1/14 / В.И. Передня, А.Д.Селезнев, В.И. Хруцкий, С.Н. Пилюк, А.А. Передня; заявл. 06.07.2006; опубл. 30.04.2007 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 2007. – № 2. – С. 183.

3. Устройство для приготовления жидких зерновых кормов: пат.3728 Респ. Беларусь, МПК⁷ A23J 1/14/ В.И. Передня, А.Д. Селезнев, В.И. Хруцкий, А.В. Гришков, Л.Ф. Минько; заявл. 18.01.2007; опубл. 30.08.2007 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 2007. – № 4. – С. 192.

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

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика). Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на второе полугодие 2008 года: для индивидуальных подписчиков - 17700 руб., ведомственная подписка - 35400 руб.

Измеритель влажности сырья ИВС-1



Измеритель влажности предназначен для экспресс-измерения влажности сырья (зерна, муки, макаронного теста, готовых макарон, сухарей и т.д.) в лабораторных и перерабатывающих цехах. Прибор обеспечивает измерения влажности от 5 до 40% при изменении основной погрешности от 0,5 до 1,5%. Быстрый контроль влажности сырья, например, при производстве макарон позволяет уменьшить расход муки, снизить риск выхода из строя технологического оборудования, не допустить пересушки макарон и тем самым сократить расход энергии и себестоимость производства.

Автор: Корко В.С., кандидат технических наук, доцент

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

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

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

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

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

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

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

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

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

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Дополнительно в структуру статьи могут быть включены:

- индекс УДК;
- перечень принятых обозначений и сокращений.

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

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

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

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

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

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

Автоматизированная микропроцессорная система очистки воздуха от микрофлоры на предприятиях АПК



НАЗНАЧЕНИЕ

Автоматизированная микропроцессорная система предназначена для очистки и обеззараживания воздуха от микрофлоры в помещениях, к которым предъявляются повышенные требования по предельному уровню содержания бактерий, вирусов плесени, грибков и других вредных микроорганизмов. В состав входят: вентиляционная установка с источником ультрафиолетового излучения и микропроцессорный блок управления.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- тип облучателя.....закрытый (рециркуляционный)
- производительность установки, м³/ч..... 900
- подаваемое напряжение, V.....220 ± 22
- частота питания, Гц50 ± 2
- источник ультрафиолетового излучения (УФИ).....разрядная лампа высокого давления ДРТ 400
- облучённость в эффективном спектральном диапазоне 220-400 нм, Вт/м².....45 ± 15
- ресурс работы УФИ (не более), ч.2500
- срок службы (не менее), лет.....5
- управление установкой.....дистанционное (пульт ДУ)
- снижение обсемененности воздуха на выходе из установки.....95 %