

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

ГРОПАНОРАМА

Nº 2/2010

В номере:

Обоснование режимов работы жатвенного агрегата при различном состоянии хлебостоя

Основные характеристики агрохимических свойств минеральных субстратов

Тепловые насосы – утилизаторы теплоты отработавшего сушильного агента

Основные направления эффективного





Учреждение образования «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в Международной научнопрактической конференции «Современная сельскохозяйственная техника: исследования, проектирование, применение».

Основные направления работы конференции:

- Энергосбережение в АПК и мобильная энергетика;
- Современные сельскохозяйственные машины;
- Перспективные технологии, машины и оборудование в животноводстве;
- Эксплуатация сельскохозяйственной техники;
- Современные технологии и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;
- Инновационные технологии подготовки специалистов агроинженерного профиля.

Цель конференции:

- Развитие научных исследований по приоритетным направлениям научно-технической деятельности в области механизации сельскохозяйственного производства;
- Решение проблем ресурсо- и энергосбережения;
- Повышение уровня преподавания учебных дисциплин;
- Дальнейшее развитие взаимосвязей науки, образования и производства.

К открытию конференции будет издан сборник научных трудов по материалам конференции с размещением в нем рекламно-информационных материалов на новую сельскохозяйственную технику.

26-28 мая 2010 года г. Минск

Контактные телефоны: (017) 267-06-72, 267-05-25, 267-44-13

E -mail: decanat.amf@batu.edu.by

АГРОПАНОРАМА 2`(78) 2010Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Зарегистрирован Госкомитетом республики Беларусь по печати. Регистрационный номер № 1324.

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. Карташевич А.Н. Степук Л.Я. Тимошенко В.Н. Шило И.Н. Шпак А.П.

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

Адрес редакции: Минск, пр-т Независимости, д.99/1, к.333, 324 Тел. (017) 267-61-21, 267-22-14 Факс (017) 267-25-71 E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2006, Издание университетское. Формат издания 60 х 84 1/8. Подписано в печать с готового оригиналамакета 22.04.2010 г. Печать офсетная. Тираж 500 экз. Зак. № 391 от 22.04.2010 г. Статьи рецензируются. Отпечатано в ИПЦ. ЛП № 02330/0552743 от 2.02.2010 г. 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

Сельскохозяйственное машиностроение
Металлообработка
И.Н. Шило, С.Г. Гриньков, В.П. Чеботарев, А.Н. Перепечаев Обоснование режимов работы жатвенного агрегата при различном состоянии хлебостоя
Л.В. Мисун, А.Н. Леонов, В.В. Азаренко, А.Л. Мисун Обоснование режимов работы технического средства для ухода за клюквенным покровом промышленной плантации
Toylogorus spouggorotpa sposyklikk
Технологии производства продукции растениеводства и животноводства
Л.С. Герасимович, Л.А. Веремейчик, А.В. Попов Основные характеристики агрохимических свойств минеральных субстратов
А.В. Новиков, Л.Г. Шейко, Т.А. Непарко Отимизация питания сахарной свеклы при использовании калийно-натриевого глинистого удобрения17
В.И. Сапего, Н.А. Иевлев Микроэлементы в питании, обмене веществ и как стимуляторы роста и развития животных
Технологии переработки продукции АПК
В.А. Дайнеко, Н.А. Равинский, Е.М. Прищепова Радиоволновые измерительные преобразователи влажности для системы управления линией первичной переработки льна22
Энергетика. Транспорт
А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А. Цубанов Тепловые насосы – утилизаторы теплоты отработавшего сушильного агента
Г.Н. Рейзина, Т.Н. Микулик, А.И. Бобровник, А.Г. Стасилевич Диагностика функционального состояния испытателя (водителя)
на транспорте
Н.Е.Шевчик, Е.В. Михайлова Методика расчета фазных токов в электрической сети 0,38 кВ при нессиметричной нагрузке с учетом электродвижущих сил, наводимых потоками нулевой последовательности трансформатора
Верупеработомация Эконовия
Ресурсосбережение. Экология В.А. Пашинский, А.А. Бутько Оценка поступления солнечной радиации на наклонную лучеприемную поверхность
Townwar agentus of AUK
Технический сервис в АПК. Экономика
А.А. Жданова
Мясная продуктивность и экономическая эффективность выращивания подопытных бычков герефордской породы42
А.А. Зеленовский, Д.А. Сайганов Основные направления эффективного взаимодействия между заводами-изготовителями. дилерскими техническими центрами

и потребителями средств механизации.......45



УЧЕНЫЙ, ПЕДАГОГ, РУКОВОДИТЕЛЬ К 60-летию доктора технических наук, профессора, первого проректора БГАТУ Ивана Николаевича Шило



ного технического университета.

Иван Николаевич Шило родился 15 июня 1950 года в деревне Ямное Столинского района Брестской области в крестьянской семье. В 1972 году, после окончания математического факультета Белорусского государственного университета начал трудовую деятельность в ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР по приглашению работавшего в то время директором этого института известного ученого – профессора В.В. Кацыгина.

Работая в должностях младшего, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, заочно окончил аспирантуру, очную докторантуру и защитил диссертации на соискание ученых степеней кандидата (1981 г.) и доктора (1993 г.) технических наук по специальности «Эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники».

С 1998 года назначен заместителем директора по научно-исследовательской работе РУП «БелНИИМСХ». С 2001 г. – заместитель президента Академии аграрных наук Республики Беларусь, с 2002 г. – первый проректор Белорусского государственного аграр-

В научной деятельности И. Н. Шило проявил себя как высококвалифицированный научный сотрудник, способный руководитель научного коллектива. Им внесен большой вклад в становление системы научного обеспечения механизации сельского хозяйства республики. Хорошая математическая подготовка, умение использовать в работе передовые информационные технологии создали фундаментальную научную основу для результативной деятельности. Под его руководством и при непосредственном участии выполнен ряд важных научных работ по оптимизации параметров технологических процессов и технических средств для сельского хозяйства, формированию систем машин для растениеводства и животноводства.

Необходимо отметить плодотворную работу молодого заведующего лабораторией ЦНИИМЭСХ в 80-е годы прошлого столетия в составе Координационного совета по системе машин для сельского хозяйства СССР, где он представлял интересы республики и отвечал за формирование зональной системы машин Западного региона Советского Союза (Беларуси и Прибалтики). Заседания совета проводились поочередно в разных республиках СССР, и это способствовало расширению научного кругозора И.Н. Шило и его становлению как одного из виднейших специалистов агроинженерной науки Беларуси по вопросам эффективности использования сельскохозяйственной техники.

Предложенные им научные идеи были положены в основу разработки «Концепции развития механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства Республики Беларусь на период до 2000 года», утвержденной Коллегией Минсельхозпрода Республики Беларусь 29.05.1996 года, которая послужила в дальнейшем основополагающим документом при разработке программы создания и освоения сельскохозяйственной техники.

И.Н.Шило внес существенный вклад в развитие белорусского сельхозмашиностроения. За работу «Создание конструкций и организация производства семейства зерноуборочных комбайнов «Полесье» доктор технических наук И.Н. Шило вместе с руководителями ПО «Гомсельмаш» В.А. Жмайликом, генеральным директором ПО «Гомсельмаш» и А.А. Дюжевым — генеральным конструктором по зерноуборочной и кормоуборочной технике Министерства промышленности Республики Беларусь — директором РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике» отмечен Государственной премией Республики Беларусь в области науки и техники (2009 г.).

Следует отметить, что классическая математическая подготовка во многом способствовала формированию И.Н. Шило как руководителя. Работая в должности заместителя директора по научно-исследовательской работе



РУП «БелНИИМСХ», а затем заместителя президента Академии аграрных наук Республики Беларусь он отличался стремлением внести в управленческий процесс элементы систематизации и обоснованности при принятии решений. Это замечательное качество особенно полно раскрылось при его назначении на должность первого проректора Белорусского государственного аграрного технического университета.

За время работы в университете проявил себя способным организатором учебно-методической и научной работы, высококвалифицированным преподавателем. Присущие ему важнейшие деловые качества: ответственность, собранность, скрупулезность, видение перспективы, стремление вникнуть во все детали рассматриваемого вопроса позволяют уверенно координировать текущую учебную деятельность многотысячного коллектива БГАТУ и постоянно работать над ее развитием и поиском новаций.

Под руководством Шило Ивана Николаевича разработаны образовательные стандарты и типовые учебные планы нового поколения по 10 специальностям, завершается перевод учебного процесса в университете на модульно-рейтинговую технологию обучения.

При его активном участии создана Республиканская учебно-научно-производственная ассоциация «Агроинженер», в состав которой кроме головной организации — БГАТУ вошли 9 аграрно-технических колледжей, что позволяет обеспечить эффективное взаимодействие образовательных структур, обеспечивающих получение профессионально-технического, среднего специального и высшего образования. Системный подход позволил существенно развить такой вид обучения, как непрерывное интегрированное специальное профессиональное образование (НИСПО) и, в первую очередь, для членов ассоциации «Агроинженер».

Трудно переоценить творческий вклад И.Н. Шило в создание инновационной системы образовательного процесса в БГАТУ, что позволяет, опираясь на преимущества сочетания традиций и новаций, существенно повысить эффективность образовательного процесса, его качество и, как следствие, конкурентоспособность выпускников БГАТУ.

Он является председателем Учебно-методического совета по инженерно-техническим специальностям Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по образованию в области сельского хозяйства, и активно способствует появлению новых учебников, пособий, другой методической литературы.

Профессор И.Н. Шило широко известен в международных научных кругах и пользуется заслуженным авторитетом среди коллег из России, Польши, Латвии, Чехии, Литвы, Украины, Германии и других стран. Его выступления на международных конференциях, научные публикации вызывают большой интерес у ученых и специалистов.

Всего им опубликовано более 370 печатных работ. Имеет более 100 авторских свидетельств и патентов, является автором и соавтором 22 книжных изданий, в числе которых монографии, учебные пособия.

И.Н. Шило активно участвует в научной жизни республики, входя в состав Общего собрания НАН Беларуси. В течение ряда лет возглавлял Государственный экспертный Совет по производству, переработке и сохранению сельскохозяйственной продукции Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь. Входит в состав редакционной коллегии научно-технического журнала «Агропанорама», избирался делегатом первого съезда ученых Республики Беларусь.

Проводя постоянную работу по подготовке научных кадров высшей квалификации, И.Н.Шило является председателем специализированного совета по защите докторских диссертаций при БГАТУ и членом специализированного совета по защите докторских диссертаций при РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».

Под его руководством защищены 4 кандидатские диссертации, проходят подготовку аспиранты и соискатели.

За многолетний добросовестный труд, значительный вклад в развитие сельскохозяйственной науки и подготовку квалифицированных специалистов для сельского хозяйства И.Н.Шило награжден Почетными грамотами Совета Министров Республики Беларусь, Национального собрания Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, а также других организаций и предприятий республики.

Свое 60-летие профессор, доктор технических наук Иван Николаевич Шило встречает в расцвете творческих сил и планов.

Ректорат, редколлегия журнала «Агропанорама», сотрудники БГАТУ сердечно поздравляют Ивана Николаевича с юбилеем и желают крепкого здоровья, творческого долголетия, благополучия и новых научных достижений.

Н.В.КАЗАРОВЕЦ, ректор БГАТУ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси

Сельскохозяйственное машиностроение Металлообработка

УДК 631.55: 519.8

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 9.12.2009

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЖАТВЕННОГО АГРЕГАТА ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОСТОЯНИИ ХЛЕБОСТОЯ

И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор, С.Г. Гриньков, канд. техн. наук (БГАТУ); В.П. Чеботарев, канд. техн. наук, А.Н. Перепечаев, инженер (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье приведены зависимости для определения потерь зерна за жаткой ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522В на уборке при различных состояниях хлебостоя и режимы её работы.

The dependencies of defining the grain loss in the tractor harvester (TH-6) assembled to the tractor MTZ-1522V while harvesting the standing crop in different conditions and the regimes of its operation are given in the article.

Ввеление

Прогресс сельскохозяйственного машиностроения – создание новых, более совершенных технологий и машин и повышение качества работы техники должен базироваться на изучении и исследовании технологических процессов, протекающих в обрабатываемых материалах под воздействием внешних факторов. Производительность машин и потери зерна при уборке существенным образом зависят от полеглости и засоренности хлебной массы. Поэтому установление закономерностей потерь на уборке при различной скорости жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522В и частоты вращения мотовила в зависимости от состояния хлебостоя имеет высокое значение для прогнозирования режимов её работы.

Основная часть

Для установления зависимости влияния состояния хлебостоя и скорости жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТ3-1522В на потери зерна, определялся процент полеглости, засоренности хлебной массы и скорость агрегата. Полученные данные сведены в табл. 1.

Для аппроксимации имеющихся статистических данных использовано уравнение множественной регрессии линейного вида:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot \theta$$
, (1)

где у – потери, %;

 x_1 – полеглость, %;

 x_2 – засоренность, %;

g – скорость жатки, км/ч;

 $a_{\rm i}$ – неизвестные коэффициенты регрессии.

Коэффициенты регрессии определялись методом наименьших квадратов. В результате получено следующее уравнение, описывающее потери зерна за жаткой ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522В в зависимости от условий уборки и скорости:

$$y = 0.199 + 0.006 \cdot x_1 + 0.001 \cdot x_2 + 0.038 \cdot \theta$$
 (2)

Адекватность уравнения статистическим данным проводилась по критерию Фишера:

$$F = \frac{S_0^2}{S_y^2}$$
 (3)

Значимость коэффициентов регрессии по условиям:

$$|a_0| \ge \frac{t_{\alpha, n-k-1} \cdot S_0}{\sqrt{n-k-1}}, |a_1| \ge \frac{t_{\alpha, n-k-1} \cdot S_0}{\sqrt{n-k-1} \cdot S_i},$$
 (4)

где S_0^2 – остаточная дисперсия величины у;

Таблица 1. Потери зерна на уборке ячменя за жаткой ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522В при различных состояниях

хлебной массы и скорости Потери, Полеглость, Засоренность, Скорость, % y км/ч ${\cal G}$ % X₃ % X₁ 2 4 7 0,5 5 2,5 0,4 5 5 5,4 0,4 5 15 4,8 0,3 5 41,5 3 7,5 0,4 2,5 5,4 1 2 3 4 0,6 7,5 5 0,5 7,5 15 4,8 0,5 7,5 41,5 3 12,5 2,5 4,8 0,4 0,5 12,5 5 3 0,6 12,5 15 7 0,5 12,5 5,4 41,5 0.5 27.5 2.5 4.8 0.5 27,5 5 15 0,6 27,5 5,4 0,7 27,5 41,5



 ${S_y}^2-$ выборочная дисперсия величины у; ${S_i}^2-$ выборочная дисперсия і-го фактора;

 $t_{\alpha, n-k-1}$ — табличное значение критерия Стьюдента при выбранном уровне значимости α и числе степеней свободы n-k-1;

n – объём выборки;

k – число факторов.

Дисперсии коэффициентов множественной и парной корреляции рассчитывались по общеизвестным соотношениям [1].

При n=9 и k=4 значение критерия F=0.0339.

Поскольку $F_{0.05,3,5}$ =4.35>F, то уравнение (2) адекватно статистическим данным.

Правые части неравенства (4) соответственно равны 0,199; 0,006; 0,001; 0,038, соответственно для коэффициентов a_0 , a_1 , a_2 , a_3 .

Проведем проверку значимости уравнения линейной регрессии и определим по критерию Стьюдента t – распределение с n-2 степенями свободы для коэффициента b_1 [2].

$$t = \frac{b_1 - 0}{s} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2} . {5}$$

После проведения расчетов получаем: t = 3.94.

По таблицам t — распределения $t_{0.95,12} = 2.8$. Так как $t \succ t_{0.95,7}$, то уравнение значимо.

Найдем коэффициент детерминации, показывающий, какая доля вариации зависимой переменной обусловлена вариацией объясняющей переменной. Чем ближе R^2 к единице, тем лучше регрессия аппроксимирует эмпирические данные, тем теснее наблюдения примыкают к линии регрессии.

 $R_1^2 = 0.56$; Получим следующие значения: $R_{\scriptscriptstyle 2}^2 = 0.11\,; \ R_{\scriptscriptstyle 3}^2 = 0.54\,$ соответственно для полеглости, засоренности, скорости.

Анализ полученных результатов показывает, что вариация зависимой переменной у – потерь зерна, объясняется на 56 % полеглостью хлебной массы, на 11% засоренностью урожая и на 54 % скоростью жатки. Наибольшее влияние на потери зерна за жаткой оказывает полеглость хлебной массы и скорость движения жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522B.

С целью определения оптимальных режимов работы жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522В при различных состояниях хлебостоя, при условии, что потери зерна не будут превышать допустимые агротехническими требованиями (не более 0.5%), проведём преобразование уравнения (2) для нахождения оптимальной скорости движения жатки.

$$\mathcal{G} = 7, 9 - 0, 16 \cdot x_1 - 0, 026 \cdot x_2 \,. \tag{6}$$

Уравнение (6) служит для нахождения расчетной скорости движения жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522В при различной (x_1) полеглости и (x_2) засоренности хлебной массы.

Абсолютная скорость планки (пальца) мотовила не должна превышать допустимую скорость удара, при которой зерна выбиваются из колоса. Значение этой скорости устанавливается экспериментально и зависит от силы связи зерна с колосом, от направления и числа ударов по одним и тем же стеблям.

Во время работы жатки ось граблины движется по траектории циклоиды и характеризуется кинематическим режимом:

$$\lambda = \frac{\omega \cdot r}{g} \,, \tag{7}$$

где ω – частота вращения мотовила, рад/с;

r – радиус мотовила, м;

 \mathcal{G} – скорость, м/с.

Кинематический режим работы мотовила устанавливают таким образом, чтобы потери зерна были минимальными. В общем случае при увеличении скорости жатки от 0,65 до 2 м/с следует уменьшать кинематический режим от 1,7 до 1,1. [3].

Оптимальная частота вращения мотовила при различных скоростях движения жатки определялась при условии, что потери зерна не будут превышать допустимые агротехническими требованиями (0,5%) и будут стремиться к минимальным. Данные замеров приведены в табл. 2.

Зависимость частоты вращения мотовила от скорости движения жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522В характеризуется линейной связью:

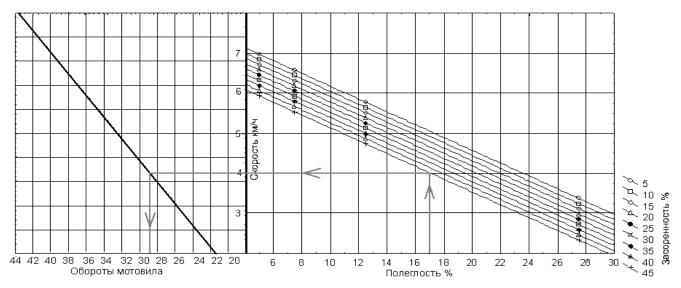
$$\omega = 10,08 + 4,48 \cdot 9 \,. \tag{8}$$

Коэффициент детерминации $R^2 = 0.96$, то есть вариация зависимой переменной О на 96% объясняется изменчивостью переменной 9 – скорости жатки.

Полученные уравнения регрессии (6) и (8), а также построенная при помощи этих уравнений номограмма (рис.1) могут быть использованы для определения оптимальных режимов работы валковой жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТЗ-1522В.

Таблица 2. Данные измерения частоты вращения мотовила при различных скоростях движения жатки ЖТ-6

разли шых скоростих движения жатки ж 1-0																
${\cal G}$, км/ч	7	7	7	7	5,4	5,4	5,4	5,4	4,8	4,8	4,8	4,8	3	3	3	3
$arOmega_{, ext{MИH}^{ ext{-}1}}$	42	40	40	39	37	37	36	35	33	32	31	30	25	24	22	20



Puc. 1. Номограмма для определения оптимальных режимов работы валковой жатки ЖТ-6 от состояния хлебной массы

Выводы

Установлена зависимость изменения потерь зерна жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТ3-1522В при скашивании хлебной массы от её полеглости, засорённости и скорости жатки.

Получены уравнения, позволяющие определить скорость и частоту вращения мотовила жатки ЖТ-6 в агрегате с трактором МТ3-1522В при различных состояниях хлебной массы, обеспечивающие допустимые агротехническими требованиями потери зерна (не более 0,5%).

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский.— М.: Наука, 1976. 280 с.
- 2. Блохин, А.В. Теория эксперимента: курс лекций в 2 ч. / А.В. Блохин. Минск: БГУ, 2002. Ч. 2. 67с.
- 3. Иванцов, В.И. Валковые жатки / В.И. Иванцов, О.И. Солощенко. М.: Машиностроение, 1984. 200 с.

УДК 631.34:634.739.2

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.03.2010

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ДЛЯ УХОДА ЗА КЛЮКВЕННЫМ ПОКРОВОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ

Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор, А.Н. Леонов, докт. техн. наук, профессор (БГАТУ); В.В. Азаренко, докт. техн. наук, доцент (НАН Беларуси); А.Л. Мисун, студент (БГАТУ)

Аннотация

Предлагается усовершенствованная конструкция и оптимальные режимы работы технического средства для ухода за клюквенным покровом чека — поднятие, расчесывание и обрезка стелющихся побегов крупноплодной клюквы, используемых для восстановления существующих и закладки новых чеков промышленной плантации.

The article offeres and gives proof of the improved design and regime for technical means for care of the cranberry covered check – raising, combing and cutting large – fruited cranberry spreading sprout. They are used for regeneration of the existed checks and laying of the new ones for industrial plantations.

Введение

В начале XIX века один из предприимчивых фермеров штата Массачусетс (США) попробовал выращивать крупноплодную клюкву на своем участке.

Попытка оказалась удачной. С тех пор клюквоводство постепенно и уверенно стало набирать силу, превращаясь в одну из самых доходных отраслей сельского хозяйства. Площадь клюквенных плантаций



превысила 15 тыс. га, а ежегодный валовой сбор ягод достиг 250 тыс. т, стоимость которого оценивается в 300 млн долларов [1].

Под влиянием успехов клюквоводства в США, промышленные плантации крупноплодной клюквы стали возникать в Канаде, а также в Европе: Англии, Голландии, Германии, Австрии, Италии, Польше, Финляндии, России. Первая в Республике Беларусь промышленная плантация крупноплодной клюквы площадью 50 га была заложена в восьмидесятые годы прошлого столетия в Пинском районе Брестской области. В настоящее время на 85 гектарах (чеках) республиканского сельскохозяйственного унитарного предприятия (РСХУП) «Беларускія журавіны» выращивается восемь наиболее распространенных сортов крупноплодной клюквы. Сочная ягода, выращенная на пинских плантациях, поступает на прилавки белорусских магазинов. Около 60 % крупноплодной клюквы идет на экспорт в Россию, Англию, страны Балтии и другие государства.

Причина повышенного внимания в мире к этой отрасли сельского хозяйства заключается в том, что клюква содержит витамины A, C, K, B₁, B₂, B₃, микро- и макроэлементы, большое количество пектина, образующего с тяжелыми металлами (стронцием, цезием, свинцом и др.) нерастворимые соединения, которые не перевариваются и выводятся из организма человека [2].

Эффективность функционирования промышленных плантаций клюквы во многом зависит от условий ее эксплуатации, а также от состояния клюквенного покрова, который в силу агроэкологических, агротехнических и других факторов со временем ухудшается, в результате чего появляются неплодоносящие участки на клюквенном чеке.

Целью данных исследований является обоснование параметров технологического процесса и режимов работы технического средства, обеспечивающего требуемый уход за клюквенным покровом промышленной плантации, а также возможность заготовки посадочного материала для восстановления существующих и закладки новых чеков крупноплодной клюквы.

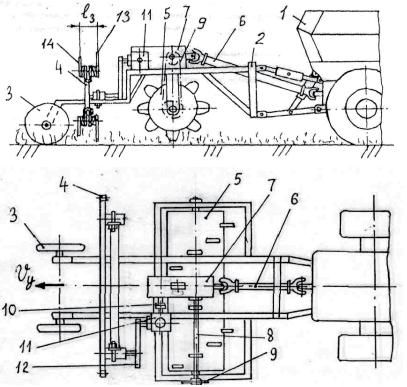
Основная часть

Для поддержания клюквенного покрова промышленного чека в «рабочем» состоянии необходимо проводить обрезку стелющихся побегов. Этот технологический процесс выполняется после окончания уборки ягод «на воде» или ранней весной перед началом вегетации. В свою очередь, обрезанные стелющиеся побеги используются как дополнительный посадочный материал для закладки новых плантаций или восстановления клюквенника на чеке. При этом основным параметром качества выполнения технологического процесса

является полнота обрезки стелющихся побегов.

Для определения работоспособной конструкции технического средства, выполняющего поднятие, расчесывание и обрезку стелющихся побегов крупноплодной клюквы, проведены предварительные исследования. Вначале проанализированы технологические процессы с использованием секатора для обрезки стелющихся побегов производства США [3], а также с использованием отечественных технических средств. Следует отметить, что секатор в агрегате с трактором «Бог Трэк» осуществлял 80 %-ую обрезку стелющихся побегов клюквы при скорости движения машинно-тракторного агрегата (МТА) - 5.1 км/ч и частоте вращения ножевого барабана – 430 об/мин, в котором в качестве расчесывающего аппарата использовалась гребенка, выполненная в виде бесконечной цепи с присоединенными к ней одинарными пружинными зубьями. При скорости движения МТА 4.5 км/ч и частоте вращения ножевого барабана – 660 об/мин полнота обрезки повышалась до 82 %.

Конструкция отечественного технического средства, применяемого на плантациях крупноплодной клюквы для поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов (рис. 1), состоит из рамы, ножевого барабана, расчесывающего аппарата, механизма привода и опорных колес [3]. От вала отбора мощности энергетического средства с помощью карданного ва-



Puc. 1. Техническое средство для обрезки стелющихся побегов крупноплодной клюквы:

1 — энергосредство; 2 — рама; 3 — опорные колеса; 4 — расчесывающий аппарат; 5 — ножевой барабан; 6 — карданный вал; 7,11 — редуктор; 8 — трансмиссионный вал; 9,12 — цепная передача; 10 — муфта; 13 — длинный зуб пружинной пары; 14 — короткий зуб

ла, коническо - цилиндрического редуктора, трансмиссионного вала и цепной передачи осуществляется вращение ножевого барабана. От выходного вала коническо - цилиндрического редуктора с помощью компенсирующей соединительной муфты, конического редуктора и цепной передачи осуществляется привод расчесывающего устройства, выполненного в отличие от американского образца в виде бесконечной цепи, с присоединёнными к ней пружинами с симметрично расположенными относительно их оси симметрии спиралями правой и левой навивки. При рабочей скорости движения рассматриваемого агрегата — 2.6 км/ч и частоте вращения ротора — 600 об/мин — полнота обрезки стелющихся побегов клюквенника достигала 89 %.

Заслуживает внимания конструкция технического средства с использованием в качестве расчесывающего устройства барабана (рис. 2), состоящего из

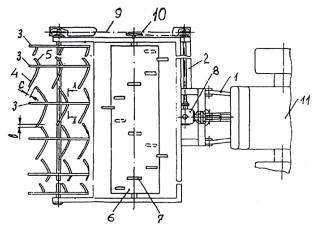


Рис. 2. Хедер для обрезки стелющихся побегов крупноплодной клюквы с расчесывающим устройством барабанного типа [4]:

1 — передняя навеска энергосредства; 2 — рама; 3 — обод; 4,5 — прутки; 6 — барабан; 7 — сегмент ножевой; 8 — редуктор; 9,10 — цепная передача; 11— энергосредство

закреплённых на его валу ободов с консольно установленными в виде отрезков многозаходной спирали прутками, что позволяет воздействовать на клюквенник на более низком уровне от почвы, чем при

выполнении прутков в виде прямых отрезков [5].

Следует отметить, что для срезания побегов во всех рассмотренных конструкциях технических средств применялся барабан в виде металлического цилиндра с закрепленными на нем ножами. При этом качество резки соответствовало агротребованиям. В то же время, выполнение предшествующей операции — поднятие и расчесывание стелющихся побегов клюквенника, сопровождалось повреждениями рас-

тений, а также вырыванием их из почвы.

Анализ литературных данных и собственный опыт позволяют сделать вывод, что технические средства для обрезки стелющихся побегов клюквы могут содержать различные типы расчесывающих устройств с различной конфигурацией рабочих элементов. Кроме того, существенное влияние на качество обрезки побегов оказывает скорость движения технического средства, оптимальное значение которой зависит от конструкции технического устройства. Большое количество факторов различной природы делает целесообразным постановку отсеивающих экспериментов, позволяющих на первом этапе исследований выявить существенные факторы, которые в дальнейшем могут быть использованы для создания технического средства, потенциально обладающего требуемым комплексом эксплуатационных параметров. В табл. 1 приведены факторы, один из которых количественный - x_1 (скорость) и два качественных - x_2 (тип) и x_3 (конфигурация), различная комбинация которых оказывает влияние на параметр оптимизации У (полнота обрезки стелющихся побегов крупноплодной клюквы).

Для постановки отсеивающего эксперимента был взят насыщенный план дробного факторного эксперимента типа 2^{3-1} с количеством опытов N=4 и генерирующим соотношением $X_3=-X_1X_2$ [6]. В результате проведения эксперимента и обработки данных методами математической статистики было получено следующее уравнение регрессии первого порядка:

$$Y = 86.7 - 4.8X_1 - 2.9X_2 - 2.5X_3. (1)$$

Анализ результатов отсеивающего эксперимента позволяет сделать выводы:

а) по степени значимости на параметр оптимизации линейные эффекты в выбранном интервале варьирования располагаются следующим образом: $X_1 > X_2 > X_3 \ \, (4.8 > 2.9 > 2.5);$

б) снижение скорости движения МТА с 5.1 до 2.6 км/ч повышает количество обрезанных стелющихся побегов и, следовательно, потенциальное количество посадочного материала на 10 %;

в) использование гребенки в техническом средстве вместо расчесывающего барабана также позволяет уве-

Таблица 1. Натуральные и нормированные значения факторов технического средства для ухода за клюквенным покровом чека

	Нормированные значения				
	факторов, X_r (r = 1, 2, 3)				
Наименование факторов	$X_r = -1$	$X_r = +1$			
	Натуральные значения				
	факторов, x_r				
Скорость движения агрегата, км/ч	2.6	5.1			
Тип расчесывающего устройства	гребенка	барабан			
Конфигурация рабочих элементов	сдвоенные пру-	консоли-			
расчесывающего устройства	жинные зубья	прутки			



личить количество обрезанных стелющихся побегов на 6 %;

г) применение в качестве рабочих элементов расчесывающего устройства сдвоенных пружинных зубьев позволяет по сравнению с консолями-прутками увеличить полноту обрезки стелющихся побегов на 5 %, что ощутимо с учетом агротехнических требований на выполнение технологического процесса;

д) оптимальное сочетание значений рассмотренных факторов для достижения высокой степени обрезки стелющихся побегов (более 95 %) следующее: $x_1 \approx 2.6$ км/ч $(X_1 = -1)$; x_2 - гребенка $(X_2 = -1)$; x_3 – сдвоенные пружинные зубья $(X_3 = -1)$.

Таким образом, наилучшая конструкция технического средства для ухода за клюквенным покровом чека включает в себя расчесывающее устройство (рис. 3) в виде гребенки со сдвоенными пружинными зубьями. Для обрезки стелющихся побегов крупноплодной клюквы расчесывающее устройство поднимает их. При этом передние короткие продолжения крайних наружных витков спиралей каждой пары с

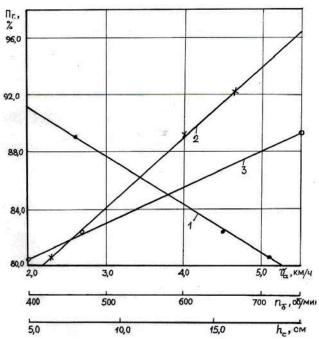


Рис. 4. Полнота обрезки (Π_e) стелющихся побегов крупноплодной клюквы в зависимости: 1 - от скорости движения МТА (v_a) (n_6 = 600 об/мин; h_c = 12 см; $\mathcal{Д}_6$ = 400 мм); 2 - частоты вращения режущего барабана (n_6) (v_a = 2.6 км/ч; h_c = 12 см; \mathcal{Q}_6 = 400 мм); 3 - высоты среза (h_c) ножевым барабаном (v_a = 2.6 км/ч; n_6 = 600 об/мин; \mathcal{Q}_6 = 400 мм)

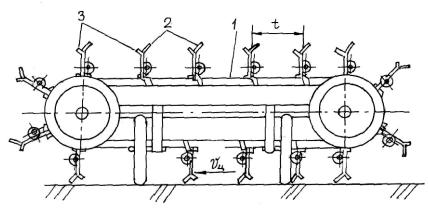


Рис. 3. Расчесывающее устройство с пружинными зубьями [5]: 1 – цепь; 2 – длинный зуб пружинной пары; 3 – короткий зуб

отгибом их концов в сторону, противоположную направлению движения бесконечной цепи $(\nu_{\rm u})$, расчёсывают верхний слой побегов клюквы, а задние длинные продолжения крайних наружных витков спиралей расчёсывают нижний, более прочный слой побегов с максимальным их захватом. На рассмотренное техническое устройство в 2009 году получен патент Республики Беларусь [5].

На втором этапе исследований была поставлена задача оптимизации технологического процесса по обрезке стелющихся побегов крупноплодной клюквы с помощью выбранного технического средства (расчесывающее устройство – гребенка со сдвоенными пружинными зубьями). Предварительные исследования и опыт эксплуатации позволили выявить существенные факторы, влияющие на полноту обрезки стелющихся побегов и снижение их повреждаемости (рис. 4), уровни и интервалы варьирования которых приведены в табл. 2.

Моделирование исследуемого объекта выполнялось с помощью многофакторного ортогонализированного уравнения регрессии второго порядка [6]:

$$Y = b_0 + \sum_{r=1}^{k} b_r X_r + \sum_{r=1}^{k} b_{rs} X_r X_s + \sum_{r=1}^{k} b_{rr} (X_r^2 - \lambda_k), (2)$$

где: $b_0 \dots b_{rr}$ — коэффициенты уравнения регрессии; $\lambda_{_L}$ — ортогонализирующий коэффициент.

Использование уравнения регрессии в такой форме позволяет произвести независимую оценку коэффициентов многофакторного уравнения регрессии и дисперсий их значимости по относительно простым формулам. Для построения уравнения регрессии в форме (2) используем ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП), который включает в себя три структурных блока:

– полный факторный эксперимент (ПФЭ) с числом опытов $N_{k0} = 2^k$;

— опыты в «звездных» точках, по 2 опыта на каждый фактор. Общее число опытов в «звездных» точках 2k, координаты которых в факторном пространстве: ($\mp \alpha_k, 0, ..., 0$); ($0, \mp \alpha_k, ..., 0$); ($0, 0, ..., \mp \alpha_k$), где α_k – звездное плечо;



Таблица 2. Наименование факторов, уровни и интервалы варьирования для
оптимизации технологического процесса по обрезке стелющихся побегов

Наименование факторов	Скорость движения МТА $v_{\rm a}$, км/ч	Частота вращения режущего барабана n_6 , об/мин	Высота среза растений $h_{\rm c}$, см
Основной уровень, $X_{r0} = 0$	3.85	545	13.7
Интервал варьирования	1.25	115	6.2
Верхний уровень, $X_r = +1$	5.10	660	19.9
Нижний уровень $X_r = -1$	2.60	430	7.5
Верхний звездный уровень $X_r = + 1.2154$	5.37	685	21.2
Нижний звездный уровень $X_r = -1.2154$	2.33	405	6.2
Формулы перевода натуральных значений факторов в нормированные и обратно	$X_1 = \frac{x_1 - 3.85}{1.25},$ $x_1 = 3.85 + 1.25X_1$	$X_2 = \frac{x_2 - 545}{115},$ $x_2 = 545 + 115X,$	$X_3 = \frac{x_3 - 13.7}{6.2},$ $x_3 = 13.7 + 6.2X_2$

- один опыт в центре плана (0, ..., 0). Общее количество опытов ОЦКП равно: $N_k = 2^k + 2k + 1$.

Величина звездного плеча α_k и ортогонализирующего коэффициента λ_k рассчитываются по формулам:

$$\alpha_{k} = \sqrt{\frac{\sqrt{N_{k} \cdot N_{k0}} - N_{k0}}{2}}, \ \lambda_{k} = \sqrt{\frac{N_{k0}}{N_{k}}}.$$
(3)

Для ОЦКП при k=3; $N_{k0}=N_{30}=8$; $N_k=N_3=15$ получаем: $\alpha_3=1.2154$; $\lambda_3=0.7303$.

В табл. 3 приведен ОЦКП для построения трехфакторного ортогонализированного уравнения регрессии второго порядка. В этой же таблице приведены суммы квадратов всех факторов, которые потребуются для расчета коэффициентов уравнения регрессии (2) и дисперсий их значимости.

В табл. 4 приведены опытные данные, полученные в

результате проведения эксперимента по плану ОЦКП, приведенного в табл. 3. Для повышения статистической достоверности математической модели каждый опыт был выполнен с числом дублей n=3. В этой же таблице приведены также рассчитанные по уравнениям (4) значения $\frac{1}{V}$

средних $Y_{_{j}}$ и дисперсий $S_{_{j}}^{^{2}}$ в каждом опыте.

$$\overline{Y_j} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_{ji}}{n}, \ S_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Y_{ji} - \overline{Y_j})^2}{n - 1}.$$
 (4)

Дисперсии всех опытов в данном эксперименте с доверительной вероятностью 95 % однородны, так как экспериментальное значение критерия Кохрена меньше критического значения $G_3 < G_{n-1-N-0.95}$:

$$G_9 = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2} = \frac{1.33}{9.00} = 0.148, \ G_{2;15;0.95} = 0.335.$$
 (5)

Таблица 3. Трехфакторный ОЦКП (k = 3)

N ₃	X_{0j}	X_{1j}	X_{2j}	X_{3j}	$X_{1j}X_{2j}$	$X_{1j}X_{3j}$	$X_{2j}X_{3j}$	X_{1j}^2 -0.7303	X_{2j}^2 -0.7303	X_{3j}^2 -0.7303
1	+	_	_	_	+	+	+	0.2697	0.2697	0.2697
2	+	+	-	_	_	-	+	0.2697	0.2697	0.2697
3	+	ı	+	_	_	+	_	0.2697	0.2697	0.2697
4	+	+	+	_	+	-	_	0.2697	0.2697	0.2697
5	+	ı	ı	+	+	-	_	0.2697	0.2697	0.2697
6	+	+	ı	+	_	+	_	0.2697	0.2697	0.2697
7	+	ı	+	+	_	-	+	0.2697	0.2697	0.2697
8	+	+	+	+	+	+	+	0.2697	0.2697	0.2697
9	+	0	0	0	0	0	0	-0.7303	-0.7303	-0.7303
10	+	-1.2154	0	0	0	0	0	0.7469	-0.7303	-0.7303
11	+	+1.2154	0	0	0	0	0	0.7469	-0.7303	-0.7303
12	+	0	-1.2154	0	0	0	0	-0.7303	0.7469	-0.7303
13	+	0	+1.2154	0	0	0	0	-0.7303	0.7469	-0.7303
14	+	0	0	-1.2154	0	0	0	-0.7303	-0.7303	0.7469
15	+	0	0	+1.2154	0	0	0	-0.7303	-0.7303	0.7469
$\sum_{j=1}^{15} X^2$	15	10.9545	10.9545	10.9545	8	8	8	4.3644	4.3644	4.3644

	Thomas is a constitution of the constitution o												
N	Y_{1j}	Y_{2j}	Y_{3j}	$\overline{Y_j}$	S_j^2	Y_j^p	$(\overline{Y_j} - Y_j^p)^2$						
1	88	86	88	87.3	1.33	87.6	0.097						
2	80	80	80	80.0	0.00	79.4	0.359						
3	93	93	92	92.7	0.33	92.6	0.006						
4	84	85	84	84.3	0.33	84.3	0.000						
5	92	90	90	90.7	1.33	90.4	0.062						
6	83	81	82	82.0	1.00	82.2	0.030						
7	93	93	92	92.7	0.33	92.5	0.018						
8	85	83	84	84.0	1.00	84.3	0.083						
9	97	96	96	96.3	0.33	96.4	0.010						
10	87	86	86	86.3	0.33	86.4	0.006						
11	87	89	87	87.7	1.33	87.9	0.077						
12	92	93	92	92.3	0.33	92.2	0.010						
13	89	89	88	88.7	0.33	88.9	0.070						
14	90	91	91	90.7	0.33	90.6	0.007						
15	95	94	94	94.3	0.33	94.1	0.075						
		$ \begin{array}{c} 15\\ \Sigma\\ j=1 \end{array} $	$S_j^2 = 9.00$	$\varphi = \sum_{j=1}^{15} \left(\frac{1}{j} \right)^{-1}$	$\overline{Y_j} - Y_j^p)^2 = 0.911$								

Таблица 5. Результаты обработки эксперимента

методами математической статистики

b	<i>b</i> ₀	<i>b</i> ₁	<i>b</i> ₂	b ₃	b ₁₂	<i>b</i> ₁₃	b ₂₃	b ₁₁	b ₂₂	<i>b</i> ₃₃
<i>D</i>	88.67	-4.12	1.77	0.68	-0.13	-0.21	-0.71	-1.78	-2.69	-2.91
$S^2(b)$	0.013	0.018	0.018	0.018	0.025	0.025	0.025	0.046	0.046	0.046
S(b)	0.115	0.135	0.135	0.135	0.158	0.158	0.158	0.214	0.214	0.214
Δb	0.24	0.28	0.28	0.28	0.32	0.32	0.32	0.44	0.44	0.44
Значимость	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1

Так как дисперсии всех опытов однородны, то дисперсия воспроизводимости рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{воспр}}^{2} = \frac{\sum_{j=1}^{N} S_{j}^{2}}{N} = \frac{9.00}{15} = 0.600,$$

$$f_{\text{воспр}} = N(n-1) = 30.$$
(6)

Коэффициенты ортогонализированного уравнения регрессии (2) и дисперсии их значимости рассчитаны по формулам [6]:

$$b_{0} = \frac{\sum_{j=1}^{N} X_{0j} Y_{j}}{\sum_{j=1}^{N} X_{0j}^{2}}; b_{r} = \frac{\sum_{j=1}^{N} X_{rj} Y_{j}}{\sum_{j=1}^{N} X_{rj}^{2}}, r = 1, ..., k;$$

$$\sum_{j=1}^{N_{k}} (X_{rj} X_{sj}) Y_{j}$$

$$A = \sum_{j=1}^{N_{k}} (X_{rj} X_{sj}) Y_{j}$$

$$A = \sum_{j=1}^{N_{k}} (X_{rj} X_{sj}) Y_{j}$$

$$b_{rs} = \frac{\sum_{j=1}^{N_k} (X_{rj} X_{sj}) \overline{Y_j}}{\sum_{j=1}^{N_k} (X_{rj} X_{sj})^2}, r = 1, ..., k - 1; \quad s = 2, ..., k ; (8)$$

$$b_{rr} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{r}} \left(X_{rj}^{2} - \lambda_{k}\right) \overline{Y}_{j}}{\sum_{j=1}^{N_{r}} \left(X_{rj}^{2} - \lambda_{k}\right)^{2}}, r = 1, ..., k.$$
(9)

$$S^{2}(b_{0}) = \frac{S_{\text{Bocrip}}^{2}}{n \sum_{j=1}^{N_{c}} X_{0j}^{2}}; S^{2}(b_{r}) = \frac{S_{\text{Bocrip}}^{2}}{n \sum_{j=1}^{N_{c}} X_{rj}^{2}}, r = 1, ..., k; (10)$$

$$S^{2}(b_{rs}) = \frac{S_{\text{востр}}^{2}}{n \sum_{j=1}^{N} (X_{rj} X_{sj})^{2}}, r = 1, ..., k - 1; s = 2, ..., k; (11)$$

$$S^{2}(b_{rr}) = \frac{S_{\text{BOCIIIP}}^{2}}{n\sum_{j=1}^{N} \left(X_{rj}^{2} - \lambda_{k}\right)^{2}}, \quad r = 1, \dots, k.$$
 (12)

Доверительные интервалы регрессионных коэффициентов рассчитаны по формуле:

$$\Delta b = t_{N_k(n-1), p} \cdot S(b), \tag{13}$$



где $t_{N_k(n-1),\,0.95}$ - критическое значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы $f_{\rm воспр}=N(n-1)$ и доверительной вероятности 95%; $t_{30,\,0.95}=2.042.$

Коэффициент уравнения регрессии (2) с доверительной вероятностью 95 % считался значимым, если выполнялось следующее неравенство:

$$\Delta b < |b|. \tag{14}$$

В табл. 5 приведены рассчитанные коэффициенты уравнения регрессии (2), дисперсии их значимости, а также доверительные интервалы регрессионных коэффициентов.

Анализ результатов обработки экспериментальных данных показывает, что регрессионные коэффициенты b_{12} и b_{13} незначимы и поэтому искомое уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = 88.67 - 4.12X_{1} + 1.77X_{2} + 0.68X_{3} -$$

$$-0.71X_{2}X_{3} - 1.78(X_{1}^{2} - 0.73)^{2} -$$

$$-2.69(X_{2}^{2} - 0.73)^{2} - 2.91(X_{3}^{2} - 0.73)^{2}.$$
 (15)

Дисперсия адекватности, используя данные таблиц 4 и 5, рассчитывалась по формуле:

$$S_{\rm a, I}^2 = \frac{n \phi}{N_k - B} = \frac{3 \cdot 0.911}{15 - 8} = 0.390 \,,$$

$$f = N - B = 15 - 8 = 7 \,, \tag{16}$$
 где
$$\phi = \sum_{j=1}^{N_k} \left(\overline{Y}_j - Y_j^p\right)^2 \quad \text{- остаточная сумма}$$

квадратов (табл. 4); Y_j^P - значение параметра Y, рассчитанное по ортогонализированному уравнению регрессии второго порядка (2) (табл. 4); B — число значимых коэффициентов многофакторного уравнения регрессии второго порядка (B = 8, табл. 5).

Полученное уравнение регрессии с доверительной вероятностью 95% адекватно, так как экспериментальное значение критерия Фишера меньше критического значения $F_9 < F_{N_{\nu}(n-1);\,N-B;\,0.95}$:

$$F_{_{9}} = \frac{S_{_{\text{воспр}}}^{2}}{S_{_{\text{ад}}}^{2}} = \frac{0.600}{0.390} = 1.538$$
, так как (17) $S_{_{\text{воспр}}}^{2} > S_{_{\text{ад}}}^{2}; F_{_{30;7;0.95}} = 3.376.$

Так как все регрессионные коэффициенты при квадратичных членах меньше нуля, то уравнение регрессии (15) имеет абсолютный максимум. Приравнивая частные производные параметра Y к нулю, найдем оптимальные значения факторов X_1 , X_2 , X_3 , при которых $Y = Y_{\rm max} = 96.7 \%$:

$$X_{_{1\,\mathrm{ont}}} = -1.174; \quad X_{_{2\,\mathrm{ont}}} = 0.340; \quad X_{_{\,\mathrm{ont}}} = 0.117$$
 . (18)

Перевод нормированных оптимальных значений факторов в натуральные по формулам, приведенным в табл. 2, дает следующие результаты:

$$x_{1 \text{ опт}} = v_{\text{а опт}} = 2.37 \text{ км/ч};$$
 $x_{2 \text{ опт}} = n_{6 \text{ опт}} = 584 \text{ об/мин};$
 $x_{3 \text{ опт}} = h_{\text{с опт}} = 14.4 \text{ см}.$

Абсолютная погрешность параметра $Y(X_1, ..., X_k)$, рассчитанного по ортогонализированному многофакторному уравнению регрессии второго порядка (2), определяется по формуле:

$$\Delta Y = t_{N_k (n-1); 0.95} \begin{cases} S^2(b_0) + S^2(b_1) \sum_{r=1}^k X_r^2 + \\ + S^2(b_{12}) \sum_{r=1, r < s}^k (X_r X_s)^2 + \\ + S^2(b_{11}) \sum_{r=1}^k (X_r^2 - \lambda_k)^2 & = \end{cases}$$
(20)

Подставляя в уравнение (20) данные уравнений (13), (18) и табл. 5, получаем, что предельная абсолютная погрешность $Y_{\rm max}$ по данным настоящего эксперимента, равна $\Delta Y_{\rm max}=0.7\%$.

Таким образом, полученная математическая модель позволяет найти не только оптимальные значения факторов, при которых достигается максимальное значение полноты обрезки стелющихся побегов клюквы, но и абсолютную погрешность этой величины: $Y_{\rm max} = (96.7 \pm 0.7)\%$.

Заключение

Разработана математическая модель технологического процесса ухода за клюквенным покровом чека промышленной плантации. Установлено, что при соблюдении агротехнических требований на выполнение процесса, максимальная полнота обрезки стелющихся побегов крупноплодной клюквы (96,7%) достигается при скорости движения машинно-тракторного агрегата - 2.37 км/ч, частоте вращения режущего барабана технического средства - 584 об/мин и высоте среза - 14.4 см. Срезанные стелющиеся побеги можно использовать как посадочный материал для восстановления существующих или закладки новых чеков.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Черкасов, А.Ф. Основы технологии и агротехники плантационного возделывания клюквы / А.Ф. Черкасов. М.: Астрель, 2001. 307 с.
- 2. Клюква крупноплодная в Белоруссии / Е.А. Сидорович [и др.]. Минск: Наука и техника, 1987. 238с.



- 3. Мисун, Л.В. Научные и технологические основы производства крупноплодной клюквы / Л.В. Мисун. – Минск: «Хата», 1995. – 135 с.
- 4. Хедер для расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквы: пат. 5190 Респ. Беларусь, МПК(2006) А 01Д 46/24 / Л.В. Мисун [и др.]; заявитель Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. – № и20080741; заявл. 30.09.2008; опубл. 05.01.2009 // Афіцыйны. бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 2. – C. 151 – 152.
- 5. Устройство для расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквы: пат. 5950 Респ. Беларусь, МПК(2009) А 01Д 46/00/ Л.В. Мисун [и др.]; заявитель Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. - № и20090484; заявл. 10.06.2009; опубл. 28.02.2010 // Афіцыйны. бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2010. -№ 1. – C. 143.
- 6. Леонов, А.Н. Основы научных исследований и моделирования / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис. -Минск: БГАТУ, 2010. – 276 с.

Оборудование для воздушного отопления крупногабаритных производственных помешений на местных видах топлива



Предназначено для сжигания древесных отходов (щепа, опилки, стружка, дроблённая кора и др.) с целью получения тепловой энергии для отопления и горячего водоснабжения крупногабаритных помещений.

Оборудование может быть применено в стационарных котельных во всех электрифицированных зонах с питанием от сети переменного тока напряжением 380/220 В с частотой 50 Гц.

Основные технические данные

250 кВт Теплопроизводительность 90% КПД Температура воды на входе 40°C 95°C на выходе Рабочее давление воды 0,4 МПа

 $7 \text{ m}^3 / \text{q}$ Расход воды Топливо древесные отходы (щепа, опилки,

стружка, дроблённая кора)

Температура отходящих дымовых газов 90... 110°C 900 кг Масса теплообменника Масса газогенератора 1000 кг Расход топлива 70 кг/час Температура в активном слое колосниковой решетки

Температура факела в жаровой трубе Температура отходящих дымовых газов

Температура воздуха при выходе из теплообменника

500-600 °C 1000-1150 °C 90-110 °C 65-75 °C

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства

УДК 631.589

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.01.2010

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ

Л.С. Герасимович, докт. техн. наук, профессор, академик НАН Беларуси, Л.А. Веремейчик, докт. с.-х. наук, профессор, А.В. Попов, канд. с.-х. наук (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы изменения агрохимических свойств минеральных субстратов из аглопорита, керамзита и перлита при пятилетнем выращивании томатов в гидропонных теплицах.

The questions of changes of agrochemical property of mineral substrates from agloporit, keramzit, perlit after five years cultivation of tomatoes in hydroponic greenhouses are considered in the article.

Введение

Современное тепличное овощеводство реализует гидропонные технологии, предусматривающие выращивание растений без почвы. Одной из особенностей беспочвенного выращивания растений является применение минеральных субстратов, помещенных в небольшие емкости. Выбор корнеобитаемой среды для растений, выращиваемых в малообъемной гидропонике, определяется комплексом показателей, включающих технологические и эксплуатационные свойства материала, а также его стоимость.

Известно, что корнеобитаемые среды в ходе эксплуатации подвергаются изменениям. Процессы трансформации субстратов происходят под влиянием комплекса факторов, включающих воздействие корневых систем растений, микроорганизмов, сорбцию и десорбцию элементов в ходе взаимодействия с питательным раствором, накопление органического вещества.

В настоящее время большинство тепличных комбинатов республики в качестве субстрата используют минеральную вату импортного производства, основными недостатками которой являются высокая стоимость, приобретение за рубежом за счет валютных средств, ограниченный период эксплуатации (до 2-х лет) и сложность утилизации отработанной минеральной ваты.

Цель проводимых исследований – изучить изменения агрохимических свойств субстратов отечественного производства на основе аглопорита, керамзита и перлита при длительном использовании для выращивания томатов.

Основная часть

В малообъемной технологии возделывания сельскохозяйственных культур к числу наиболее важных относится проблема выявления условий формирования высокой продуктивности растений. При этом одно из ведущих мест, вследствие их огромной значи-

мости, отводится исследованию агрохимических свойств корнеобитаемых сред.

Для питания томатов, возделываемых на минеральных субстратах, применяется уравновешенный питательный раствор. При его подаче он практически сразу же соприкасается с твердой фазой субстрата и корневой системой растений. В результате этого равновесие питательного раствора нарушается за счет процессов эквивалентного обмена катионов раствора и коллоидных частиц субстрата, что и оказывает влияние на динамику агрохимических свойств корнеобитаемой среды.

Сумма обменных оснований субстратов представлена обменно-поглощенными катионами кальция, магния и натрия. Состав поглощенных оснований оказывает влияние на действие питательного раствора, состояние самого поглощающего комплекса субстратов.

Влияние поглощенных оснований на свойства корнеобитаемых сред зависит от состава субстратов, поглощенных катионов, содержания в них органического вещества, отношения кремнезема к полуторным окислам и других факторов. Питательным раствором можно регулировать состав поглощенных катионов, при этом следует учитывать емкость катионного обмена (ЕКО) [1].

В целом обменно-поглощенные катионы представляют собой надежный резерв питательных элементов для растений. Обменные реакции между питательным раствором и самой активной коллоидной частью субстрата происходят благодаря наличию в нем растворимых солей и электролитов. Электролитом служит угольная кислота, а также другие органические и минеральные кислоты, выделяемые микроорганизмами и корнями растений, появляющимися в субстратах по мере их длительного использования.

Изучение процессов трансформации минеральных субстратов, использовавшихся для выращивания томатов по малообъемной технологии в сооружениях защищенного грунта, осуществлялось в период с 2000



по 2004 гг. В разных субстратах сумма поглощенных оснований, а, следовательно, и емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями несколько различаются (рис. 1).

В субстрате из керамзита отмечается более высокая по сравнению с другими корнеобитаемыми средами емкость катионного обмена (более 14 мэкв/100 г материала) и степень насыщенности основаниями (98 %), что объясняется природой данного материала, образованного из карбонатных глин.

Первоначально примерно одинаковые величины этих показателей получены в аглопорите и перлите. Но емкость катионного обмена и сумма поглощенных оснований в них примерно в два раза ниже, чем в керамзите, причем степень насыщенности основаниями у них также на 5-6 % меньше.

По мере использования субстрата из керамзита в его коллоидной фракции отмечается тенденция незначительного снижения суммы поглощенных оснований и емкости катионного обмена за исключением второго года использования, когда эти величины были несколько выше первоначальных. Степень насыщенности основаниями остается достаточно высокой в течение пяти лет. Следует отметить стабильность данных показателей для керамзита.

При использовании субстрата из аглопорита сумма поглощенных оснований, емкость катионного обмена также уменьшаются, но по сравнению с керамзитом это происходит более резко. Так, в течение пяти лет использования эти показатели снизились более чем в 5 раз. Отмечается тенденция снижения и степени насыщенности основаниями с 95 до 66 % (2004 г.).

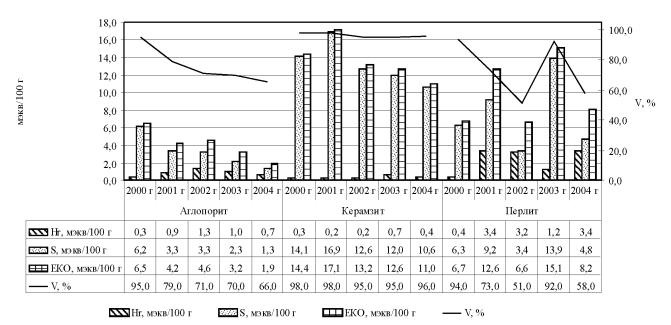
В перлитовом субстрате не установлено четкой закономерности по изменению этих показателей. С течением времени они попеременно то возрастали, то убывали, причем интервал таких изменений равен одному году. Возможно, в данном субстрате происходило защемление катионов в межплоскостных промежутках кристаллической решетки и их блокирование в необменной форме.

Емкость катионного обмена показывает, сколько данный материал содержит в поглощенном состоянии катионов, способных к обмену на катионы раствора. Емкость катионного обмена в корнеобитаемой среде, равно как и в почве, определяется рядом факторов: содержанием высокодисперсных частиц; химическим и минералогическим составом коллоидов; реакцией среды (величиной рН). Она характеризует количество коллоидов, их состав и поглотительную способность материала [1].

Известно, что емкость поглощения катионов у глинистых почв выше, чем у песчаных, у черноземов выше, чем у дерново-подзолистых [2].

Высокая ЕКО в почвах черноземного типа обусловлена как повышенным содержанием в них тонкодисперсной фракции с большой долей органических веществ в составе, так и преобладанием среди минералов глин монтмориллонита с высоким соотношением SiO_2 :(Al_2O_3 + Fe_2O_3).

Еще в большей степени проявляются основные (базоидные) свойства у свободных, не связанных с кремнекислотой, полуторных окислов алюминия и железа, которые в кислой среде реагируют как основания [3, 4].



^{*} Примечание. Hr – гидролитическая кислотность; S – сумма обменных оснований; ЕКО – емкость катионного обмена; V – степень насыщенности основаниями.

Рис. 1. Изменение агрохимических показателей по мере использования минеральных субстратов



В результате наших исследований установлено, что наибольшее соотношение SiO_2 :($Al_2O_3+Fe_2O_3$) (рис. 2) характерно для субстратов из аглопорита и

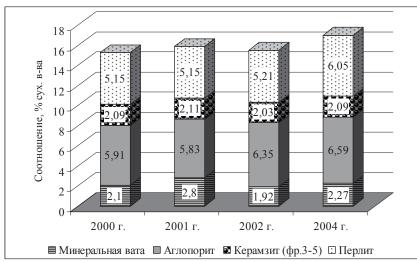


Рис. 2. Изменение соотношения химических элементов в зависимости от сроков эксплуатации минеральных субстратов

перлита. Причем по мере использования данных корнеобитаемых сред отмечается постепенное увеличение данного показателя. Так, в аглопорите с 5,91 (2000 г.) оно увеличивается за пять лет до 6,59, в перлите, соответственно, с 5,15 до 6,05. В керамзите это соотношение практически не меняется и остается стабильным в течение пяти лет. В минеральной вате этот показатель близок по значению к керамзиту. Поскольку субстрат из минеральной ваты использовался не более двух лет, сделать длительный прогноз не представляется возможным.

Однако по результатам полученных данных, наибольшая величина ЕКО характерна для субстрата из керамзита, которая постепенно снижается по мере использования субстрата. В субстрате из аглопорита она резко снижается с 6,48 (2000 г.) до 1,93 мэкв/100 г субстрата (2004 г.). В перлитовом субстрате эта величина колеблется примерно в два раза через год исследований.

Эти данные отличаются от результатов, характерных для почв. Вероятно, на емкость катионного обмена большее влияние мог оказать применяемый питательный раствор, который претерпевал изменения, в том числе и величины рН при контакте с твердой фазой субстратов и имеющейся в них биотой, которая способствовала разрушению минералов и образованию коллоидной фракции [5].

Заключение

Анализ полученных данных показывает, что емкость катионного обмена субстрата из керамзита близка по значению к глинистым почвам и варьирует в пределах от 11 до 17 мэкв/100 г материала, что связано со строением кристаллической решетки. Первоначально близкие по величине данные емкости катионного обме-

на получены в субстратах из аглопорита и перлита, которые оказались почти в два раза ниже, чем в керамзите. По значению эти показатели можно приравнять к дер-

ново-подзолистым песчаным почвам, отличающимся незначительной емкостью катионного обмена. Поскольку подача питательного раствора для растений, возделываемых по малообъемной технологии, происходит очень часто, вероятно этот показатель не должен оказывать существенного влияния на усвоение элементов питания корневой системой томатов из данных субстратов.

Комплексное исследование минеральных субстратов, используемых для выращивания томатов, и статистически обоснованные данные позволили установить следующие закономерности их трансформации при орошении питательным раствором. Все процессы, происходящие в корнеобитаемых средах, сходны с изменениями, происходящими в почве. Ускоряются необратимые процессы

(разрушение и физическое дробление минералов, миграция органического вещества и глинистых минералов), а также противоположно направленные взаимосвязанные процессы (оструктуриваниедеструктуризация, засоление-рассоление и др.), что приводит к изменению условий роста растений на данных субстратах. Трансформация субстратов увеличивается в процессе длительности их использования и обусловлена разной степенью и скоростью изменений различных материалов, о чем свидетельствуют различия свойств субстратов и продуктивность, выращиваемых на них томатов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Почвоведение: учеб. для студентов высш. с.-х. учеб. заведений / И.С. Кауричев [и др.]; под общ. ред. И.С. Кауричева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1982. 496 с.
- 2. Михнев, В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В.Г. Михнев, Е.Х. Ремпе. М.: Росагропромиздат, 1990. 206 с.
- 3. Муха, В.Д. Агропочвоведение: учеб. для студентов высш. учеб. заведений по агроном. специальностям / В.Д. Муха. М.: Колос, 2003. 528 с.
- 4. Афендулов, К.П. Удобрения под планируемый урожай / К.П. Афендулов, А.И. Лаптухова. М.: Колос, 1973. 240 с.
- 5. Научные основы питания томатов на минеральных субстратах: монография/ Л.А. Веремейчик, Л.С. Герасимович; под ред. акад. Л.С. Герасимовича. Мн: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2005. 232 с.

УДК 631.363

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 21.01.2010

ОТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАЛИЙНО-НАТРИЕВОГО ГЛИНИСТОГО **УДОБРЕНИЯ**

А.В. Новиков, канд. техн. наук, доцент, Л.Г. Шейко, канд. с.- х. наук, доцент, Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Представлены результаты исследований по влиянию комплексного калийно-натриевого глинистого удобрения на урожай и качество сахарной свеклы. Установлены оптимальные дозы и сроки внесения удобрения.

The results of researches on influence of complex potassium-sodium clay fertilizers on yields and quality of a sugar beet are presented. Optimal doses and terms of an application of fertilizers are settled.

Введение

Чтобы повысить конкурентоспособность свеклосахарного комплекса, необходимо прежде всего повысить урожайность и улучшить качество сахарной свеклы до действительно возможного уровня, обеспечиваемого почвенно-климатическими условиями и агрохимикатами. Необходимы разработка и внедрение различных приёмов технологии возделывания сахарной свеклы, которые позволили бы существенно сократить расход материально-технических ресурсов и энергоносителей, не снижая урожая.

Качество сырья - стержень свеклосахарного производства. От него зависят все показатели работы сахарорафинадных комбинатов: потери, выход, качество и себестоимость сахара.

Проведенные исследования свидетельствуют, что одним из приемов повышения урожайности и сахаристости сахарной свеклы является применение комплексного калийно-натриевого глинистого удобрения (ККНГУ). Натрий, калий и микроэлементы (в составе галопелита), содержащиеся в этом удобрении, влияют на обмен веществ, участвуют в сахарообразовании и оказывают положительное влияние на качество продукции.

Основная часть

При изучении калийных отложений Старобинского месторождения, еще на стадии разведки, в составе руд были выявлены такие микроэлементы как бор, медь, марганец, цинк, железо и др., а также отмечена их зависимость от содержания в руде галопелита, который при производстве высококонцентрированного хлористого калия идет в отход и складируется в солеотвалы. Чтобы предотвратить большие потери микроэлементов при производстве калийных удобрений, часть калийной руды после стадии дробления испытывали при выращивании сахарной свеклы.

В 2006-2009гг. проводились исследования на учебно-опытных полях БГАТУ в п. Боровляны Минского района.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая, связносупесчаная, развивающаяся на супесях, подстилаемых с глубины 80 см рыхлыми песками. Агрохимическая характеристика почвы за годы исследований приведена в табл. 1.

Агротехника возделывания сахарной свеклы общепринятая для данной зоны. Калийно-натриевые глинистые удобрения были внесены осенью. В полевых опытах выращивали гибрид сахарной свеклы «Каньйон».

В период вегетации вели наблюдения и уход за посевами. Уборка урожая проводилась поделяночно. Анализ качества корнеплодов проводился в лаборатории Слуцкого сахарорафинадного комбината. Проведена математическая обработка результатов исследований. Предшественник – ячмень. После уборки ячменя при достижении сорняками 10-15 см проводили обработку поля гербицидом «Раундап» - 3 л/га. Через 12 дней после опрыскивания были внесены калийные удобрения и проведена зяблевая вспашка оборотным плугом. Ранней весной проводилась культивация для закрытия влаги. Были внесены фосфорные и азотные удобрения и проведена предпосевная культивация. Органические удобрения под сахарную

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы

рН	Гумус,		Содержание в почве подвижных форм, мг/кг								
в КСІ	%	P ₂ O ₅	K₂O	CaO	MgO	CI	В	Cu	Zn	NO ₃	
6,12-6,85	2,06-2,37	95-187	168-226	620-1100	88-304	14,0-24,8	0,21-0,76	1,4-2,5	5,0-6,4	37-60	



Таблица 2. Урожай сахарной свеклы

Варианты опыта	Урожай,		Прибавка				
	ц/га	к кон	к контролю		к фону		
		ц/га	%	ц/га	%		
1. Контроль (без удобрений)	480	-	-	-	-	72,8	
2. N ₁₅₀ P ₁₂₀ - фон (весной)	553	73	15	-	-	72,1	
3. Фон (весной) +K ₁₅₀ (КСІ) осенью	677	197	41	124	22	109,4	
4. Фон (весной) +К ₁₅₀ (КНГУ) осенью	726	246	51	173	31	118,8	
5. Фон (весной) +K ₃₀₀ (КСІ) осенью	830	350	72	277	50	125,5	
6. Фон (весной) +К ₃₀₀ (КНГУ) осенью	866	386	80	313	56	132,8	

33

HCP_{0.95} ц/га

свеклу не вносились. Из фосфорных удобрений применяли суперфосфат аммонизированный, из азотных – мочевину. Общим фоном под предпосевную культивацию было внесено по 3 ц/га комплексного удобрения для сахарной свеклы.

Применялась послевсходовая система обработки посевов против сорняков. Учитывая видовой состав сорняков, были подобраны оптимальные комбинации, нормы и сроки применения гербицидов. В качестве послевсходовых гербицидов использовали следующие препараты: «Бетанал эксперт ОФ», 22% к.э.; «Бетарен эеспресс АМ», 18% к.э.; «Карибу», 50% с.п.; «Лонтрел, 300», 30% в.р.; «Арамо, 5 0», 5% к.э.

За период вегетации было проведено три обработки против сорняков.

Первая обработка проводилась баковой смесью «Бетанал» 1,25 л/га + «Карибу» 30 г/га + борная кислота В 1,3 кг/га. Вторая обработка проводилась смесью «Бетанал» 1,5 л/га + «Лонтрел» 0,4 л/га + «Арамо» 2 л/га + В 2 кг/га.

Третья обработка против сорняков проводилась «Бетареном» в дозе 2 л/га. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га.

Уборка корнеплодов проводилась в октябре. Учет урожая – поделяночный с последующим взвешиванием корнеплодов.

Проводилась оценка сравнительной эффективности калийно-натриевого глинистого удобрения и стандартного хлористого калия при выращивании сахарной свеклы.

Урожай сахарной свеклы без применения удобрений составил 480 ц/га (табл. 2). На почвах с содержанием подвижного калия 168-226 мг на 1кг почвы внесение весной под культивацию 3,3 ц/га карбамида и 4 ц/га аммонизированного суперфосфата ($N_{150}P_{120}$)

позволило дополнительно получить 73 ц/га корней сахарной свеклы.

Недостаток калия и натрия в этом случае сказался на качестве продукции. Добыча сахара из корнеплодов уменьшилась на 6,07%. При этом больше всего свеклы (7,7 ц корнеплодов) требовалось для производства 1 ц сахара (табл. 3).

Использование традиционного калийного удобрения – хлористого калия в дозе 150 кг/га совместно с азотно-фосфорными удобрениями повысило урожай на 41 % по отношению к контролю, за счет калия в КСІ получено 22 % урожая (табл. 2).

Внесение такого же количества калия по действующему веществу, но в форме ККНГУ (комплексного калийно-натриевого глинистого удобрения) позволило дополнительно с каждого гектара собрать по 49 ц/га корней, а выход сахара увеличить на 9,4 ц/га.

Повышение дозы калия до 300 кг/га д.в. при применении КНГУ привело к заметному росту урожая, он достиг 866 ц/га. Выход сахара из корней при этом составил 132,8 ц/га. Для производства 1 ц сахара требовалось 6,3 ц сахарной свеклы (табл. 3). Это связано, в первую очередь, с положительным действием натрия, который оказывает влияние на отток углеводов из листьев в корни, в результате чего значительно повысился не только урожай, но и улучшилось его качество. Специфический состав сильвинитовых руд способствовал получению более качественной продукции.

Заключение

Применение комплексного калийно-натриевого глинистого удобрения на легких почвах является эффективным технологическим приёмом. Выход сахара увеличивался на 7,3-9,4 ц/га по сравнению с исполь-

Таблица 3. Качественные и технологические показатели сахарной свеклы

№ вари	Сахарис-		Калий	Натрий	α-аминный азот	Щелочность,		Добыча, %	Потери сахара в	Требует- ся свек-
анта		ММ	оль/100г (свеклы	%	caxapa, %	11 /	мелассе, %	лы на 1ц сахара, ц	
1	17.43	5,08	1,20	4.23	1.48	15.17	87,02	2,26	6,6	
2	16,11	4,40	1,23	4,89	0,97	13,04	80,95	3,07	7,7	
3	18,33	5,02	1,21	3,39	1,84	16,16	88,19	2,17	6,2	
4	18,48	5,09	1,64	1,10	6,14	16,36	88,52	2,12	6,1	
5	17,85	6,49	1,65	2,07	3,93	15,12	84,89	2,70	6,6	
6	18,12	5,42	1,79	2,01	3,17	15,34	87,43	2,28	6,3	



зованием хлористого калия в тех же дозах.

Наиболее благоприятное время для внесения ККНГУ – осенью под вспашку. В этом случае к весне большая часть хлора вымывается в нижние горизонты и не оказывает отрицательного воздействия на проростки.

Использование части добываемой калийной руды в виде комплексного калийно-натриевого глинистого удобрения при выращивании сахарной свеклы позволит:

- частично снизить остроту проблемы шламовых отходов;
- улучшить структуру и плодородие легких почв;
 - получить более качественную продукцию;

• снизить финансовые средства на производство хлористого калия, поставляемого на внутренний рынок.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Красюк, Н.А. Современные технологии производства и использования сахарной свеклы/ Н.А. Красюк. Мн.: Амалфея, 2008. 512с.
- 2. Технология повышения плодородия легких почв на основе применения удобрений, мелиорантов и промежуточных культур/ Г.В. Пироговская [и др.] . Мн., 2006. 40 с.
- 3. Сахарная свекла/ Д. Шпаар [и др.]. Мн.: ЧУП «Орех», 2004. 326с.

УДК 502.1

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 7.12.2009

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПИТАНИИ, ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ И КАК СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЖИВОТНЫХ

В.И. Сапего, докт. с.-х. наук, профессор, Н.А. Иевлев, студент (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены научные и научно-хозяйственные исследования по биологической активности и действию микроэлементов на организм животных. Исследования влияния микроэлементов на молодняк молочного периода показало, что дополнительное введение в основной рацион молодняка молочного и откормочного периодов комплексонатов железа, цинка, меди и кобальта, синтезированных сотрудниками НИИ ПФП БГУ, способствовало увеличению в опытных группах среднесуточного прироста молодняка на 10-25% по сравнению с контрольными. Заболеваний молодняка незаразными болезнями в опытных группах не регистрировалось.

Scientific and economic-scientific researches on biological activity of microelements on animal organism are examined. The researches of the microelements influence on saplings have shown that additional iron, zinc, copper and cobalt supply in a basic ration of saplings promoted the 10-25% growth of average acceleration of sapling compared with control numbers. The researches were held by the staff of BSU. The non-contagious illnesses of sapling were not registered.

Введение

Биогенные микроэлементы известны человеку давно, но многие из них изучены недостаточно как в биологическом, так и в физиологическом отношении. В то же время установлено, что в биогенном значении в порядке изученности и содержания их в кормах чередуются следующие микроэлементы: железо, марганец, цинк, медь, кобальт, йод, селен и другие малоизученные микроэлементы. На долю этих микроэлементов в кормах приходится 1-1,5 % от общего количества минеральных элементов в рационах. Мало изучены в кормах такие микроэлементы, как никель, вольфрам, молибден и некоторые другие, но они в разных количествах содержатся в кормах и теле животных[1, 2, 4, 6, 8].

Микроэлементы участвуют в обмене веществ в организме животных и человека, нормализуют работу внутренних органов (сердце, легкие, сосуды, печень и др.). Они обязательны в нормализации клеточного обмена и особенно в регуляции проницаемости клеточных мембран.

В статье приводятся результаты собственных исследований при скармливании препарата «Тетрастим» поросятам молочного периода, поросятам-отъемышам и телятам молочного периода выращивания. «Тетрастим» — это смесь комплексонатов железа, меди, цинка и кобальта в определенных дозах и соотношениях. При этом установлено, что молодняк поросят и телят в опытных группах лучше рос и развивался, меньше болел по сравнению с молодняком контрольных групп.

В мясе поросят, получавших в рационе минеральные добавки, содержалось достаточное количество микроэлементов, позволяющее отнести мясо к первой и высшей категории. [2, 5, 9, 11].

Основная часть

Микроэлементы необходимы для нормализации всасывания питательных веществ в желудочнокишечном тракте. В настоящее время расшифрована их необходимость в нормальном обмене воды, жира, белка и других видов обмена. Они являются важным



составным элементом в создании и укреплении защитных сил организма и общего иммунитета от заразных и незаразных заболеваний животных и человека. Учитывая многообразие действия микроэлементов в биологии, авторы публикации изучали роль и значение в жизнедеятельности животных таких микроэлементов, как цинк, железо, медь, кобальт, селен, бром, йод.

Применяя комплексонаты микроэлементов йода, меди, кобальта и селена при выращивании и откорме телят молочного периода до четырехмесячного возраста, установили, что телята опытных групп росли и развивались лучше, чем контрольные животные. Состояние здоровья телят в опытных группах было более устойчивым, чем в контрольных. Животные меньше болели незаразными болезнями. Среднесуточные приросты телят в опытной группе были на 10-17 % выше, чем в контрольной. Такие же показатели отмечены в группах бычков на выращивании и откорме, где среднесуточные приросты в опытных группах были на 15-25 % выше, чем в контрольных группах.

Применение вышеуказанной минеральной добавки, названной авторами «Тетрастим», позволило поросятам подсосного периода и поросятамотьемышам в опытных группах получать среднесуточные приросты на 15-23 % выше, чем в контрольных. Поросята в опытных группах меньше страдали от незаразных болезней, активнее поедали корм, лучше росли и развивались [3, 5, 7, 11].

Чтобы более полно понимать значение микроэлементов в жизни и развитии животных, необходимо знать о них основное, как о биогенных элементах, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма. В связи с этим авторы считают необходимым продолжить изучение влияния некоторых микроэлементов, особенно в различных их сочетаниях и дозах.

Железо регулирует уровень гемоглобина, особенно у новорожденных поросят. Без него невозможен синтез гемоглобина. Уровень железа в сухом корме для подсосных свиноматок равен 100 мг/кг, для остальных свиней — 70-80 мг/кг в сутки. Наиболее рациональное применение железа в виде инъекций внутримышечно в область шеи или в мускулатуру задних конечностей. Поросятам в течение первых 3-х дней жизни необходимо ввести 200 мг декстрана железа. В 3-4-недельном возрасте инъекцию следует повторить. Железо необходимо всем видам животных, особенно молодняку, так как в молоке железа очень мало. В наших опытах железо скармливалось в комплексе с медью, цинком и кобальтом, вследствие чего оно лучше усваивалось.

Железо также стимулирует кроветворение в организме, о чем свидетельствовало более высокое содержание гемоглобина в крови опытной группы телят.

Цинк, включенный авторами в состав «Тетрастима», является структурным компонентом многих ферментов. В качестве неспецифического катиона он активизирует работу ферментов кишечного сока, активно влияет на рост и развитие организма, костеобразование, кроветворение, обмен нуклеиновых кислот, белков и углеводов. При недостатке цинка в

организме часто наблюдается первичный дефект биохимического синтеза РНК и ДНК, который быстро устраняется при введении в рацион животных цинка. Цинк наряду с другими микроэлементами принимает участие в регулировании процессов воспроизводства через функцию гипофиза [5, 9, 10].

Медь в соединении с белками входит в состав ряда ферментов, которые способствуют нормальному росту и развитию организма. Ферменты играют важную роль в окислительно-восстановительных процессах, катализируя отдельные этапы тканевого дыхания, повышают переваримость белков, процессы биосинтеза белков крови и мышц. Медь также оказывает благоприятное воздействие на биосинтез жира молока и нормальную жизнедеятельность микрофлоры преджелудков.

Кобальт способствует лучшему усвоению азота, повышенному синтезу белков. Положительно действует на углеводный и минеральный обмен, накопление в организме витаминов A, C, E, B. Микроорганизмы рубца в присутствии кобальта лучше синтезируют витамин B_{12} , составным элементом которого он является. При недостатке кобальта животные худеют, бледнеют видимые слизистые оболочки, повышается смертность молодняка [1, 5, 6, 9].

Селен высокотоксичный элемент, неорганические соединения которого более ядовиты, чем органические. Он может компенсировать недостаток в рационе витамина Е. В микроколичествах он находится во всех тканях животных. Его применяют при заболеваниях печени, беломышечной болезни, экссудативном диатезе у цыплят. В биогеохимических зонах, недостаточных по селену, добавка в рацион солей с селеном стимулирует рост и развитие животных [1, 5, 9].

В исследованиях, проведенных в КУСХП «Лучеса» Витебского района, при выращивании поросят подсосного периода с семидневного возраста и до отъема от свиноматок в 45 дней применялись комплексонаты микроэлементов железа, меди, цинка и кобальта. В сравнении с такими же дозами импортных микроэлементов среднесуточные приросты в опытных группах были на 16,4% выше, чем у контрольных животных, получивших импортные микроэлементы. Поросята опытных групп не только лучше росли и развивались, но были более активными, лучше потребляли корм. Авторы делают вывод о целесообразности скармливания поросятам микроэлементов в виде комплексонатов отечественного производства [3, 4].

В СПК «Щомыслица» Минского района белковоминеральная добавка «Тетрастим», состоящая из костной муки и комплексонатов железа, меди, цинка и кобальта, скармливалась поросятам-отъемышам в течение 75 дней. Контрольной группе поросят скармливали основной рацион. При определении среднесуточных приростов установлено, что в опытных группах он был на 17-21,7% выше, чем в контрольных.

Поросята опытных групп хорошо потребляли корм, были активными, подвижными, не болели незаразными болезнями, имели бледно-розовый цвет видимых слизистых оболочек и кожи.



Гематологические показатели свидетельствовали о том, что у поросят опытной группы были более высокие уровни альбуминовой и глобулиновой активности сыворотки крови, отличались повышенным содержанием гемоглобина и витаминов по сравнению с показателями крови у поросят контрольных групп.

Убой поросят на мясокомбинате и исследование мяса в лаборатории показали, что количество железа в нем составило 5,6 мг/кг, цинка — 4,6 мг/кг, меди — 1,2 мг/кг, кобальта — 0,3 мг/кг. Эти результаты исследований указывают на биологически обоснованное содержание этих элементов в мясе и отсутствие токсических уровней накопления используемых микроэлементов в кормах.

«Тетрастим» применялся также при выращивании телят до четырехмесячного возраста в СПК «Зазерка» Пуховичского района Минской области. При этом установлено, что комплексонаты железа, меди, цинка и кобальта, синтезированные сотрудниками НИИ ПФП БГУ, не оказывают токсического действия на организм лабораторных и сельскохозяйственных животных. Вместе с тем скармливание «Тетрастима» телятам молочного периода позволило получать дополнительно 10,4-20% прироста в опытных группах телят по сравнению с контрольными, которые получали пойло без добавок микроэлементов. Заболеваний телят незаразными болезнями в опытных группах не было зарегистрировано, в контрольной - двое телят переболели легкой формой бронхопневмонии и один – гастроэнтеритом [5, 6, 7, 9].

Заключение

Применение микроэлементов в качестве кормовых добавок позволило организму животных более рационально использовать питательные вещества потребляемых кормов. Это объясняется тем, что у жвачных животных лучше развиваются преджелудки, в которых микрофлора более активно расщепляет труднопереваримую клетчатку в легкоусвояемые углеводы. Кроме того, стимуляция развития микроорганизмов преджелудков жвачных приводила к тому, что после отмирания они проходили через желудочно-кишечный тракт, переваривались в нем и являлись источником полноценного микробиологического белка.

Микроэлементы, применяемые в рационах в различных сочетаниях и дозах, способствуют улучшению обмена веществ в организме, усвоению из рациона питательных веществ, что выражается более высокими среднесуточными приростами по сравнению с контрольными группами.

Биохимические и морфологические показатели крови подопытных животных свидетельствуют о более высокой резистентности молодняка в опытных группах по сравнению с контрольными. Молодняк опытных групп меньше страдал от незаразных болез-

ней, давал более высокие приросты, чем в контрольных группах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Анспок, П.Л. Микроудобрения: справоч. книга/ П.Л. Анспок. Л.: Колос, 1978. 272 с.
- 2. Гурин, В.К. Использование нового обогатителя в составе комбикормов для бычков/В. К. Гурин// Конкурентоспособное производство продукции животноводства в Республике Беларусь: материалы Междунар. науч.-производ. конф., Жодино, 23-24 апреля 2008 г./Белорусский научно-исследовательский институт животноводства; под ред. И.П. Шейко [и др.]. Жодино, 2008.
- 3. Люндышев, В.А. Использование поваренной соли с микродобавками для повышения мясной продуктивности бычков/ В.А. Люндышев// НТИ и рынок, 1998. N oldot 5. C. 34-36.
- 4. Люндышев, В.А. Эффективность использования комбикормов с микродобавками бычкам при выращивании на мясо/ В.А. Люндышев// Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практич. конф. Минск, 2008. С. 66-71.
- 5. Сапего, В.И. Микроэлементы при выращивании молодняка животных молочного периода/ В.И. Сапего, С.А. Костюкевич, Е.Н. Ляхова//Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XII Международной науч.-практич. конф. Горки, 2009. С. 171-175.
- 6. Сапего, В.И. Проблемы минерального питания животных в связи с загрязнением окружающей среды выбросами техногенного происхождения/В.И. Сапего, Н.Н. Крох// Проблемы интоксикации производства продуктов животноводства: тез. докл. Междунар. науч.-практич. конф., Жодино 9-10 октября 2008 г./ Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. Жодино, 1998. С. 238-239.
- 7. Сапего, В.И. Биологически активные вещества и естественная резистентность телят/ В.И. Сапего, Е.В. Берник// Ветеринария, 2002. №5. С. 44-46.
- 8. Комбикорма и кормовые добавки: справоч. пособ./В.А.Шаркунов [и др.]; под общ. ред. В.А. Шаркунова. Минск, 2002.-280 с.
- 9. Шейко, И.П. Свиноводство: учеб./В.С. Смирнов. Минск: ООО «Новое знание», 2005. 384 с.
- 10. Цинк в педиатрической практике: учеб. пособ./ Л.А. Щеплягина [и др.]; под общ. ред. Л.А. Щеплягиной. M., 2001. 83 с.
- 11. Кормление и содержание высокопродуктивных коров: монография/ Н.С. Яковчик, А.М. Лапотко. Молодечно: РУП «Типография «Победа», 2005. 287 с.

Технологии переработки продукции АПК

УДК 621.317.39: 633.521

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 4.02.2010

РАДИОВОЛНОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА

В.А. Дайнеко, канд. техн. наук, доцент, Н.А. Равинский, аспирант, Е.М. Прищепова, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

Раскрываются основные причины малого процента выхода длинного льноволокна на предприятиях первичной переработки льна. Рассмотрены инфракрасная и микроволновая технологии измерения влажности. Представлен микроволновой измерительный преобразователь влажности для системы управления линией первичной переработки льна на основе несимметричной полосковой линии.

The main reasons of receiving low percent from long flax fiber in the enterprises of primary processing of flax are described. The infrared and microwave moisture measuring technology are considered. Microwave moisture measuring transducer is presented. It is used for the control system through the primary processing of flax on the basis of asymmetric stripline.

Введение

Льняная отрасль является экономически перспективной для Белорусского агропромышленного комплекса. Лен относится к одной из наиболее широко используемых сельскохозяйственных культур. Производство и переработка льна-долгунца имеет большое значение для экономики страны, поскольку данная культура является практически единственным источником получения натурального волокна в республике.

В общем случае технологическая линия получения длинного льняного волокна состоит из следующих машин: сушильной, слоеформирующей и мяльно-трепального агрегата. При существующей технологии и оборудовании удельный вес длинного волокна на предприятиях первичной обработки льна колеблется в пределах 28-32 % (зарубежный уровень доходит до 60 %). В результате обработки сырца на мяльно-трепальном агрегате при неоптимальных условиях, в короткое волокно и отходы уходит значительная часть льноволокна. В настоящее время ведется поиск способов повышения качества и выхода длинного льноволокна.

Основная часть

Главной причиной малого процента выхода длинного льноволокна является низкое качество сырья, поступающего на льноперерабатывающий завод. Существенное влияние на выход длинного волокна оказывают неудовлетворительная степень вылежки тресты, низкая отделяемость и ее высокая влажность.

Кроме того, большое влияние на выход длинного волокна оказала замена технологии уборки льна. Ранее существовала сноповая технология. При такой

уборке льна стебли сортировались по качеству, что позволяло в результате обработки льнотресты получить льноволокно высокого качества. В настоящее время сноповая технология заменена рулонной, с использованием уборочных комбайнов. При данной уборке в рулонах содержится треста, значительно различающаяся по своим свойствам и параметрам.

В результате неоднородности даже отдельных горстей тресты, при любом режиме обработки часть материала будет или недоработана, или сильно повреждена.

Основная проблема заключается в том, что на сегодняшний день на технологических линиях первичной переработки льна льнозаводов республики не существует устройств контроля основных, влияющих на выход длинного волокна, параметров: влажности и отделяемости.

Установленные на заводах машины первичной переработки льна имеют нерегулируемый электропривод.

Для повышения выхода длинного льноволокна необходим непрерывный контроль основных параметров тресты — влажности и отделяемости, с последующим воздействием на рабочие органы машин технологической линии. Обычно изменяют частоты вращения электроприводов рабочих машин, причем регулируемые электроприводы должны быть взаимосвязанными, поскольку изменение частоты вращения электропривода одной машины потребует соответственного изменения частот вращения электроприводов последующих машин.

Существует множество способов определения влажности. Их принято делить на прямые и косвенные. В прямых методах производится непосредственное разделение материала на сухое вещество и влагу.



В косвенных методах измеряется величина, функционально связанная с влажностью материала.

Поскольку требуется непрерывное измерение влажности тресты в потоке без механических и других изменений исследуемого материала, в технологическом процессе применимы косвенные методы измерения влажности волокнистых материалов.

Рассмотрим некоторые современные технологии измерения влажности.

Инфракрасная (ИК) технология непрерывного бесконтактного измерения влажности [1]. Эта технология основана на поглощении определенных цветовых спектров водой.

В настоящее время существует много ИК влагомеров, например поточный инфракрасный влагомер Spectra-Quad [2], который применяется для непрерывного измерения влажности сыпучих материалов, транспортируемых на конвейерной ленте, а также других важных параметров продукта (опционально: жирность, содержание белков и др.).

Spectra-Quad использует технологию, основанную на поглощении света, в области близкого инфракрасного спектра. Это бесконтактный, неразрушающий, безопасный метод. Химические связи поглощают близкий ИК на хорошо различаемых длинах волн.

Интенсивность поглощения на определённой длине волны пропорциональна содержанию данного вещества в материале.

У данного способа измерения влажности существуют некоторые недостатки: так как ИК влагомеры работают на отражённом свете, они измеряют только влажности поверхности материала, которая и отражает свет. При этом влажность в толще слоя материала остаётся абсолютно неопределённой. В результате ИК влагомеры неприменимы для условий, когда влажность поверхности сильно отличается от влажности в объёме. Для таких задач рекомендуется микроволновая или даже нейтронная (достаточно сложная) технология. Важным недостатком также является относительно высокая стоимость ИК влагомеров по сравнению с влагомерами, использующими другую технологию, например микроволновую.

Другой рассматриваемой технологией является микроволновая технология бесконтактного непрерывного измерения влажности [1]. Этот метод основан на измерении диэлектрической проницаемости воды, которая отличается своей аномально большой величиной. По данному параметру можно судить о количестве воды в смеси с другими веществами.

Диэлектрическая проницаемость — это характеристика материала, которая определяет скорость распространения радиоволн в данном материале. Чем больше диэлектрическая проницаемость, тем медленнее распространяется радиосигнал. Измерив время прохождения радиоволн через материал, и зная толщину материала, можно вычислить его диэлектрическую проницаемость. Большинство материалов в су-

хом виде имеют диэлектрическую проницаемость от 2 до 5 (безразмерных единиц), в то время как для воды она равна 81. Если какой-либо материал содержит влагу, то в общую диэлектрическую проницаемость внесёт вклад, как сам материал, так и вода. Поэтому по измеренной диэлектрической проницаемости влажного материала можно определить, какую долю смеси составляет материал, а какую влага. На этом факте и основана работа микроволновых влагомеров.

Радиоволны проходят через весь слой материала, благодаря чему происходит измерение полной влажности, усреднённой по всему объёму материала. При правильной настройке микроволновая технология может работать в условиях, когда влага неравномерно распределена по толще материала (вертикальная сегрегация, высыхание поверхности и др.). Поэтому микроволновая технология применяется в тех условиях, где неоднородность распределения влажности не позволяет использовать ИК технологию.

По микроволновым технологиям также существует достаточно большое количество технических решений. Например, компания Callidan в моделях конвейерных влагомеров внедрила систему бесконтактного измерения высоты насыпи материала, транспортируемого по конвейерной ленте. Благодаря этому влагомер становится полностью независимым от изменений в режиме работы конвейера, продолжая осуществлять точные измерения влажности даже при переменной высоте насыпи. Микроволновой влагомер MOISTSCAN MA-500 [2] производит точные измерения содержания влаги в сыпучих продуктах на конвейерной ленте, что позволяет обеспечивать оптимальную производительность в технологических процессах.

В качестве измерительного преобразователя влажности сыпучих и волокнистых материалов перспективно использование измерительного преобразователя на основе несимметричной полосковой линии (НПЛ) [3].

Печатная технология изготовления полосковых элементов дает возможность конструирования узлов влагомеров, работающих на любом участке сантиметрового диапазона волн и обеспечивает экономичность их массового производства.

Рассмотрим затухание и фазовый сдвиг электромагнитной волны вдоль датчика, представляющего собой отрезок несимметричной полосковой линии, имеющей непосредственный контакт с бесконечным слоем влажного материала (рис.1). Примем, что толщина подложки НПЛ – h, ее диэлектрическая проницаемость — ϵ_I , ширина верхнего проводника НПЛ – a.

Постоянная распространения в НПЛ дается выражением [3]:

$$\gamma = i\omega\sqrt{L_n \cdot C_n} \,\,\,\,(1)$$

где L_{π} и C_{π} – соответственно погонные индуктивность и емкость НПЛ.



В первом приближении можно считать, что наличие влажного материала (ВМ) не изменяет погонную индуктивность L_n , а оказывает влияние только на емкость C_n . Так как диэлектрическая проницаемость влажного материала является величиной комплексной, то и погонная емкость является в данном случае комплексной величиной:

$$C_n^* = C_n^{'} - i \cdot C_n^{''}. \tag{2}$$

Подставляя выражение (2) в выражение (1) и разлагая в ряд с учетом того, что $C_n^*/C_1 < 1$, имеем:

$$\gamma = i\omega \sqrt{L_n \cdot C_n'} \cdot \left(1 - i \frac{C_n''}{2 \cdot C_n'} \right). \tag{3}$$

Емкость C'_{n} можно представить в виде суммы:

$$C_n' = C_{n0} + C_{\kappa n} \,, \tag{4}$$

где C_{n0} – погонная емкость линии при отсутствии ВМ; $C_{\kappa p}$ – краевая емкость, обусловленная взаимодействием зарядов, расположенных на верхней стороне полоски НПЛ с зарядами земляной пластинки НПЛ.

Учитывая, что $C_{\kappa p} \leq C_{n0}$, из выражения (4) и (3) получаем:

$$\gamma = i\omega\sqrt{L_{n}(C_{n0} + C_{\kappa p})} \cdot \left[1 - i\frac{C_{n}''}{2 \cdot (C_{n0} + C_{\kappa p})}\right] = \\
= i\omega\sqrt{L_{n}C_{n0}} \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\frac{C_{\kappa p}}{C_{n0}}\right) \cdot \left[1 - i\frac{C_{n}''}{2 \cdot (C_{n0} + C_{\kappa p})}\right] = \\
= i\omega\sqrt{L_{n}C_{n0}} \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\frac{C_{\kappa p}}{C_{n0}}\right) + \frac{\omega}{2}\sqrt{L_{n}C_{n0}} \cdot \\
\cdot \frac{C_{n}''}{(C_{n0}' + C_{\kappa p})} \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\frac{C_{\kappa p}}{C_{n0}}\right).$$
(5)

Учитывая, что
$$\gamma = \alpha + i\beta$$
, (6)

где α и β — соответственно коэффициенты затухания, и волновое число в НПЛ, находим:

$$\alpha = \frac{\pi}{\lambda_{n0}} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{C_{\kappa p}}{C_{n0}} \right) \cdot \frac{C_{n}''}{\left(C_{n0}' + C_{\kappa p} \right)} \phi ; \tag{7}$$

$$\beta = \beta_{n0} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{C_{\kappa p}}{C_{n0}} \right), \tag{8}$$

где λ_{n0} – длина волны в невозмущенной НПЛ; β_{n0} – волновое число в невозмущенной НПЛ.

Анализируя выражение (8), находим, что β не может превышать величины $1,5\beta_{n0}$, так как очевидно, что максимальное значение $C_{\kappa\rho}=C_{n0}$.

Приближенную оценку $C_{\kappa p}$ и $C_n^{"}$ можно произвести, аппроксимируя силовые линии электрического поля полуокружностями и отрезками прямых, как это показано на рис. 2.

Примем, что силовые линии электрического поля представляют собой полуокружности внутри влажного материала и отрезки прямых линий в диэлектрике полосковой линии. Расположим ось x перпендикулярно оси плоскости НПЛ (рис.2). Тогда погонную емкость участка верхнего проводника шириной d_x можно представить в виде выражения:

$$\Delta C = \frac{\Delta C_1 \cdot \Delta C_2}{\Delta C_1 + \Delta C_2} \,, \tag{9}$$

причем

$$\Delta C_1 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_1 dx}{h},\tag{10}$$

$$\Delta C_2 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_2 dx}{\pi \cdot h} \,. \tag{11}$$

Подставляя выражение (10) и (11) в выражение (9) и интегрируя, находим:

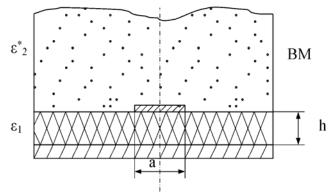


Рис. 1. Схема первичного измерительного преобразователя влажности материала на основе несимметричной полосковой линии

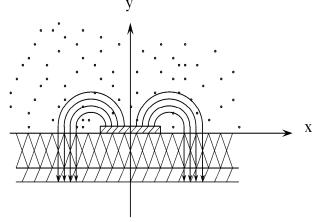


Рис. 2. Распределение силовых линий электрического поля в НПЛ



$$C^* = \frac{2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_2^*}{\pi} \cdot \ln \left(1 + \frac{\pi \cdot a \cdot \varepsilon_1}{2 \cdot \varepsilon_2^* \cdot h} \right). \tag{12}$$

Учитывая, что для влажных материалов $tg\delta \leq 0,5$, из выражения (12) получаем:

$$C'' = \frac{2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_2''}{\pi} \cdot \ln \left(1 + \frac{\pi \cdot a \cdot \varepsilon_1}{2 \cdot \varepsilon_2'' \cdot h} \right); \tag{13}$$

$$C_{\kappa p} = \frac{2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_2'}{\pi} \cdot \ln \left(1 + \frac{\pi \cdot a \cdot \varepsilon_1}{2 \cdot \varepsilon_2' \cdot h} \right). \tag{14}$$

Очевидно, что

$$C_{n0} = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_1 \cdot \frac{a}{h}. \tag{15}$$

Комбинируя выражения (12), (13), (14) и (7), находим:

$$N = 8, 7 \frac{\rho \cdot l}{\lambda} \left(1 + \frac{\varepsilon_{2} \cdot h}{\varepsilon_{1} \cdot a} \cdot A \right) \cdot \left(\frac{\varepsilon_{2}^{"}}{\varepsilon_{2}^{'} + \frac{\varepsilon_{1} \cdot a \cdot \pi}{2 \cdot h \cdot a}} \right), \quad (16)$$

где
$$A = \ln \left(1 + \frac{\varepsilon_1 \cdot a \cdot \pi}{2 \cdot \varepsilon_2' \cdot h} \right).$$

$$\alpha = \frac{\pi}{\lambda} \left[1 + \frac{\varepsilon_2 \cdot h}{\varepsilon_1 \cdot a} \cdot \ln \left(1 + \frac{\varepsilon_1 \cdot a \cdot \pi}{2 \cdot \varepsilon_2 \cdot h} \right) \right].$$

$$\frac{\varepsilon''}{\varepsilon_{2}' + \frac{\varepsilon_{1} \cdot a \cdot \pi}{2 \cdot h \cdot \ln\left(1 + \frac{\varepsilon_{1} \cdot a \cdot \pi}{2 \cdot \varepsilon_{2} \cdot h}\right)}}$$
(17)

Ширину полоскового проводника можно определить по методике, предложенной в [3]. Для 50-Омной полосковой линии, выполненной на подложке из диэлектрика "флан-2,5" с $\varepsilon_1^{'}=2,5$ и толщиной 1,5 мм, ширина проводника НПЛ составляет 4,5 мм. Длина волны λ в НПЛ определяется через коэффициент укорочения, который для данного случая равен 1,3 [3].

Результаты расчета ослабления N (дБ/см) в полосковом ПИП влажности материала, произведенного по формуле (17), представлены в виде графиков на рис. 3. Значения ε ' и ε " материала определялись по формулам [4]:

$$\varepsilon' = \left[\Phi \frac{\rho_0 \omega}{\rho_{_{\mathcal{H}}} (1 - \omega)} \left(\sqrt{\varepsilon_{_{\mathcal{H}}}} - 1 \right) + \Phi \left(\sqrt{\varepsilon_{_{\mathcal{C}}}} - 1 \right) + 1 \right]^2. \tag{18}$$

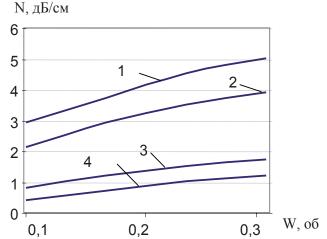


Рис. 3. Зависимости ослабления СВЧ-энергии в полосковом ПИП от объемной влажности материала: $1 - f = 10 \ \Gamma \Gamma \mu$; $2 - f = 8 \ \Gamma \Gamma \mu$; $3 - f = 4 \ \Gamma \Gamma \mu$; $4 - f = 3 \ \Gamma \Gamma \mu$

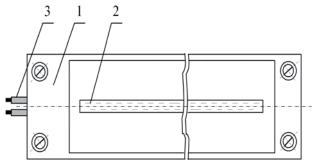


Рис. 4. Конструкция первичного измерительного преобразователя влажности материала на основе несимметричной полосковой линии:

1 — корпус; 2 — проводник НПЛ;

3 – коаксиальный кабель

$$\varepsilon'' = \left[\Phi \frac{\rho_0 \omega}{\rho_H (1 - \omega)} \left(\sqrt{\varepsilon_H} - 1 \right) + \Phi \left(\sqrt{\varepsilon_C} - 1 \right) + 1 \right] \cdot \frac{\Phi \rho_0 \omega \varepsilon_H''}{\rho_H (1 - \omega) \sqrt{\varepsilon_H'}}, \tag{19}$$

где $\mathcal{E}_{n}^{'}$ и $\mathcal{E}_{n}^{'}$ – действительная и мнимая частота соответственно диэлектрической проницаемости воды;

 \mathcal{E}_c — диэлектрическая проницаемость сухого материала;

 ho_0 – плотность сухого материала;

 $\rho_{_{\scriptscriptstyle H}}$ – плотность воды;

Ф – коэффициент заполнения.

Необходимая чувствительность полоскового измерительного преобразователя (ПИП) достигается изменением длины НПЛ или изменением частоты СВЧ-генератора.

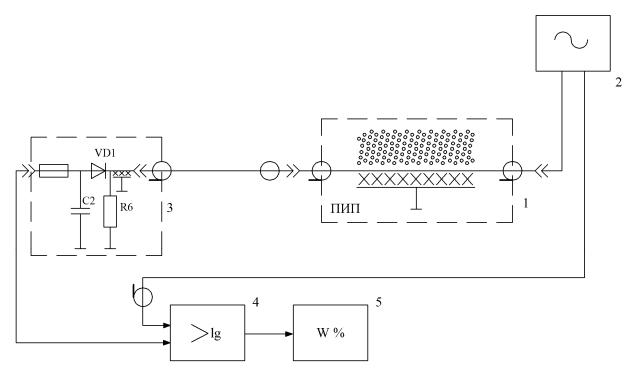


Рис. 5. Схема СВЧ-влагомера исследуемого материала с зондовым ПИП на основе несимметричной полосковой линии: 1 – измерительный преобразователь; 2 – СВЧ-генератор; 3 – детектор СВЧ; 4 – логарифмический усилитель; 5 – дисплей

Диапазон измерения влажности данного СВЧвлагомера – 0,05 .. 0,3 объемных единиц.

На рис. 4 приведен вариант конструкции первичного измерительного преобразователя влажности, представляющий собой отрезок НПЛ, закрепленный на зонде из нержавеющей стали. Внутри зонда проложены отрезки коаксиального кабеля, соединяющие выводы НПЛ с СВЧ-генератором и детектором. Генератор и детектор СВЧ крепятся непосредственно к зонду. К измерительной схеме от зондового ПИП отводятся провода питания и провод от детектора СВЧ.

Схема СВЧ-влагомера исследуемого материала с зондовым ПИП на основе несимметричной полосковой линии представлена на рис. 5.

Заключение

Существующие на сегодняшний день на заводах республики технологические линии первичной переработки льна не обеспечивают необходимого уровня выхода длинного льноволокна.

Основная причина малого процента выхода длинного льноволокна — неудовлетворительное качество сырья, высокая варьируемость свойств тресты (основные свойства — влажность и отделяемость) в рулонах.

Более высокого выхода длинного льноволокна можно добиться путем установки устройств, непрерывно контролирующих влажность льнотресты с целью достижения оптимальной влажности сырья.

В качестве измерительных преобразователей влажности наиболее удобны в эксплуатации полосковые измерительные преобразователи, обеспечивающие непрерывный контроль влажности тресты без механических и других изменений исследуемого материала.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / В.В.Клюев [и др.]. М.: Машиностроение, 2003. 656 с.
- 2. Влагомеры сыпучих материалов: каталог продукции компании "Konvels" [Электронный ресурс]. 2010. Режим доступа: http://konvels.ru. Дата доступа: 14.02.2010.
- 3. Фельштейн, А.Л. Справочник по элементам полосковой техники/ А.Л. Фельштейн. М.: Связь, 1979. 336 с.
- 4. Ценципер, Б.Л. Исследование диэлектрических свойств твердых влагосодержащих гетерогенных диэлектриков на СВЧ и разработка методов и приборов контроля их влагосодержания: автореф. . . . дис. канд. техн. наук: 05.11.13 / Б.Л. Ценципер. Минск, 1986. 14 с.
- 5. Berliner M.A. Proc. Microwave Power Symp. Vaterloo, 1975. PP. 175-182.
- 6. Устройство для определения влажности: а.с. 1587430 СССР/ И.И. Ренгарт, Б.Л. Цеципер, В.А. Дайнеко, В.К. Бензарь, В.В. Лисовский, А.В. Чубанова; Белорус. ин-т механизац. с.хоз-ва. № 4391575; заявл. 15.03.88; опубл. 23.08.90 // Офиц. бюл.№31.

Энергетика Транспорт

УДК 631.365.22

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 22.03.2010

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ – УТИЛИЗАТОРЫ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАВШЕГО СУШИЛЬНОГО АГЕНТА

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

Аннотация

Разработана методика расчета параметров работы тепловых насосов и снижения расходов теплоты в конвективных зерносушилках при использовании тепловых насосов в качестве утилизаторов теплоты отработавшего сушильного агента.

The methodology of calculations the work characteristics of heat pumps and reducing the number of warm consumption in convection grain dryer while using the heat pumps as utilizers of used drying agent is given.

Введение

Решение задач энергосбережения во многих случаях требует применения специализированного энергосберегающего оборудования. Таким оборудованием являются тепловые насосы (ТН), которые как бы "перекачивают" теплоту с низкого температурного уровня на более высокий температурный уровень с целью ее использования для нужд тепловых потребителей. Наибольшее применение нашли парокомпрессионные ТН с приводом от электродвигателей.

ТН позволяют за счет низкопотенциальной теплоты окружающей среды, а также вторичных энергоресурсов (ВЭР) уменьшить расходы первичных топливно-энергетических ресурсов в размере до 50% и более. Они могут быть использованы в конвективных зерносушилках для снижения энергозатрат на сушку путем осушения отработавшего сушильного агента (СА) и утилизации его теплоты [1-3].

Анализ использования ТН с целью энергосбережения путем осушения отработавшего СА в конвективных зерносушилках показал, что в этом случае они могут использоваться при низкотемпературной сушке зерна и семян [4]. При этом разность поступлений и расходов теплоты в сушильной камере долж-

на находиться в допустимых пределах, а энергетические и температурные параметры работы ТН однозначно определяются тепловым режимом сушки.

Представляется целесообразным исследовать применение ТН как утилизаторов теплоты отработавшего СА с целью расширения области использования ТН в конвективных зерносушилках.

В связи с этим в данной работе поставлены следующие задачи:

определить эффективность применения ТН как утилизаторов теплоты отра-

ботавшего СА для снижения энергозатрат на сушку;

- разработать методику расчета энергетических и температурных параметров работы ТН при утилизации теплоты отработавшего СА.

Основная часть

В исследуемой схеме использования ТН в качестве утилизатора теплоты (рис.1) отработавший СА поступает в испаритель И теплового насоса, где отдает теплоту рабочему веществу (хладону). После этого он сбрасывается в атмосферу.

Пары рабочего вещества сжимаются в компрессоре КМ и направляются в конденсатор К. В процессе конденсации паров рабочего вещества происходит предварительный нагрев наружного воздуха НВ за счет теплоты, переданной рабочему веществу в испарителе, и работы, затраченной на привод ТН.

Окончательный нагрев НВ до требуемой температуры происходит в нагревателе Н. Приготовленный СА подается в сушильную камеру СК для сушки продукта (зерна или семян).

После конденсатора конденсат рабочего вещества направляется в терморегулирующий вентиль (регулятор давления) ТРВ, а затем поступает в испаритель.

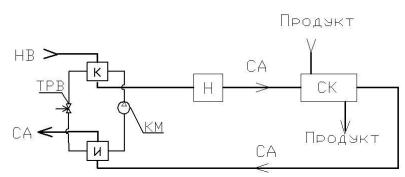


Рис. 1. Принципиальная схема зерносушилки с тепловым насосом

Для анализа процессов приготовления и использования CA, принимаем следующие допущения:

- рассматриваемые процессы являются стационарными;
- нагревателем является теплогенератор, в котором воздух нагревается за счет теплоты сжигаемого топлива:
- в качестве СА используется нагретый наружный воздух;
- под массой СА будем подразумевать массу сухой его части, принимая ее равной массе всего влажного воздуха;
- относительная влажность воздуха на выходе испарителя равна 100%.

На рис. 2 показаны процессы изменения тепловлажностного состояния СА:

- 0 4 нагрев воздуха в конденсаторе ТН;
- 4 1 нагрев воздуха в теплогенераторе;
- 1 2 увлажнение СА в сушильной камере;
- 2 3 утилизация теплоты отработавшего СА в

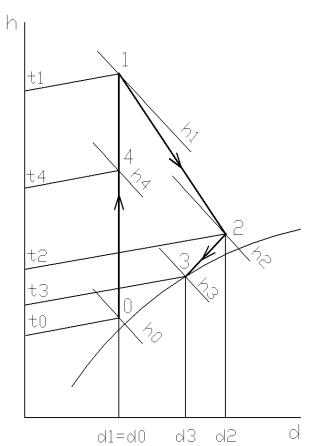


Рисунок 2. Процессы изменения состояния сушильного агента

испарителе ТН.

Соответственно приняты обозначения:

 характерных состояний воздуха и сушильного агента: 0 и 4 – наружный воздух на входе и выходе конденсатора ТН; 1 – приготовленный СА на входе в сушильную камеру; 2 и 3 — отработавший СА на выходе из сушильной камеры и на выходе испарителя ТН;

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

Индексы при параметрах означают номера характерных точек.

Связь между параметрами воздуха отображает зависимость [5]:

$$h=1,01t+(2500+1,88t)\frac{d}{1000}$$
 (1)

Исходными данными к расчету изменения тепловлажностного состояния CA (воздуха) являются:

- температуры CA на входе и выходе сушильной камеры: t_1 и t_2 , °C;
- параметры наружного воздуха: температура t_0 , °C; влагосодержание d_0 , г/кг и энтальпия h_0 , кДж/кг;
- разность поступлений и расходов теплоты в сушильной камере Δ , кДж/кг, отнесенная к 1кг испаренной влаги.

Основным параметром при рассмотрении процессов, происходящих с сушильным агентом и наружным воздухом в ТН, является коэффициент преобразования. Коэффициент преобразования представляет собой энергетический параметр, численно равный отношению полученной в конденсаторе теплоты к затраченной на привод компрессора работе. В то же время он зависит от температур конденсации и испарения рабочего вещества (хладона), от вида и свойств рабочего вещества и от параметров работы компрессора [6,7].

Для заданного рабочего вещества коэффициент преобразования оказывается однозначной функцией разности температур конденсации и испарения [6]. При этом существенно упрощается анализ работы ТН и оказывается возможным, зная температуры отработавшего СА и наружного воздуха, определить необходимые температуры испарения и конденсации, а затем и коэффициент преобразования. Нельзя задаваться значением коэффициента преобразования, не определив требуемые температуры испарения и конденсации рабочего вещества (хладона) ТН.

Для расчета коэффициента преобразования в интервале температур конденсации от 30 до 80 °C при разности температур конденсации и испарения в пределах от 20 до 70 °C для хладонов R12 и R22, наиболее освоенных и широко используемых, авторами публикации предложена зависимость:

$$\mu = 240 \left(\delta t_{\rm TH}\right)^{-1,1},$$
 (2)

где $\delta t_{\rm TH}$ – разность температур конденсации и испарения, °C.

Предложенная зависимость удовлетворительно согласуется с данными работ [4, 6-9] .

Разность температур конденсации и испарения:

$$\delta t_{\rm TH} = t_4 - t_3 + \delta t_1 + \delta t_2,$$

где δt_1 и δt_2 - наименьшие температурные напоры в конденсаторе и испарителе, их значения допустимо принимать в пределах от 5 до 10 °C.

В дальнейшем при расчетах были использованы значения: $\delta t_1 = 7$ °C и $\delta t_2 = 5$ °C.

Уменьшение температурных напоров сопровождается повышением энергоэффективности работы ТН и ухудшением условий теплообмена в конденсаторе и испарителе. В результате увеличиваются требуемые площади поверхности теплообмена и металлоемкость ТН.

Рассматривая тепловые процессы, происходящие в ТН и зерносушилках, воспользуемся основными положениями теории их тепловых расчетов [1, 3, 5, 10, 11]. В условиях принятой стационарности процессов допустимо ограничиться алгебраическими уравнениями для теплового расчета ТН и зерносушилок.

При расчете потребления теплоты и энергии зерносушилками следует использовать удельные расходы сушильного агента, теплоты и энергии, отнесенных к 1 кг влаги, испаренной из влажного продукта в процессе сушки. Такие показатели наглядно характеризуют затраты энергии на сушку и достаточно объективно отражают энергетическую экономичность зерносушилок.

Удельный расход теплоты, кДж/кг из расчета на 1 кг испаренной влаги при традиционной сушке вычисляется по формуле [4]:

$$q_T = \frac{A(t_1 - t_0)}{(t_1 - t_2)\eta_T},$$
(3)

где A — параметр, характеризующий процесс сушки, кДж/кг;

 η_T – КПД теплогенератора.

При этом параметр А определяется формулой:

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

Для расчета удельного расхода теплоты, кДж/кг, в случае использования ТН для утилизации теплоты отработавшего СА, авторами публикации предложено уравнение:

$$q_{TH} = \frac{A}{t_1 - t_2} \left(\frac{t_1 - t_4}{\eta_T} + \frac{t_4 - t_0}{\mu \eta_e \eta_{sc}} \right), \tag{4}$$

где $\eta_{\rm e}$ и $\eta_{\rm BC}$ — КПД тепловой электростанции и коэффициент потерь в электросетях.

Удельный расход теплоты по уравнению (4) определен с учетом затрат теплоты топлива тепловой электростанцией на производство электрической энергии, потребляемой ТН.

Из уравнений (3) и (4) находим относительную экономию теплоты:

$$B = \frac{t_4 - t_0}{t_1 - t_0} \left(1 - \frac{\eta_T}{\mu \eta_e \eta_{gc}} \right). \tag{5}$$

Приняв η_7 =0,91, η_e =0,35 и η_{3c} =0,95, находим, что экономия теплоты достигается при коэффициенте преобразования μ >2,74.

Полученные зависимости характеризуют основные показатели энергоэффективности применения ТН и представляют несложные по своей структуре уравнения. Однако расчет показателей энергоэффективности использования ТН осложняется тем, что зави-

симости содержат две неизвестные величины: коэффициент преобразования μ и температуру воздуха t_4 на выходе конденсатора TH.

Эти две величины зависят друг от друга, и только одна из них может быть принята с учетом условий работы ТН в конвективных зерносушилках. Следует принимать температуру t_4 при выполнении условия $t_1 \geq t_4 > t_0$. Но при этом значении температуры t_4 нельзя рассчитать по уравнению (2) коэффициент преобразования, т.к. неизвестной является температура СА t_3 на выходе испарителя ТН.

Зависимость между температурой t_4 и коэффициентом преобразования μ устанавливают исходя из рассмотрения процессов, происходящих с воздухом и отработавшим СА в конденсаторе и испарителе ТН.

Преобразование энергии в ходе процессов, протекающих в конденсаторе и испарителе ТН, характеризуется следующими уравнениями:

$$l_{\text{KM}} = q_{\text{K}} - q_{\text{M}}, \tag{6}$$

где $l_{\text{км}}$ — удельный расход электрической (механической) энергии на привод компрессора, кДж/кг;

 q_{κ} и $q_{\rm u}$ – удельные расходы теплоты в конденсаторе и испарителе ТН, кДж/кг.

$$l_{\rm KM} = \mu \ q_{\rm K} \,; \tag{7}$$

$$q_{\kappa} = A \frac{t_4 - t_0}{t_1 - t_2}; \tag{8}$$

$$q_{\rm M} = (h_2 - h_3)l, \tag{9}$$

где h_2 и h_3 — энтальпия СА на входе и выходе испарителя ТН, кДж/кг;

l — удельный расход СА из расчета на 1 кг испаренной влаги, кг/кг;

$$l = 1000/(d_2 - d_1)$$
.

Разность влагосодержания СА при его увлажнении в процессе сушки определяется уравнением [12]:

$$d_2 - d_1 = (1010 + 1,88 d_1)(t_1 - t_2)/A. \tag{10}$$

Исходя из вышеприведенных уравнений, находим зависимость, отображающую взаимосвязь между температурами t_4 и t_3 и коэффициентом преобразования μ :

$$240 \left(1 - c \frac{h_2 - h_3}{t_4 - t_0} \right) = (\delta t_{TH})^{1,1}, \tag{11}$$

где введен параметр c, кг. °С /кДж:

$$c = \frac{1000}{1010 + 1,88d_1}$$

Значение энтальпии h_2 определяют по уравнению (1), подставляя в него температуру t_2 и влагосодержание d_2 . При нахождении величины d_2 используют разность влагосодержания по формуле (10).

С целью упрощения расчетов и анализа исследуемых процессов авторами предложена зависимость для расчета энтальпии СА на выходе испарителя:

$$h_3 = 18.4 + 0.18 t_3^{1.8}$$
.



При этом были использованы табличные данные энтальпии насыщенного влажного воздуха при давлении 100 кПа и температурах от 10 до 30 °С [13]. Погрешность данной зависимости не превышает 0,8%.

Решение уравнения (11) было представлено в виде зависимости:

$$t_4 = a + b\mu^{-1}, \tag{12}$$

где a и b — коэффициенты, значения которых были определены при обобщении результатов решения вышеприведенной системы уравнений.

Задаваясь коэффициентом преобразования ТН, который должен быть не меньше вышеприведенного значения, равного 2,74, определяют по уравнению (12) температуру t_4 , а затем по уравнению (2) температуру t_3 . После этого рассчитывают удельные расходы теплоты и относительную экономию теплоты по формулам (3), (4) и (5).

Были рассмотрены следующие варианты использования ТН для утилизации теплоты отработавшего СА в конвективных зерносушилках:

- 1 сушка продовольственного зерна пшеницы при параметрах: t_1 = 120 °C, t_2 = 42 °C, Δ = -1450 кДж/кг;
- 2— сушка семенного зерна пшеницы при параметрах: t_1 = 70 °C, t_2 = 35 °C, Δ = -1100 кДж/кг;
- 3– сушка семян рапса при t_1 = 60 °C, t_2 = 30 °C, Δ = –1100 кДж/кг.

С целью анализа влияния значения Δ на экономию теплоты и топлива были исследованы разновидности варианта 2: соответственно 2а и 2б, в которых принимались значения Δ = -1500 кДж/кг и Δ = -800 кДж/кг.

Параметры теплового режима сушки были определены согласно нормам и рекомендациям по расчету конвективных зерносушилок [5, 10].

Температура наружного воздуха принята равной 5°С, т.е. такой же, при которой даны отраслевые нормы расхода условного топлива в конвективных зерносушилках [5,10]. При этой температуре наружного воздуха его влагосодержание $d_{\rm o}$ = 4,4 г/кг.

Значения коэффициентов в уравнении (12) для указанных режимов работы зерносушилок приведены в табл. 1.

Результаты расчета удельных расходов теплоты по формуле (4) для сушки семенного зерна (вар. 2)

приведены ниже в зависимости от коэффициента преобразования:

μ	2,74	3	4	5	6
$q_{\text{тн}}$, кДж/к	7470	6970	6050	5770	5700
μ	6,37	7	8	9	10
$q_{\text{тн}}$, кДж/к	5695	5705	5740	5780	5830

Значение $q_{\text{тн}}$ при $\mu = 2,74$ характеризует удельный расход теплоты при отсутствии TH.

С увеличением коэффициента преобразования µ наблюдается вначале резкое уменьшение удельных расходов теплоты, а затем это уменьшение замедляется и сменяется некоторым увеличением удельных расходов теплоты. Существует минимум удельного расхода теплоты при вполне определенном значении коэффициента преобразования. Для рассматриваемого варианта это значение равно 6,38.

Анализ уравнения (4) с учетом подстановки температуры t_4 по формуле (12) позволяет установить значение коэффициента преобразования, при котором достигается минимальный удельный расход теплоты:

$$\mu_0 = \frac{2k_{_9}b}{b - k_{_9}(a - t_0)},\tag{13}$$

где k_9 – параметр, характеризующий использование теплоты топлива при производстве тепловой и электрической энергии.

$$k_{\ni} = \frac{\eta_T}{\eta_e \eta_{\ni c}}$$
.

Таблица 1. Коэффициенты *a* и *b* в уравнении (12)

	<i>-</i>						
Обозначения	Номера вариантов						
коэффициентов	1	2	2a	2б	3		
а	18	11,7	11,2	12.05	10		
b	136,5	130,5	129,8	131,4	126,8		

Выбор коэффициента преобразования должен производиться при условии $\mu \geq \mu_0$ на основе технико-экономического обоснования.

При этом следует учесть, что увеличение коэф-

Таблица 2. Расчет энергосбережения при коэффициенте преобразования Д

Обозначения	Номер фор-	Номера вариантов					
параметров	мулы	1	2	2a	2б	3	
μ ₀	(13)	7,41	6,38	6,31	6,42	6,14	
t₄, °C	(12)	36,4	32,15	31,8	32,5	30,6	
t₃, °C	(2)	24,8	17,1	16,5	17,6	14,7	
<i>q</i> _к , кДж/кг	(8)	1625	2840	3115	2645	3125	
<i>q</i> и, кДж/кг	(9)	1405	2395	2620	2232	2615	
<i>I</i> _{км} , кДж/кг	(6)	220	445	495	413	510	
μ_0	(7)	7,39	6,38	6,29	6,41	6,13	
<i>q</i> ⊤, кДж/кг	(3)	6530	7480	8300	6870	7365	
$q_{\scriptscriptstyle TH}$, кДж/кг	(4)	5410	5695	6365	5200	5465	
В,%	(5)	17,2	23,9	23,3	24,3	25,8	



фициента преобразования сопровождается снижением капитальных затрат из-за уменьшения требуемой теплопроизводительности ТН и увеличением эксплуатационных расходов из-за некоторого увеличения расходов теплоты.

Предлагаемая методика была использована для расчета параметров работы ТН и наибольшей экономии теплоты при коэффициенте преобразования μ_0 (табл.2). Выполняя расчеты, пользовались значениями показателей эффективности: η_T =0,91; η_e =0,35 и η_{sc} =0,95. Коэффициенты a и b принимали согласно табл. 1.

Данные табл. 1 и 2 позволяют заключить, что величина Δ не оказывает заметного влияния на параметры СА на выходе конденсатора и испарителя ТН. Значения коэффициентов a и b практически одинаковы в вариантах 2, 2а и 2б. В связи с этим, относительная экономия теплоты в этих вариантах практически не зависит от значения Δ . Однако это значение Δ входит в состав параметра Δ и согласно уравнению (4), существенно влияет на расходы теплоты на сушку.

С целью проверки правильности выполняемых расчетов был определен коэффициент преобразования из системы уравнений (6), (7), (8) и (9) с учетом рассчитанных значений температур t_4 и t_3 . Результаты расчетов по формулам (13) и (7) практически одинаковы. Проведенная проверка расчетов коэффициента преобразования подтверждает достоверность предложенной методики.

Объем реальной экономии теплоты зависит от параметров работы ТН, продолжительности работы зерносушилок и теплового режима сушки, а также от КПД тепловой электростанции и теплогенератора.

Повышение КПД тепловой электростанции сопровождается увеличением экономии теплоты при эксплуатации ТН.

Современные тепловые электростанции оборудуют парогазовыми установками. Для таких электростанций можно принять η_e =0,51.

Удельные расходы теплоты в этом случае при сушке семенного зерна (вар. 2) изменяются в зависимости от коэффициента преобразования следующим образом:

μ	2	2,5	3	4	4,16
$q_{\scriptscriptstyle \mathrm{TH}}$, кДж/к	6970	5790	5320	5077	5075
μ	5	6	7	8	10
$q_{\scriptscriptstyle \mathrm{TH}}$, кДж/к	5115	5230	5340	5440	5630

При этом достигается максимальная экономия теплоты в размере 32%.

Эффективность применения ТН во многом определяется соотношением цен на электрическую и тепловую энергию. Происходящий рост цен на потребляемое топливо сопровождается увеличением экономического эффекта при использовании ТН.

Выводы

Расчет параметров работы ТН и расходов теплоты следует производить согласно предложенной ме-

тодике, основанной на теории теплового расчета зерносушилок и ТН. При этом необходимо учитывать температурный режим работы ТН.

Использование ТН как утилизаторов теплоты отработавшего СА обеспечивает снижение расходов теплоты в конвективных зерносушилках на 17-26%.

Повышение КПД тепловых электростанций, снижение себестоимости электрической энергии и увеличение цен на топливо способствуют широкому применению ТН в конвективных зерносушилках.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Данилов, О.Л. Экономия энергии при тепловой сушке / О.Л. Данилов, Б.И. Леончик. М.: Энергоатомиздат, 1986. 136 с.
- 2. Рей, Д. Тепловые насосы/ Д. Рей, Д. Макмайкл. М.: Энергоиздат, 1982. 224 с.
- 3. Янтовский, Е.И. Промышленные тепловые насосы/ Е.И. Янтовский, Л.А. Левин. М.: Энергоатомиздат, 1989. 128 с.
- 4. Цубанов, А.Г. К вопросу энергосбережения в конвективных зерносушилках / А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №3, 2009. С. 22-27.
- 5. Жидко, В.И. Зерносушение и зерносушилки/ В.И. Жидко, В.А. Резчиков, В.С. Уколов. М.: Колос, 1982. 239с.
- 6. Быков, А.В. Холодильные машины и тепловые насосы. (Повышение эффективности) / А.В. Быков, И.М. Калнинь, А.С. Крузе. М.: Агропромиздат, 1988. 287 с.
- 7. Холодильные машины: справочник/ А.И. Азаров [и др.]; под ред. А.В. Быкова. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 224с.
- 8. Везиришвили, О.Ш. Энергосберегающие теплонасосные системы тепло- и хладоснабжения / О.Ш.Везиришвили, Н.В.Меладзе. М.: Изд-во МЭИ, 1994. 160 с.
- 9. Молочко, А.Ф. Об эффективности тепловых насосных установок (ТНУ)/ А.Ф. Молочко // Энергоэффективность, №2, 2009. С.22-24.
- Малин, Н.И. Справочник по сушке зерна/
 Н.И. Малин. М.: Агропромиздат, 1986. 159 с.
- 11. Справочник по теплоснабжению сельского хозяйства/ Л.С. Герасимович [и др.]; под общ. ред. Л.С. Герасимовича. Мн.: Ураджай, 1993. 368 с.
- 12. Синяков, А.Л. Энергосбережение в конвективных зерносушилках путем рециркуляции сушильного агента /А.Л. Синяков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №5, 2009. С.40-44.
- 13. Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности/ Г.Н.Данилова [и др.]; под общ. ред. Г.Н. Даниловой. М.: Агропромиздат, 1986. 288 с.

УДК.629.067

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 3.02.2010

ДИАГНОСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ИСПЫТАТЕЛЯ (ВОДИТЕЛЯ) НА ТРАНСПОРТЕ

Г.Н. Рейзина, докт. техн. наук, профессор, Т.Н. Микулик, инженер (БНТУ); А.И. Бобровник, докт. техн. наук (БГАТУ); А.Г. Стасилевич, гл. конструктор (РУП «МТЗ»)

Аннотация

Проведен анализ выполненных экспериментальных исследований физиологического состояния испытателя (водителя) при работе на тракторах «Беларус-1221/2025/2025ДВ». Предложены параметры факторов физиологических состояний, оценка ощущений водителя на вибрационную мощность, целесообразность внедрения диагностики. Приводятся результаты моделирования.

The analysis of practical experiments on physiological condition of a driver on the wheel tractor is given. The factors of physiological conditions during the work of tractor have been proposed. Analytic dependence which allows predicting feelings of a driver on vibrations are received. The article considers reasonability of adoption a diagnosis. The results of system modeling are given in the article.

Введение

Функция водителя в системе «водитель – колесная машина – дорога» по содержанию заключается в ориентации колесной машины в пространстве и времени при заданных или выбранных переменных движения и обеспечении его безопасности. К переменным движения относятся характеристики дорожных условий, нагрузка и режим движения. Функция водителя в системе – реализация управления движением колесной машины.

Надежность рассматриваемой системы проявляется в способности обеспечивать выполнение заданных функций. Отказ системы «водитель – колесная машина – дорога» обусловлен физиологическими возможностями испытателя (водителя), конструктивными, технологическими, эксплуатационными показателями колесной машины и дорожными условиями [1, 2]. Согласно статистическим данным, значительная часть отказов связана с действиями водителя, его работоспособностью и готовностью действовать в экстремальных условиях [2, 8].

Цель настоящей работы — создание устройства, способного информировать водителя о его физиологическом состоянии и качестве его действий для устранения аварийной ситуации в конкретных условиях движения.

Технически подобные задачи может решить бортовая компьютерная система, дающая водителю информацию о его физиологическом состоянии в конкретных дорожных условиях и предупреждающая его об опасности.

Внедрение таких систем позволило бы существенно снизить утомляемость водителя, которая часто является причиной аварии, связанной с неадекватной оценкой водителем возможностей автотранспортных средств, а также повысить привлекательность, конкурентоспособность изделия, качество выполняемых технологических операций.

Основная часть

Известен способ регистрации состояния водителя [1] по сигналам датчиков давления (нагрузки), ко-

торые размещены в горизонтальной части и в задней спинке сиденья водителя. Эти датчики подключены к блоку обработки изменения, сигналы с которого поступают на вход блока регистрации и анализа, а с него — в блок информации и команд.

Недостатком этого способа является необходимость использования дополнительных встраиваемых датчиков для непрерывного съема и записи ответной реакции водителя на возмущение.

Также известен способ диагностики уровня бодрствования человека [1]. Он основан на измерении параметров электрического сопротивления кожи, при котором измеряют скорость изменения электрического сопротивления кожи, регистрируют зависимость скорости изменения электрического сопротивления кожи от времени и участки этой зависимости с отрицательным значением скорости, превышающим пороговый уровень. Измеряют интервалы между передними фронтами соседних участков, и по величине этих интервалов судят об уровне бодрствования человека. При этом большей величине интервала соответствует меньший уровень бодрствования, а меньшей величине интервала — больший уровень бодрствования.

Разработан способ диагностики функционального состояния водителя [1, 3] на основе регистрации изменения показателей физиологического состояния водителя, их анализа и выдачи либо предупреждающего сигнала, либо вмешательства в управление транспортным средством. В качестве показателя физиологического состояния водителя используют, так называемые, кожногальванические реакции, т.е. электрическое сопротивление кожи водителя. При этом проверяют, входит ли значение данного показателя в заранее установленный для него диапазон. И если оказывается, что он вышел из этого диапазона, то состояние водителя считается опасным. О появлении признаков засыпания судят по тревожному сигналу. В этом случае водитель, если он в «норме», должен отреагировать нажатием кнопки. А если нажатия нет, то это означает, что функциональное состояние не в



«норме». Этот способ вызывает необходимость предварительной экспертной оценки контрольного времени срабатывания тестового воздействия на объект.

Для обеспечения оперативного функционального (рабочего) диагностирования водителя, управляющего автотранспортным средством, авторами предлагается при диагностике его функционального состояния регистрация изменений показателей физиологического состояния водителя, их анализ и выдача либо предупреждающего сигнала, либо вмешательства в управление автотранспортным средством. В качестве показателя физиологического состояния водителя предлагается использовать индекс напряженности, определяемый по частоте сердечных сокращений, снятых с ладоней с помощью прибора-анализатора частоты пульса с оценками «хорошо», «удовлетворительно», «плохо» (рис. 1).

В Белорусском национальном техническом университете совместно с РУП «МТЗ» выполнены исследования функционального состояния водителя (испытателя) в процессе его профессиональной деятельности с учетом виброизоляции рабочего места на тракторах «Беларус-1221/2025/2025ДВ», влияния на организм водителя сложного комплекса условий, связанных с его деятельным состоянием.

Информации о каких-либо физиологических исследованиях испытателей (водителей), выполненных непосредственно в процессе их профессиональной работы, недостаточно, не обсуждается вопрос и об использовании для этой цели биометрии или иных специальных методических подходов.

Современная физиологическая технология – компьютерное биотехническое управление – сочетает две возможности: диагностику и коррекцию, превращая тем самым водителя из обычного пассивного

объекта в активного субъекта.

Что касается профессии испытателя, то наибольшую нагрузку в процессе работы несет центральная нервная система (функция восприятия и переработки информации, выполнение алгоритма работы) и нервно-мышечный аппарат (реализация алгоритма работы, поддержание рабочей позы и др.). Они являются оперативными звеньями функциональной системы испытателя. На основании материалов VII Всероссийского конгресса, зарубежных авторов, разработок БГУ [3, 4] номенклатура физиологических параметров производилась следующим образом: из числа используемых в физиологии труда параметров выбирались только те, которые можно получить непосредственно на рабочем месте испытателя без отвлечения его от работы и которые можно представить в виде электрических сигналов. Такими показателями (факторами) являются следующие параметры:

- частота сердечных сокращений (ЧСС), уд/мин;
- вариационный размах пульса (ВР), с;
- амплитуда моды сердечного ритма (АМ₀);
- индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

BP – разность времени между максимальным и минимальным интервалами сердечных сокращений за исследуемый период времени (набор 12–16 ударов сердца). Если организм не утомлен, то вариабельность составляет 0,15-0,25 с у молодых тренированных людей, 0,25-0,30 с – у детей, 0,08–0,04 с – у пожилых людей.

 AM_0 — дает представление о состоянии автономной регуляции и взаимосвязи двух отделов вегетативной инервации сердца: симпатической и парасимпатической. Рост AM_0 иллюстрирует повышение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, снижение — парасимпатического.

Параметр ИН характеризует степень ответствен-

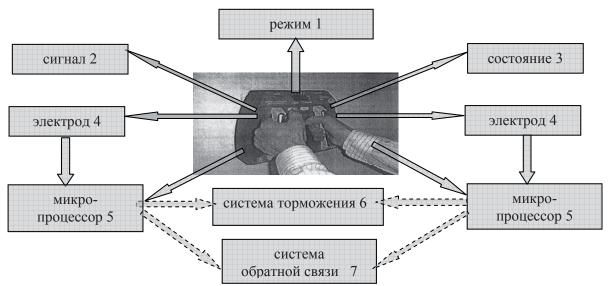


Рис. 1. Блок-схема для диагностики функционального состояния водителя:

1 — жидкокристаллический индикатор, указывающий режим работы; 2 — экспресс-анализатор частоты пульса; 3 — светодиодный индикатор для указания состояния водителя, определенного по результатам измерений: «хорошо», «удовлетворительно», «плохо»; 4 — ручки-электроды; 5 — микропроцессор; 6 — система торможения; 7 — система управления упругодиссипативными связями подвески на основе биообратной связи

ности за реакцию организма в момент высоких физических напряжений и стрессов.

На базе прибора «Олимп» [5] был проведен мониторинг функционального состояния оператора на пахоте и на транспорте на грунтовых дорогах в состоянии покоя, после 4 часов работы и в конце смены. Действие прибора основано на анализе электрокардиограммы, снимаемой с ладоней оператора. Являясь аттестованным средством измерений, прибор анализирует ритм сердца и рассчитывает вышеуказанные параметры: ЧСС, ВР, АМ₀, ИН. Качественная оценка функционального состояния водителя «хорошо», «удовлетворительно», «плохо» выводится на дисплей (диагностика занимает не более 3–5 мин) центральной части панели с помощью светодиодных индикаторов.

Для выявления и описания зависимостей между вибрационной мощностью [6], подводимой к месту крепления сиденья и физиологическими параметрами испытателя (водителя) в конкретных условиях эксплуатации транспортного средства, использован метод корреляционного анализа:

 $W(\omega,\eta)=f(\text{ЧСС, BP, AM}_0, \text{ИН}),$ где W – вибрационная мощность; ω – частоты;

η- коэффициент демпфирования.

Корреляция определяет степень пропорциональности между двумя переменными и называется парной корреляцией. При исследовании зависимости между двумя переменными, измеренными в интервальной шкале, наиболее подходящим является коэффициент Пирсона (*r*), называемый также линейной корреляцией [7].

Для определения коэффициентов корреляции использовался программный пакет анализа данных «Statistica». Исходные данные для определения корреляции представлены рабочей матрицей в табл. 1.

Таблица 1. Рабочая матрица для определения коэффициентов корреляции

Интервал варьирования и уровень факторов	ЧС С	BP	AM ₀	ИН	W
Нулевой уровень	80	6	0,7	110	6,0
Интервал варьирования	10	1,2	0,1	40	1,0
Нижний уровень $x_i = -1$	60	4,8	0,6	70	5,0
Верхний уровень $x_i = +1$	90	7,2	0,8	150	7,0
Факторы	<i>X</i> ₁	X 2	X 3	X 4	

Согласно экспериментальной статистике, исследуемые величины имеют достаточную корреляционную зависимость, если коэффициент $r \geq 0,6$. Однако коэффициент корреляции указывает только на линейную зависимость между переменными. Оценкой надежности определенных зависимостей между факторами выборки является α — статистический уровень значимости. Принято считать, что $\alpha = 0,05$ (вероятность ошибки 5 %) — приемлемая граница статистической значимости.

Обработка данных таблицы показывает, что оценка состояния водителя (испытателя) по мощности колебаний имеет положительную корреляцию,

линейная зависимость которой в кодированных значениях факторов имеет вид:

 $W(\omega,\eta) = 0.04 + 0.27 x_1 + 0.08 x_2 + 0.14 x_3 + 0.18 x_4.$

Основное преимущество предлагаемой оценки по вибрационной мощности состоит в том, что она позволяет рассматривать действия колебаний, происходящих с различными частотами.

Заключение

Предложенная диагностика определения воздействия автотранспортного средства на физиологическое состояние водителя является, с одной стороны, системой предупреждения утомляемости, что повысит активную безопасность водителя, с другой стороны, может служить дополнительной оценкой качества конструкторских и эргономических решений, сигналом для системы управления машинотракторным агрегатом на основе биотехнической связи в системе «водитель – колесная машина – дорога».

Мониторинг функционального состояния позволяет иметь научные результаты, способствующие совершенствованию конструкции, эргономики и престижности отечественной автотракторной техники, росту ее конкурентоспособности на рынке благодаря обоснованной рекламе и отзывам специалистов, занимающихся ее эксплуатацией, испытаниями, маркетинговыми исследованиями.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Тарабакин, В.С. МТТУ 2МАМИ. Системы оценки уровня «бодрствования» водителей АТС/ В.С. Тарабакин, А.В. Анимов // Автомобильная промышленность, 2009. № 2. С. 16-17.
- 2. Амельченко, Н.П. Подвеска сиденья водителя колесного трактора/ Н.П. Амельченко, В.А. Ким; под ред. И.С. Сазонова. Могилев, 2006. 180 с.
 - 3. Материалы VII Всероссийского конгресса «Профессия здоровья» / Академия управления при администрации Президента Российской Федерации. М., 2008. 670 с.
 - 4. Ярмолинский, В. И. Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года/ В.И. Ярмолинский// Материалы X юбилейной Международной выставки «НІ–ТЕСН» –высокие технологии, инновации, инвестиции. С-Пб., 2005. С. 503.
- 5. Экспресс-анализатор частоты пульса: ТУ РБ 28909783.004-98. г. Сертификат Госстандарта Республики Беларусь № 2444 от 31.07.2003 г.
- 6. Вибрационная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.012–90 СС БТ. М., 1990. 46 с.
- 7. Харин, Ю.С. Прикладной регрессионный анализ: в 2 кн./ Ю.С. Харин; пер. с англ.— 2-е изд., перераб. и доп. М., 1986. Кн. 1. 366 с.
- 8. Савченко, В.В. Методы и средства повышения эффективности функционирования операторов транспортных систем «человек-машина»/ В.В. Савченко// Весці НАН Беларусі: сер. фіз-тэхн. навук, 2005. № 2. С. 9–37.

УДК 621.326.11

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 19.03.2010

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ФАЗНЫХ ТОКОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0,38 КВ ПРИ НЕССИМЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКЕ С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРОДВИЖУЩИХ СИЛ, НАВОДИМЫХ ПОТОКАМИ НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРА

Н.Е.Шевчик, канд.техн.наук, доцент, Е.В. Михайлова, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

Разработана методика расчета фазных токов в электрической сети 0,38 кВ с глухозаземленной нейтралью при несимметричной нагрузке с учетом электродвижущих сил, наводимых потоками нулевой последовательности трансформатора.

The methodology of calculations of phase currents in an electrical circuit 0,38 kv with dead-earthed neutral of asymmetric load is given in the article. Electromotive forces brought by flows of zero sequence of a transformer are taking into consideration.

Введение

Сельскохозяйственные электропотребители характеризуются малой плотностью нагрузок и большим удельным весом однофазных токоприемников. В свою очередь, случайное включение однофазных нагрузок приводит к несимметричным режимам и отрицательно влияет на качество напряжения и потери электроэнергии в низковольтных электрических сетях - 0,38 кВ. Ранее проведенные исследования трансформаторов с различными схемами соединения обмоток выявили количественные зависимости показателей качества напряжения и потерь электроэнергии в трансформаторе от тока в нулевом проводе [1]. При проведении указанных исследований задавались нагрузками в виде фазных токов, и поэтому сеть при ее питании от трансформаторов с различными схемами соединения обмоток была загружена одинаково.

На самом же деле при несимметричной нагрузке в трансформаторе, кроме основного магнитного потока, имеются неуравновешенные потоки нулевой последовательности, которые будут наводить свои электродвижущие силы (ЭДС) в обмотках. Указанные ЭДС, наведенные во вторичной обмотке, приложены к линии электропередач и вызывают в ней свои токи, которые, суммируясь с токами нагрузки, будут влиять на потери электроэнергии в электрической сети. Так как имеются трансформаторы с компенсацией потоков нулевой последовательности, то можно предположить, что в сети с такими трансформаторами потери электроэнергии будут меньше.

Для проверки указанного предположения разработана методика расчета фазных токов в электрической сети 0,38 кВ с глухозаземленной нейтралью при несимметричной нагрузке с учетом электродвижущих сил, наводимых потоками нулевой последовательности трансформатора.

Основная часть

Предположим, что напряжения, подаваемые на первичную обмотку трансформатора, симметричны, поэтому фазные напряжения вторичной стороны трансформатора без нагрузки $U_a = U_b = U_c$ будут равны по модулю, и их векторы смещены в пространстве на 120° относительно друг друга.

$$\overline{U}_{a} = U_{a}$$

$$\overline{U}_{b} = U_{b} \cdot e^{-j120}$$

$$\overline{U}_{c} = U_{c} \cdot e^{-j240}$$
(1)

При несимметричной нагрузке сопротивления электроприемников по фазам будут не одинаковы $\bar{Z_a} \neq \bar{Z_b} \neq \bar{Z_c}$. При подаче на них симметричных напряжений появятся токи: $\bar{I_a}^*, \bar{I_b}^*, \bar{I_c}^*$, которые согласно закону Ома, будут равны:

Так как сопротивления электроприемников по фазам не одинаковы $\bar{Z_a} \neq \bar{Z_b} \neq \bar{Z_c}$, фазные токи также не равны друг другу $I_a^* \neq I_b^* \neq I_c^*$. Для дальнейшего анализа, с помощью метода симметричных составляющих, они разлагаются на системы токов прямой, обратной и нулевой (I_{a0} , I_{b0} , I_{c0}) последовательностей [2].

Фазные векторы токов прямой последовательности равны по величине и сдвигаются по фазе на 120° в направлении движения часовой стрелки. Токи прямой последовательности выполняют полезную нагрузку и протекают как по первичной, так и вторичной обмоткам. Магнитный поток прямой последовательности, созданный вторичной обмоткой, направлен встречно аналогичному потоку первичной обмотки. Поэтому в трансформаторе магнитный поток прямой последовательности практически не зависит от нагрузки и постоянен.

Фазные векторы токов обратной последовательности также равны по величине, но сдвигаются по фазе на 120⁰ в направлении, обратном движению часовой стрелки. Токи обратной последовательности появляются только при несимметричной нагрузке, но также протекают по обеим обмоткам, тем самым уравновешивая магнитный поток обратной последовательности.

Фазные векторы токов нулевой последовательности равны по величине и совпадают по направлению. В трансформаторе со схемой соединения обмоток У/Ун

токи нулевой последовательности протекают только по вторичной обмотке. В первичной обмотке их нет, потому что нет нулевого провода. Поэтому магнитный поток нулевой последовательности, созданный вторичной обмоткой, не уравновешивается магнитным потоком первичной обмотки, и может быть достаточно большим.

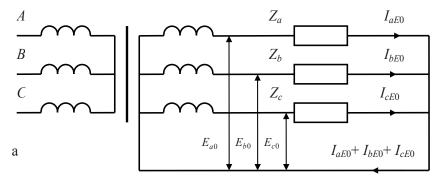
Токи нулевой последовательности определяются по формуле:

$$\vec{I}_{a0} = \vec{I}_{b0} = \vec{I}_{c0} = \frac{1}{3}(\vec{I}_a^* + \vec{I}_b^* + \vec{I}_c^*) = \vec{I}_0$$
 (3)

Созданные ими магнитные потоки индуцируют во вторичных обмотках трансформатора электродвижущие силы нулевой последовательности

$$E_{a0},E_{b0},E_{c0}$$
 по формуле:

$$E_{a0}=E_{b0}=E_{c0}=4{,}44f\Phi_0W=E_0$$
 , (4) где f – частота тока, Гц;



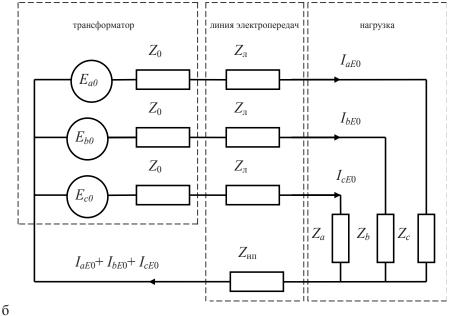


Рис. 1. Схемы расчета токов в электрической сети, вызванных ЭДС от потоков нулевой последовательности трансформатора:

а – электрическая; б - замещения

 Φ_0 – магнитный поток нулевой последовательности в стержне трансформатора, Вб;

W — число витков вторичной обмотки трансформатора.

По формуле (4) можно определить только модули векторов фазных электродвижущих сил нулевой последовательности, к тому же определение магнитного потока нулевой последовательности Φ_0 для расчета затруднительно, поэтому векторы фазных электродвижущих сил нулевой последовательности определятся по формулам:

$$E_0 = I_0^* \cdot Z_0 , \qquad (5)$$

где Z_0 – сопротивление нулевой последовательности трансформатора.

Так как векторы фазных токов нулевой последовательности равны, равны будут и векторы фазных электродвижущих сил нулевой последовательности. Эти электродвижущие силы приложены к линии электропередач, и вызовут в ней токи (рис. 1):

$$I_{aE_0}^-$$
 , $I_{eE_0}^-$, $I_{cE_0}^-$.

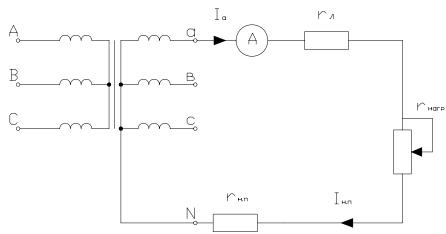


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

$$\bar{I}_{aE_0} = \frac{\bar{E}_0}{(\bar{Z}_0 + \bar{Z}_a + \bar{Z}_{_{\Pi}} + \bar{Z}_{_{\Pi\Pi}})};$$

$$\bar{I}_{eE_0} = \frac{\bar{E}_0}{(\bar{Z}_0 + \bar{Z}_B + \bar{Z}_{_{\Pi}} + \bar{Z}_{_{\Pi\Pi}})};$$
(6)

$$\bar{I_{cE_0}} = \frac{\bar{E_0}}{(\bar{Z_0} + \bar{Z_c} + \bar{Z_n} + \bar{Z_{HII}})},$$

где $Z_{_{\rm I\!I}}$ – сопротивление фазного провода линии электропередачи, Ом;

 $Z_{\rm HI}$ — сопротивление нулевого провода линии электропередачи, Ом.

Эти токи будут суммироваться с фазными токами, определенными по формулам (2), и окончательные токи в линии электропередач будут равны:

$$\begin{split} I_{a} &= I_{a}^{*} + I_{aE_{0}} ; \\ \bar{I_{b}} &= \bar{I_{b}^{*}} + I_{bE_{0}} ; \end{split}$$

$$I_c^- = I_c^* + I_{cE_0}^- \; ;$$
 $I_{\rm HII}^- = I_a^- + I_b^- + I_c^- \; ,$
где $I_{\rm HII}^-$ ток в нулевом проводе, А.

Проверка методики расчета была проведена в лабораторных условиях с помощью трансформатора со схемой соединения обмоток У/Ун мощностью 2,5 кВ.А. Комплексные сопротивления короткого замыкания Z_{κ} и нулевой последовательности $Z_{\rm o}$ трансформатора

определены экспериментально и равны:

$$Z_{\kappa}=0.75+j0.45$$
 OM;
 $Z_{o}=7.57+j3.83$ OM.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 2. Токи нагрузки задавались ползунковыми реостатами, сопротивления линии электропередач имитировались активными сопротивлениями.

Из табл. 1 видно, что максимальная относительная погрешность несовпадения расчетных токов от экспериментальных не превышает 2,2.

Это доказывает правильность высказанного предположения и целесообразность использования трансформаторов с компенсацией потоковой нулевой последовательности для снижения потерь в низковольтной линии электропередач.

Заключение

При расчете фазных токов в линии 0,38 кВ с глухозаземленной нейтралью и несимметричной нагрузке необходимо учитывать электродвижущие силы, наводимые потоками нулевой последовательности в трансформаторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сердешнов, А.П. Влияние схем соединений обмоток трансформаторов на несимметрию напряжений /

Таблица 1. Экспериментальные и расчетные данные фазных токов

C		Токи, А	Погрешность			
Сопротивление нагрузки R, Ом	расчетный	экспериментальный	абсолютная,	относительная,		
нагрузки гх, Ом	расчетный	экспериментальный	Α	%		
11,3	11,42	11,2	0,22	1,9		
17	7,23	7,3	0,07	1,0		
34	3,74	3,7	0,04	1,1		
68	1,84	1,8	0,04	2,2		

А.П. Сердешнов, Г.И. Янукович, Н.Е. Шевчик // Известия высших учебных заведений. Энергетика, 1984, N^{\circ} 5.

2. Основы теории цепей: учеб. пособ. для вузов / Г.В. Зевеке [и др.]; под общ. ред. Г.В. Зевеке. — 5-е изд. — Москва: Энергоатомиздат, 1989. — 528 с.

Ресурсосбережение Экология

УДК 551. 582

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 17.03.2010

ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА НАКЛОННУЮ ЛУЧЕПРИЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

В.А. Пашинский, канд. техн. наук, доцент, А.А. Бутько (МГЭУ им. А.Д. Сахарова)

Аннотация

На основании статистических метеорологических данных поступления суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность, дана оценка поступления прямой, рассеянной и отраженной солнечной радиации, приходящейся на наклонную лучеприемную поверхность с южной ориентацией. Определены оптимальные углы в течение года для наиболее эффективной утилизации энергии солнца.

The assessment of direct, diffused, reflected sun radiation is given on the basis of statistical meteorological data of total sun radiation earnings on the horizontal area. The radiation is fitted on inclined refractive area with south orientation. The optimal angels for effective utilization of sun energy during the year is defined.

Введение

Современная экономическая ситуация в Республике Беларусь диктует необходимость реформирования деятельности всех отраслей народного хозяйства. Одной из составляющих такой реструктуризации является изменение структуры в общем потреблении топливно-энергетических ресурсов с дальнейшим выходом на максимально рациональное их использование. В настоящее время проблема использования топливно-энергетических ресурсов сталкивается со следующими факторами: ежегодное увеличение цен на данный вид ресурсов; увеличение зависимости от изменения цен на импорт углеводородного топлива; высокий удельный расход топлива и электрической энергии в производстве. Сложившуюся ситуацию можно ощутимо улучшить за счет вовлечения в структуру топливно-энергетического комплекса возобновляемых видов топлива и источников энергии, использованию которых в мировой практике уделяется большое внимание.

Основными преимуществами возобновляемой энергетики по сравнению с традиционной являются: экологический фактор; инфраструктурные преимущества близости к потребителю; независимость от импорта энергоносителей.

Возможности использования экологически чистой, повсеместно доступной возобновляемой энергии солнечного излучения привлекают все большее внимание. Успехи последних лет в технологии использования энергии солнца и положительный практический опыт использования стали основой быстрого развития гелиоэнергетики в мире.

Энергия солнца может быть преобразована в тепловую энергию, механическая энергия — в электрическую, которая, в свою очередь, используется в химических и биологических процессах. Гелиоустановки находят широкое применение в системах отопления и охлаждения жилых и общественных зданий, технологических процессах, протекающих при низких, средних и высоких температурах. Они используются для получе-

ния горячей воды, сушки материалов и сельскохозяйственных продуктов и т.д. Кроме того, солнечная энергия является катализатором, которая осуществляет процесс фотосинтеза и рост растений, в результате чего происходят различные фотохимические процессы.

Существует ряд методов преобразования солнечной энергии, среди которых наибольшее практическое применение получили фотоэлектрические преобразователи и системы термодинамического преобразования.

Государственная программа Республики Беларусь на период до 2020 г. предусматривает использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в нарастающих масштабах. Так, по данным Государственной комплексной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов, потенциальные запасы солнечной энергии составляют 71000 тыс. т у. т., причем экономически целесообразное использование в 2010 году составит 3 тыс. т у. т., что в 10 раз больше за аналогичный период 2007 года [1].

Основная часть

При расчете и проектировании гелиоустановок и фотоэлектрических элементов, для достижения более высокой эффективности их использования, необходимо определить количество солнечной радиации, поступающей на наклонную лучеприемную поверхность определенной ориентации, которая определяется астрономическими факторами, режимом облачности, прозрачностью атмосферы.

Методы исследований

Для расчета располагаемого количества солнечной энергии, поступающей на наклонную лучеприемную поверхность, необходимо знать углы падения солнечных лучей на горизонтальную и вертикальную поверхности в данном месте.



Для данного момента времени положение некоторой точки определяется следующими основными углами — склонение δ и часовой угол ω Солнца, широтой местоположения точки φ .

Склонение Солнца δ в течение года изменяется от +23°26,5′ в день летнего солнцестояния и -23°26,5′ в день зимнего солнцестояния, и равно нулю в дни весеннего и осеннего равноденствия.

Склонение Солнца δ в данный день определяется по формуле [2]:

$$\delta = 0.3948 - 23.2559 \cdot \cos\left(360^{\circ} \cdot \frac{n}{N} + 9.1^{\circ}\right) -$$

$$-0.3915 \cdot \cos\left(2 \cdot \left(360^{\circ} \cdot \frac{n}{N}\right) + 5.4^{\circ}\right) +$$

$$+0.1764 \cdot \cos\left(3 \cdot \left(360^{\circ} \cdot \frac{n}{N}\right) + 105.2^{\circ}\right),$$
(1)

где n — порядковый номер дня, отсчитанный от 1 января; N — число дней в году.

Данные высоты Солнца над горизонтом в градусах приведены на 15-е число месяца, в феврале – на 14-е (табл. 1).

Часовой угол Солнца ω определяется по формуле:

$$\omega = (12.00u - \tau_{ucm}) \cdot 15^{\circ} / u, \qquad (2)$$

где τ_{ucm} — истинное солнечное время, определяемое видимым движением солнца.

$$\tau_{ucm} = \tau_m + \Delta \tau \,, \tag{3}$$

где τ_m – среднее солнечное время, определяется равномерным движением, так называемого, среднего солнца; $\Delta \tau$ – уравнение времени, мин.

Разность между истинным временем и средним солнечным временем изменяется в течение года, но не бывает больше 16 минут.

Уравнение времени $\Delta \tau$ для данного дня определяется по формуле[2]:

$$\Delta \tau = 0,0066 + 7,3525 \cdot \cos\left(360^{\circ} \cdot \frac{n}{N} + 85,9^{\circ}\right) +$$

$$+9,9359 \cdot \cos\left(2 \cdot \left(360^{\circ} \cdot \frac{n}{N}\right) + 108,9^{\circ}\right) +$$

$$+0,3387 \cdot \cos\left(3 \cdot \left(360^{\circ} \cdot \frac{n}{N}\right) + 105,2^{\circ}\right).$$

$$(4)$$

Данные уравнения времени приведены на 15-е число месяца, в феврале – на 14-е (табл. 2).

Угол $\omega = 0$ в солнечный полдень, а 1 ч соответствует 15°.

Наряду с вышеуказанными углами в расчете солнечной радиации используется зенитный угол θ_z ,

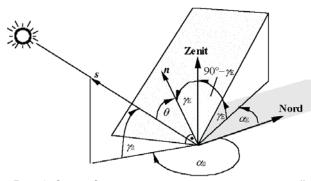


Рис. 1. Схема для расчета поступления солнечной радиации на наклонную поверхность: γ_S — высота Солнца; γ_E — угол наклона плоскости; α_S — азимут Солнца; α_E — азимут наклонной поверхности; θ — угол падения солнечного луча на плоскость; n — нормаль κ наклонной плоскости

угол высоты $\gamma_{\scriptscriptstyle S}$ и азимут Солнца $\alpha_{\scriptscriptstyle S}$.

Связь между основными и дополнительными углами устанавливается следующими уравнениями [2]:

- угол высоты Солнца

 $\gamma_S = \arcsin(\cos\omega \cdot \cos\varphi \cdot \cos\delta + \sin\varphi \cdot \sin\delta);$ (5)

- зенитный угол

$$\theta_z = 90^\circ - \gamma_S \,; \tag{6}$$

- азимут Солнца

Таблица 1. Склонение Солнца на 15-е число месяца (град)

	I		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Х	XI	XII
δ	-21,04	-13,32	-2,61	9,59	18,92	23,22	21,42	14,32	3,50	-8,33	-18,54	-23,14

Таблица 2. Уравнение времени на 15-е число месяца (град)

								· - ·					
		I	П	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Х	XI	XII
	$\Delta \tau$	-9,09	-14,39	-9,17	0,09	3,61	-0,04	-5,63	-4,62	4,55	14,33	15,33	4,87



$$\alpha_{S} = \begin{cases} 180^{\circ} - \arccos \frac{\sin \gamma_{S} \cdot \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \gamma_{S} \cdot \cos \varphi} \Rightarrow \tau_{ucm.} \leq 12.00 \\ 180^{\circ} + \arccos \frac{\sin \gamma_{S} \cdot \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \gamma_{S} \cdot \cos \varphi} \Rightarrow \tau_{ucm.} \geq 12.00 \end{cases}$$

Максимальный угол высоты Солнца достигается в солнечный полдень при $\omega=0$, т.е. $\gamma_{S\max}=\pi/2-\left|\varphi-\delta\right|$. Азимут Солнца изменяется от 0 до 360°, достигая 180° в солнечный полдень.

Угол падения лучей на горизонтальную поверхность [2]:

$$\theta = \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \varphi + \sin \delta \cdot \sin \varphi \,. \tag{7}$$

Угол падения лучей на вертикальную поверхность [2]:

$$\theta = \cos \delta \left(\sin \varphi \cdot \cos \alpha_E \cdot \cos \omega + \sin \alpha_E \cdot \sin \omega \right) - \\ -\sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \alpha_E,$$
 (8)

где α_E – азимут наклонной поверхности, °.

Азимут вертикальной поверхности α_E в том случае, если поверхность ориентирована на юг, равен 0° , на запад – 90° , на восток – 90° , на север – 180° .

Угол падения солнечных лучей на произвольно ориентированную поверхность с южной ориентацией определяется по формуле [2]:

$$\theta = \arccos \begin{pmatrix} -\cos \alpha_S \cdot \cos \gamma_S \cdot \cos \alpha_E \cdot \sin \gamma_S - \\ -\sin \alpha_S \cdot \cos \gamma_S \cdot \sin \alpha_E \cdot \sin \gamma_E + \\ +\sin \gamma_S \cdot \cos \gamma_E \end{pmatrix} = \\ = \arccos \begin{pmatrix} -\cos \gamma_S \cdot \sin \gamma_E \cdot \cos(\alpha_S - \alpha_E) + \\ +\sin \gamma_S \cdot \cos \gamma_E \end{pmatrix}, \quad (9)$$

где γ_E — угол наклонной лучеприемной поверхности, °.

Среднемесячное дневное суммарное количество солнечной радиации, поступающей на наклонную поверхность, ориентированную на юг, определяется по формуле:

$$E_{\text{нак.}} = E_{\text{гор.}} \cdot k , \qquad (10)$$

где $E_{cop.}$ — среднемесячное суммарное количество солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, кВт/(м²·дни);

k — отношение среднемесячных дневных сумм солнечной радиации, поступающей на наклонную и горизонтальную поверхности.

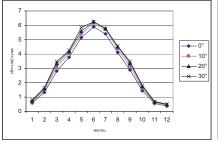
Коэффициент пересчета количества солнечной радиации с горизонтальной поверхности на наклонную лучеприемную поверхность с южной ориентацией равен сумме трех составляющих, соответствующих прямой, рассеянной и отраженной радиации:

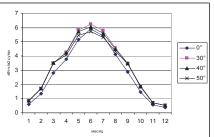
$$k = \frac{E_{\text{\tiny HAK.}}}{E_{\text{\tiny POP.}}} = \frac{S \cdot \frac{\cos \theta}{\sin \gamma_S} + D \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \cos \gamma_E\right) + E_{\text{\tiny POP.}} \cdot A \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \cos \gamma_E\right)}{E_{\text{\tiny POP.}}}, (11)$$

Таблица 3. Отношения среднемесячных потоков суммарной солнечной радиации, поступающей на наклонную и горизонтальную поверхности

(д. Волма Дзержинского района) $\varphi = 53.89^{\circ}$; $\lambda = 26.98^{\circ}$

	I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX	Х	XI	XII	год
10°	1,14	1,11	1,11	1,07	1,05	1,04	1,05	1,06	1,09	1,11	1,10	1,14	1,09
20°	1,26	1,19	1,19	1,11	1,08	1,06	1,07	1,1	1,16	1,2	1,18	1,25	1,15
30°	1,35	1,25	1,24	1,13	1,08	1,06	1,07	1,11	1,2	1,25	1,24	1,34	1,19
40°	1,41	1,29	1,26	1,12	1,06	1,03	1,04	1,09	1,21	1,29	1,27	1,40	1,21
50°	1,44	1,29	1,26	1,08	1,01	0,97	0,98	1,05	1,19	1,29	1,28	1,43	1,19
60°	1,43	1,27	1,22	1,03	0,94	0,89	0,91	0,98	1,14	1,26	1,26	1,43	1,15
70°	1,40	1,21	1,16	0,94	0,84	0,79	0,81	0,9	1,07	1,2	1,21	1,40	1,08
80°	1,34	1,14	1,07	0,84	0,73	0,68	0,7	0,79	0,97	1,12	1,14	1,34	0,99
90°	1,24	1,03	0,95	0,72	0,6	0,55	0,57	0,67	0,85	1,01	1,04	1,25	0,87





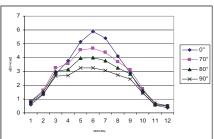


Рис. 2. Годовой ход средних суточных сумм суммарной радиации на горизонтальную и наклонную поверхность (д. Волма Дзержинского р-на)



- где S количество прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, кВт/(м 2 · дни);
- D количество рассеянной солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, кВт/(м² · дни);
- $E_{zop.}$ количество суммарной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, кВт/(м 2 · дни);
- A отражательная способность поверхности, %. [2, 3, 4].

Отношения среднемесячных потоков суммарной солнечной радиации, поступающей на наклонную и горизонтальную поверхности с южной ориентацией для д. Волма Дзержинского района, представлены в табл. 3.

Изменение прихода солнечной радиации в течение года на наклонную поверхность показано на рис. 2.

Проведенные расчеты позволяют определить оптимальный угол наклонной поверхности в течение года. На рис. 3 представлены зависимости месячных сумм солнечной радиации от угла наклона поверхности к горизонту для каждого месяца года.

Оптимальный угол наклона варьируется от 22° в июне до 58° в декабре, причем для весеннего периода оптимальный угол наклонной поверхности составляет 33° , летнего -24° , осеннего -44° , зимнего -54° . В течение года оптимальный угол располагается в диапазоне от 25° до 35° .

Заключение

Оптимальный угол лучеприемной поверхности к горизонту в течение года составляет 32° (1166,6 кВт-ч/м² год). Данная величина угла может варьироваться в зависимости от сезона: декабрь-февраль – 50° (92,1 кВт-ч/м²); март-май – 32° (408,7 кВт-ч/м²); июньавгуст – 25° (504,4, кВт-ч/м²); сентябрь-ноябрь – 42° (185,7 кВт-ч/м²).

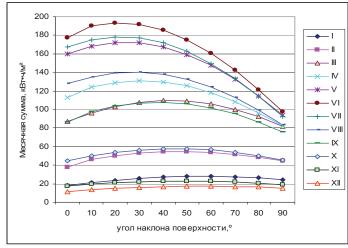


Рис. 3. Поступления месячных сумм суммарной солнечной радиации от угла наклонной поверхности (д. Волма Дзержинского района)

Для более эффективного использования систем термодинамического преобразования угол наклона составляет от 25-27° (910,4-911,1, кВт-ч/м²), при условии эксплуатации с апреля по сентябрь. Следует заметить, что эти углы являются оптимальными именно для д. Волма Дзержинского района. Для других пунктов с такой же широтой они могут несколько отличаться.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Черноусов, С.В. Энергетика Беларуси смотрит в будущее / С.В. Черноусов // Энергоэффективность, 2006. № 2. С. 12-15.
- 2. Quaschning V. Regenerative Energiesysteme. 3. Aufl. München: Hanser, 2003. p. 345.
- 3. Reindl, D. Fraction Correlations/ D. Reindl, W. Beckman, J. Diffie. 1989. S. 2028-2086.
- 4. Справочник по климату СССР: солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. Лн.: изд-во «Гидрометеорологическое», 1966. Ч. 1. С. 68.

"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 первое полугодие 2010 года: для индивидуальных подписчиков - 27000 руб., ведомственная подписка - 52986 руб.

Технический сервис в АПК Экономика

УДК 636.2.033.082.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 29.03.2010

МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДОПЫТНЫХ БЫЧКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ

А.А. Жданова, аспирантка (ВГАВМ)

Аннотация

В статье освещены результаты проведенных опытов по исследованию мясной продукции и экономической эффективности выращивания мясного скота герефордской породы в 3AO «Липовцы» Витебского района.

The results of the experiments undertaken to investigate the meat output and cost-effectiveness of Gereford breed beef cattle at the close corporation "Lipovzy", Vitebsk region, are reported.

Введение

Убойные показатели и морфологический состав туш у крупного рогатого скота не дают всесторонней оценки качества говядины. Пищевые достоинства мяса определяют по наличию содержания в нем белка, жира, минеральных веществ, энергетической ценности. Вкус мяса зависит от его нежности, сочности, аромата, плотности мышечной ткани и наличия жировых образований, характеризующих его «мраморность» [1]. Определение химического состава мяса и последующее установление его энергетической ценности — один из наиболее важных и достоверных методов [2].

Цель работы — изучить в сравнительном аспекте мясную продуктивность и показатели качества мяса у помесных по герефордской породе и чистопородных черно-пестрых бычков при различном уровне концентрированных кормов в рационах, а также сделать вывод о пищевой и энергетической ценности мяса опытных групп животных и экономической эффективности выращивания животных на мясо.

Основная часть

Для изучения качественных показателей мяса у подопытных животных на ОАО «Витебский мясокомбинат» был проведен контрольный убой помес-

ных по герефордской породе и чистопородных чернопестрых бычков, выращенных в хозяйстве ЗАО «Липовцы» Витебского района Витебской области, на рационах с содержанием концентратов 0%, 10% и 20% к основному рациону.

Питательную ценность мяса устанавливали по содержанию белка, жира, воды и золы в средней пробе мяса и длиннейшей мышце спины. Содержание полноценных белков определяли по количеству триптофана, а неполноценных — по количеству оксипролина. Отношением триптофана к оксипролину определяют, так называемый, белковый качественный показатель [3].

Для изучения влияния разного уровня концентратов в рационах кормления крупного рогатого скота на мясную продуктивность и качество мяса молодняка разной породной принадлежности был проведен контрольный убой бычков в возрасте 16 месяцев, по 3 головы из каждой опытной группы (табл. 1). Живая масса подопытных бычков при постановке на опыт была практически одинаковой.

Визуальная оценка поверхностного отложения жира на тушах свидетельствует о некоторых различиях в характере полива туш молодняка. Туши животных I и II групп имели менее выраженный жировой

Таблица 1. Убойные показатели подопытных бычков, (X±Sx)

Показатель		Группа животных							
	I	II	III	IV					
Съемная живая масса, кг	428,0±18,8	477,0±5,77	520,0±5,8	440,0±5,8					
Предубойная масса, кг	415,5±18,2	462,4±14,1	504,4±5,6	426,8±5,6					
Масса парной туши, кг	238,7±14,7	271,3±7,7	305,8±2,2	246,0±3,7					
Выход туши, %	55,8±1,2	56,8±0,2	58,8±0,3	55,9±0,2					
Масса внутреннего сала, кг	7,23±0,12	7,76±0,06	7,8±0,01	6,80±0,06					
Выход внутреннего сала, %	1,75±0,04	1,68±0,05	1,55±0,02	1,59±0,07					
Убойная масса, кг	245,9±14,8	279,1±7,7	313,6±2,2	252,8±3,74					
Убойный выход, %	59,1±0,98	60,3±0,18	62,1±0,28	59,2±0,18					



Таблица 2. Морфологический состав туш подопытных бычков, (X±Sx)

Показатель		Группа животных							
		II	III	IV					
Масса охлажденной туши, кг	228,5±15,3	263,2±7,6	296,8±1,96	237,5±3,5					
Масса мякоти, кг	183,0±13,7	210,5±7,3	244,2±2,6	187,8±1,7					
Содержание мякоти, %	80,1	80,0	82,3	79,1					
Масса костей, кг	45,5±1,6	52,7±0,3	52,6±1,17	49,7±3,1					
Содержание костей, %	19,9	20,0	17,7	20,9					
Содержание в туше, %	75,6	75,7	77,5	74.5					
мяса жилованного	75,0	15,1	77,5	74,5					
жира	1,9	2,0	2,0	2,0					
сухожилий	2,6	2,3	2,8	2,6					
Выход мякоти на 1 кг кости, %	4,0	4,0	4,6	3,8					

полив по сравнению со сверстниками III и IV группы.

В 16-месячном возрасте предубойная живая масса у помесных по герефордской породе бычков III группы была выше по сравнению со сверстниками I и II группы соответственно на 88,9 – 42,0 кг или 21,4-9,0% и на 77,6 кг или 18,2%, чем у чистопородных черно-пестрых сверстников IV группы.

Наиболее тяжеловесные туши были получены от помесных по герефордской породе бычков III группы, их масса достигала 305,8 кг и на 67,1 — 34,5 кг превысила массу туш помесных по герефордской породе сверстников I и II группы. Превосходство герефордских бычков III группы над черно-пестрыми сверстниками IV группы составило 59,8 кг или 24,3 %.

Помесный молодняк II и III групп характеризовался более высокими убойными показателями по сравнению со сверстниками I и IV группы. По убойному выходу и выходу туши бычки III группы превзошли бычков II группы на 2,0-1,8 %, бычков I группы на 3,0 %, IV группы на 3,0-2,9 %. Превосходство черно-пестрых бычков IV группы над помесными по герефордской породе сверстниками I группы по убойному выходу и выходу туши в этом возрасте были незначительные.

У черно-пестрых бычков IV группы, получавших в рационе кормления 20% концентрированных кормов, масса внутреннего сала была самая низкая, по сравнению с животными III группы – ниже на 1,0 кг, с бычками II группы – на 0,96 кг и I группы – на 0,43 кг. По выходу внутреннего сала различия между чернопестрыми бычками и сверстниками III и IV группы были незначительные.

Таким образом, выращивание помесных по герефордской породе бычков обеспечивает повышение скороспелости и более раннюю готовность поставки (до 17 месячного возраста) скота на мясокомбинат. Это способствует сокращению затрат кормов. Дальнейшее выращивание животных ведет к значительному расходу кормов на образование жира.

Наиболее ценными компонентами туши являются мускульная и жировая ткань. Чем больше в туше мякоти и меньше костей, хрящей и сухожилий, тем выше пищевые достоинства мяса (табл. 2).

Анализ морфологического состава туш свидетельствует о том, что мясо всех опытных групп бычков характеризовалось оптимальным морфологическим составом (содержанием мякоти, костей и соединительной ткани). В тушах откормленных животных содержалось 79,1-82,3% мякоти и 17,7-20,9% костей. По массе мякоти животные III группы превосходили аналогов I группы на 61,5 кг или на 33,4%, II группы на 33,7 кг или 16,0%, черно-пестрых животных IV группы на 56,4 кг или 30,0 %.

Индекс мясности был выше на 0,8% у помесных бычков III группы — 4,6 против 3,8 у черно-пестрых сверстников, и на 0,6% соответственно выше, чем у помесных сверстников I и II группы. Следовательно, лучшее сочетание мякоти и кости было у помесных по герефордской породе бычков II группы.

Питательную ценность мяса устанавливали по содержанию белка, жира, воды и золы в средней пробе мяса (табл. 3).

В мясе помесных бычков содержалось больше

 Таблица 3. Химический состав и энергетическая ценность средней пробы мяса подопытного молодняка

Показатель		Группа животных						
	I	II	III	IV				
Вода	65,2	63,4	60,1	66,48				
Белок	19,2	19,5	21,5	17,82				
Жир	14,8	16,3	17,6	14,61				
Зола	0,8	0,8	0,8	1,09				
Триптофан, мг%	230,9	247,5	248,5	212,4				
Оксипролин, мг%	44,0	45,8	38,6	47,2				
Энергетическая ценность мяса, МДж/кг	10,4	11,1	12,0	8,9				
Белковый качественный показатель	5,2	5,4	6,4	4,5				



подопытного молодияка	на мисо						
Показатель	Группа животных						
Показатель	I	II	III	IV			
Живая масса в конце периода выращивания, кг	428,0	477,0	520,0	440,0			
Абсолютный прирост живой массы, кг	400,7	449,5	492,0	415,0			
Затраты корма на 1 голову, корм. ед.	3526,2	3865,7	4182,0	4233,0			
Затраты корма на 1 ц. прироста, корм. ед.	8,8	8,6	8,5	10,2			
Производственные затраты на выращивание 1 головы, тыс. руб.	1896,8	2100,2	2257,3	1965,0			
Себестоимость 1 ц. прироста, тыс. руб.	473,4	467,2	458,8	473,5			
Выручка от реализации 1 головы, тыс. руб.	2354,0	2623,5	2860,0	1966,8			
Прибыль от реализации 1 головы, тыс. руб.	457,2	523,3	602,7	1,8			
Уровень рентабельности. %	24.1	24.9	26.7	0.1			

Таблица 4. Экономическая эффективность выращивания

белка (21,5%) и жира (17,6%), соответственно и энергетическая ценность его была больше (12,0 МДж) на 3,1 МДж или 34,8% выше, чем у черно-пестрых сверстников и на 0,9 и 1,6 МДж или 8,1 и 15,4%, соответственно выше, чем во ІІ и І группах помесных животных.

По содержанию в средней пробе мяса такого важнейшего в пищевом отношении компонента, как протеин, черно-пестрый молодняк (IV группа) уступал помесным животным I, II и III группы от 7,7% до 20,6%.

Содержание триптофана и оксипролина было больше в мясе бычков II и III групп на 7,2 и 7,6% по сравнению с животными I группы. У черно-пестрых бычков содержание триптофана и оксипролина было меньше, чем у помесных аналогов I группы на 8,0%.

Животные черно-пестрой породы уступали помесным сверстниками по энергетической ценности мяса на 16,8-34,8%, по белковому качественному показателю мяса — на 0,7-1,9 единиц.

Таким образом, помеси герефордской и чернопестрой породы бычков обладают достаточно высоким качеством мяса, а по энергетической ценности и белковому качественному показателю значительно превосходят сверстников черно-пестрой породы.

Одной из задач данных исследований являлось определение экономической эффективности выращивания молодняка на мясо (табл. 4).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что при выращивании помесных по герефордской породе бычков ІІІ группы было получено больше прибыли на 1 реализованное животное в сравнении со сверстниками других опытных групп на 79,4-600,9 тыс. руб. (86,8-0,3%).

Производство мяса было рентабельно по всем подопытным группам бычков, но наиболее высокий уровень рентабельности отмечен у помесных по герефордской породе бычков III группы — 26,7%, тогда как у сверстников IV группы он составил только 0,1%, у сверстников I группы, не получавших в рационе кормления концентрированных кормов, —24,1%.

Заключение

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что помеси герефордской и чернопестрой породы бычков III группы, получавших 20% концентратов к основному рациону, характеризовались самыми высокими показателями мясной продуктивности и качества мяса.

Разработки по совершенствованию элементов технологии выращивания молодняка нашли повсеместное применение в мясных хозяйствах нашей республики: СПК «Зембинский» Борисовского района, ОАО «Старица-Агро» Копыльского района, УП «Карповичи» Вилейского района, СПК «Сергеевичи» Пуховичского района, СПК «Вишневецкий» Столбцовского района Минской области, КСУП «Чашникское» Чашникского района, филиал «Голубичи» Глубокского района Витебской области и др.

Исследования позволили более эффективно провести племенную работу и создать в конечном итоге заводской тип герефордского скота канадской селекции.

Так как основные затраты при выращивании животных на мясо ложатся на корма, выращивание помесных по герефордской породе бычков, как на рационах с низким содержанием концентрированных кормов, так и на бесконцентратных рационах кормления является более эффективным и экономически выгодным методом выращивания животных на мясо.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Апанасевич, Т.Л. Сравнительная характеристика молодняка абердин-ангус х черно-пестрого и шаролезского скота по продуктивным качествам / Т.Л. Апанасевич //Вести национальной академии наук Беларуси. 2009. №1. С. 67-71.
- 2 Батраков, Н. Чтобы улучшить мясные качества скота / Н. Батраков, А. Тулисов, Н. Мельникова // Животноводство России, 2009. №1. C. 49-50.
- 3 Шляхтунов, В.И. Основы зоотехнии: учеб. пособ. / В.И. Шляхтунов, В.И. Смунев, Л.М. Линник. Минск: Техноперспектива, 2006. 323 с.

УДК 631.173:658.5(476)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 5.04.2010

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ЗАВОДАМИ-ИЗГОТОВИТЕЛЯМИ, ДИЛЕРСКИМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ЦЕНТРАМИ И ПОТРЕБИТЕЛЯМИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

А.А. Зеленовский, канд. экон. наук, доцент, Д.А. Сайганов, аспирант (БГАТУ)

Аннотапия

Разработаны основные направления эффективного взаимодействия между заводамиизготовителями, дилерскими техническими центрами и сельскохозяйственными организациями по гарантийному и послегарантийному обслуживанию средств производства в течение всего периода их эксплуатации.

Basic aspects of an effective cooperation between manufacturing plants, dialer technical centers and agricultural enterprises for guarantee maintenance of means of production and their post-warranty service during the whole period of exploitation have been developed.

Введение

Государственной программой возрождения и развития села на 2005-2010 годы, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь №150 от 25 марта 2005 г., предусматривается достичь производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия в объемах, достаточных для внутреннего рынка и формирования экспортных ресурсов [1]. Поэтому для устойчивого ведения сельскохозяйственного производства и обеспечения продовольственной безопасности необходима высокоэффективная система технического агросервиса, отвечающая уровню развитых стран с рыночной экономикой.

В этой связи ключевая роль в повышении уровня технической оснащенности сельского хозяйства принадлежит становлению эффективного фирменного технического обслуживания сельскохозяйственных потребителей, включающего предпродажную подготовку в соответствии с нормативно-технической документацией и реализацию сельскохозяйственной техники, гарантийное и послегарантийное обслуживание средств производства в течение всего периода их эксплуатации. Для продления срока использования сельскохозяйственных машин в республике создана, функционирует и получает развитие сеть региональных дилерских технических центров сервисного обслуживания, выступающих связующим звеном между заводами-изготовителями сельскохозяйственной техники и оборудования и производителями сельскохозяйственной продукции - потребителями машин и запасных частей.

Основная часть

Выполненные исследования позволяют установить, что для эффективного взаимодействия заводов-

изготовителей различной сельскохозяйственной техники и технических центров, осуществляющих ее предпродажную подготовку и техническое обслуживание в гарантийный период эксплуатации, их экономические взаимоотношения должны строиться в соответствии с действующим "Положением о дилерском центре по реализации и техническому обслуживанию техники" и "Договором на предпродажную подготовку и ремонт сельскохозяйственной техники в гарантийный срок эксплуатации" с учетом следующих разработанных предложений и рекомендаций.

Необходимо, чтобы технический центр выполнял предписанные для него заводом-изготовителем обязанности (требования) полностью за счет предоставляемой ему производителем скидки с розничной цены сельскохозяйственной машины (фиксированный процент от стоимости машины выплат затрат техническому центру). Размер скидки, кроме затрат на предпродажную подготовку и гарантийное обслуживание машин, должен учитывать также и величину получаемой прибыли, позволяющую обеспечивать расширенное воспроизводство (уровень рентабельности не более 40- 50 %), т. е. размер скидки в современных экономических условиях должен превышать затраты технического центра не более чем на 40-50% и не менее чем на размер годовой инфляции белорусского рубля.

Большое значение для дальнейшего совершенствования взаимоотношений между заводами-изготовителями и техцентрами имеет поставка (реализация) техники и запасных частей последним с рассрочкой платежа до 2- 3 месяцев, что является радикальной мерой при существующих условиях неплатежеспособности большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей республики.



Однако исследованиями установлен тот факт, что разработка системы скидок, а также предоставление рассрочки платежа актуальны лишь для механизма реализации техники, в котором технический центр выступает посредником, самостоятельно осуществляющим закупку техники у заводов-изготовителей и реализацию ее потребителям.

Имеющаяся практика выплат техническому центру затрат на проведение предпродажного и гарантийного обслуживания техники в виде фиксированного процента от ее стоимости посредством поставки техцентру продукции собственного производства (сельскохозяйственная техника, узлы, агрегаты, детали) по согласованным сторонами номенклатуре и количеству с оформлением акта взаимозачета может быть рекомендована преимущественно лишь для машин, реализуемых (в зоне обслуживания технического центра) посредством государственного лизинга или непосредственно заводом-изготовителем, что подтверждается опытом достаточно эффективной работы технических центров в названных обстоятельствах. При этом установленный производителем процент от стоимости машины выплат затрат техническому центру дополнительно должен учитывать издержки на доставку техники или запасных частей, а также затраты, связанные с их хранением в течение половины гарантийного срока.

В случае приобретения полнокомплектной техники техническими центрами у заводов-изготовителей за свой счет, о чем свидетельствует передовой зарубежный опыт в области технического сервиса, отпускная цена для дилера должна представлять собой разницу между розничной (публикуемой) ценой (рекомендуемой заводом-изготовителем) и размером скидки. При этом продажа новой техники ее потребителю по цене, рекомендуемой заводом-изготовителем, позволит техническим центрам эффективно осуществлять свои производственные обязанности по предпродажной подготовке и гарантийному обслуживанию сельскохозяйственных машин. Такой порядок взаимоотношений при реализации машин и оборудования их конечным потребителям будет способствовать росту уровня экономического равноправия заводов-изготовителей и технических центров.

Следует заметить, что эффективная работа рекомендуемой для внедрения схемы купли-продажи техники с предоставлением скидки, а также экономическое стимулирование дальнейшего развития сети современных технических центров невозможны без законодательного запрета реализации, в том числе по лизингу новой полнокомплектной техники без обеспечения ее гарантийного обслуживания. Это объясняется тем, что без организации соответствующего правового поля, во-первых, будет отсутствовать равенство экономических условий дилеров, предоставляю-

щих весь комплекс услуг по гарантийному и послегарантийному обслуживанию средств механизации, перед просто торгующими организациями, а, вовторых, негативно скажется на надежности и ресурсе особенно сложных сельскохозяйственных машин.

Для повышения эффективности функционирования технических центров, обслуживающих незначительное количество и номенклатуру сельскохозяйственной техники определенного завода-изготовителя, необходимо расширять не только перечень предоставляемых услуг по фирменному техническому агросервису (послегарантийное обслуживание, восстановление узлов и агрегатов и др.), но также заключать договоры на предпродажную подготовку и ремонт сельскохозяйственной техники с другими производителями средств механизации, машины и оборудование которых пользуются платежеспособным спросом у товаропроизводителей в зоне обслуживания данного технического центра.

Как показал анализ современного состояния развития фирменного технического сервиса в сфере АПК, важной проблемой при взаимоотношениях технических центров и потребителей техники является низкий правовой уровень при взаимодействии сторон. Так, при реализации техники сельскохозяйственным организациям в большинстве случаев отсутствует практика заключения договоров на гарантийное обслуживание техники. Это объясняется тем, что при существующей системе поставки сельскохозяйственных машин их потребителям (государственный лизинг, продажа непосредственно заводамиизготовителями) технические центры имеют обязательства по гарантийному обслуживанию техники лишь перед заводами-изготовителями. Такое положение, в первую очередь, негативно сказывается на потребителях сельскохозяйственных машин, особенно в тех случаях, когда приобретение полнокомплектной техники осуществляется последними полностью за счет собственных средств. Так, например, возникают проблемы при урегулировании разногласий при отказе техники, установлении порядка взаиморасчетов за восстановление работоспособности техники в гарантийный срок эксплуатации, компенсации издержек или ущерба потребителя средств механизации в случае превышения установленных сроков устранения отказов машин, произошедших по вине заводаизготовителя и др.

В этой связи для повышения эффективности взаимодействий между техническими центрами и сельскохозяйственными товаропроизводителями в гарантийный период эксплуатации машин разработан следующий порядок их взаимоотношений при устранении неисправностей в гарантийный срок, в соответствии с которым предложен типовой договор на гарантийное обслуживание сельскохозяйственной техники.



Так, при выходе из строя приобретенной машины или обнаружении в ней дефектов, ее потребителю нужно направить письменное сообщение в технический центр, который, в свою очередь, в однодневный срок должен известить потребителя телеграммой о дате получения этого сообщения, о своем намерении направить представителя для рассмотрения претензии и о дате его прибытия. При этом, если технический центр принял решение не посылать своего представителя для рассмотрения претензии, то он обязан отправить телеграмму с разъяснением относительно своих действий, связанных с устранением дефектов.

Следует отметить, что для оперативности приемки-передачи сообщений, в случае взаимоотношений с постоянными и надежными потребителями машин, могут применяться сообщения, передаваемые посредством факсимильной связи или электронной почты.

Затем комиссией, включающей представителя технического центра и компетентного специалиста (специалистов) со стороны потребителя техники, выясняется причина выхода из строя машины или выявленного в ней дефекта и составляется акт-рекламация.

При возникновении разногласий между специалистами потребителя и технического центра, в состав комиссии должен войти представитель Государственного технического надзора по месту нахождения потребителя, который обязан провести техническую экспертизу на соответствие качества машины требованиям нормативно-технической документации, а также соблюдение правил эксплуатации, транспортировки, хранения машины и установить причину дефекта. В этом случае пункты акта-рекламации, в которых указывается виновная сторона, а также конкретные дефекты и причины, вызвавшие поломку, должен заполнить представитель Государственного технического надзора. При несогласии представителя технического центра или ответственного лица (лиц) потребителя с выводами представителя Государственного технического надзора, они обязаны подписать акт-рекламацию с оговоркой о своем несогласии и приложить к акту записку с аргументацией. Причем при установлении, что в выходе из строя машины или в дефекте в ней виновен изготовитель, стоимость технической экспертизы возмещается потребителю техническим центром.

В случае неявки представителя технического центра для рассмотрения претензии в установленные извещением сроки, или неполучения от них ответа на сообщение потребителя об имеющихся в машине дефектах, или при его несогласии с разъяснениями, данными техническим центром, потребителю необходимо пригласить для установления причины выхода из строя машины или обнаруженных в ней дефектов представителя Государственного технического надзора и составить с ним акт-рекламацию. При этом

в акте-рекламации обязательно следует указывать причины составления такого акта без участия представителя технического центра, и к акту прилагать копии документов о вызове представителя технического центра и их ответы, и после этого направлять акт-рекламацию техническому центру.

Необходимо отметить, что акт-рекламация составляется в четырех экземплярах, не допуская подчисток, помарок и исправлений. После составления акта-рекламации, последний немедленно направляется заинтересованным сторонам (техническому центру, потребителю), а также представителю Государственного технического надзора, участвовавшему в составлении акта, для контроля. Два экземпляра остаются у потребителя.

При установлении вины изготовителя в дефекте машины комиссии нужно принять решение о месте восстановления (ремонта) машины. Вместе с дефектной продукцией потребитель обязан передать техническому центру гарантийный талон и актрекламацию. Технический центр за счет собственных сил и средств в 14-дневный срок со дня направления ему потребителем сообщения, а в периоды выполнения в сельскохозяйственных организациях посевных и уборочных работ (с апреля по октябрь включительно) в технически возможные сроки, но не более чем за 5 дней должен осуществить восстановление машины в соответствии с нормативно-технической документацией или дополнительными условиями, определеннымы в договоре между заводом-изготовителем, техническим центром и потребителем и подтвердить это соответствие отметкой представителя технического центра в гарантийном талоне с указанием времени, на которое продлевается гарантийный срок и возвратить потребителю вместе с восстановленной машиной гарантийный талон.

Следует подчеркнуть, что если комиссией или технической экспертизой установлено, что дефект в машине произошел по вине потребителя, последний обязан возместить техническому центру затраты, связанные с приездом его представителя и издержки по восстановлению машины. При этом устранение неисправности в периоды выполнения в сельскохозяйственных организациях посевных и уборочных работ (с апреля по октябрь включительно), а также другие периоды производятся в соответствии с нормативно-технической документацией в сроки, установленные договором.

За нарушение сроков устранения неисправностей технический центр должен уплачивать компенсацию в пользу потребителя в размере издержек последнего, связанных с устранением последствий простоя техники в период времени, превышающий оговоренные сроки устранения неисправностей, (привлечение механизированных услуг подрядных формирований,



выполнение механизированных работ собственной машиной аналогичной вышедшей из строя) или компенсацию ущерба в период времени, превышающий оговоренные сроки устранения неисправностей, от потерь, связанных с недополучением продукции растениеводства, ухудшением ее качества.

Необходимо указать, что за каждый день просрочки платежа, как со стороны потребителя, так и со стороны технического центра должен выплачиваться штраф в пользу соответствующего контрагента в установленном размере от суммы выплат.

Для повышения эффективности взаимоотношений между техническими центрами и потребителями машин в послегарантийный период эксплуатации предлагается следующий порядок взаимодействий данных контрагентов при устранении неисправностей, в соответствии с которым разработан типовой договор на послегарантийное обслуживание сельскохозяйственной техники. Так, при выходе из строя приобретенной машины или обнаружении в ней дефектов ее потребителю нужно направить сообщение (факсограмма, по электронной почте и т.п.) в технический центр с указанием характера неисправности. При этом в зависимости от сложности неисправности контрагентам следует совместно определить место ее устранения (в полевых условиях, в ремонтной мастерской хозяйства или технического центра). Причем техническому центру в однодневный срок после получения сообщения необходимо известить потребителя о сроках прибытия к месту устранения неисправности выездной бригады.

Устранение неисправности технический центр должен осуществлять в кратчайшие сроки и в соответствии с нормативно-технической документацией или дополнительными условиями, определенными в договоре между заводом-изготовителем, техническим центром и потребителем, но не более чем за установленный в договоре период времени.

После устранения неисправности потребитель обязан оплатить все связанные с этим издержки технического центра. При этом уплата штрафных санкций, как со стороны пользователя сельскохозяйственной машины, так и со стороны технического центра производится аналогично порядку взаимоотношений в гарантийный период эксплуатации.

Выводы

В процессе проведенных исследований установлено, что дилерская служба агротехсервиса является в данный момент одной из наиболее эффективных форм экономических взаимоотношений между сельскохозяйственными организациями и заводамиизготовителями средств производства. В таких посреднических организациях одинаково заинтересованы, как потребители данных услуг, так и производи-

тели различной сельскохозяйственной техники, поскольку хозяйствующие субъекты должны иметь возможность отдать функции материальнотехнического обеспечения и поддержания техники в рабочем состоянии непосредственно техническим центрам, которые, в свою очередь, станут заключать договоры на своевременную поставку запасных частей, узлов и агрегатов с промышленными предприятиями-производителями этих средств и обеспечивать их предпродажную подготовку, гарантийное и послегарантийное обслуживание в течение всего периода эксплуатации. В дальнейшем роль дилерской службы сервиса не только не должна ослабевать, а, наоборот, усиливаться, о чем свидетельствует опыт стран с развитой рыночной экономикой.

Разработанные предложения по дальнейшему взаимоотношений между заводамиизготовителями и дилерскими техническими центрами заключаются в совершенствовании, во-первых, схемы поставки запасных частей, предполагающей предоставление рассрочки платежа; во-вторых, купли-продажи машин и оборудования с предоставлением скидки с розничной цены техники. Использование данных предложений на практике будет стимулировать развитие в дилерских предприятиях маркетинговых исследований, приемов и методов, позволяющих повысить спрос на машины и запасные части, увеличит время их реализации в условиях низкой платежеспособности большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей республики, а также будет способствовать росту уровня экономического равноправия заводов-изготовителей и технических центров.

Установлен порядок взаимоотношений между дилерскими организациями и сельскохозяйственными потребителями техники в гарантийный и послегарантийный периоды ее эксплуатации, базирующийся на строгом выполнении договорных обязательств и финансовой ответственности дилеров перед сельскохозяйственными товаропроизводителями за нанесенный ущерб при устранении отказов в сроки, превышающие нормативные. Его внедрение позволит повысить уровень бесперебойного выполнения технологических процессов в растениеводстве и животноводстве, а также снизить потери сельскохозяйственной продукции за счет оперативного и качественного устранения отказов в течение всего периода эксплуатации техники, вплоть до предоставления резервных машин в случае невозможного ремонта в оговоренные сроки простоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 гг. – Мн.: Беларусь, 2005. – 96 с.

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 статъи, 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:

- 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;
- 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.

 Рисунки, графики, диаграммы необходимо выполнять с использованием электронных редакторов и вставлять в файл документа Word. Изображение должно быть четким, толщина линий более 0,5 пт, размер рисунка по ширине: 5,6 см, 11,5 см, 17,5 см и 8,5 см. 4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

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

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

- аннотацию на русском и английском языках;
- 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.
- 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 АВПТОРОВ!

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.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

объявляет прием в аспирантуру на 2010/2011 учебный год по следующим специальностям:

- 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».
- 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве».
- 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве».
- 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производством».
- 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины».
- 05.14.08 «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии».
- 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств».
- 01.04.07 «Физика конденсированного состояния».
- 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством».

Принимаются лица, имеющие высшее профессиональное образование и склонность к научным исследованиям.

Прием документов – с 1 по 20 июля 2010 г.

Вступительные экзамены по специальности, иностранным языкам и философии в объеме действующих учебных программ для вузов – с 1 по 15 августа 2010 г.

Начало занятий в аспирантуре – с 1 сентября 2010 г.

Поступающие в аспирантуру представляют в приемную комиссию следующие документы:

- заявление на имя ректора университета по установленной форме;
- личный листок по учёту кадров;
- две фотографии размером 3 х 4 см;
- автобиографию;
- характеристику с последнего места работы или учебы;
- список и копии опубликованных работ, изобретений, список отчётов о научноисследовательской работе (при отсутствии опубликованных работ представляется научный реферат по избранной теме в соответствии со специальностью);
- выписку из протокола заседания совета факультета высшего учебного заведения для лиц, рекомендованных в аспирантуру непосредственно после окончания высших учебных заведений;
- копию диплома о высшем образовании и копию приложения к диплому;
- медицинскую справку по форме, установленной Министерством здравоохранения РБ для поступающих в высшие учебные заведения;
- копию трудовой книжки (для работающих);
- копию удостоверения по форме 2.2. о сдаче кандидатских экзаменов (при наличии);
- лица, поступающие в аспирантуру по направлению организаций, дополнительно представляют проект договора между направляющей стороной и организацией, осуществляющей подготовку кадров высшей научной квалификации.

Паспорт и диплом об окончании высшего учебного заведения предъявляются лично поступающим в аспирантуру.

Подробная информация на сайте БГАТУ: www.batu.edu.by и по телефону аспирантуры (017) 2672523.

Адрес приёмной комиссии: 220023, г. Минск, пр. Независимости, 99/1, каб. 327а.