

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

PONAHOPAMA

№3 июнь 2016

В номере:

Определение показателей уплотняющего воздействия на почву ходовых систем колесных тракторов

Опыт модернизации термических производств для упрочнения сменных деталей сельскохозяйственных машин применением технологии импульсного закалочного охлаждения жидкостью

Формирование экономико-правовых предпосылок развития органического фермерства в Республике Беларусь



26-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА «БЕЛАГРО – 2016»



У стенда БГАТУ: Министр сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь — Л.К. Заяц; начальник главного управления образования, науки и кадров — В.А. Самсонович; первый проректор БГАТУ — Н.Н. Романюк; проректор по научной работе — директор НИИМЭСХ БГАТУ — М.А. Прищепов

С7 по 11 июня в Минске проходила 26-я Международная специализированная выставка «Белагро», на которой новейшие достижения в области сельского хозяйства и сельхозмашиностроения продемонстрировали белорусские и зарубежные аграрии, ученые и промышленники.

В нынешнем году в работе выставки приняли участие более 500 организаций, фирм и компаний из 23 стран: Беларуси, России, Казахстана, Латвии, Литвы, Австрии, Германии, Франции, Италии, Польши, Турции, Китая и других государств.

Белорусский государственный аграрный технический универси-

тет — постоянный участник выставки. Учеными и сотрудниками университета ежегодно представляются новые разработки для предприятий АПК. На стенде нашего университета в этом году были представлены баннеры с информацией о научно-исследовательской работе БГАТУ, образцы деталей, приборов и машин, созданных в университете, монографии, учебники и учебные пособия, изданные в БГАТУ. Наибольший интерес посетителей экспозиции университета был проявлен к экспонатам: «Технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин», «Технологическая линия заполнения кассет субстратом и высева семян», «Программа балансирования рационов на основе экспресс-оценки энергетической питательности кормов для молочного скота».

В рамках «Белагро – 2016» факультет «Технический сервис в АПК» совместно с РО «Белагросервис» провели научно-практическую конференцию «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК», на которой обсуждались вопросы, связанные с производством новой техники, освоением инновационных технологий в сельскохозяйственном производстве, повышением эффективности использования машин и оборудования, совершенствованием системы технического сервиса в АПК. В конференции приняли участие ведущие ученые и производственники Республики Беларусь, а также представители ближнего и дальнего зарубежья.

Агромеханический факультет провел международную научно-практическую конференцию «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве», в работе которой приняли участие ведущие ученые и специалисты Республики Беларусь, России, Казахстана, Польши.

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК БГАТУ организовал проведение международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК». В конференции приняли участие более 100 ученых, руководителей и специалистов учреждений образования, научно-практических центров НАН Беларуси, сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь, России, Казахстана и Болгарии.

Совместно с Минсельхозпродом и БРСМ наш университет провел конкурс профессионального мастерства «Лучший пахарь», участниками которого были студенты и мастера производственного обучения учреждений высшего и среднего специального образования аграрного профиля.

Экспозицию университета посетили – Министр сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Л.К. Заяц, а также ряд отечественных и зарубежных делегаций.

За активное участие, высокий уровень организации и проведения Белорусской агропромышленной недели БГАТУ награжден дипломом 1-й степени Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

АГРОПАНОРАМА 3 (115) июнь 2016

Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь 21 апреля 2010 года. Регистрационный номер 1324

Учредитель

Белорусский государственный аграрный технический университет

<u>Главный редактор</u> Иван Николаевич Шило

Заместитель главного редактора Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

И.М. Богдевич	П.П. Казакевич
Г. И. Гануш	Н.В. Казаровец
Л.С. Герасимович	А.Н. Карташевич
С.В. Гарник	Л.Я. Степук
В.Н Дашков	В.Н. Тимошенко
Е.П. Забелло	А.П. Шпак

Е.В. Сенчуров – ответственный секретарь Н.И. Цындрина – редактор

Компьютерная верстка В.Г. Леван

<u>Адрес редакции:</u>

Минск, пр-т Независимости, 99/1, к. 220 Тел. (017) 267-47-71 Факс (017) 267-41-16

Прием статей и работа с авторами: Минск, пр-т Независимости, 99/5, к. 602, 608 Тел. (017) 385-91-02, 267-22-14 Факс (017) 267-25-71 E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2016.

Формат издания 60 х 84 1/8. Подписано в печать с готового оригиналамакета 22.06.2016 г. Зак. № от 22.06.2016 г. Дата выхода в свет 30.06.2016 г. Печать офсетная. Тираж 100 экз. Статьи рецензируются. Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск, пр-т. Независимости, 99, к.2 ЛП № 02330/316 от 30.01.2015 г. Выходит один раз в два месяца. Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884. Стоимость подписки на журнал на 2-е п/г 2016 г.: для индивидуальных подписчиков - 123 600 руб.; ведомственная - 152 052 руб.; Цена журнала - 32 000 руб.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Сод окоморийотронное менятиестве
Сельскохозяйственное машиностроение.
Металлообработка Ю.В. Чигарев, И.С. Крук, В. Романюк, Я. Р. Каминьский, А.С. Воробей, Ф.И. Назаров, Д.Р. Мальцев Особенности использования различных математических моделей для исследований процесса колебаний штанги полевого опрыскивателя
А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей Определение показателей уплотняющего воздействия на почву ходовых систем колесных тракторов
Г.Ф. Бетеня, Г.И. Анискович, А.В. Ващула, В.А. Бубелев, Д.Г. Олиферчик, В.М. Масалов, А.В. Щерба, А.В. Кривцов Опыт модернизации термических производств для упрочнения сменных деталей сельскохозяйственных машин на основе применения технологии импульсного закалочного охлаждения жидкостью
А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко, А.А. Зенько Оценка годовой загрузки новых отечественных тракторов «БЕЛАРУС» класса тяги 6
А.В. Кудина, В.С. Ивашко Улучшение качества трибоповерхностей стальных деталей машин и технологического оборудования методом электродуговой наплавки
Г.С. Савельев, М.Н. Кочетков, Е.В. Овчинников, С.Ю. Уютов Определение экономически целесообразного вида газомоторного топлива для мобильной сельскохозяйственной техники
Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния
Л.Г. Шейко, А.Ф. Станкевич, А.А. Гончарко Запашка соломы и сидератов, как элемент органического земледелия на дерново-подзолистых супесчаных почвах в Республике Беларусь
Технологии переработки продукции АПК
Е.П. Франко, О.С. Агафонов Определение содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника рефрактометрическим методом и на основе ядерно-магнитной релаксации
Технический сервис в АПК.
Экономика
Г.И. Гануш, В.В. Липницкая, З.Г. Близнюк Формирование экономико-правовых предпосылок развития органического фермерства в Республике Беларусь
Н.И. Холод, А.А. Ефремов Выбор маркетинговой стратегии предприятия АПК на

вторичном рынке сельскохозяйственной техники с

Проблемы развития крестьянских (фермерских)

хозяйств Беларуси.....

использованием вероятностного подхода......41

Сельскохозяйственное машиностроение Металлообработка

УДК 631.363

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА КОЛЕБАНИЙ ШТАНГИ ПОЛЕВОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ

Ю.В. Чигарев,

профессор Западнопоморского технологического университета (Респ. Польша), профессор, каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ, докт. ф.-м. наук, профессор

И.С. Крук,

декан факультета механизации БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В. Романюк,

профессор Технологического природоведческого института в Фалентах (Респ. Польша), докт. техн. наук, профессор

Я. Р. Каминьский,

профессор Варшавского университета естественных наук (Респ. Польша), докт. техн. наук, доцент

А.С. Воробей,

ст. науч. сотр. РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук

Ф.И. Назаров,

аспирант каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ

Д.Р. Мальцев,

магистрант каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ

В статье приведен обзор математических моделей, которые могут быть использованы при описании колебательных процессов штанги сельскохозяйственного опрыскивателя, возникающих при его работе. Ключевые слова: опрыскиватель, штанга, колебания, амплитуда, уравнение.

The article deals with an overview of mathematical models that can be used when describing oscillatory processes agricultural boom sprayer, arising from its work.

Keywords: sprayer boom, vibration amplitude equation.

Введение

Несущая конструкция штанги опрыскивателя связана с корпусом машины таким образом, что деформации ее точек зависят от неровности поля, ветрового потока и равномерности скорости потока жидкости внутри трубопроводов. В зависимости от учета данных условий, колебания штанги могут описываться различными математическими моделями [1-4]. Рассмотрим некоторые из них.

Основная часть

1. Свободные колебания штанги могут возникнуть на ровной поверхности участков поля и при отсутствии других возмущающих факторов.

Рассмотрим поперечные колебания штанги, предполагая, что длина штанги намного больше размеров ее поперечного сечения и движение происходит в одной плоскости, т.е. все точки штанги движутся перпендикулярно оси *Ox*. Очевидно, что на практике данные колебания будут малыми. Тогда смещения точек u(x,t) и их производные будут столь малы, что их квадратами и произведениями можно пренебречь. При этом можно считать, что упругие силы сжатия (растяжения) точек и штанги велики. Если в начальный момент штанга занимала горизонтальное положение и находилась в недеформируемом состоянии (положение точек x_1 , x_2 , рис. 1), то в процессе малых колебаний данный участок штанги деформируется в участок B_1 , B_2 , длина которого определится из уравнения [5]

$$L = \int_{x_0}^{x_2} \sqrt{1 + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}} dx.$$

В силу сделанных предположений о малости колебаний имеем:

$$L \approx x_2 - x_1$$

т.е. штанга фактически не имеет удлинений.

Теперь перейдем к рассмотрению системы сил, действующих на точки B_1 и B_2 . На участок штанги B_1



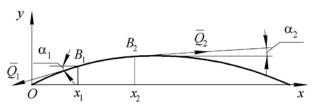


Рисунок 1. Схема растягивающих сил на поверхности штанги

 B_2 будут действовать силы упругости \overline{Q}_1 и \overline{Q}_2 в точках B_1 и B_2 , а также силы инерции и силы тяжести, которые в случае поперечных колебаний будут направлены параллельно оси y. Тогда уравнение равновесия, записанное на ось Ox, будет

$$Q_1 \cos \alpha_1 - Q_2 \cos \alpha_2 = 0,$$

где $\alpha_{_1}$ и $\alpha_{_2}$ – углы между силами $Q_{_1}$ и $Q_{_2}$ и поверхностью штанги соответственно.

В силу малости углов имеем:

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2 \alpha_1}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}}} \approx 1;$$
$$\cos \alpha_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2 \alpha_2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}}} \approx 1.$$

Следовательно, при малых колебаниях

$$Q_1 \approx Q_2$$
.

Заметим, что сила упругости не зависит от выбора x. Поэтому колебания точек B_1 и B_2 будут подчиняться одному закону движения, который приближенно можно описать дифференциальным уравнением [1-4]. В общем случае для точек штанги

$$m\frac{d^2y}{dt^2} + cy = 0,$$

где m — масса штанги, кг;

c – жесткость системы, н/м.

Данное уравнение можно записать в следующем виде:

$$\frac{d^2y}{dt^2} + k^2y = 0,$$
 (1)

где k – круговая частота, $k^2 = \frac{c}{m}$.

Решение уравнения (1) имеет вид

$$y = C_1 \sin kt + C_2 \cos kt \,, \tag{2}$$

где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования; t – время, с.

Если принять, что $C_{_1}=A\cos\phi_{_0}$, $C_{_2}=A\sin\phi_{_0}$, то решение уравнения (1) будет

$$y = A\sin(kt + \phi_0), \qquad (3)$$

где A — амплитуда колебаний;

 $\phi_{_{\scriptscriptstyle 0}}$ – начальная фаза колебаний.

Скорость в рассматриваемом движении равна

$$v = \dot{y} = Ak\cos(kt + \phi_0). \tag{4}$$

Значения A и ϕ_0 определяются из начальных условий. Если предположить, что при $t=0,\ y=y_0,\ v=v_0$, то при подстановке их в равенства (3) и (4) получим

$$y_0 = A\sin\phi_0,\tag{5}$$

$$\frac{v_0}{k} = A\cos\phi_0. \tag{6}$$

Проделав несложные преобразования в равенствах (5) и (6), получим выражения для определения амплитуды и фазы колебаний

$$A = \sqrt{y_0^2 + \frac{v_0^2}{k^2}},\tag{7}$$

$$tg\phi_0 = \frac{ky_0}{v_0}. (8)$$

Исключая из выражений (3) и (4) время t, получаем на фазовой плоскости уравнение эллипса, которое показывает финитный характер движениия (рис. 2)

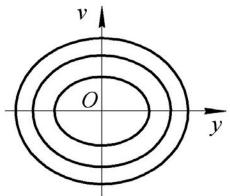


Рисунок 2. Движение точек штанги на фазовой плоскости

$$\left(\frac{y}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{k\phi_0}\right)^2 = 1. \tag{9}$$

Таким образом, колебательный процесс – амплитуда и фаза, задается начальными условиями: начальными отклонением от положения равновесия и начальной скоростью. Свободные колебания в штанге могут возникнуть, например, при переезде границы неровной поверхности поля с ровной уплотненной поверхностью. В этом случае колебания штанги носят устойчивый характер и исключают при данном движении случаи ее поломки.

2. Если конструкция штанги имеет демпфирующие устройства, тогда при отсутствии возмущающих факторов колебания точек штанги можно описать линейным уравнением [1-4]



 $m\ddot{y} + b\dot{y} + cy = 0$,

или

$$\ddot{y} + 2n\dot{y} + ky = 0, (10)$$

где b – параметр демпфирования;

$$2n = \frac{b}{m}. (11)$$

Корни характеристического уравнения (10) равны

$$\delta_{12} = -n \pm \sqrt{n^2 - k^2} \,, \tag{12}$$

согласно которым рассмотрим возможные решения. *Первый случай* (малого сопротивления)

$$n < k; \ k_1 = \sqrt{k^2 - n^2}; \ \delta_{1,2} = -n \pm i k_1,$$
 (13)

где k_1 – круговая частота затухающих колебаний.

Решение имеет вид

$$y(t) = Ae^{-nt} \sin(k_1 t + \phi);$$
 (14)

$$A = \sqrt{y^2 + \frac{(v_0 + ny_0)^2}{k_1^2}};$$
(15)

$$tg\phi = \frac{k_1 y_0}{v_0 + n y_0},$$

где Ae^{-nt} – условная амплитуда затухающих колебаний;

 ϕ – фазовый угол.

$$T_1 = \frac{2\pi}{k_1}, T = \frac{2\pi}{k}, T_1 > T,$$

где T, T_1 – соответственно периоды свободных и затухающих колебаний (рис. 3)

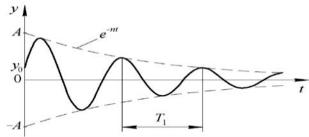


Рисунок 3. Процесс затухания колебаний

Анализ выражения (14) показывает, что движение носит затухающий, колебательный характер. Инфинитное движение точки на фазовой плоскости показано на рис. 4.

Второй случай (большого сопротивления)

$$n > k; \quad k_2 = \sqrt{n^2 - k^2}; \quad \delta_{1,2} = -n \pm k_2,$$
 (16)

где k_2 – круговая частота затухающих колебаний.

Тогда решение уравнения (10) будет иметь вид

$$y(t) = e^{-nt} \left(C_3 e^{tk_2} + C_4 e^{tk_2} \right), \tag{17}$$

где C_3 и C_4 – постоянные интегрирования.

Значит, материальная точка совершает затухающее неколебательное движение (рис. 5).

Третий случай (граничный)

$$n = k; \ \delta_{1,2} = -n.$$
 (18)

Решение имеет вид

$$y(t) = e^{-nt} \left(C_5 t + C_6 \right), \tag{19}$$

где C_5 и C_6 – постоянные интегрирования.

Материальная точка также совершает затухающее неколебательное движение. Поведение кривых y в зависимости от времени t в решениях (17) и (19) зависит от начальных условий [1-4].

Анализ приведенных исследований показывает эффективность демпферующего элемента в гашении колебаний и необходимость его использования в конструкциях опрыскивателей. Напряжения, возникающие в штанге, будут носить релаксационный характер, соответствующий упруговязкой модели Максвелла.

3. В полевых условиях в силу неровности поверхности поля, а также силы ветра и других возмущающих факторов штанга подвергается внешнему воздействию. В этом случае уравнение колебаний при отсутствии демпферующего устройства может иметь вид [1-4]

$$m\ddot{y} + cy = Q \sin pt$$
,

ипи

$$\ddot{y} + k^2 y = P_0 \sin pt, \tag{20}$$

где
$$P_0 = \frac{Q}{m}$$
;

р – частота возмущающей силы.

Решением уравнения (20) будет равенство в виде $y = y_1 + y_2$,

где y_1 – общее решение уравнения без правой части, y_2 – частное решение уравнения.

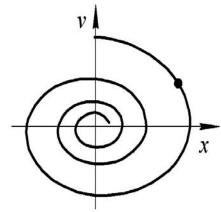


Рисунок 4. Затухающее движение на фазовой

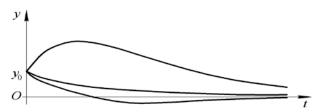


Рисунок 5. Затухающее неколебательное движение



Согласно равенству (3), имеем

$$y_1 = A\sin(kt + \phi_0). \tag{21}$$

Будем искать решение y_2 в виде

$$y_2 = a \sin pt \,, \tag{22}$$

где a — постоянная величина, которую надо подобрать так, чтобы равенство обратилось в тождество.

Подставляя y_2 и его вторую производную в уравнение (20), имеем:

$$-p^{2}a\sin pt + k^{2}a\sin pt = P_{0}\sin pt.$$
 (23)

Это равенство будет выполняться при любом t, если $a(k^2 - p^2) = P_0$ или

$$a = \frac{P_0}{k^2 - p^2}. (24)$$

Таким образом, искомое частное решение будет

$$y_2 = \frac{P_0}{k^2 - p^2} \sin pt. {25}$$

Так как $y = y_1 + y_2$, то общее решение имеет окончательно вид

$$y = A\sin(kt + \phi_0) + \frac{P_0}{k^2 - p^2}\sin pt.$$
 (26)

Решение показывает, что колебания точки штанги складываются в этом случае из колебаний с амплитудой A (зависящей от начальных условий) и частотой k, и колебаний с амплитудой a (не зависящей от начальных условий) и частотой p, вынужденных колебаний.

Как видим, амплитуда колебаний зависит от частоты возмущающей силы и частоты собственных колебаний.

Подбирая различные p и k, можно получить вынужденные колебания точек штанги с разными амплитудами. Если величина p близка к k, то амплитуда колебаний становится очень большой. При p >> k, амплитуда колебаний становится очень малой (практически близка к нулю).

Наиболее опасным для колебаний штанги является случай, когда частота возмущающей силы равна частоте собственных колебаний p=k — явление резонанса. Амплитуды вынужденных колебаний при резонансе будут со временем неограниченно возрастать (рис. 6), что может привести к существенной

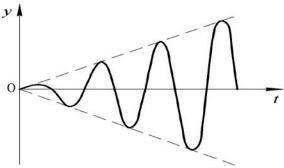


Рисунок 6. Рост амплитуды при резонансе

поломке несущей конструкции штанги.

4. Рассмотрим колебания штанги с учетом неровности поверхности поля, силы ветра и других возмущающих факторов, а также с учетом наличия демпфирующих устройств [1-3].

В качестве суммарной возмущающей силы можно выбрать силу, зависящую от времени в виде

$$Q(t) = Q_0 e^{ipt}, (27)$$

где *i* –мнимая единиц.

Тогда дифференциальное уравнение колебаний будет

$$m\ddot{y} + b\dot{y} + cy = Q_0 e^{ipt}. \tag{28}$$

Задавая решение уравнения в виде: $y(t) = y_0 e^{ipt}$ и подставляя его в дифференциальное уравнение, получим алгебраическое уравнение для определения амплитуды вынужденных колебаний, получим

$$-mp^{2}y_{0} + ipby_{0} + cy_{0} = Q_{0}. (29)$$

Разделим его на массу, получим

$$-p^{2}y_{0} + ip2ny_{0} + k^{2}y_{0} = \frac{Q_{0}}{m}.$$
 (30)

Откуда амплитуда вынужденных колебаний

$$A = y_0 = \frac{Q_0}{m(k^2 - p^2 + ip2ny_0)}. (31)$$

Штанга колеблется с амплитудой A и частотой возмущающей силы p. Анализ зависимости модуля амплитуды от частоты возмущающей силы показывает существенное влияние параметра сопротивления n на рост амплитуды: чем он выше, тем меньше амплитуда [1-4].

Выводы

В статье обоснован выбор математических моделей для описания колебательных процессов штанги сельскохозяйственного опрыскивателя при различных его конструкциях и условиях эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Пановко, Я.Г. Введение в теорию механических колебаний / Я.Г. Пановко. М.: Наука, 1980. 272 с
- 2. Тарг, С.М. Курс теоретической механики: учеб. для втузов / С.М. Тарг. М.: Высш. шк., 1986. 416 с
- 3. Чигарев, А.В. Курс теоретической механики / А.В. Чигарев, Ю.В. Чигарев. Мн.: ООО «Новое время», ООО «ЦУПЛ», 2010. 398 с.
- 4. Чигарев, А.В. Теоретическая механика. Решение задач: учеб. пос. / А.В. Чигарев, Ю.В. Чигарев, И.С. Крук. Минск: ИВЦ Минфина, 2016. 478 с.
- 5. Кошляков, В.П. Уравнения математической физики / В.П. Кошляков. М.: Наука. 576 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 11.04.2016

УДК 631.3.02: 631.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ ХОДОВЫХ СИСТЕМ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

А.Н. Орда,

зав. каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

В.А. Шкляревич,

ст. преподаватель каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ

А.С. Воробей,

ст. научн. сотр. РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук

В статье на основании норм допустимого воздействия движителей на почву, регламентированных соответствующими ГОСТами, и закономерностей, описывающих процессы следообразования, рассчитаны показатели уплотняющего воздействия различных по компоновке ходовых систем колесных тракторов «БЕЛАРУС» и дана их оценка на соответствие допустимым нормативам.

Ключевые слова: движитель, ходовая система, сдвоенные колеса, почва, давление, напряжение, глубина следа, плотность почвы.

In the article on the basis of admissible impact norms of the propellers on the soil regulated by the corresponding state standard specifications, and the regularities describing the processes of a trace formation in soil, indicators of the condensing influence of running systems of wheel tractors Belarus, various on configuration have been calculated and their assessment has been given to compliance of the admissible standards.

Keywords: propeller, running system, dual wheels, soil, pressure, tension, trace depth, soil density.

Введение

Известно, что почвы республики Беларусь обладают неблагоприятными агрофизическими свойствами. Проблема ухудшения физико-механических и биологических свойств почвы усугубляется ее переуплотнением от воздействия ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники. Так, плотность пахотных слоев почвы под воздействием ходовых систем машинно-тракторных агрегатов возрастает до 1550 кг/м³, в то время как оптимальная плотность для возделывания сельскохозяйственных культур составляет – 1000-1400 кг/м³. Плотность подпахотных слоев почвы достигает величины – 1650 кг/м3, близкой к критической [1]. Чрезмерное уплотнение почвы приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, повышению затрат энергии и расхода топлива, уменьшению производительности для технологических операций, связанных с обработкой почвы.

Помимо радикальных средств снижения давления на почву, заключающихся в создании принципиально новых типов ходовых систем, значительного эффекта снижения уплотнения почвы можно добиться оптимизацией компоновки ходовых систем машинно-тракторных агрегатов, учитывающей тип и состояние почвенного агрофона.

К настоящему времени рядом ведущих научноисследовательских институтов и высших учебных заведений стран СНГ разработаны нормативы по допустимому воздействию движителей сельскохозяйственной техники на почву, представленные в виде ГОСТов, регламентирующих их максимальное давление на почву и напряжение в почве на глубине 0,5 м.

Произведем расчеты показателей уплотняющего воздействия различных по компоновке ходовых систем колесных тракторов «БЕЛАРУС» согласно ГО-СТам, нормирующим допустимый уровень воздействия на почву, и теоретических зависимостей, описывающих процессы следообразования, с целью определения соответствия их нормам допустимого воздействия на почву.

Основная часть

На сегодняшний день уровень допустимого воздействия на почву ходовых систем сельскохозяйственной техники нормируется по ныне действующему ГОСТу 26955-86 «Нормы воздействия движителей на почву», согласно которому ограничиваются максимальные давления на почву — q_{max} и нормальные напряжения в почве на глубине $0.5 \, M - \sigma_{0.5}$ (табл. 1) [2].

Расчет указанных норм воздействия на почву производится с помощью методик, изложенных в ГОСТ 26953-86 «Методы определения воздействия движителей на почву» [3] и ГОСТ 26954-86 «Методы определения максимального нормального напряжения в почве» [4].

Применим зависимости, приведенные в вышеуказанных ГОСТах, а также теоретические закономерности, описывающие процессы следообразования, для расчета показателей уплотнения почвы, их оценки и анализа на примере различных по компоновке



Таблица 1. Допустимые нормы воздействия движителей на почву, согласно ГОСТа 269. 5-86

Влажность почвы в слое 0-30 см	ление на лесного и го движит	іьное дав- почву ко- гусенично- елей, кПа, олее	жение в глубине 0	ое напря- почве на у,5 м, кПа, олее
	Весенний период	Летне- осенний период	Весенний период	Летне- осенний период
Св. 0,9 НВ	80	100	25	30
Св. 0,7 НВ до 0,9 вкл.	100	120	25	30
Св. 0,6 НВ до 0,7 вкл.	120	140	30	35
Св. 0,5 НВ до 0,6 вкл.	150	180	35	45
0,5 НВ и менее	180	210	35	50

колесных ходовых систем повсеместно используемых

в сельскохозяйственном производстве нашей республики тракторов семейства «БЕЛАРУС».

Для расчета показателей воздействия движителей сельскохозяйственной техники вначале определим их максимальное давление q_{max} на почву, сравнивая с максимально допустимыми нормами с учетом поправок, учитывающих различные условия эксплуатации и состояние агрофона (табл. 2).

Рассчитаем согласно ГОСТа 26953-86 геометрические параметры взаимодействия протектора шины колеса с жестким основанием и с почвой. Площадь контакта шины с почвой, приведенную к условиям работы на почвенном основании $S_{\rm kn}$, определим по зависимости [3]:

$$S_{\text{KII}} = S_{\text{KXK}} \cdot k_D, \tag{1}$$

где $S_{\kappa\kappa}$ — контурная площадь контакта шины с жестким основанием, м²;

 k_D — коэффициент, зависящий от наружного диаметра $D_{\rm m}$ шины колеса, k_D = 1,1-1,6 [6].

Контурная площадь контакта шины с жестким основанием $S_{\kappa\kappa}$ определим согласно методике [6] по формуле:

$$S_{\kappa\kappa} = \alpha_{\text{III}} \cdot \pi \cdot a_{\kappa} \cdot b_{\kappa} \,, \tag{2}$$

где α_{III} – коэффициент, α_{III} = 0,98-1,04 [6];

 $a_{\rm K}$ – половина длины контакта протектора шины с жестким основанием, м;

 $b_{\rm K}$ – половина ширины контакта протектора шины с жестким основанием, м

Половина длины контакта протектора шины с жестким основанием:

$$a_{\kappa} = \frac{1}{100} \sqrt{D_{\text{m}} \cdot [h_{\text{m}}] - [h_{\text{m}}]^2},$$
 (3)

где k_{ini} – коэффициент, зависящий от типа шины и наружного диаметра D_{ini} шины колеса, k_{ini} = 0,7-0,81 [6];

 $D_{\text{ш}}$ – наружный диаметр шины колеса (рис. 1), м; $[h_{\text{ш}}]$ – допустимая деформация шины, м:

$$[h_{_{\mathrm{III}}}] = [\lambda_{_{\mathrm{III}}}] \cdot H_{_{\mathrm{III}}}, \tag{4}$$

где $[\lambda_{\text{III}}]$ — относительная допустимая деформация шины для тракторов и сельскохозяйственных машин, $[\lambda_{\text{III}}]$ = 0,14-0,19 [6];

 $H_{\rm m}$ – высота профиля шины, м (рис. 1). Половина ширины контакта протектора шины с жестким основанием:

$$b_{_{\rm K}} = \sqrt{B_{_{\rm III}} \cdot [h_{_{\rm III}}] - [h_{_{\rm III}}]^2} ,$$
 (5)

где $B_{\rm m}$ — ширина протектора шины колеса (рис. 1), м.

Используя зависимости (1)-(5), рассчитаем геометрические параметры взаимодействия шин колесных тракторов «БЕЛАРУС» с жестким основанием и

Таблица 2. Нормы максимальных давлений на почву колесных движителей тракторов, рассчитанные с учетом поправок по ГОСТу 26955-86 [5]

	Сугли	Суглинистая почва Супесчаная почва						
Влажность почвы в	Наг	Нагрузка на единичный движитель, кН						
слое 0-30 см	до 8	от 8	более	до 8	от 8	более		
	до о	до 16	16	до о	до 16	16		
	Bece	нний п	ериод					
Св. 0,9 НВ	80	80	80	96	96	96		
Св. 0,7 НВ до 0,9 вкл.	125	115	100	150	138	120		
Св. 0,6 НВ до 0,7 вкл.	156	138	120	180	166	144		
Св. 0,5 НВ до 0,6 вкл.	188	180	150	225	207	180		
0,5 НВ и менее	225	216	180	270	248	216		
	Летне-с	сенни	й перио	Д				
Св. 0,9 НВ	100	100	100	120	120	120		
Св. 0,7 НВ до 0,9 вкл.	150	138	120	180	166	144		
Св. 0,6 НВ до 0,7 вкл.	175	161	140	210	193	168		
Св. 0,5 НВ до 0,6 вкл.	225	207	180	270	248	180		
0,5 НВ и менее	263	242	210	315	290	216		

почвой, и отразим их в таблице 3. При расчетах наружный $D_{\rm m}$ и внутренний $d_{\rm m}$ диаметры шины колеса, ширину протектора шины колеса $B_{\rm m}$ и высоту профиля шины $H_{\rm m}$ определяли согласно характери-

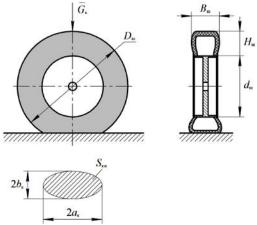


Рисунок 1. Схема к определению геометрических параметров взаимодействия шины колеса с . естким основанием



Таблица 3. Геометрические параметры взаимодействия единичных движителей колесных тракторов семейства «БЕЛАРУС» с основанием

Марка	Параметры шин				Расчетные параметры взаимодействия шин с основанием						
трактора			<i>D</i> _ш , м	<i>d</i> _ш , м	В _ш , м	<i>Н</i> _ш , м	[<i>h</i> _ш], м	а _к , м	<i>b</i> _к , м	S _{кж} , м ²	S _{KII} , M ²
«БЕЛАРУС»	передняя	7,5 <i>L</i> 16	0,700	0,406	0,205	0,147	0,024	0,088	0,065	0,018	0,025
320	задняя	12,4 <i>L</i> 16	0,930	0,406	0,327	0,262	0,042	0,145	0,109	0,050	0,065
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0 <i>R</i> 20	0,930	0,508	0,234	0,211	0,034	0,130	0,082	0,034	0,044
80.1	задняя	15,5 <i>R</i> 38	1,570	0,965	0,394	0,303	0,048	0,217	0,129	0,088	0,097
«БЕЛАРУС»	передняя	11,2 <i>R</i> 20	0,985	0,508	0,284	0,239	0,038	0,143	0,097	0,043	0,056
82.1	задняя	15,5 <i>R</i> 38	1,570	0,965	0,394	0,303	0,048	0,217	0,129	0,088	0,097
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0 <i>R</i> 20	0,930	0,508	0,234	0,211	0,034	0,130	0,082	0,034	0,044
900.3	задняя	16,9 <i>R</i> 38	1,675	0,965	0,429	0,355	0,057	0,243	0,145	0,111	0,122
«БЕЛАРУС»	передняя	360/70 <i>R</i> 24	1,154	0,610	0,360	0,272	0,044	0,176	0,117	0,065	0,078
1025	задняя	18,4 <i>R</i> 34	1,705	0,864	0,467	0,421	0,067	0,266	0,164	0,137	0,150
«БЕЛАРУС»	передняя	420/70 <i>R</i> 24	1,245	0,610	0,420	0,318	0,051	0,197	0,137	0,085	0,097
1523	задняя	520/70 <i>R</i> 38	1,750	0,965	0,520	0,393	0,063	0,260	0,169	0,139	0,152
«БЕЛАРУС»	передняя	540/65 <i>R</i> 30	1,485	0,762	0,526	0,362	0,058	0,230	0,165	0,119	0,137
3022	задняя	580/70 <i>R</i> 42	1,900	1,067	0,585	0,417	0,067	0,280	0,186	0,163	0,180

стикам заводов-изготовителей шин [7].

Полученные расчетные значения геометрических размеров взаимодействия шин с жестким основанием и почвой используем для определения величин, характеризующих процесс следообразования при различных режимах

работы, компоновке ходовых систем тракторов и состояниях агрофона, их ана-

$$\sigma_{0.5} = 0,637 \cdot q_{cp} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a_{\kappa} \cdot b_{\kappa}}{0,5\sqrt{a_{\kappa}^2 + b_{\kappa}^2 + 0.5^2}} \right) + \frac{0,5 \cdot a_{\kappa} \cdot b_{\kappa} \left(a_{\kappa}^2 + b_{\kappa}^2 + 2 \cdot 0.5^2 \right)}{\left(a_{\kappa}^2 + 0.5^2 \right) \left(b_{\kappa}^2 + 0.5^2 \right) \sqrt{a_{\kappa}^2 + b_{\kappa}^2 + 0.5^2}} \right].$$
(8)

лиза и сравнения с допустимыми значениями, разработки рекомендаций для эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники. К таким величинам отнесем нормируемые по ГОСТу 26955-86: среднее давление $q_{\rm cp}$ колеса на почву, максимальное давление $q_{\rm max}$ колесного движителя на почву, максимальное нормальное напряжение в почве на глубине -0.5 м ($\sigma_{0.5}$), и величины, полученные теоретически и подтвержденные экспериментально известными в данной области науки исследователями, такие как глубина следа h, плотность верхнего слоя почвы в следе ρ и глубина проникновения деформаций в почве x_h .

Среднее давление единичного колесного движителя на почву при наибольшей эксплуатационной массе [3]:

$$q_{\rm cp} = \frac{G_{\rm K}}{S_{\rm KII}},\tag{6}$$

где G_{κ} – статистическая нагрузка на почву единичным колесным движителем, H.

Максимальное давление колесного движителя на почву равно [3]:

$$q_{\text{max}} = q_{\text{cp}} \cdot k_{\text{III}2}, \tag{7}$$

где $q_{\rm cp}$ – среднее давление колеса на почву, к Π а;

 $k_{\rm m2}$ – коэффициент продольной неравномерности распределения давления по площади контакта шины с почвой, $k_{\rm m2}$ = 1,5.

Нормируемое максимальное нормальное напряжение в почве на глубине 0,5 м определяем по формуле [4]:

Если при расчетах по формулам (6) и (7) величины средних и максимальных давлений для рассматриваемых одинарных колес в два раза выше, чем у таких же сдвоенных, что является вполне закономерным, то значения максимальных нормальных напряжений в почве на глубине 0,5 м у сдвоенных колес на 10-78 % выше в сравнении с одинарными (табл. 6, 7). Для объяснения этого явления рассмотрим, на какую глубину распространяются деформации почвы под воздействием сравниваемых вариантов колесных движителей.

Глубину проникновения уплотнения под воздействием колес определим из зависимости [8]:

$$x_{h} = \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{\sigma}{\sigma_{\text{vinD}}} \right), \tag{9}$$

где σ_{ynp} – напряжение, которое соответствует условиям развития в его зоне действия только упругих деформаций почвы, Па. Его значение обусловлено свойствами почвы и колеблется в пределах 5-20 кПа;

 β — коэффициент распределения напряжений в почве, зависящий от свойств почвы и размеров колес [8], м⁻¹:

$$\beta_{j} = \beta_{i} \sqrt{\frac{D_{\text{uu}} \cdot B_{\text{uu}}}{D_{\text{uu}j} \cdot B_{\text{uu}j}}},$$
(10)



где β_i – коэффициент распределения напряжений в почве для колеса, оборудованного шиной с размерами $D_{\text{ш}i}$ и $B_{\text{ш}i}$, м⁻¹;

 β_i – коэффициент распределения напряжений в почве для колеса, оборудованного шиной с размера-

Методика определения коэффициентов распределения напряжений β в почве для различных по размерам и компоновке колесных ходовых систем следующая: вначале определяются коэффициенты β_1 для единичных колесных движителей по формуле (10) при исходном $\beta_1=3$ м⁻¹ для заднего колеса с шиной 580/70R42, а затем определяются коэффициенты В2 для сдвоенных колесных движителей при их сравнении с единичными, согласно той же формуле (10).

Результаты расчетов коэффициентов распределения напряжений β_1 и β_2 для единичных и сдвоенных колес, соответственно, приведены в табл. 4.

Таблица 4. Расчетные значения коэффициентов распределения напряжений в почве для единичных и сдвоенных колесных движителей тракторов «БЕЛАРУС»

«DEJIAI y C»								
Марка трактора	Обознач	ение шин	Знач коэффи	циентов				
Трактора			β₁, м⁻¹	β ₂ , м ⁻¹				
«БЕЛАРУС»	передняя	7,5L16	8,3	5,9				
320	задняя	12,4L16	5,7	4,1				
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0R20	6,8	4,8				
80.1	задняя	15,5R38	4,0	2,8				
«БЕЛАРУС»	передняя	11,2R20	6,0	4,2				
82.1	задняя	15,5R38	4,0	2,8				
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0R20	6,8	4,8				
900.3	задняя	16,9R38	3,7	2,6				
«БЕЛАРУС»	передняя	360/70R24	4,9	3,5				
1025	задняя	18,4R34	3,5	2,5				
«БЕЛАРУС»	передняя	420/70R24	4,4	3,1				
1523	задняя	520/70R38	3,3	2,3				
«БЕЛАРУС»	передняя	540/65R30	3,6	2,5				
3022	задняя	580/70R42	3,0	2,1				

Таким образом, при сдваивании колес глубина проникновения уплотняющего воздействия превышает глубину проникновения уплотнения единичных колесных движителей (табл. 6, 7). Это объясняется различным характером распределения напряжений в почве под колесными движителями с разными размерами. В работе [9] установлено, что для деформаторов с большой опорной поверхностью в процесс деформирования вовлекаются более глубинные слои почвы.

Рассмотрим, как изменяются глубина следа и плотность почвы в следах колес при воздействии на нее единичных и сдвоенных колесных ходовых систем тракторов «БЕЛАРУС», приведенных в табл. 3.

Для определения глубины следа колесного движителя при однократном нагружении в случае, когда опорным основанием является почва с одинаковыми по глубине физико-механическими свойствами (стерня при вспашке), воспользуемся зависимостью гиперболического тангенса между деформацией и напряжением почвы, предложенной В.В. Кацыгиным [10]:

$$h_{\rm cr} = \frac{p_0}{k} \operatorname{Arth} \left(\frac{\sigma}{p_0} \right), \tag{11}$$

где о - контактное напряжение в почве под колесом, кПа;

 p_0 – предел несущей способности почвы, кПа; k – коэффициент объемного смятия почвы, к H/M^3 .

Глубину следа при однократном нагружении в случае, когда опорным основанием является почва с рыхлым верхним слоем и плотным подстилающим основанием (почва, подготовленная под посев), определим по формуле, полученной из зависимости А.Н. Орды [8]:

$$h_{\text{III}} = \frac{2}{\pi} h_{\text{yili}} \operatorname{actg}\left(\frac{\pi}{2} \frac{\sigma}{k \cdot h_{\text{yili}}}\right), \tag{12}$$

где $h_{ ext{ynn}}$ – предельная величина уплотнения почвы, м [8]:

$$h_{_{\mathrm{ymn}}} = H \frac{\varepsilon_{_{0}} - \varepsilon_{_{\mathrm{min}}}}{\left(1 + \varepsilon_{_{0}}\right) \left[1 - 2 \cdot \nu \left(1 + \varepsilon_{_{\mathrm{min}}}\right)\right]} \enskip (13)$$
 где H — высота рыхлого верхнего

(пахотного) слоя, м;

 ϵ_0 – коэффициент пористости почвы до нагружения;

 ϵ_{min} — минимально возможный коэффициент пористости почвы;

v - коэффициент бокового расширения почвы для случая деформирования с ограниченной возможностью расширения.

При расчетах принимаем следующие значения параметров и коэффициентов, входящих в формулу (13): H = 0.25 м; $\epsilon_0 = 1,1$; $\epsilon_{min} = 0,33 \text{ M V} = 0,2$.

Плотность почвы с одинаковыми по глубине физико-механическими свойствами в следе после прохода колеса найдем по зависимости [8]:

$$\rho = \rho_0 \left(1 + \frac{\beta}{k} \sigma \right), \tag{14}$$

где ρ_0 – плотность верхнего слоя почвы до нагружения, кг/м3.

В зависимости (11), (12) и (14) входит коэффициент объемного смятия почвы, который определим аналитическим путем. При сдваивании колес возрастает их ширина опорной поверхности, из-за чего изменяется коэффициент объемного смятия k, который зависит как от свойств почвы, так и размеров колес, что выражается следующей зависимостью [8]:

$$k_{j} = k_{i} \sqrt{\frac{D_{\text{u}i} \cdot B_{\text{u}i}}{D_{\text{u}j} \cdot B_{\text{u}ij}}}, \tag{15}$$

где k_i – коэффициент объемного смятия почвы



для колеса, оборудованного шиной с размерами $D_{\mathrm{m}i}$ и $B_{\mathrm{m}i}$, к $\mathrm{H/m}^3$;

 k_j – коэффициент объемного смятия почвы для колеса, оборудованного шиной с размерами $D_{\rm mij}$ и $B_{\rm mij}$, кН/м³.

При определении по зависимости (15) коэффициентов объемного смятия почвы единичных передних и задних колесных движителей тракторов «БЕЛАРУС», представленных в табл. 3, параметры и коэффициенты для задних шин 580/70R42 трактора «БЕЛАРУС» 3022 ($D_{\rm ml}=1,9$ м, $B_{\rm ml}=0,585$ м и $k_1=3000$ кН/м³ на стерне и $k_1=1500$ кН/м³ на почве, подготовленной под посев), приняты в качестве начальных значений. После определения коэффициентов объемного смятия почвы k_1 единичных движителей по той же формуле (15) рассчитаны коэффициенты k_2 при сдваивании колес. Результаты расчетов коэффициентов объемного смятия почвы, как для единичных, так и для сдвоенных колесных движителей на стерне и почве, подготовленной под посев, представлены в табл. 5.

Таблица 5. Расчетные значения коэффициентов объемного смятия почвы для единичных и сдвоенных колесных движителей тракторов «БЕЛАРУС»

НЬ	ых движи	телеи трак	сторов -	«БЕЛА	PyC»		
				азличнь	оффицие ых почве ронах		
Марка трактора	Обознач	ение шин	Сте	рня	Почва, подготовлен- ная под посев		
			<i>k</i> ₁, кН/м3	<i>k</i> ₂, кН/м3	<i>k</i> ₁, кН/м3	<i>k</i> ₂, кН/м3	
«БЕЛАРУС»	передняя	7,5L16	8349	5904	4175	2952	
320	задняя	12,4L16	5735	4056	2868	2028	
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0R20	6780	4794	3390	2397	
80.1	задняя	15,5R38	4021	2844	2011	1422	
«БЕЛАРУС»	передняя	11,2R20	5980	4228	2990	2114	
82.1	задняя	15,5R38	4021	2844	2011	1422	
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0R20	6780	4794	3390	2397	
900.3	задняя	16,9R38	3731	2638	1866	1319	
«БЕЛАРУС»	передняя	360/70R24	4907	3470	2454	1735	
1025	задняя	18,4R34	3545	2506	1772	1253	
«БЕЛАРУС»	передняя	420/70R24	4374	3093	2187	1546	
1523	3 задняя 520/70		3316	2344	1658	1172	
«БЕЛАРУС»	передняя	540/65R30	3579	2530	1789	1265	
3022	задняя	580/70R42	3000	2121	1500	1061	

Все результаты расчетов по формулам (6)-(14) для единичных колесных движителей тракторов «БЕЛАРУС» представлены в табл. 6, а таких же сдвоенных – в табл. 7.

На основании полученных результатов исследований разработаем рекомендации по эксплуатации рассматриваемых тракторов «БЕЛАРУС», обеспечивающих допустимый уровень воздействия их колесных ходовых систем на почву, на различных почвенных агрофонах и отразим их в табл. 8 и 9.

Анализ результатов, приведенных в таблицах 8 и 9, полученных на основании данных таблиц 6 и 7 и сравнении их с данными таблиц 1 и 2, показывает, что тракторы тяговых классов 3...5 не соответствуют допустимым нормам воздействия их движителей в

основном из-за превышения значений нормальных напряжений в почве на глубине — 0,5 м. По другим тракторам прослеживается та же тенденция: ограничения на эксплуатацию при предельной влажности почвы накладываются в основном согласно нормам нормальных напряжений в почве на глубине — 0,5 м для задних сдвоенных колес, при том, что значения максимальных давлений на почву позволяют их эксплуатировать при большей влажности.

Заключение

Расчеты по зависимостям (6-10) показали, что несмотря на двукратное снижение контактных напряжений в почве под сдвоенными колесными движителями в сравнении с единичными, глубина проникновения уплотнения почвы под ними, в особенности под колесами больших размеров, возрастает. Поэтому к довольно доступному и широко применяемому на практике технологическому приему сдва-

ивания колес следует подходить с осторожностью, в особенности на тракторах тягового класса 5, так как воздействие колесных ходовых систем таких тракторов на почву распространяется глубоко в подпахотные горизонты и с годами только накапливается в них.

Результаты расчетов по зависимостям (11-15) показали, что сдваивание колес способствует значительному снижению глубины следа и уплотнения почвы. Так, глубина следа на стерне у сдвоенных колес тракторов «БЕЛАРУС» на 10-40 мм (на 40-60 %) ниже, чем глубина следа у соответствующих единичных движителей. При этом плотность почвы в следах сдвоенных колес снижается на 72-192 кг/м³ (на 5-13 %) в сравнении с одинарными. На почвах, подготовленных под посев, снижение глубины следа от сдваивания колес составляет 10-20 мм (20-40 %).

На основании полученных результатов даны рекомендации по эксплуатации колесных тракторов «БЕЛАРУС», обеспечивающих допустимый уровень воздействия на почву их различных по компоновке ходовых систем в зависимости от состояния почвенного агрофона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев, Н.И. Влияние уплотнения машинно-тракторными агрегатами на свойства, режимы почвы и урожай сельскохозяйственных культур: Дерново-подзолистые почвы Белоруссии /Н.И. Афанасьев,



Таблица 6. Показатели воздействия единичных движителей колесных тракторов «БЕЛАРУС» на почву

	Rollechbia i participos (BECHII C C) ha no ist									
Марка	Обознан	ение шин		3н	начения	показате	пей воз,	действия	Я	
трактора	ОООЗНАЧ	епие шин	Gκ, κΗ	q_{cp} , кПа	q_{max} , кПа	σ _{0,5} , кПа	X _h , M	<i>h</i> _{ст} , м	<i>h</i> пп, м	ρ, кг/м³
«БЕЛАРУС»	передняя	7,5L16	3,58	141,2	211,8	6,0	0,37	0,027	0,048	1575
320	задняя	12,4L16	4,76	73,7	110,6	8,0	0,42	0,020	0,037	1444
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0R20	5,49	125,4	188,1	9,5	0,43	0,029	0,052	1545
80.1	задняя	15,5R38	12,95	133,5	200,3	23,7	0,75	0,053	0,084	1560
«БЕЛАРУС»	передняя	11,2R20	5,70	101,1	151,7	9,7	0,45	0,026	0,048	1497
82.1	задняя	15,5R38	13,20	136,1	204,2	24,1	0,75	0,054	0,085	1565
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0R20	6,08	138,9	208,3	10,6	0,45	0,033	0,057	1571
900.3	задняя	16,9R38	13,34	109,5	164,3	23,4	0,75	0,046	0,077	1514
«БЕЛАРУС»	передняя	360/70R24	9,09	116,9	175,3	16,1	0,58	0,037	0,065	1528
1025	задняя	18,4R34	16,88	112,2	168,3	28,3	0,80	0,049	0,081	1519
«БЕЛАРУС»	передняя	420/70R24	10,29	105,6	158,4	18,3	0,63	0,038	0,066	1506
1523	задняя	520/70R38	19,11	125,4	188,1	32,0	0,89	0,060	0,092	1545
«БЕЛАРУС»	передняя	540/65R30	19,04	139,4	209,1	31,8	0,85	0,062	0,094	1572
3022	задняя	580/70R42	35.35	196.9	295.4	57.0	1.13	0.113	0.126	1684

Таблица 7. Показатели воздействия сдвоенных движителей колесных тракторов семейства «БЕЛАРУС» на почву

	KOJI	cenbix ipak	TOPOB C	CMCHCID	a NDED		ma mo	тьу		
Марка трак-	Обознан	ение шин		3⊦	начения	показате	пей воз	действия	Я	
тора	Ооознач	епие шип	G _κ , κΗ	q_{cp} , кПа	q _{тах} , кПа	σ _{0,5} , кПа	X _h ,M	<i>h</i> _{ст} , м	<i>h</i> пп, м	ρ, кг/м³
«БЕЛАРУС»	передняя	7,5L16	3,58	70,6	105,9	10,7	0,40	0,018	0,035	1438
320	задняя	12,4L16	4,76	36,9	55,3	12,4	0,42	0,014	0,027	1372
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0R20	5,49	62,7	94,0	15,6	0,47	0,020	0,038	1422
80.1	задняя	15,5R38	12,95	66,8	100,1	31,3	0,81	0,036	0,064	1430
«БЕЛАРУС»	передняя	11,2R20	5,70	50,6	75,8	15,3	0,48	0,018	0,035	1399
82.1	задняя	15,5R38	13,20	68,1	102,1	31,9	0,82	0,036	0,065	1433
«БЕЛАРУС»	передняя	9,0R20	6,08	69,4	104,1	17,3	0,49	0,022	0,042	1435
900.3	задняя	16,9R38	13,34	54,8	82,1	28,9	0,80	0,031	0,058	1407
«БЕЛАРУС»	передняя	360/70R24	9,09	58,4	87,7	23,2	0,63	0,026	0,048	1414
1025	задняя	18,4R34	16,88	56,1	84,2	32,9	0,85	0,034	0,062	1409
«БЕЛАРУС»	передняя	420/70R24	10,29	52,8	79,2	24,7	0,67	0,026	0,049	1403
1523	задняя	520/70R38	19,11	62,7	94,0	37,2	0,96	0,041	0,071	1422
«БЕЛАРУС»	передняя	540/65R30	19,04	69,7	104,6	39,0	0,93	0,042	0,073	1436
3022	задняя	580/70R42	35,35	98,5	147,7	62,8	1,27	0,072	0,105	1492

Таблица 8. Рекомендации по эксплуатации тракторов «БЕЛАРУС» на суглинистой почве

	па	суглинистои почьс	·					
	Предельная влажность почвы и компоновка колес, обеспечивающие допустимый							
Manua ThayTona	уровень воздействия на почву							
Марка трактора	Единичн	ые движители	Сдвоенн	ые движители				
	Весенний период	Летне-осенний период	Весенний период	Летне-осенний период				
«БЕЛАРУС» 320	0,5 HB	0,6 HB	0,9 HB	0,9 HB				
«БЕЛАРУС» 80.1	0,5 HB	0,6 HB	0,6 HB	0,7 HB				
«БЕЛАРУС» 82.1	0,5 HB	0,6 HB	0,6 HB	0,7 HB				
«БЕЛАРУС» 900.3	0,5 HB	0,6 HB	0,7 HB	0,9 HB				
«БЕЛАРУС» 1025	0,6 HB	0,6 HB	0,6 HB	0,7 HB				
«БЕЛАРУС» 1523	0,5 HB	0,5 HB	0,5 HB	0,6 HB				
«БЕЛАРУС» 3022	не соответствует	не соответствует	не соответствует	не соответствует				

Таблица 9. Рекомендации по эксплуатации тракторов «БЕЛАРУС» на супесчаной почве

na cynec ianon no ibe									
	Предельная влажность почвы и компоновка колес, обеспечивающие допустимый								
Manua Thoutana	уровень воздействия на почву								
Марка трактора	Единичн	ые движители	Сдвоеннь	ые движители					
	Весенний период	Летне-осенний период	Весенний период	Летне-осенний период					
«БЕЛАРУС» 320	0,6 HB	0,7 HB	0,9 HB	св. 0,9 НВ					
«БЕЛАРУС» 80.1	0,6 HB	0,6 HB	0,6 HB	0,7 HB					
«БЕЛАРУС» 82.1	0,6 HB	0,6 HB	0,6 HB	0,7 HB					
«БЕЛАРУС» 900.3	0,6 HB	0,7 HB	0,7 HB	0,9 HB					
«БЕЛАРУС» 1025	0,7 HB	0,7 HB	0,6 HB	0,7 HB					
«БЕЛАРУС» 1523	0,6 HB	0,7 HB	не соответствует	0,6 HB					
«БЕЛАРУС» 3022	не соответствует	не соответствует	не соответствует	не соответствует					

- И.И. Подобедов, А.Н. Орда // Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения. М.: Наука, 1987. C. 46-59.
- 2. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86; введ 01.01.87. М.: Изд-во стандартов, 1986.-7 с.
- 3. Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву: Γ OCT 26953-86; введ 01.01.87. М.: Изд-во стандартов, 1986. 18 с.
- 4. Техника сельскохозяйственная мобильная. Метод определения максимального нормального напряжения в почве: ГОСТ 26954-86; введ 01.01.87. М.: Изд-во стандартов, 1986. 5 с.
- 5. Гедроить, Г.И. Допустимый уровень воздействия ходовых систем сельскохозяйственной техники на почву / Г.И. Гедроить, Ю.И. Томкунас, А.Д. Чечеткин // Агропанорама, 2013.- № 5.- C. 10-15.
- 6. Чигарев, Ю.В. Земледельческая механика / Ю.В. Чигарев, А.Н. Орда, Г.А. Лазарев. Мн.: БГАТУ, 1994. 76 с.

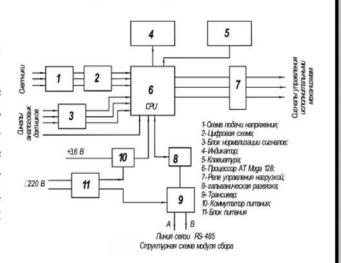
- 7. Сайт предприятия «Белшина» [Электронный ресурс] // Каталог продукции. Режим доступа: www.belshinajsc.by/catalog/shiny-dlya-traktorov-i-selskokhozyaystvennykh-mashin. Дата доступа: 11.05.2016.
- 8. Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: автореф. дис. ... д-ра тех. наук: 05.20.03 / А. Н. Орда; Белорус. аграр. тех. ун-т Минск, 1997. 36 с.
- 9. Орда, А.Н. Закономерности деформирования почв под воздействием колес сельскохозяйственной техники / А.Н. Орда, В.А. Шкляревич А.С. Воробей // Известия НАН Респ. Беларусь, 2015. № 1. С. 98-104.
- 10. Кацыгин, В.В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных с.-х. машин и орудий / В.В. Кацыгин // Вопросы сельскохохзяйственной механики. Мн.: Сельхозгиз БССР, 1964. Т.13. 148 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 18.05.2016

Автоматизированная система учета расхода газа

Предназначена для сбора, обработки и представления информации о расходе газа.

Система позволяет в режиме реального времени контролировать расход газа, принимая информацию от первичных датчиков, в качестве которых используются серийные ультразвуковые счетчики производства СОО «МЗЭП-1» г. Брест, и передавая ее на управляющий компьютер.



Основные технические данные

наименование технико-экономических показателеи	ĽД.	значение
	изм.	показателей
1. Снижение производственного брака	%	15
2. Устранение ручной подготовки и сопровождения документов	%	90
3. Снижение расхода энергетических ресурсов	%	7
4. Количество одновременно опрашиваемых источников информации	ШТ.	32
5. Скорость обмена информации	Мбит/с	1-10
6. Предельная дальность	M	120-1200



УДК 631.3.02:621.78.084

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ СМЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИМПУЛЬСНОГО ЗАКАЛОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТЬЮ

Г.Ф. Бетеня,

ведущ. науч. сотр. НИИМЭСХ БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Г.И. Анискович,

доцент каф. ремонта тракторов, автомобилей и с.-х. машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

А.В. Ващула,

директор ГУ «Белорусская МИС», канд. техн. наук

В.А. Бубелев,

директор ОАО «КЗТШ», г. Жодино

Д.Г. Олиферчик,

заместитель директора OAO «Брестский ЭМЗ»

В.М. Масалов,

директор OAO «Витебский MP3»

А.В. Щерба,

директор OAO «Минский Агросервис»

А.В. Кривцов,

директор частного предприятия «Фрос-М», канд. техн. наук

В статье приведены сведения о реализации технологии импульсного закалочного охлаждения жид-костью в производственных условиях и технологическом оснащении термических производств.

Ключевые слова:. нагревательные печи, устройство закалочного охлаждения, технический модуль, ремонтная заготовка, твердость, микроструктура, ресурс

The article presents data on the implementation of the pulse quenching liquid cooling technology in a production environment and the technological equipment of thermal plants.

Keywords: heating furnaces, quenching cooling device, a technical module, repair billet, hardness, microstructure, resource.

Введение

Современный этап перевода экономики металлопотребляющих производств (сельхозмашиностроение, ремонтно-обслуживающие предприятия АПК) на инновационный путь развития требует проведения их глубокой технологической модернизации. В наибольшей мере это касается термических производств [1-3]. До настоящего времени на этих производствах преобладали традиционные закалочные методы (закалка с охлаждением стальных заготовок погружением в воду или масло). На протяжении многих десятилетий в совершенствование технологии закалочного охлаждения не вносилось сколь заметных новшеств, направленных на повышение качества и конкурентности металлопродукции, упрочняемой закалкой.

Актуальность проведения широкомасштабной технологической модернизации термических производств подтверждается назревшей необходимостью освоения отечественного наукоемкого производства сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин (ДРОМ), не уступающих по техническому уровню лучшим мировым аналогам. Она должна сопровождаться сменой традиционных подходов на применение новых конструкционных сталей повышенной эксплуатационной надежности, при производстве и упрочнении которых реализуются элементы нанотехнололгий [4-7]. Ресурсы повышения физикомеханических и эксплуатационных свойств традициподходами (легирование, термическая обработка, традиционная закалка охлаждением, погружением в охлаждающую среду и дру-



гие методы без существенного изменения размера характерного структурного элемента) по сути исчерпаны. Это стимулирует разработку научных направлений с использованием элементов нанотехнологий для решения проблемы на основе одновременного сочетания высокой прочности, твердости, вязкости, пластичности и износостойкости [8, 9].

К настоящему времени отставание в области производства сменных ДРОМ, не уступающих по техническому уровню зарубежным аналогам, сокращается. Примером технического решения проблемы освоения отечественного производства конкурентоспособной продукции (сменных ДРОМ) является использование технических решений [10-12] и технологии импульсного закалочного охлаждения потоком воды или водного раствора кальцинированной соды (ТИЗОЖ) [4, 13, 14]. Данная технология является свидетельством актуальности и научной новизны технических решений применительно к сменным деталям рабочих органов сельскохозяйственной техники, созданных специалистами БГАТУ. Она прошла проверку в производственных условиях уже на целом ряде предприятий республики [14]. ТИЗОЖ является объектом конструкторской [11, 12] и опытно-технологической разработки [14] с высокой степенью завершенности.

Отечественная технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью (ТИЗОЖ) обладает патентной чистотой и защищенностью [10,11,12], энерго- ресурсои природосберегающей, высокой производительностью (около 60 изделий в час и лимитируется пропускной способностью нагревательной печи). Основным классификационным признаком ТИЗОЖ является отнесение ее к нанотехнологии, так как с ее реализацией при заданных режимах и их параметрах [13, 14] в изделиях из конструкционной стали формируется наноструктурированное состояние [15], характеризующееся размером характерного структурного элемента в диапазоне 30...80 нм. В зарубежной практике аналогом такого технического решения наиболее распространенной является технология под названием «Conit» (интеллектуальная собственность норвежской фирмы «Kverneland»). В работе сообщается о получении стальных заготовок с размером структурных элементов не более 40 нм. О разработках наноструктурированных конструкционных материалов сообщается в статье [16].

Цель настоящей работы — предоставление информации и ознакомление технологов предприятий с возможностями ТИЗОЖ и новыми материалами для изготовления сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин. Данная научная разработка является предпосылкой ускорению технологического трансфера и расширению рынков сбыта новой наукоемкой продукции. Она служит преодолению зависимости от импорта комплектующих, необходимых для замены изношенных сменных ДРОМ.

Основная часть

По аналогии с традиционными методами термической обработки, ТИЗОЖ включает в себя три основных

этапа: нагрев, изотермическую выдержку, охлаждение заготовок в заданных параметрах этого режима.

В производственных условиях для нагрева стальных ремонтных заготовок (РЗ) используются печи сопротивления камерного типа. Для мелких РЗ (долото, нож измельчителя, нож косилки) применяются нагревательные печи типа ПКМ 3.6.2/11 мощностью 12 кВт. РЗ среднего размера (диск сошника, грудь отвала, стрельчатая лапа) рекомендуется нагревать в печах типа СНО 4.8.3/11. Мощность такой печи составляет – 18 кВт. Для нагрева крупных РЗ (диски лущильников и дискаторов, полевые доски, лемехи) в производственных условиях апробированы нагревательные печи типа СНО 8.8.4/11. Мощность этого типа печей может составлять 35 – 70 кВт.

Число нагревательных печей (n) с учетом размеров (толщина ДРОМ составляет 4 -14 мм) и массы РЗ рекомендуется уточнять из следующего соотношения:

$$n = \frac{M_{\scriptscriptstyle cm} \cdot t_{\scriptscriptstyle np}}{m_{\scriptscriptstyle 1} \cdot \Phi_{\scriptscriptstyle o\partial} \cdot \eta_{\scriptscriptstyle 3} \cdot \eta_{\scriptscriptstyle u}} \,,$$

где $M_{_{\it 2m}}$ – годовая производственная программа, т;

 t_{np} – продолжительность нагрева одной садки РЗ, ч;

 m_1 — масса РЗ одной садки, т (принимается с учетом паспортных данных нагревательного оборудования и рекомендуется в размере — 1 кг на 1кВт мощности печи);

 $\Phi_{o\partial}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при принятой сменности его использования:

 $\eta_{_3}$ — коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по массе в зависимости от габаритов и конфигурации РЗ (рекомендуется принимать $\eta_{_3}$ в пределах 0.95-1.05);

 η_u – коэффициент, характеризующий использование печи по времени (рекомендуется принимать численное значение η_u в размере – 0,85- 0,95).

На производственных термических участках используются нагревательные печи типа ПКМ, СНО, CNOL. Они комплектуются микропроцессорными контроллерами, точность выдержки температуры нагрева Р3 составляет в диапазоне \pm 2 0 C.

В соответствии с технологической схемой ТИЗОЖ [4], нагретая до температуры аустенитизации (выдержка около 10 мин) стальная ремонтная заготовка, устанавливается в устройство закалочного охлаждения (УЗО) и фиксируется.

После этого, в зазоры между РЗ и ограждающими поверхностями, формируемыми матрицей и пуансоном УЗО, подается быстродвижущийся (около 30-35м/с) поток охлаждающей жидкости. Температура и скорость потока ОЖ задается в определенном интервале. В производственных условиях апробирован ряд сменных УЗО (к настоящему времени разработано около 20 типов конструкций УЗО). Они имеют, как



правило, индивидуальное назначение [12]. Основными конструктивными элементами УЗО являются матрица и пуансон. Для сложнопрофильных РЗ (лемех, сферический диск и др.) матрица и пуансон изготавливаются на копировально-фрезерных станках с ЧПУ по чертежам, выполненным в трехмерном изображении. Примером такого УЗО является устройство для закалки дисков (рис. 1). Для фиксации УЗО нашли приме-

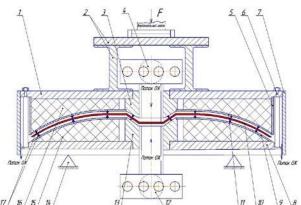


Рисунок 1. Принципиальная схема устройства закалочного охлаждения дисков: 1 — плита верхняя; 2 фланец; 3 — вставка верхняя; 4 — коллектор верхний; 5 — кожух внутренний; 6 — упор; 7 — кожух наружный; 8 — плита нижняя; 9 — матрица; 10 — заготовка диска; 11 — пуансон; 12 — коллектор нижний; 13 — вставка нижняя;14 — опора; 15 — плита монтажная нижняя; 16 — плита монтажная верхняя; 17 — фиксатор

нение винтовые устройства, а также пневматические и гидравлические приводы. УЗО разрабатывается для каждого типоразмера и формы деталей индивидуально. Оно является сменяемым блоком технологического модуля (ТМ).

Принципиальная схема ТМ представлена на рис. 2. Функционирование взаимосвязанных технических

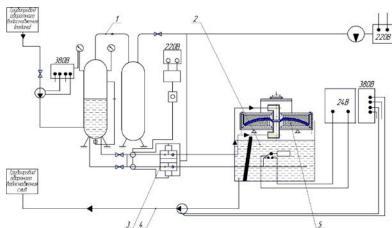


Рисунок 2. Принципиальная схема охлаждения РЗ при реализации ТИЗОЖ:

 блок управления расходом охлаждающей жидкости; 2 – блок управления отводом охлаждающей жидкости; 3 – система управления подачей охлаждающей жидкости; 4 – система оборотного водоснабжения; 5 – закалочное устройство

систем ТМ позволяет охлаждать детали при их закалке с учетом требуемой критической скорости охлаждения, регламентируемой для данной марки стали. Скорость охлаждения РЗ с использованием ТМ обеспечивается в диапазоне от 400 °C/с до 5000 °C/с и более. Продолжительность цикла охлаждения изменяется в зависимости от формы, марки материала РЗ и требований, предъявляемых к детали в эксплуатации. Она не превышает 3-5 с (устанавливается с помощью реле времени с интервалом регулирования 0,1 с).

ТМ для реализации ТИЗОЖ состоит из комплектующих отечественного производства. В производственных условиях реализованы два варианта ТМ. В одном случае работа ТМ осуществляется с использованием системы оборотного водоснабжения предприятия (реализовано на ОАО «КЗТШ» и ОАО «Дрогичинский ТРЗ»). Второй вариант ТМ базируется на применении автономной системы водоснабжения. В этом случае создаются отдельные емкости для воды объемом от 5 до 15 м³. ОЖ циркулирует по замкнутому контуру (реализовано на ОАО «Минский Агросервис», ОАО «Витебский МРЗ», ПРУП «МЗШ», ТНПЦ БГАТУ, ОАО «БЭМЗ»).

С учетом накопленного опыта использования ТИЗОЖ в производственных условиях, установлено, что температура ОЖ на входе в УЗО может находиться в интервале 278 – 303 К. При удельном расходе ОЖ не менее 200 л/с м² и в случае двухстороннего охлаждения РЗ, температура ОЖ на выходе из УЗО повышается, не более 10 К. Это не приводит к ухудшению условий труда. С помощью блока управления расходом ОЖ в конструкции ТМ обеспечиваются условия реализации самоотпуска РЗ.

Твердость закаленной поверхности РЗ достигается при соблюдении основного параметра закалочного устройства — расхода охлаждающей жидкости (воды) в интервале ее подогрева (Δt) от 5°C до 15°C) при охлаждении заготовки в потоке воды. Изменение расхода (Q, л) охлаждающей жидкости для указанных условий охлажде-

ния заготовок из стали 60ПП, 30ХГСА представлено графически на рис. 3.

Плотность орошения является одним из параметров ТИЗОЖ. В каждом конкретном варианте применения ТИЗОЖ следует уточнять плотность орошения Q стальной РЗ площадью внешней охлаждаемой поверхности S_1 из соотношения

$$Q = \frac{M_1}{S_1 \cdot \tau_o},$$

где $M_{_1}$ — объем охлаждающей жидкости на охлаждение одной стальной РЗ, л;

 $au_{_{o}}$ – продолжительность цикла охлаждения, с

Расчетные численные значения параметра Q должны быть не менее 200 ${\pi/{\text{M}}^2} \cdot {\text{c}}$.

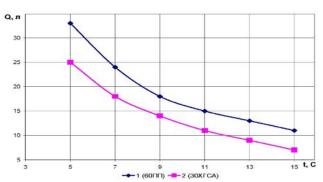


Рисунок 3. Изменение расхода охлаждающей жидкости (Q, л) в зависимости от температуры ее нагрева при охлаждении стальной заготовки толщиной 8мм (масса 1 кг) в потоке воды при избыточном давлении — 0,40 МПа:

1 — заготовка из стали 60ПП; 2 — заготовка из стали 30ХГСА

ТИЗОЖ является опытно-конструкторской и опытно-технологической разработкой с высокой степенью завершенности. Она реализована на ряде предприятий Минпрома Республики Беларусь и РО «Белагросервис»:

- ОАО «КЗТШ» (г. Жодино) при производстве лемехов (рис. 4a);
 - РУП «МЗШ» при производстве долот (рис. 4г);
- ОАО «БЭМЗ» при производстве дисков и других деталей (рис. 4ж, и);
- ТНПЦ БГАТУ при закалке (рис. 4) номенклатуры сменных ДРОМ;
- ОАО «Дрогичинский ТРЗ» при производстве долот (рис.4б).

Совместно с КУПП «Березарайагросервис» освоено изготовление ножей измельчителей кормоуборочных комбайнов «Ягуар-840» (рис. 4д). В настоящее время осуществляется авторский надзор и сопровождение работ по освоению ТИЗОЖ на ОАО «Минский Агросервис» при изготовлении дисков сеялок, ножей роторных косилок, ножей измельчающих аппаратов, ножей жаток кормоуборочных комбайнов, полевых досок и других деталей (рис. 4в, е), на ОАО «Витебский МРЗ» при производстве дисков дискаторов, дисков сошников сеялок (рис. 4к, л). В 2014-2015 годах освоено изготовление продукции этими предприятиями с ипользованием ТИЗОЖ на сумму 6,23 млрд руб.

Предприятия, освоившие реализацию ТИЗОЖ, используют ее для импульсной закалки сменных ДРОМ. На рис. 5 представлен общий вид термического участка ТИЗОЖ, введенного в эксплуатацию в 2014 году на ОАО «Витебский МРЗ» и используемого для импульсной закалки дисков дискаторов, сошников дисков сеялок, а также для дальнейшего расширения номенклатуры сменных ДРОМ.

Число потребителей технологии ТИЗОЖ для упрочнения сменных ДРОМ ежегодно увеличивается. В настоящее время ведутся поисковые работы по упрочнению дисков роторов и башмаков брусьев косилок с использованием ТИЗОЖ совместно с Холдинговой компанией «Бобруйскагромаш». При этом следует отметить, что объект разработки (диск ротора) является не только сложным в геометрическом исполнении изделием, но и состоящим из трех разнородных конструкционных материалов 25ХГСА, сталь 35 и сварных валиков). Данная разработка относится к разряду пионерных. Она прошла апрбацию на МТБ БГАТУ, в результате которой впервые в практике термического производства реализована одна из сложных технических задач сельхозмашиностроения - закалка сварных пространственно сложных тонкостенных стальных заготовок.

ТИЗОЖ является отечественной технологией. Для ее реализации используется отечественное оборудование, что значительно сокращает сроки освоения и расходы на техническое перевооружение действующих и вновь создаваемых термических производств. С ее использованием обеспечивается высокое качество изделий, надежность и стабильность закалочного процесса. Применение легко сменяемых УЗО в составе ТМ позволяет быстро переходить на закалку деталей другой конструкции и размеров, что в свою очередь обеспечивает гибкость и экономичность производства.

Сменные ДРОМ, изготовленные с применением ТИЗОЖ, характеризуются высокой работоспособностью [13-15], без использования дорогостоящих легированных сталей. В упрочненных деталях из стали 55 ПП и 60 ПП при достаточно высокой твердости (56...62 HRC) и прочности ($\sigma_{\rm g}$ - более 2000 МПа) сохраняется повышенная ударная вязкость (КСU — не менее 0,6 МДж/м²). Ресурс сменных ДРОМ нового поколения в два и более раз выше по сравнению с изделиями, изготовлен-

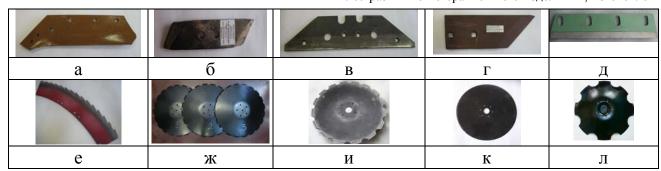


Рисунок 4. Сменные ДРОМ, изготовленные с применением ТИЗОЖ на предприятиях: a – ОАО «КЗТШ» (г. Жодино); б – ОАО «Дрогичинский ТРЗ»; в, е – ОАО «Минский Агросервис»; г – ПРУП «МЗШ»; д – КУПП «Березарайагросервис»; ж, и – ОАО «БЭМЗ»; к, л – ОАО «Витебский МРЗ»





Рисунок 5. Общий вид участка ТИЗОЖ

ными по традиционной технологии с использованием стали 65 Г. В зарубежной практике такими свойствами обладают сменные ДРОМ, изготовленные из легированных сталей.

Сменные ДРОМ, упрочненные с использованием ТИЗОЖ систематически проходят приемочные испытания на объектах ГУ «Белорусская МИС». На рис. 6 представлен дискатор АД-6 «Рубин-600», испытываемый в эксплуатационных условиях и укомплектованный дисками, упрочненными в условиях ОАО «Витебский МРЗ».



Рисунок 6. Испытания дисков в эксплуатационных условиях

Оценка ресурса изделий проводилась согласно СТБ 1616-2011. Соответствие техническим требованиям к устойчивости деталей к абразивному изнашиванию и пластической деформации изделий обеспечивалось согласно ТКП 572-2015 [17]. В основу анализа повышения надежности и долговечности упрочненных изделий положен структурный подход, изложен-

ный в монографии [18]. Для оценки напряженного состояния изделий учитывались результаты работы [19].

В ходе приемочных испытаний сферических дисков установлены следующие показатели. Численные значения твердости (HRC) материала испытываемых дисков находятся в интервале 50 – 52 HRC (495 – 514 HB).

Численные значения прочности ($\sigma_{_{\it g}}$) материала испытываемых дисков дискаторов определены аналитически с учетом корреляционной связи [20] между времен-

ным сопротивлением и числом твердости (НВ) из соотношения $\sigma_e = 3, 4 \cdot HB$ и составили — 1683-1748 МПа. Это превышает норматив, регламентированный [17].

Численные значения ударной вязкости (КСU) материала испытываемых дисков находятся в интервале — 61,8-85,6 Дж/см². Интенсивность абразивного изнашивания материала дисков, отнесенная к площади трения — 1см^2 , составляла — 18,94 г/га. При запасе на линейный (массовый) износ до диаметра — 540 мм (около 80-85 мм по диаметру) или по массе — 1550-1650 г, ресурс дисков составляет примерно — 40,9-43,5 га.

В табл. 1 приведены результаты испытаний дисков и их оценка согласно установленным нормативам, регламентированным СТБ1616-2011 и ТКП 572-2015.

Основным конкурентным преимуществом сменных ДРОМ, полученных с применением ТИЗОЖ, является их наноструктурное строение с размером характерного структурного элемента в диапазоне около 30...80 нм. Формирование наноструктурного состояния изделий обеспечивается с использованием нелегированных конструкционных сталей. Это выгодно их отличает в сравнении с зарубежными изделиями, изготовленными из боросодержащих мало- и среднеуглеродистых сталей с легирующими добавками молибдена, титана и других элементов.

Изучение микроструктурного строения упрочненных деталей (сталь 60ПП) показало, что в поверхностном слое (рис. 6а) образовалась микроструктура весьма мелко игольчатого мартенсита. По оценке металлографическим методом [21] наибольшая длина его игл составляет до 1 мкм.

При увеличении соответственно x50 000 и x80 000 (рис. 7) выявлена фрагментация (дробление) мартенситных пластин. Их размер в поперечном сечении составляет — 50-100 нм, а размер фасеток отдельных пластин мартенсита находится в пределах — 20-80 нм.

На отдельных фрагментах проявляются очертания субмикрозерен. Края мартенситных пластин и фрагментов частично размыты, что говорит об их аморфно-кристаллическом состоянии.

Снимки микроструктуры троостита в сердцевине плоского образца (рис. 5б) также свидетельствуют о его дисперсности [21]. В поперечном сечении размеры фрагментов троостита составляют 20-60 нм, а длина трооститных пластин находится в пределах — 120-500 нм (табл. 2).

Таблица 1. Результаты испытаний материала (сталь 35) сферических дисков (диаметр – 620 мм)

(сталь 33) сферических дисков (диаметр – 020 мм)						
Показатели	HRC (HB)	$\sigma_{_{\!\scriptscriptstyle g}}$, МПа	KCU, Дж/см²	ε	Ресурс, га	
Результаты испытаний	50-52 (495- 514)	1683- 1748	61,8-85,6	2,7	40,9-43,5	
Норматив: по ТКП 572- 2015	не менее 50	не менее 1500	не менее 60	для эта- лона 1,0	•	
по СТБ 1616- 2011	ı	-	-	-	не менее 40	



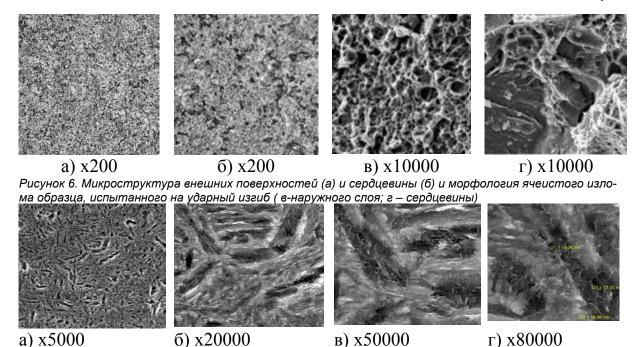


Рисунок 7. Микроструктура упрочненного слоя образца стали 60ПП толщиной 8 мм после импульсного закалочного охлаждения водой и низкого отпуска

Статистические данные по средней длине фрагментов мартенситных пластин стали 60ПП после упрочнения рабочей поверхности деталей толщиной 6 – 12мм показали, что размер 80 % фрагментов находится в диапазоне – 0,02 – 0,08 мкм. (табл. 2). После низкого отпуска при 180°С размер фрагментов изменяется незначительно, 60 % составляют фрагменты зерен мартенсита размерами – 0,02 – 0,06 мкм.

Реализованные в производственных условиях новые материалы и ТИЗОЖ позволили обеспечить в изделиях сочетание требуемой прочности, надежности, долговечности и износостойкости [22] сменных ДРОМ, отвечающих требованиям изделий нового поколения.

Сменные ДРОМ предопределяют технический уровень машины в целом. Сменные ДРОМ являются дорогостоящими изделиями. Так, например, цена од-

Таблица 2. Разбиение на классы по длине фрагментов в мартенситных пластинах детали из стали 60ПП после низкого от-

пуска						
Класс	Количе-	Интервал,	Доля по коли-	Доля по		
Niacc	ство, шт.	MKM	честву, %	массе, %		
1	0	0 - 0.02	0	0		
2	2	0,02 - 0,04	3,08	1,14		
3	29	0,04 - 0,06	44,62	30,08		
4	26	0.06 - 0.08	40	45,04		
5	7	0.08 - 0.1	10,77	20,88		
6	1	0,1-0,12	1,54	2,85		
7	0	0,12 - 0,14	0	0		
8	0	0,14 - 0,16	0	0		
9	0	0,16 - 0,18	0	0		
10	0	0,18 - 0,2	0	0		

ного импортного комплекта дисков (48 шт.) на один дискатор составляет от 20,0 млн руб. до 30 млн руб., цена одного комплекта ножей (24 шт.) измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна «Ягуар-840» составляет от 20,0 млн руб., цена одного комплекта сменных деталей (лемех, долото, полевая доска, грудь и крыло отвала) к корпусу плуга составляет 1,2 млн руб.

За срок службы, например, почвообрабатывающих машин, с учетом многократной замены сменных ДРОМ, затраты на эти цели превышают первоначальную стоимость сельскохозяйственного орудия. Снижение этих расходов — одна из ключевых задач экономики государства.

Заключение

- 1. Результаты практической реализации ТИЗОЖ рядом предприятий республики за последние 5-7 лет свидетельствуют о соответствии этого метода производственным условиям упрочнения сменных ДРОМ по показателям качества, производительности и экономической эффективности. Данная технология успешно реализуется как на ремонтных предприятиях АПК, так и на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения.
- 2. ТИЗОЖ относится к группе высокоинтенсивных процессов термического воздействия ОЖ на высокотемпературную стальную заготовку при ее охлаждении, обладает коммерческой перспективой, и на современном этапе совершенствования термического производства является одним из самых эффективных методов модификации свойств сменных ДРОМ нового поколения.
 - 3. ТИЗОЖ является отечественной разработкой,



она обладает патентной чистотой и защищенностью, относится к числу энерго-ресурсо и природосберегающих, а также высокопроизводительных технологий. Она реализуется с применением технологического оборудования отечественного производства. Занимаемая площадь производственного помещения составляет 54-72 м².

- 4. Классификационным признаком ТИЗОЖ является ее отнесение к нанотехнологиям, так как с ее реализацией при заданных режимах и их параметрах в заготовках из конструкционной стали формируется наноструктурированное состояние с размером характерного структурного элемента в диапазоне 30-80 нм.
- 5. Совершенствование термических производств на основе использования ТИЗОЖ соответствует инновационному пути развития через технологическую модернизацию их базы, что позволяет производить экспортоориентированную продукцию (сменные ДРОМ и другие детали нового поколения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Энциклопедический справочник термистатехнолога: в 3 т. М.: Наука и технологии, 2004. Т. $1.-392\ c.$
- 2. Энциклопедический справочник термистатехнолога: в 3 т. М.: Наука и технологии, 2004. Т. $1.-608\ c.$
- 3. Энциклопедический справочник термистатехнолога: в 3 т. М.: Наука и технологии, 2004. Т.1. 704 с.
- 4. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И. Н. Шило [и др.]. Минск: БГАТУ, 2010. 320 с.
- 5. Наноструктурные материалы: получение, свойства, применение /под ред. академика П.А. Витязя. Минск: Беларуская навука, 2009. 370 с.
- 6. Горынин, И.В. Экономнолегированные стали с наномодифицированной структурой для эксплуатации в экстремальных условиях / И. В. Горынин [и др.] // Вопросы материаловедения, 2008. №22. С. 7-19.
- 7. Панин, В. Е. Физическая мезомеханика и неравновесная термодинамика как методологическая основа наноматериаловедения / В. Е. Панин, В. Е. Егорушкин // Физическая мезомеханика, 2009. №12. С. 7-26.
- 8. Бетеня, Г.Ф. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью / Г.Ф. Бетеня, Г.И. Анискович . MOTOROL/ Lublin-Pzeszow, 2013, vol. 15. \mathbb{N} 27. С. 80-86.
- 9. Инновационные технологии упрочнения деталей сельскохозяйственной техники / Н.В. Казаровец, Г.Ф. Бетеня, Г.И. Анискович, А.И. Гордиенко, В.С. Голубев, А.Н. Давидович // Сборник докладов 12

Межд. науч.-техн. конф., 10-12 сентября 2012 г., Углич. – М.: Известия, 2012. – С. 219-228.

- 10. Рабочий орган почвообрабатывающих машин (варианты): патент 7466 Респ. Беларусь / В.Н. Дашков, И.И. Хилько, Г.Ф. Бетеня [и др.]; дата публ.: 28.06.2005.
- 11. Технологический модуль для закалки деталей: патент 2139 Респ. Беларусь / Г.Ф. Бетеня [и др.]; дата публ.: 16.05.2005.
- 12. Закалочное устройство для быстрого охлаждения тонкостенных заготовок: патент 19291 Респ. Беларусь / Γ .Ф. Бетеня [и др.]; дата публ.: 2015.
- 13. Бетеня, Г.Ф. Упрочнение деталей рабочих органов сельскхозяйственных машин в условиях импульсного закалочного охлаждения / Г.Ф.Бетеня, А.В. Кривцов //Агропанорама, 2015. N = 3. C. 15-19.
- 14. Бетеня, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью / Г.Ф.Бетеня, Г.И. Анискович // Вестник БарГУ, 2013. Вып. 1. С. 152-159.
- 15. Бетеня, Г.Ф. Объемные нанокристаллические износостойкие детали рабочих органов сельскохозяйственной техники / Г.Ф. Бетеня [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета, 2012. №3, серия В: Промышленность. Прикладные науки. С. 46-51.
- 16. Горынин, И. В. Исследования и разработки ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» в области конструкционных наноматериалов / И. В. Горынин // Российские нанотехнологии, 2007. N = 3-4. C. 36-57.
- 17. Детали сельскохозяйственных машин, подвергающиеся интенсивному износу. Требования к параметрам устойчивости к абразивному, ударноабразивному изнашиванию и пластической деформации: ТКП 572-2015 (33170). Минск: Минсельхозпрод, 2015.
- 18. Тушинский, Л. И. Структурная теория конструкционной прочности материалов: монография / Л.И. Тушинский. Новосибирск: НГТУ, 2004.-400 с.
- 19. Игнатьков, Д.А. Приближенная оценка напряженного состояния лезвийной части сферического диска дискатора / Д.А. Игнатьков, А.В. Ващула, Г.Ф Бетеня // Вестник БарГУ, 2015. Вып. 3. С. 62-68.
- 20. Материаловедение: учеб. для вузов / Б. А. Арзамасов [и др.]; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. М.: МГТУ им. Н. Э.Баумана, 2008. 648 с.
- 21. Сталь. Эталоны микроструктуры: ГОСТ 8233-56. – Введ. 1957-07.01. – М.: изд-во стандартов, 1960. – 4 с.
- 22. Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы: ГОСТ 23.208-79. М.: изд-во стандартов. 8 c.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 04.04.2016

Сельскохозяйственное машиностроение Металлообработка

УДК [: 631.16 : 658.155]

ОЦЕНКА ГОДОВОЙ ЗАГРУЗКИ НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» КЛАССА ТЯГИ 6

А.В. Новиков,

профессор каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Д.А. Жданко,

зав. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Т.А. Непарко,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук доцент

А.А. Зенько,

студент агромеханического факультета БГАТУ

В статье дана оценка эффективности использования отечественных тракторов «Беларус» тягового класса 6 по годовой загрузке в часах и гектарах. Даны предложения по ее повышению.

Ключевые слова: трактор, сельскохозяйственная машина, машинно-тракторный парк, фактическая годовая наработка, объем механизированных работ, мощность, производительность, расход топлива.

The article discusses the shortcomings of the existing procedures for the selection of the conditioned reference hectare, as a unit of account of mechanized operations and conditional standard tractor – a unit of account of the tractors' composition. New approaches to their justification have been considered.

Keywords: tractor, plow, machine-tractor fleet, operating time, the conditional reference hectare, volume of mechanized operations, power, performance, fuel consumption.

Введение

В настоящее время в агропромышленном комплексе Республики Беларусь в составе машинно-тракторных парков сельскохозяйственных предприятий тракторы класса тяги 6 не используются из-за отсутствия их серийного производства. Концепцией системы машин [1] на период до 2020 года предусматривается их серийный выпуск. В ближайшие годы в сельскохозяйственные предприятия поступят четыре марки тракторов класса тяги 6 и шесть почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных машин.

Основная часть

Из таблицы 1 видно, что тракторы «Беларус-4022» и «Беларус-4525» и плуг для гладкой вспашки ПО-(6+4)-40/45 разрабатываются в настоящее время, а тракторы «Беларус-4023.5» и «Беларус-4526.5» уже рекомендованы к производству. Остальные сельскохозяйственные машины еще требу-

ют разработки.

Одним из показателей, характеризующих эффективность использования трактора или сельскохозяйственной машины, является фактическая годовая наработка в часах или физических единицах, например, в гектарах, которая потом сравнивается с нормативной.

Чем меньше разница между фактической и нормативной наработками, тем более эффективно используются технические средства. В таблице 1 приведена годовая нормативная загрузка сельскохозяйствен-

ных машин, рекомендуемых для агрегатирования с тракторами тягового класса 6 в часах [2] и гектарах. При этом загрузка U в гектарах определена как

$$U = N_{\rm H} \cdot W_{\rm q} \,,$$

где $N_{_{\rm H}}$ – годовая нормативная загрузка, ч;

 $W_{\rm q}$ — часовая производительность машины, га/ч (табл. 2).

Можно предположить, что в одном сельскохозяйственном предприятии в течение года один трактор класса тяги 6 может выполнять дискование, безотвальную обработку почвы с комбинированным агрегатом, пахать с одним из плугов, сеять в составе агрегата АПП-9 или комплекса посевного многофункционального. В этом случае его максимальная годовая загрузка может составить 550 часов или от 3268 до 4215 гектаров.

Таблица 1. Годовая нормативная загрузка сельскохозяйственных машин

Наименование и марка	Нормативная годовая загрузка		
сельскохозяйственной машины		гектары	
Агрегат дисковый АПД-9	150	1020	
Плуг для гладкой вспашки ПО-(6+4)-40/45	150	480-540	
Плуг для гладкой вспашки12-ти корпусный	150	570-645	
Агрегат универсальный комбинированный для безотвальной обработки почвы и его модификации АДУ-6АКД, АДУ-6АКЧ	125	487,5-750	
Агрегат почвообрабатывающе-посевной АПП-9	125	1125-1350	
Комплекс посевной многофункциональный	125	1200-1800	



Таблица 2. Сельскохозяйственные машины для агрегатирования с тракторами класса тяги 6

		с тракторами класса тяги 6				
			Состоя-			
		Occidenta octiva necessica della constanta del	ние с	парам	етры	
Наименование	Марка	Особенности назначения	произ-	Произво-	расход	
	·	и применения	ВОД-	дитель-	топли-	
			ством	ность, га/ч	ва, кг/га	
	1 Мобиль	ные энергетические средства класса тяги				
Трактор колесный	Беларус 4022	мощность двигателя 294 кВт	P*			
Трактор колесный с	Беларус	мощность двигателя 294 кВт	0			
электромеханической	4023.5					
трансмиссией						
Трактор колесный	Беларус 4525	мощность двигателя 330 кВт	Р			
Трактор колесный с	Беларус	мощность двигателя 330 кВт	0			
электромеханической	4526.5					
трансмиссией						
•	2 Ma	ашины для обработки почвы и посева				
		Aгрегат дисковый				
Агрегат дисковый	АПД-9	полунавесной, оборудован двумя рядами	Н	6,8	до 9	
-		дисков на индивидуальной подвеске и				
		прикатывающим катком				
		Плуги для гладкой вспашки				
Плуг для гладкой	ПО-(6+4)-	10-ти корпусный с регулируемой шириной	Р	3,2-3,6	16-18	
вспашки	40/45	захвата и автоматической защитой корпусов				
Плуг для гладкой	определя-	12-ти корпусный, выполненный по схеме	Н	3,8-4,3	16-18	
вспашки 12-ти корпус-	ется	«три в одном»				
ный	в процессе					
	разработки					
		ат для минимальной обработки почвы				
Агрегат универсальный	АДУ-6АКД**	используются диски и уплотняющие спи-	П	3,9-6,0	10-11	
комбинированный для	АДУ-6АКЧ**	ральные или спиральные и ребристые,				
безотвальной обработ-		противоэрозионные катки для обработки				
ки почвы и его модифи-		почвы за один проход на глубину до 0,2 м,				
кации		в т.ч. предпосевной, лущения стерни и				
		безотвальной обработки				
		бинированные почвообрабатывающе-по	севные			
с пассивными рабочим	и органами:					
Агрегат почвообраба-	АПП-9	полунавесной, включает дисковые рабо-	Н	9-10,8	8-10	
тывающе-посевной		чие органы				
Комплекс посевной	МПК-12	прицепной, включает посевной бункер,	Н	9,6-14,4	8-10	
многофункциональный		сменные почвообрабатывающие секции и				
		сошниковый брус				
*П – технические средс	тва, находяш	иеся на производстве; О – технические сре	дства, ре	комендуем	ые к	

*П – технические средства, находящиеся на производстве; О – технические средства, рекомендуемые к производству; Р – технические средства, находящиеся в разработке; Н – технические средства, требующие разработки; ** агрегатирование с тракторами 5 и 6 классов тяги

Из-за отсутствия в настоящее время в агропромышленном комплексе Республики Беларусь в составе машинно-тракторных парков сельскохозяйственных предприятий трактора класса тяги 6 в действующих нормативах трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства [2], годовой загрузки в часах для него нет. Поэтому принимая эту загрузку равной 1000 часам, как для тракторов класса тяги 5, можно отметить, что годовая загрузка нового трактора с рекомендованным к нему шлейфом сельскохозяйственных машин составляет не более 55%. Однако за год такой трактор на обработке почвы и посеве может обрабатывать не менее 3268 га. Это говорит о том, что для сельскохозяйственных предприятий с площадью пашни 4000 га вполне достаточно одного такого трактора.

Для увеличения годовой загрузки тракторов класса тяги 6 предлагаемого к ним шлейфа сельско-хозяйственных машин явно недостаточно. При использовании его с машинами для транспортировки и внесения, например, органических удобрений, годовая загрузка такого трактора может составить 900 часов. Не исключена возможность использования такого трактора на транспортных работах, например при заготовке кормов.

Заключение

1. Годовая загрузка новых тракторов класса тяги 6 с рекомендованным к ним шлейфом сельскохозяйственных машин не может быть больше 550 часов, чего явно недостаточно.



- 2. Норматив потребности в таких тракторах может составлять один трактор на 4000 га пашни.
- 3. Шлейф сельскохозяйственных машин к трактору класса тяги 6 не должен ограничиваться только машинами для обработки почвы и посева.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция системы машин и оборудования для реализации инновационных технологий производства, первичной переработки и хранения основ-

ных видов сельскохозяйственной продукции до 2015 года и на период до 2020 года (рекомендации по применению). — В.Г. Гусаков [и др.]. — Минск: НАН Беларуси, 2014.-138 с.

2. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства: 2-е изд., перераб. и доп. / Под редакцией В.Г. Гусакова. Сост. Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов. – Минск: БелНИИ аграрной экономики», 2002. – 440 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 19.02.2016

УДК 621.791.92

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТРИБОПОВЕРХНОСТЕЙ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ

А.В. Кудина,

доцент каф. стандартизации и метрологии БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.С. Ивашко,

зав. каф. технической эксплуатации автомобилей БНТУ, докт. техн. наук, профессор

Разработаны композиционный состав металлопокрытия и технология его нанесения на поверхности деталей узлов трения машин, механизмов и технологического оборудования. Состав и технология получения покрытий придают наплавленному слою металла высокие качественные, физико-механические и эксплуатационные характеристики, что позволяет поднять на новый уровень износостойкость и ресурс деталей узлов трения и, следовательно, в целом надежность машин и технологического оборудования.

Ключевые слова: качество, микроструктура, усталостная прочность, износостойкость, долговечность.

A composite structure of metal plating technology and its application to the surface of the machine parts of friction units, machinery and technological equipment has been developed. The composition and technology of obtaining of coatings give a metal layer the high weld quality, physical and mechanical performance, which allows rising up to new levels of wear and friction parts of resource nodes, and hence reliability of machines and process equipment.

Keywords: quality, microstructure, fatigue durability, wear-resistance, durability.

Введение

Высокое качество продукции является важнейшим условием повышения эффективности общественного производства. Поэтому в системе стандартизации для объективной оценки качества любой продукции существует его количественная оценка – показатели качества, в структуре которых показатели надежности являются важнейшими показателями качества изделий. В отличие от всех других показателей качества, показатели надежности тесно связаны с фактором времени и характеризуют способность изделия выполнять заданные функции в рассматриваемый момент или в пределах заданного отрезка времени. В машиностроении известно, что для получения высококачественной продукции требуется применение новых конструкционных материалов и техноло-

гий, способных улучшить важнейшие параметры машин и механизмов, а значит, повысить их надежность и долговечность, снизить материалоемкость. Особая роль при этом отводится композиционным материалам, наиболее перспективными из которых являются дисперсно-упрочненные. Эти материалы относятся к классу порошковых. Их структура представляет собой матрицу из основного металла или сплава, в которой равномерно распределены дисперсные частицы упрочняющей фазы. В качестве последней применяются термодинамически стабильные соединения с высоким значением модуля сдвига - оксиды, карбиды, нитриты, бориды, интерметаллиды. Такие материалы широко применяются в машиностроительном производстве для повышения качества рабочих трибоповерхностей деталей узлов и механизмов, что повышает надежность и качество машин в целом. Тех-

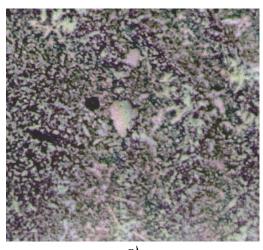


нология и методы нанесения порошковых материалов на трибоповерхности деталей в большинстве случаев основаны на реакционном механическом легировании, предполагающем взаимодействие между компонентами и образование упрочняющих фаз на стадии обработки порошковой смеси при нанесении металлопокрытия. Методы легирования и способы нанесения композиционных материалов взаимосвязаны выбранный способ получения металлопокрытия, как правило, диктует рациональный метод легирования и, наоборот, эффективный метод легирования требует применения соответствующего способа нанесения композиционного материала. При электродуговой наплавке сплошным проволочным электродом с введением композицинного материала, химический состав наплавленного металла определяется концентрацией легирующих элементов в основе, электродной проволоке и порошковой присадке. В наплавленном слое металл основы и металл проволоки образуют матричный сплав, в который вплавлены твердосплавные частицы присадки. При наплавке гомогенного покрытия все три составные части перемешиваются, образуя монолитный слой. При нанесении износостойких слоев, состоящих из твердых частиц, распределенных в более мягкой матрице, особое внимание уделяют материалу матричного слоя. Он должен иметь высокую прочность, хорошо удерживать частицы присадки в покрытии, препятствовать чрезмерному их растворению, быть химически стабильным по отношению к твердой составляющей и соответствовать требованию термомеханической совместимости. Поэтому целесообразно использовать малоуглеродистые проволоки для получения матрицы при дуговой наплавке твердых, износостойких слоев. Использование в качестве присадочного материала порошков из ферросплавов обеспечивает получение износостойкого наплавленного металла, а высокое содержание в нем хрома (до 60 %) и углерода (до 8 %) дает возможность в широких пределах изменять концентрацию легирующих элементов и получать износостойкие покрытия c заданными физикомеханическими характеристиками [1, 2].

Основная часть

Для повышения надежности и долговечности трибоповерхностей деталей машин, подвергающихся интенсивному, как абразивному, так и коррозионномеханическому изнашиванию, необходимо формировать рабочие поверхностные слои деталей с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Такими защитно-упрочняющими металлопокрытиями и технологией их нанесения являются предлагаемые новые научные и инженерные решения, частично изложенные и опубликованные в печати [1-4]. Сущность их заключается в нанесении определенного композиционного состава из металлопорошков в поле ультразвуковых колебаний (УЗК) на

рабочие поверхности деталей узлов и механизмов машин. Применение этой технологии упрочнения стальных трибоповерхностей электродуговой наплавкой в среде защитного газа позволяет не разрывая оболочку защитного газового факела подавать ультразвуковые колебания непосредственно в зону расплавленного металла и влиять на процесс кристаллообразования в наплавляемом слое. При этом ультразвук повышает плотность и давление газовой оболочки, делает ее сплошной, без завихрений, что приводит к снижению разбрызгивания электродного металла. Такой способ электродуговой наплавки позволяет формировать наплавленный слой с однородной, мелкозернистой структурой, что обеспечивает повышение физико-механических и прочностных свойств полученной поверхности. Структура наплавленного покрытия представлена на рисунке 1.



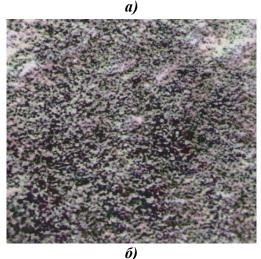


Рисунок 1. Структура наплавленного покрытия х 500, при I=200-250A, U∂ = 23-24B, Q ппм= 0,8ε/с: a – без применения УЗК; б – с применением УЗК (A= 12…15мкм, f=24кГц)

Для изучения микротвердости наплавленных металлопокрытий, проверки их на усталостную проч-

ность и износостойкость были изготовлены экспериментальные образцы по способу [3], которые исследовались методами металлографии, ультразвукового контроля и рентгеноструктурного анализа. Наплавка образцов выполнялась проволокой СВ-08Г2С ГОСТ 2246-70 при введении в расплав металла порошковой присадки из сплавов ПГ-СР3 и ПГ-СР4 ГОСТ 21448-75 с одновременной подачей УЗК на электродную проволоку. Частота и амплитуда УЗК устанавливались согласно рекомендациям [2]. Для выполнения экспериментов была выбрана амплитуда колебаний 9...10 мкм. Частоту УЗК контролировали с помощью цифрового частотомера Ф 576, амплитуду колебаний регулировали изменением выходного напряжения преобразователя и контролировали с помощью дифференциального электродинамического датчика. Визуальная оценка качества наплавленных валиков показывает, что из всех наплавленных поверхностей можно выделить образцы, полученные при среднерасходовой скорости транспортирующего порошок газа V = 5...6 м/с и грануляцией порошка 500...600 мкм. На этих образцах получены ровные плотные валики. Отклонений от формы практически не наблюдается. Микро- и макроструктурный анализ показал, что покрытия имеют однородную структуру с равномерным распределением лигатуры, что свидетельствует о качестве покрытия в наплавленных валиках. Применение ультразвуковой обработки с введением в расплав частиц твердосплавного порошкового материала позволило существенно повлиять на температурный порог метастабильности, чем резко увеличило скорость зарождения кристаллов и затормозило их рост в присутствии частиц порошка, а это

позволило формировать мелкозернистую структуру.

Известно, что в процессе наплавки металлоповерхностей, как в основном металле, так и в наплавочных валиках, могут возникать значительные сварочные напряжения до 300 МПа [1-4]. Несмотря на то, что уровень остаточных растягивающих напряжений ниже предела текучести материала, такое напряженное состояние металла валика и поднаплавленного слоя является опасным, т.к. повышается склонность к хрупкому раз-

рушению. Применяемое, как правило, в производстве снятие внутренних напряжений с помощью высокотемпературного подогрева не позволяет существенно снизить остаточные напряжения в многослойных поверхностях. Такие важнейшие эксплуатационные характеристики сварных поверхностей детали машин, как износостойкость, усталостная прочность и ползучесть при повышенных температурах в значительной

мере зависят от состояния поверхности изделия и глубины распространения остаточных напряжений, которые снижаются благодаря применению ультразвуковой обработки металла. Испытания на прочность образцов проводили на установке «Schenk Sinus 100.40» при скорости нагружения 10^4 c^{-1} . Испытания на сопротивление усталости образцов (в исходном состоянии и после наплавки с УЗК) проводили при изгибающей нагрузке 325 МПа и частоте 2 Гц. Измерение твердости по глубине наплавки замеряли через каждый миллиметр. Микротвердость структурных составляющих определяли на приборе ПМТ-3. Каждую структурную составляющую измеряли по 3 раза при разбросах твердости – 2...4 % и по 5 раз при разбросах более 4 %. Применение УЗК при наплавке приводит к изменению структуры поверхностей, как наплавленных валиков, так и основного материала, что показывают результаты ранее выполненных исследований. В зоне основного металла происходит измельчение зерен в 2...3 раза, в самой наплавленной поверхности структура формируется плотной мелкозернистой с включением (равномерным) твердых частиц порошкового материала. Структурные изменения сопровождаются изменением свойств материалов. Так, зона термического влияния (ЗТВ) имеет наименьшую поверхностную твердость, как в исходном, так и после наплавки с УЗК состояниях. Это связано с обезуглероживанием поверхности при сильном нагреве в процессе наплавки. Наблюдается плавный переход к уровням твердости основного металла и наплавленного валика. Распределение микротвердости металла в зонах наплавленного соединения представлено на рисунке 2. Несколько большая твердость

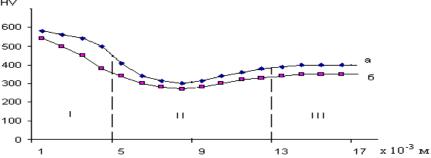


Рисунок 2. Распределение микротвердости металла в зонах наплавленного соединения:

а - наплавка с применением УЗК; б - наплавка без применения УЗК І-наплавленный металл; ІІ-зона термического влияния; ІІІ-основной металл

валика, наплавленного с УЗК, объясняется природой воздействия ультразвуковых колебаний на процесс кристаллизации металла. Снижение обезуглероживания в зоне термического влияния, практически до исходного значения и понижение твердости металла в этой зоне можно объяснить снижением температурного градиента за счет введения в расплав порошка и от воздействия УЗК.



По характеру кривых можно заключить, что ультразвуковые колебания обеспечивают образование сжимающих напряжений в поверхностном слое и ЗТВ, уменьшая при этом градиент напряжений, возникающих на линии сплавления и границе перехода к основному металлу. Известно [1-2], что процесс усталостной повреждаемости наплавленных соединений на микроуровне характеризуется стадийностью, свойственной поликристаллическим металлам с макроконцентраторами напряжений, а очаг накопления циклических деформаций связан с зоной перегрева, граничащей с областью сплавления. На образцах, наплавленных без УЗК, при числе циклов нагружения $N=2\cdot10^3$ в этой зоне проявляются поля локальных деформаций с участками пластических сдвигов размером 150...300 мкм. После длительного воздействия переменной нагрузки $N=(75...80)\cdot 10^3$, обусловливающей накопление скрытых микроповреждений на поверхности, а в отдельных образцах на границе сплавления, происходит зарождение и рост поверхностной усталостной трещины. На этом этапе разрушения трещина растет вдоль зоны сплавления, преимущественно ПО границам зерен. $N=(80...90)\cdot 10^3$ пластическое деформирование перед вершиной трещины приобретает явно выраженный характер. Механизм развития трещины меняется с интеркристаллитного на транскристаллитный, а ее рост происходит по границам раздела деформационных блоков. В ходе дальнейшего воздействия $N=(90...100)\cdot 10^3$ деформационные блоки ориентируются вдоль оси нагружения, что способствует превращению трещины в магистральную. Наплавка с ультразвуковыми колебаниями, вызывающими измельчение структуры приповерхностных зон, способствует снижению и перераспределению остаточных напряжений, благоприятно влияет на сопротивление усталостному разрушению, поэтому в течение всего времени циклического нагружения образцов не наблюдается образования поверхностных субмикродеффектов и зарождения трещин в соединениях. Разрушение образцов произошло в $N=(300...350)\cdot 10^3$ в области основного металла вблизи захвата. Действие УЗК позволяет блокировать формирование деформационных субмикроструктур, что замедляет накопление усталостных микроповреждений в объеме материала и увеличивает долговечность наплавленных покрытий. Контрольная проверка (дефектоскопия) испытанных образцов на наличие микроповреждений люминисцентным и ультразвуковым методами показала, что на образцах, наплавленных с применением УЗК, зарождение усталостных трещин происходит при нагружении $N=(220...250)\cdot 10^3$ циклов [4].

Результаты исследований интенсивности изнашивания наплавленных металлопокрытий композиционного составов методом электродуговой наплавки, изложенные в работе [5], показали, что

подобные металлопокрытия снижают интенсивность изнашивания трибоповерхностей деталей узлов и механизмов в 1,7...1,9 раза, обеспечивая 6...7 класс износостойкости.

Заключение

Результаты исследований по влиянию ультразвуковой обработки на свойства наплавленного соединения с включением износостойкого порошкового присадочного материала из сплавов по ГОСТ 21448-75 показывают, что такая технология наплавки повышает прочностные характеристики поверхностного слоя металла в 2...3 раза, увеличивает твердость поверхности на 20...25 %, повышает циклическую долговечность в 2...3 раза, снижает интенсивность изнашивания металла поверхностей трения деталей машин и механизмов. Применение разработанного состава металлопокрытия и технология его нанесения позволяют существенно повысить качество деталей узлов и механизмов, а значит, надежность и долговечность машин и технологического оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Шелег, В.К. Легирование трибоповерхностей деталей машин металлопорошками износостойких сплавов электродуговой наплавкой с ультразвуковой обработкой / В.К. Шелег, Н.В. Спиридонов, А.В. Кудина, В.В. Кураш // Машиностроение. Мн.: БНТУ, 2014. Вып. 28. С. 88 -94.
- 2. Кудина, А.В. Технология формирования износо-коррозионностойких композиционных металлопокрытий электродуговой наплавкой с применением ультразвука: автореф... дис. канд. техн. наук: 05.03.01 / А.В. Кудина; БНТУ – Минск.:, 2009. – 22 с.
- 3. Способ нанесения на поверхность детали легированного мелкозернистого металлопокрытия: пат. 6225 Респ. Беларусь, С1, 2012.08.30, МПК В23К 9/04 (2006.01) / В.В. Кураш, Н.В. Спиридонов, А.В. Кудина; дата публ.: 11.05. 2012.
- 4. Ивашко, В.С. Формирование качественных износостойких металлопокрытий способом электродуговой наплавки в ультразвуковом поле с введением в расплав твердосплавной порошковой присадки / В.С. Ивашко, В.В. Кураш, А.В. Кудина // Теория и практика машиностроения.— Мн.: БНТУ, 2003. № 2. С.77-81.
- 5. Кураш, В.В.. Исследование интенсивности изнашивания нового состава износо-коррозионностой-кого металлопокрытия для трибоповерхностей деталей машин / В.В. Кураш, А.В. Кудина, Ю.Т. Антонишин, А.В. Кривицкий // Агропанорама, 2012. № 5. С. 13-17.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.03.2016



УДК 621.433; 621.486

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО ВИДА ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Г.С. Савельев,

зав. лабораторией ФГБНУ «Всероссийский НИИ механизации сельского хозяйства», докт. техн. наук, профессор (г. Москва)

М.Н. Кочетков,

ст. науч. сотр. ФГБНУ «Всероссийский НИИ механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук (г. Москва)

Е.В. Овчинников,

мл. науч. сотр ФГБНУ «Всероссийский НИИ механизации сельского хозяйства» (г. Москва)

С.Ю. Уютов,

аспирант ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» (г. Москва)

В статье рассматриваются вопросы эффективности использования газомоторного топлива в мобильной сельскохозяйственной технике на основе вариантных расчетов коммерческой эффективности применения компримированного природного газа (КПГ), сжиженного природного газа (СПГ) и сжиженного углеводородного газа (СУГ) на примере СПК «Казьминский» Ставропольского края. СПК является крупным сельскохозяйственным предприятием с площадью пашни более 30 тыс. га и автотракторным парком, в составе которого — 365 единиц техники, в том числе — 279 тракторов, из них — 32 мощных трактора «Кировец». Затраты на топливо для автотракторной техники составляют — 222,5 млн руб. в год.

Ключевые слова: эффективность, газомоторное топливо, мобильная сельскохозяйственная техника, экономия затрат.

Efficiency questions of the use of natural gas fuel in mobile agricultural machinery on the basis of alternative calculations of commercial efficiency of the use of compressed natural gas (CNG), liquefied natural gas (LNG) and liquefied petroleum gas (LPG) on example SPK "Kazminsky" Stavropol territory have been considered in the article. The SEC is a major agricultural enterprise with the area of arable land more than 30 hectares, automotive Park -365 units of equipment, including tractors -279, of which -32 powerful tractor "Kirovets", the cost of fuel for automotive vehicles -222,5 million rubles a year.

Keywords: efficiency, gas fuel, mobile agricultural machinery, cost savings.

Введение

Одной из глобальных мировых тенденций является расширение использования альтернативных видов моторных топлив. В настоящее время наиболее реальная альтернатива нефтяным моторным топливам - газомоторное топливо (ГМТ), биотопливо на основе растительных масел, спиртов и жидкое синтетическое топливо из биомассы. В странах с высокоразвитыми экологическими инновациями применяется компримированный и сжиженный биометан. Технология производства и использования биометана в мобильной и стационарной сельскохозяйственной энергетике может с успехом применяться в отдаленных районах с высокой стоимостью доставки традиционных топлив. При затратах на моторное топливо, достигающих 30 % себестоимости сельскохозяйственных культур, в зависимости от выполняемых работ (некоторым сельхозкультурам требуется неоднократная обработка почвы, а также химическая защита растений) и при постоянно возрастающем диспаритете цен на топливо и сельхозпродукцию, поиск более дешевого альтернативного

моторного топлива для сельскохозяйственной техники является актуальной задачей [1-3]. В России для сельскохозяйственной отрасли основным стимулом расширения использования газомоторного топлива (ГМТ) является его низкая цена, которая в 2-3 раза меньше цены нефтетоплива.

При выборе вида альтернативного топлива для мобильной сельскохозяйственной техники следует учитывать специфику применения ГМТ, включающую необходимость полевой заправки тракторов и комбайнов при подъезде к ним передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ) по грунтовым дорогам в сложных погодных условиях. На центральной усадьбе и в отделениях необходимо устанавливать стационарные газобаллонные модули (СГБМ), в которых аккумулируется запас ГМТ для заправки автотракторной техники в период отсутствия ПАГЗа. Кроме того, для исключения потерь производительности МТА за счет дополнительных заправок в поле, бортовая топливная система тракторов должна обеспечивать запас топлива для непрерывной работы на энергоемких операциях в течение 10 часов.



Цель данного исследования — определение оптимального по коммерческой эффективности вида газомоторного топлива для мобильной сельскохозяйственной техники с учетом газозаправочного комплекса.

Для оценки вида ГМТ и влияния стоимости заправочного комплекса на коммерческую эффективность выполнены сравнительные расчеты технико-экономической эффективности применения трех видов газомоторного топлива: компримированного природного газа (КПГ), сжиженного природного газа (СПГ) и сжиженного углеводородного газа (СУГ) с учетом и без учета заправочного комплекса. Результаты выполненных расчетов показали высокую эффективность применения ГМТ: затраты на топливо снижаются в 1,7 раза. Срок окупаемости капвложений – от 0,4 до 4,2 лет в зависимости от принадлежности заправочных средств и вида газомоторного топлива [4-6].

Основная часть

Для определения влияния капвложений в заправочный комплекс различных видов ГМТ проведены расчеты с учетом и без учета капвложений в заправочный комплекс по трем вариантам [3].

Первый вариант. Заправку техники осуществляет ООО «Кавказавтогаз», используя в комплексе АГНКС (автомобильная газовая наполнительная компрессорная станция), в СПК «Казьминский», 4 полевых ПАГЗа типа 4500 производства ООО НПФ «Реал-шторм» (г. Ижевск) и 3 СГБМ. Весь газозаправочный комплекс находится на балансе ООО «Кавказавтогаз».

Второй вариант. Заправку техники осуществляет ООО «Кавказавтогаз», используя 4 полевых ПАГЗа, находящихся на балансе СПК «Казьминский». Три СГБМ находятся на балансе АГНКС.

Третий вариант. Заправка техники осуществляется четырьмя полевыми ПАГЗами и тремя СГБМ, которые находятся на балансе СПК «Казьминский».

Исходные данные для расчетов определялись с использованием результатов приемочных испытаний опытных образцов работающих на КПГ тракторов, разработанных и изготовленных в ФГБНУ « ВИМ» и ООО «ВНИИГАЗ». В качестве исходных данных для СПГ использовались результаты приемочных испытаний на Поволжской МИС опытного образца трактора К-701, работающего на СПГ, и рекомендации Б.А. Соболева (ЦСКБ «Прогресс»).

Потребление ГМТ и экономия затрат на топливо приведены на рис. 1. До переоборудования на ГМТ годовой расход нефтетоплива в СП «Казьминский» составлял – 7916 тыс. литров (11478,2 тонн условного топлива).

При переводе парка дизельной техники СПК «Казьминский» на природный газ потребляется — 7,142 млн м³ (8,213 тыс. тонн условного топлива) газомоторного топлива и 1943 тыс. л нефтяного топлива (2817 тонн условного топлива), которое расходуется на запальную дозу газодизельного двигателя. Величина запальной дозы (27 %) выбрана по осредненным данным приемочных испытаний газодизельных тракторов на машиноиспытательных станциях.

Годовая экономия затрат на топливо (рис. 2) для КПГ и СПГ равна 86,7 млн руб., для СУГ из-за его

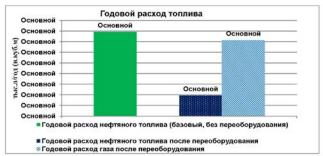


Рисунок 1. Годовой расход топлива до и после переоборудования

Экономия затрат на топливо

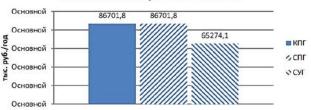


Рисунок 2. Экономия затрат на топливо при использовании ГМТ и работе дизельного парка по газодизельному процессу

большей цены экономия меньше на 25 % и составляет -65,27 млн руб.

Суммарные затраты на переоборудование автотракторного парка и приобретение заправочного комплекса (рис. 3) для СУГ составили 30 млн руб., что в 3,5 раза меньше, чем у КПГ (106 млн руб.) и в 6 раз меньше, чем у СПГ (177 млн руб.).

Эффективность капвложений для КПГ (рис. 4) представлена при трех вариантах принадлежности заправочных средств:

- капвложения на переоборудование парка техники без учета заправочного комплекса;
- капвложения на переоборудование парка техники плюс приобретение ПАГЗов на баланс СПК «Казьминский»;
- капвложения на переоборудование парка техники плюс приобретение на баланс СПК «Казьминский» ПАГЗов и СГБМ.

Снижение чистого дисконтированного дохода (ЧДД) при комплектации заправочным оборудованием (рис. 4) происходит в соответствии с увеличением первоначальных затрат на заправочное оборудование с учетом дисконта.

Представленные на рис. 5 зависимости для трех вариантов ГМТ без учета заправочного комплекса свидетельствуют об одинаковой величине ЧДД для СУГ и СПГ и большем (на 30 %) доходе через 10 лет у КПГ.

При учете заправочного комплекса (рис. 6) доходы у СУГ и КПГ одинаковы, а у СПГ он ниже на 33 %.

Заключение

Использование газомоторного топлива в сельском хозяйстве по сравнению с использованием в других отраслях имеет особенность, заключающуюся в необходимости производить заправку тракторов в





Рисунок 3. Суммарные затраты на переоборудование техники и заправочный комплекс для различных видов ГМТ



Рисунок 4. Эффективность капитальных вложений по технологии использования КПГ в СПК "Казьминский" для трех вариантов комплектации оборудованием

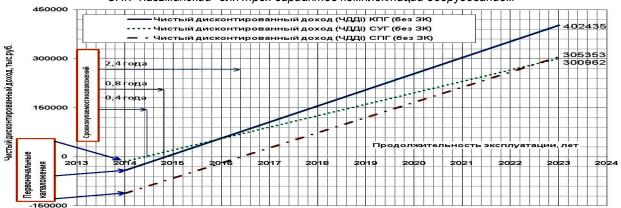


Рисунок 5. Эффективность капитальных вложений на переоборудование парка техники СПК «Казьминский» для трех вариантов ГМТ без учета заправочного комплекса

поле, что приводит к дополнительным затратам на газозаправочный комплекс, включающий передвиж-

ные газозаправщики (ПАГЗ) и стационарные газобаллонные модули (СГБМ) [4].



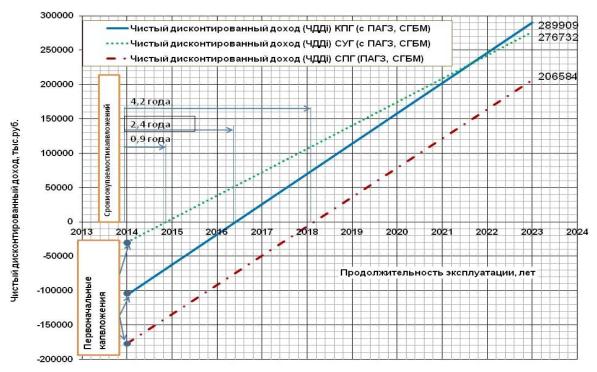


Рисунок 6. Эффективность капитальных вложений на переоборудование парка техники СПК «Казьминский» для трех вариантов ГМТ с учетом заправочного комплекса

Стоимость переоборудования автотракторного парка на СУГ составляет 14 млн 258 тыс. руб., что в 2,9 раза меньше, чем у КПГ и в 7 раз меньше, чем у СПГ. Суммарная стоимость переоборудования и заправочного комплекса у СУГ составляет 30 млн руб., что в 3,5 раза меньше, чем у КПГ и в 6 раз меньше, чем у СПГ.

Чистый дисконтированный доход за 10 лет для разных видов газомоторного топлива с учетом и без учета заправочных средств свидетельствует о высокой эффективности применения газомоторного топлива. ЧДД за 10 лет эксплуатации техники на ГМТ с учетом заправочных средств составляет: для СУГ – 276,7 млн руб.; КПГ – 289,9 млн. руб.; СПГ – 206,8 млн руб. Срок окупаемости капвложений на переоборудование техники без заправочного комплекса составляет 0,4; 0,8; 2,4 лет, соответственно, для СУГ, КПГ, СПГ, а с учетом заправочных средств он возрастает до 0,9; 2,4; 4,2 лет. Годовая экономия затрат на топливо для разных видов газомоторного топлива по сравнению с дизельным топливом составляет 65-86 млн руб., что позволяет приобрести 8 – 10 самых мощных современных отечественных тракторов «Кировец» К- 744 [6].

Полученные результаты свидетельствуют о существенных преимуществах СУГ по сравнению с КПГ и СПГ по меньшим затратам на переоборудование техники и приобретение заправочных средств (в 3,5-6 раз) и более коротких сроках окупаемости при примерно одинаковом доходе. Это позволяет сделать выводы о целесообразности проведения НИОКР по адаптации тракторных дизелей к работе на СУГ по газодизельному процессу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Ловкис, В.Б. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий / В.Б. Ловкис, В.А. Колос // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2008. Т. 42. С. 13-19.
- 2. Методика топливно-энергетической оценки производства продукции растениеводства / В.П. Елизаров [и др.]. М.: ВИМ, 2005. 185 с.
- 3. Савельев, Г.С. Альтернативное топливо в сельском хозяйстве / Г.С. Савельев //Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо, 2006. № 1. С. 64-70.
- 4. Савельев, Г.С. Технико-экономические показатели газодизельных и газоискровых двигателей, работающих на КПГ / Г.С. Савельев, Д.В. Дегтярев // Транспорт на альтернативном топливе, 2012. №2 (26). С. 74-75.
- 5. Савельев, Г.С. Комплексный подход к обеспечению сельхозпроизводства газомоторным топливом / Г.С. Савельев, М.Н. Кочетков, Е.В. Овчинников, И.М. Коклин // Тракторы и сельхозмашины, 2014. Noteting 3. С. 47-50.
- 6. Савельев, Г.С. Эффективность газомоторного топлива для сельхозтехники / Г.С. Савельев, М.Н. Кочетков, Е.В. Овчинников // Сельскохозяйственные машины и технологии, 2015. —№ 1. С. 12-15.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 23.03.2016

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

УДК 631.363.636

ЗАПАШКА СОЛОМЫ И СИДЕРАТОВ, КАК ЭЛЕМЕНТ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Л.Г. Шейко.

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент

А.Ф. Станкевич,

мастер производственного обучения каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, магистр техн. наук

А.А. Гончарко,

ст. преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ

В статье приводятся результаты производственных опытов по влиянию запашки измельченной соломы озимых зерновых культур отдельно и совместно с сидеральным люпином на урожай последующей культуры ячменя, а также перспективы внедрения в Беларуси органического сельского хозяйства.

Ключевые слова: земледелие, солома, люпин, удобрение, почва, безопасность, продукт, технология.

The article presents the results of production tests on the effect of plowing chopped straw of winter grain crops separately and jointly with lupine green manure crop in the subsequent barley culture, as well as prospects for implementation in Belarus of organic agriculture.

Keywords: sprayer boom, vibration amplitude equation.

Введение

Применяемые технологические решения в условиях ориентации сельского хозяйства на количественный рост и достижения, главным образом, экономических результатов, могут иметь негативные побочные эффекты. Индустриализация сельскохозяйственного производства привела к негативному изменению почвы, воды, приземного слоя атмосферы. Поэтому необходим переход на технологии, позволяющие получать более качественную экологически чистую продукцию.

Концепция для развития органического сельского хозяйства в Республике Беларусь предельно ясна – производство качественного продовольствия. Его главные критерии – вкус продукта и полезность для здоровья человека. В мире становится все больше людей, готовых приобретать качественные продукты по более высоким ценам, чем рыночные.

Под органическим земледелием понимается такое ведение сельскохозяйственного производства, при котором не применяются синтетические удобрения и средства защиты растений.

В последние годы в мире экологическое землепользование получило существенное развитие. В Европе под органическим земледелием занято 5,1 млн га, в Северной Америке — 1,5 млн га, в Австралии — 10,6 млн га. [1]. Во всех странах, особенно на первом этапе, органическое земледелие является дотационным. Для того чтобы вести органическое земледелие на территории Республики Беларусь, в мае 2012 года, правительством запланирован ряд мероприятий по внедрению в стране стандартов органического производства продуктов питания (Поручение Премьер министра от 4 мая 2012 г. № 06/810-1379 ДСП).

В Республике Беларусь органическое земледелие только зарождается. Площади, на которых возделываются сельскохозяйственные культуры по технологии органического земледелия, составляют около 200 га.

Органическое производство для Беларуси является инновацией. На современном этапе у населения еще не сформировался устойчивый спрос на сертифицированную экологически чистую продукцию. Руководители предприятий АПК пока не прошли подготовку и не имеют достаточно знаний по способам ведения органического производства, которое должно отталкиваться от реалий рынка [2].

Основная часть

Первые исследования по изучению технологий органического земледелия были проведены в 2003—2004 гг. на учебно-опытных полях Белорусского аграрного технического университета в поселке Боровляны Минского района на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве. В ходе исследований выращи-

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния



вался и запахивался сидеральный люпин в паровом поле и в промежуточных посевах с последующей запашкой его совместно с соломой.

Главными задачами органического сельского хозяйства являются:

- обеспечение экологически чистыми продуктами питания детей, находящихся на реабилитации и оздоровлении;
- сохранение природных свойств почвы, воды и воздуха;
- производство пищевых продуктов с высокой степенью безопасности для здоровья человека;
 - охрана окружающей среды;
 - экономное расходование сырья.

Техническое обеспечение соответствующих процессов указанных технологий осуществлялось тракторами МТЗ-82, Беларус 1522В, Беларус 1221, Т-150К; плугом ПКМ-5-40Р; культиваторами КПС-4, АКШ-3,6; сеялками СПУ-3, СПУ-6; косилкой КДП-2,1; разбрасывателем РУС-0,7А и комбайнами КЗС-7 и КДП-3000 [3].

В качестве сидерального удобрения использовали люпин «Синий 16» с нормой высева 170 кг/га. Этот сорт люпина является скороспелым и в течение двух месяцев может дать зеленую массу, равноценную внесению 40 т/га органических удобрений [4].

Урожайность зеленой массы люпина в паровом поле без применения удобрений составила 357 ц/га (табл. 1). Прибавка урожая за счет внесения минеральных удобрений в количестве 255 кг/га действующего вещества составила 104 ц/га зеленой массы или 29 %. Влажность зеленой массы люпина — 81-82 %.

Урожайность сухого вещества люпина в паровом

Таблица 1. Урожай сидерального люпина в паровом поле

в паровом полс							
Donus, III	Урожай зеленой массы			Влаж-	Урожай сухого вещества		
Варианты	11/50	прибавка		ность, %	11/50	прибавка	
	ц/га	ц/га	%	/0	ц/га	ц/га	%
1. Контроль (без удобрений)	357	_	_	81	67	_	_
$egin{aligned} 2. & \text{Минеральные} \ & \text{удобрения} \ & N_{45}P_{90}K_{120} \end{aligned}$	461	104	29	82	82	15	22

поле без применения удобрений составила 67 ц/га.

Применение полного минерального удобрения позволило дополнительно получить 22% сухого вещества сидерального удобрения.

Высокую эффективность сидеральный люпин проявил в промежуточных посевах после уборки зерновых без вспашки полей, ограничиваясь лишь их поверхностной обработкой. Это позволяет в 1,5-2 раза сократить энергозатраты на обработку почвы. Промежуточные посевы — важнейший резерв увеличения продуктивности и повышения плодородия почвы. Почвенно-климатические условия Республики Беларусь позволяют выращивать сидеральные культуры в промежуточных посевах.

К основным задачам обработки почвы и посева промежуточных культур относятся:

- выполнение работ в оптимальные сроки;
- создание оптимальной структуры посевного слоя почвы для нормального произрастания и дальнейшего развития растений;
- создание оптимальных условий для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, повышения плодородия почвы и защиты ее от эрозии;
 - выполнение работ с минимальными затратами.

Сразу после уборки озимой пшеницы комбайном КЗС-7 с измельчением и разбрасыванием соломы по полю была проведена поверхностная обработка почвы и посев сидерального люпина. В октябре урожай зеленой массы сидерального люпина составил 120 ц\га.

Запашка зеленой массы люпина осуществлялась после ее скашивания и измельчения комбайном КДП-3000 в агрегате с трактором Т-150К. Запахивание зеленой массы без ее скашивания и измельчения за-

труднительно из-за забивания корпусов плуга зеленой массой. Не использование предплужников на плугах общего назначения и дисковых ножей на болотных почвах является результатом забивания их корпусов пожнивными растительными остатками при вспашке стерневых фонов.

В таблице 2 приведена эффективность запашки соломы и сидератов на примере последующего возделывания ярового ячменя.

Таблица 2. Эффективность запашки соломы и сидератов на ячмене

Ропионти	Урожай зерна,	рожай зерна, Прибавка урожа	
Варианты	ц/га	ц/га	%
1. Контроль (запашка стерни)	44,7	_	_
2. Запашка соломы пшеницы (размер резки 5-10-15 мм) +N45	49,5	4,8	11
3. Запашка соломы пшеницы (размер резки 20-40-60 мм) +N45	46,9	2,2	5
4. Запашка соломы пшеницы (размер резки 5-10-15 мм) +зеленая масса люпина 120ц/га	54,3	9,6	22
HCP ₀₉₅ , ц\га	2,1		



Запашка соломы совместно с сидератом обеспечила прибавку урожая последующей культуры – 5-11 %.

При запашке же мелко измельченной соломы и зеленой массы люпина урожай зерна ячменя без применения минеральных удобрений составил 54,3 ц/га. При этом увеличился на 9,6 ц/га или на 22% по сравнению с контролем.

Заключение

Основные исследования по разработке рекомендаций по внедрению органического земледелия в Республике Беларусь должны быть направлены на разработку эффективных севооборотов и установление оптимальных доз, сроков и видов органических удобрений для получения качественной продукции.

Запашка измельченной соломы и сидератов с осени является эффективным приемом и элементом органического земледелия. Прибавка урожая последующей культуры может составлять 20 % и более.

Для того чтобы вести органическое земледелие на территории Республики Беларусь, недостаточно тех

мероприятий по внедрению стандартов органического производства продуктов питания, которые рекомендует правительство, необходима законодательная база.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Республике Беларусь: учеб. пос. / И.Н.Шило [и др.]. Минск: БГАТУ, 2008. 160 с.
- 2. Органическое сельское хозяйство: устойчивая перспектива. Минск: Донарит, 2013. 104 с.
- 3. Система машин для сельского хозяйства в Республике Беларусь на 2011-2015гт. Минск, 2010. 64 с.
- 4. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. научных материалов / под общ. ред. М.А. Кадырова. Минск: ИВЦ Минфина, 2007. 287 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 16.03.2016

Станция для доильных установок с вакуумным насосом малой мощности

Предназначена для создания вакуумметрического давления в системах машинного доения коров. Может применяться в отраслях промышленности, технологические процессы которых требуют создания вакуума.

Применение установки обеспечивает снижение энергоемкости процесса доения коров до $0,052~{\rm kBr/ч/m}^3$ при стабильном вакуумном режиме.





Основные технические данные

Станция вакуумная водокольцевая Тип Быстрота действия при вакууме 50 %, м³/ч Предельное вакуумметрическое давление, кПа Потребляемая мощность, кВт Расход рециркуляционной воды, литров в минуту Габаритные размеры, мм

Масса, кг, не более

90 3,9 8 1500x600x1500 35

ВВН-75 передвижная

Технологии переработки продукции АПК

УДК 665.3; 54.06

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ В МАСЛЕ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ И НА ОСНОВЕ ЯДЕРНО-МАГНИТНОЙ РЕЛАКСАЦИИ

Е.П. Франко,

доцент каф. инновационного развития АПК ИПК БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

О.С. Агафонов,

ст. науч. сотр. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта» (Российская Федерация), канд. техн. наук

В статье описаны новые источники олеиновой кислоты. Представлены результаты исследований содержания олеиновой кислоты в семенах подсолнечника. Приведены результаты определения массовой доли олеиновой кислоты в семенах подсолнечниках рефрактометрическим методом и на основе ядерномагнитной релаксации (ЯМР).

Ключевые слова: содержание олеиновой кислоты, высокоолеиновый подсолнечник, метод ЯМР, рефрактометрический метод.

The article describes new sources of oleic acid. The results of the research content of oleic acid in sunflower seeds have been presented. The results of the determination of the mass fraction of oleic acid in sunflower seeds and Refractive Index method on the basis of NMR have been presented.

Key words: oleic acid content, high oleic sunflower, NMR method, RI method.

Введение

В последнее время население всех стран склонно к исключению или уменьшению употребления животных жиров и увеличению употребления растительных. Важным фактором при этом становится не только количество потребляемых жиров, но и их качество. В результате производители растительных масел занимаются поиском новых источников сырья, которое соответствовало бы современным тенденциям здорового питания и позволило снизить себестоимость производимых продуктов.

Главным источником растительных масел остается подсолнечник. Одним из крупнейших производителей семян подсолнечника и, соответственно, подсолнечного масла является Российская Федерация [1].

Олеиновая кислота является одной из основных ненасыщенных жирных кислот в составе масла семян подсолнечника, и ее содержание может колебаться в пределах от 10-30 % (традиционный жирнокислотный состав) до 80-92 % (высокоолеиновые).

Сдерживают распространение высокоолеинового подсолнечника особенности технологии его возделывания и слабый, по сравнению со странами Европы и США, спрос стран СНГ на данное сырье со стороны промышленности, а также отсутствие экспрессных способов контроля содержания олеиновой кислоты в масле.

Вследствие этого остро встает вопрос оперативного контроля содержания олеиновой кислоты в мас-

ле семян подсолнечника. Такой контроль необходим на всех этапах его производства, начиная от контроля качества семенного материала, заготовки, хранения, и заканчивая переработкой на маслодобывающих предприятиях.

Важен данный вопрос и для предприятий, занимающихся селекционной и семеноводческой деятельностью.

Основная часть

Основным методом определения содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника является газожидкостная хроматография (ГЖХ). Данный метод является арбитражным, но в силу ряда особенностей, сложен в применении, длителен и требует сложной пробоподготовки [1, 2].

Во Всероссийском НИИ масличных культур разработаны два способа оперативного контроля содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника.

Первый способ основывается на различии в показателе преломления масел семян подсолнечника с разным содержанием олеиновой кислоты. Он был разработан для селекционной деятельности с целью сокращения времени проведения анализов по определению содержания олеиновой кислоты.

Второй экспресс-способ основан на методе ядерно-магнитной релаксации (ЯМР) и проходит производственные испытания. При оценке жирнокислотно-



го состава этот метод позволяет получать информацию о содержании показателей качества масличного сырья, не разрушая их. Содержание олеиновой кислоты определяется на основании зависимости между ЯМР-характеристиками протонов триацилглицеридов масла, содержащихся в семенах, и содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника (ГСО). Одним из достоинств этого метода является его реализация на серийно выпускаемых и широко используемых в масложировой отрасли стран СНГ ЯМР-анализаторов масличности и влажности АМВ-1006М после их незначительной модернизации [2, 3].

Основные характеристики рассматриваемых способов определения олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника представлены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что рассматриваемые способы имеют отличия: в рефрактометрическом методе необходимо использовать извлеченное и отфильтрованное масло из семян, а в ЯМР – используются непосредственно семена. Диапазон определения содержания олеиновой кислоты в масле семян для рефрактометрического метода – 58-84 % (сейчас существуют сорта и гибриды подсолнечника с содержанием олеиновой кислоты более 85 %), для ЯМР – диапазон – от 30 до 90 %.

Из рассматриваемых методов более представительным является метод ЯМР, анализируется 5 проб по 25 см³, отобранных из одного образца, что является немаловажным фактором для получения достоверного результата, так как содержание олеиновой кислоты в отдельных семянках может значительно отличаться. Так как показатель преломления значительно изменяется под действием температуры, то при определении рефрактометрическим способом содержания олеиновой кислоты температура анализируемой пробы масла

находится в пределах (20±0,2)°С. В случае применения способа на основе метода ЯМР, температура пробы может находиться в диапазоне от 20 до 26 °С, при этом результаты измерений будут находиться в пределах указанной погрешности измерений, благодаря встроенной температурной коррекции.

Экспресс-способ определения олеиновой кислоты в семенах подсолнечника на основе метода ЯМР разрабатывался как оценочный, с целью сокращения количества анализов. Практические испытания предложенного способа на АМВ-1006М показали, что его применение позволяет сократить количество анализов способом ГЖХ минимум на 70 % [2].

Во время проведения исследований было проанализировано более 100 проб. Для исключения влияния фактора разнородности анализируемых образцов на результаты сравнительных анализов, сначала проводили определение содержания олеиновой кислоты методом ЯМР, а затем из проанализированных семян извлекали масло и определяли его содержание рефрактометрическим способом. Представленные результаты определения содержания олеиновой кислоты обеспечиваются с максимальным диапазоном – 75-83 %.

Результаты определения массовой доли олеиновой кислоты в семенах подсолнечника рефрактометрическим методом и на основе метода ЯМР приведены в табл. 2.

Как видно из представленных данных, исследуемые образцы имеют широкий диапазон содержания олеиновой кислоты от традиционного подсолнечника (18-40 %) до высокоолеинового (75-90 %).

Погрешность определения содержания олеиновой кислоты двумя рассматриваемыми способами не выходила за рамки погрешностей, представленных в табл. 1, относительно значений, полученных арбит-

Таблица 1. Сравнительная характеристика способов определения содержания олеиновой кислоты в семенах подсолнечника

	Значение характеристики			
Наименование характеристики	Рефрактометрический (ГОСТ 28238-89)	ЯМР (разработанный)		
Диапазон измерения массовой доли олеиновой кислоты, %	58-84	30-90%		
Диапазон содержания фосфолипидов в масле, %	не более 0,4	не нормируется		
Диапазон содержания неомыляемых веществ в масле, %	не более 0,3	не нормируется		
Объем анализируемой пробы, см ³	- 20	25,0±1,0		
Время проведения анализа, мин. Пробоподготовка	30 подсушивание при влажности более 12 %, извлечение масла из семян определение КЧ масла	о не требуется		
Область применения методики	не распространяется на пищевое растительное масло	нет ограничений		
Гермостатирование	(20±0,2)°C	(23±3)°C		
Расходные материалы	требуются	не требуются		
Квалификация персонала	высокая	не имеет значения		
Допускаемое расхождение между результатами последовательных определений, % абс.	3	5,0		

Таблица 2. Сравнительные результаты определения олеиновой кислоты в семенах подсолнечника

Обра-	Содержание олеиновой кислоты, %					
зец	Рефрактометрический	ЯМР				
1	-	30				
2	84	85				
3	83	84				
4	82	78				
5	-	35				
6	80	83				
7	70	68				
8	=	31				
9	69	70				
10	86	89				
11	87	90				
12	-	17				
13	88	85				
14	93	88				
15	59	57				

ражным методом. При этом среднее отклонения метода ЯМР от ГЖХ составляет $\pm 2,5$ %, а рефрактометрического — $\pm 3,0$ %, на основании чего можно сделать вывод о достаточно высокой точности результатов, полученных методом ЯМР.

Заключение

Способ определения олеиновой кислоты в семенах подсолнечника на основе метода ЯМР можно применять в качестве оценочного. В сравнении с рефрактометрическим данный метод обладает рядом достоинств: не требует проведения специальной пробоподготовки (извлечение и фильтрация масла) и термостатирования анализируемого образца, значительно быстрее рефрактометрического метода обеспечивает высокую представительность пробы, а простота и автоматизация процесса анализа снижает тре-

бования к квалификации персонала. Применение метода ЯМР при оценке жирнокислотного состава дает возможность получать информацию о содержании показателей качества масличного сырья, не разрушая их, и позволяет использовать образцы после анализа в селекционной и семеноводческой деятельности. Определение содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника можно проводить одновременно с определением масличности и влажности на серийно выпускаемых анализаторах AMB-1006M без какой-либо дополнительной пробоподготовки, время анализа при этом также не увеличивается.

Данный анализатор в настоящее время широко используется более чем на 250 предприятиях масложировой отрасли стран СНГ, после проведения их модернизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава: ГОСТ 30418-96; Минск: введ. РБ 01.01.98. Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. 7 с.
- 2. Применение метода ЯМР для определения содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника / О. С. Агафонов [и др.] // Развитие биологических и постгеномных технологий для оценки качества сельскохозяйственного сырья и создания продуктов здорового питания: сб. науч. трудов XVIII междунар. науч.-практич. конф. М., 2015. С.24 27.
- 3. Высокоолеиновый подсолнечник и современные методы контроля содержания олеиновой кислоты / О. С. Агафонов [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии, 2013. №4. С. 91-94.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 24.03.2016

Микропроцессорная система кормления свиней

Предпазначена для оперативного изменения доз кормления, контроля процесса кормления, учета расхода сухого и жидкого корма.

Разработанная система позволяет автоматизировать процесс кормления свиней, повысить эффективность и снизить издержки производства свинины.

Основные технические данные

- 1. Полная совместимость с типовым технологическим оборудованием КПС-54. КПС-108.
- 2. Нормированное кормление, оперативное изменение норм кормления.
- 3. Расчет фактических объемов замеса и раздачи жидкого корма без остатков.
- 4. Сокращение времени кормления в 1,5...2 раза.
- Значительно дешевле и лучше западных аналогов.



Технический сервис в АПК Экономика

УДК 631.115.1

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫХ ПРЕДПОСЫЛОК РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ФЕРМЕРСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Г.И. Гануш,

зав. каф. экономической теории и права БГАТУ, докт. экон. наук, профессор

В.В. Липницкая,

доцент каф. экономической теории и права БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

3.Г. Близнюк,

ст. преподаватель каф. экономической теории и права БГАТУ

Аргументирована экономико-экологическая целесообразность развития в Республике Беларусь органического агропроизводства, доминирующими субъектами которого должны быть фермерские хозяйства и агроэкологические усадьбы. Обоснованы условия и предпосылки развития экологического (органического) фермерства. В качестве приоритетных направлений создания и эффективного функционирования фермерских хозяйств и агроусадеб выделены: создание специализированного научного направления, оказание необходимой государственной поддержки, принятие соответствующего законодательства.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, органические продукты, фермерские хозяйства, нормативно-правовые акты, государственная поддержка.

The economic and environmental feasibility of organic agricultural production in the Republic of Belarus the dominant subjects of which are farmers and agro-ecological farms has been proved. Terms and conditions of ecological (organic) farming development are substantiated. The priority areas of the establishment and effective functioning of farms and farmsteads were highlighted such as the establishment of a specialized research area, providing the necessary state support, the adoption of relevant legislation.

Keywords: organic farming, organic food, farming, regulations, state support.

Введение

Одной из доминирующих мировых тенденций современности является динамичное расширение объемов производства и потребления продуктов, произведенных на основе, так называемых, органических технологий. Принципиальное отличие данных технологий от традиционных заключается в том, что при возделывании сельскохозяйственных культур исключаются минеральные удобрения и средства защиты химического происхождения. Применение органических удобрений допускается только при отсутствии в них веществ (включений), несовместимых с нормами экологической безопасности продукции. Плодородие почв обеспечивается и поддерживается соответствующей системой земледелия, основными составляющими которой являются специфические севообороты и агротехнические методы, позволяющие в совокупности получать продукцию, биохимические характеристики которой адекватны принципам и нормам «здорового» питания.

При соблюдении технологических требований, органическое земледелие обеспечивает достижение высокого уровня экономической, экологической и

социальной эффективности. Как свидетельствуют многочисленные данные науки и практики, урожаи сельскохозяйственных культур при возделывании по органическим технологиям не уступают урожаям, полученным на основе преобладающих ныне традиционных (химических) технологий, а в период климатических аномалий демонстрируют определенные превосходства. Органические системы сельского хозяйства создают, а не исчерпывают органическое вещество почвы, повышая устойчивость земледелия. При этом исключение из земледельческих технологий дорогостоящих химических удобрений и пестицидов существенно снижает валовые и удельные издержки производства. Органическое сельское хозяйство обеспечивает возможность производства экологически безопасных продуктов питания, что является важнейшим фактором повышения уровня качества жизни. Постоянно возрастающий потребительский спрос на такие продукты создает их производителям надежные предпосылки для обеспечения конкурентной устойчивости на рынках продовольствия.

Названные и другие преимущества органического сельскохозяйственного производства обусловли-



вают его динамичное развитие в мире. В настоящее время оно ведется в 170 странах. В 2013 году площадь сельскохозяйственных земель, на которых применялись органические технологии, превышала 43 млн га, увеличившись по сравнению с 1999 годом почти в 4 раза. Мировой объем продаж органических продуктов питания в 2013 году достиг 72 млрд долларов США, что в 5 раз выше уровня 1999 года. Лидирующими странами по объему розничных продаж в 2013 году являлись: США (24, 3 млрд евро); Германия (7,6 млрд евро); Франция (4,4 млрд евро). Заметный рост продаж органических продуктов в розничной торговле демонстрируют также Великобритания, Италия, Швейцария, Австрия, Швеция и другие страны. На рынках органических продуктов преобладают овощи, фрукты и молоко [1].

Основная часть

Как и во всем мире, в Республике Беларусь растет потребительский спрос на экологически безопасные (органические) продукты. Большинство населения страны согласно платить за них повышенную цену. Наиболее обеспеченные люди готовы покупать произведенные без применения минеральных удобрений и многократных химических обработок продукты по цене в 1,5-2 раза выше обычной, однако при этом хотели бы иметь необходимую гарантию подлинности экологических характеристик данных продуктов. В нашей стране существует достаточный рыночной спрос на «здоровые» продукты питания, и приходится лишь сожалеть о том, что на них не формируется соответствующее предложение. В мировых сводках по производству и реализации органических продуктов строчка Республики Беларусь в течение ряда лет заполняется нулевой отметкой. В то же время в соседних странах (Россия, Украина, Польша и др.) органическое сельское хозяйство получает постепенное развитие [1].

В сложившейся ситуации, если ее не исправлять, Беларусь может утратить значимый и перспективный сегмент рынка сельхозпродукции (внутреннего и внешнего). Такое положение, разумеется, не может быть допущено. В республике имеются природные и социально-экономические предпосылки для производства и формирования рационального рынка органических продуктов, также в достаточном количестве имеются земельные угодья, относительно развитая аграрная наука, технические и кадровые ресурсы. Осуществление конкретных мер по практической реализации этих предпосылок позволит обеспечить конкурентную устойчивость отечественных товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции, увеличить объемы поставок на рынок экологически безопасных продуктов, получить достаточный экономический эффект при одновременном ресурсосбережении и соблюдении принципов природоохранности.

Данный вывод, кроме реализации экономических интересов производителей, аргументируется также необходимостью практического выполнения важнейшего направления социальной политики государства об улучшении качества питания и о сохранении здоровья людей, что имеет особую значимость в связи с радиационным загрязнением территории страны после аварии на Чернобыльской АЭС.

Анализ показывает, что в Республике Беларусь на начальном этапе становления новой технологической системы производства экологического продовольствия ее основными субъектами могут быть фермерские хозяйства, как вновь создаваемые, так и переспециализированные. В силу своей организационно-управленческой гибкости, а также с учетом нередкой ограниченности финансовых возможностей на приобретение минеральных удобрений и средств защиты, фермеры будут более заинтересованно и эффективнее осваивать новую систему, быстрее адаптироваться к рынку.

Распространенной и эффективной формой хозяйствования в сфере производства органических продуктов должны стать агроэкологические усадьбы. Производство экологически чистых (органических) продуктов является одним из главных факторов их успешного и перспективного функционирования, привлечения туристов, получения стабильного дохода. В 2013 году в республике насчитывалось 1880 субъектов агроэкотуризма (агроусадеб). Их услугами воспользовались около 280 тыс. человек, в том числе более 37 тыс. иностранных граждан. Экологический туризм получает дальнейшее развитие и обусловливает возрастание спроса на органические продукты [1].

Что касается крупнотоварных хозяйств, которым сегодня и в будущем отводится главенствующая роль в обеспечении страны продовольствием, то ставить конкретную задачу вовлечения их в сферу органического сельхозпроизводства весьма преждевременно, более того – технологически невозможно. Разумеется, что и в крупнотоварных хозяйствах имеется немало резервов улучшения качества продукции, повышения экологической безопасности применяемых традиционных технологий. И эти резервы необходимо максимально использовать. Однако если речь идет о, так называемых, органических агротехнологиях, то, прежде всего, имеется в виду формирование в республике по опыту многих стран принципиально нового - экологического направления фермерского хозяйствования (экофермеры, агроусадьбы и др.).

Эффективность функционирования и устойчивость развития субъектов органического сельского хозяйства во многом предопределяются уровнем научной обоснованности выбора их производственной специализации. Данный выбор должен базироваться на предварительном проведении комплексных и глубоких



маркетинговых исследований, включающих изучение почв и климата, обеспеченности производственными факторами (техника, трудовые ресурсы и др.), а также рыночных условий (надежность сбыта, цены и др.). При этом необходимо руководствоваться следующими методологическими подходами.

Во-первых, при определении производственного направления создаваемого субъекта органического агропроизводства приоритет следует отдавать, как по-казывают исследования, таким отраслям, как овощеводство, плодоводство, ягодоводство и картофелеводство. Продукция этих отраслей потребляется в свежем виде, в значительных объемах используется для производства детского питания, применяется в оздоровительных целях. К экологической чистоте ее потребители предъявляют наиболее высокие требования, что, в свою очередь, создает благоприятные условия для формирования устойчивого рыночного спроса на продукты, произведенные по органическим технологиям.

Во-вторых, хозяйству, принявшему решение заниматься производством органических продуктов, следует полностью специализироваться на данном виде деятельности. Вся система севооборота должна быть строго ориентирована только на производство экологически безопасных (органических) продуктов. Невозможно в одном хозяйстве обеспечить изоляцию продукции, производимой по «химическим» и «органическим» технологиям.

В-третьих, при обосновании направления специализации важно учитывать неизбежную параллельность производства основной и дополнительной продукции. Необходимо также предусмотреть организацию экономически выгодного использования продукции, поступающей из всех полей севооборота (зерно, травы и др.). В этой связи целесообразно развивать дополнительные отрасли: пчеловодство, грибоводство, семеноводство, молочное скотоводство, козоводство, кролиководство, переработку и др. Продукция этих отраслей также будет относиться к органическому производству и иметь соответствующую сертификацию. Научно обоснованная диверсификация производства в рамках хозяйства может значительно способствовать его финансовой и рыночной устойчивости, снижению степени риска хозяйственной деятельности.

Необходимым условием развития производства органических продуктов является создание адекватной системы ее сбыта (реализации). Как показывает зарубежный опыт [1], основными субъектами хозяйствования, участвующими в системе торговли органическими продуктами, могут быть следующие организации:

специализированные магазины (маркеты, супермаркеты и др.) по реализации органических продуктов;

- продовольственные магазины (маркеты, супермаркеты и др.), имеющие отделы (секции) по продаже органических продуктов;
- предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции, занимающиеся производством консервов (плодоовощных, мясных мелочных и др.), а также продовольственных товаров, предназначенных для детского питания и определенных групп населения;
- санитарно-оздоровительные и лечебные учреждения, задачей которых является обеспечение своего контингента экологическими безопасными пролуктами.
- школы, детские сады, учебные заведения, проявляющие заботу о здоровом питании детей и учащихся;
- фермерские хозяйства и агроэкологические усадьбы, производящие и реализующие органические продукты непосредственно в своих хозяйствах или через фирменные магазины;
- коммерческие организации, обеспечивающие доставку органических продуктов по заявкам потребителей. Такие организации (компании) являются по существу посредниками в отношениях производителей и потребителей органической продукции.

По мере наращивания объемов производства и реализации органических продуктов, в перспективе необходимо будет создавать специализированные продуктовые компании (агрохолдинги, кластеры), объединяющие производство, переработку и реализацию органических продуктов. Для выхода на внешние рынки следует прогнозировать создание единой крупной продуктовой компании, обладающей достаточными конкурентными преимуществами, отражающими специфические особенности органического агропроизводства в Беларуси.

Формирование и развитие экологического сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь предполагает разработку адекватной методологической и методической базы, обеспечивающей научное обоснование концептуальных решений, а также комплекса технологических и организационноэкономических мероприятий, направленных на эффективное функционирование субъектов хозяйствования, включенных в систему рынка органического продовольствия.

В данном контексте приоритетное значение, в частности, имеет формирование специального научного направления, ориентированного на развитие теоретических и прикладных исследований, нацеленных на поиск возможностей эффективного ведения органического сельскохозяйственного производства в почвенно-климатических и экономико-географических условиях страны. В первую очередь требуется создать адекватные теории, дающие обоснование механизмов



функционирования отраслевых экосистем и пределов их устойчивости при масштабной «биологизации» технологий. В целях концентрации усилий научных учреждений в проведении теоретических и прикладных исследований проблем развития в республике органического агропроизводства представляется необходимым сформировать соответствующую государственную комплексную программу научных исследований, в которой функцию головной организации исполнителя возложить на Национальную академию наук Беларуси [1].

Создание научных основ, экономических, организационных и правовых предпосылок развития в стране эффективного производства продовольствия на базе экологических (органических) технологий предполагает решение ряда приоритетных научнопроизводственных задач.

Существенная роль, в частности, отводится развертыванию целенаправленной селекции по созданию для органического земледелия сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, адаптированных к конкретным экологическим условиям, обладающих повышенной устойчивостью к распространенным болезням и вредителям, характеризующихся ограниченными сорбционными возможностями относительно тяжелых металлов и радионуклидов. Наряду с селекцией необходимо активизировать работу по интродукции овощных, плодовых, ягодных и других культур, приемлемых для выращивания в республике по системе органического (экологического) земледелия.

Приоритетным направлением научного обеспечения производства экологически безопасных продуктов растениеводства является разработка и освоение адекватных технологий. Органические технологии правомерно называются альтернативными. Они основаны на существенном ограничении техногенных факторов (удобрения и средства защиты химического происхождения) и на более широком использовании адаптивных факторов интенсификации производства, проявляющихся в учете законов природы, в максимальной биологизации земледельческих процессов. Поэтому органическое производство, как наиболее прогрессивное и перспективное по сравнению с традиционным, является одновременно более сложным, а потому и более наукоемким, то есть ориентированным на глубокие научные знания, проведение целенаправленных научных исследований и обязательное использование их результатов на практике.

В данном контексте совершенно неправильно, как это нередко встречается среди практиков и ученых, относить органическое агропроизводство к «дедовским способам». Все наоборот – оно невозможно без активного использования научных достижений в области биологии, физики и химии, растениеводства и селекции, почвоведения и земледелия, фотосинтеза

и климатологии. Поэтому вполне правомерно считать, что органические технологии сегодня являются наиболее выразительным и перспективным направлением инновационной интенсификации сельскохозяйственного производства.

Организатору органического агропроизводства следует изучить и масштабно реализовать достижения мировой и отечественной науки в области экологически безопасных агротехнологий по следующим направлениям:

- современные методы поддержания плодородия почв путем освоения специальных севооборотов с соответствующим чередованием культур в агроценозах;
- научно обоснованные технологии возделывания сельскохозяйственных культур без пестицидов и с ограниченным применением (полным исключением) минеральных (химических) удобрений;
- агротехнические, биологические, физические (свет, ультразвук, ловушки и др.) меры борьбы с болезнями и вредителями;
- рациональные режимы хранения и переработки сельскохозяйственной продукции [2].

Научное обеспечение экологически безопасного (органического) сельскохозяйственного производства предполагает целесообразность создания адекватных консалтинговых структур для проведения консультаций фермеров и специалистов, занятых в данной сфере. Такие структуры (службы) могут создаваться при районных и областных органах управления АПК или как самостоятельные хозрасчетные организации. Кроме этого, в учебных планах и программах на агрономических, зооинженерных, агротехнических и экономических факультетах вузов целесообразно предусмотреть темы по ведению экологического (органического) сельского хозяйства.

Необходимым условием становления и развития в Беларуси органического агропроизводства, в частности, экологического фермерства является, как показывает опыт многих стран Европы и мира, принятие соответствующих законодательных и нормативно-правовых актов, регламентирующих и регулирующих производственно-сбытовые процессы в данном виде экономической деятельности [2].

Закон Республики Беларусь «О производстве и реализации органических продуктов» (название условное) станет основополагающей предпосылкой, исходной позицией для принятия субъектами хозяйствования положительного решения о специализации на производстве продуктов с использованием принципиально новых (альтернативных) технологий, а также нетрадиционных подходов к организации агробизнеса, сопряженного с высокой степенью риска в условиях усложнения рыночной конъюктуры. Только при наличии необходимого правового поля, должных законодательных гарантий, государ-



ственной поддержки и защиты, фермеры смогут сделать выбор в пользу органического производства. Никаких «любительских» экофермеров, как иногда предлагается отдельными представителями науки и практики, в принципе, быть не может. Товарное производство на основе органических технологий, как и любое другое производство в условиях рынка, объективно ориентировано на окупаемость затрат, приемлемые цены на реализуемую продукцию, достаточную прибыль и рентабельность, возможность самофинансирования. Наконец, оно, как и другие виды деятельности, требует общественного признания своей экономической, экологической и социальной значимости, то есть должно находиться в действующей системе соответствующих правовых и нормативных документов, не подвергаться излишней подозрительности и отчужденности, пользоваться поддержкой органов государственного управления, средств массовой информации.

Принятие закона обеспечит правовые условия субъектам хозяйствования для организации производства органических продуктов и их реализации, гарантированность государственной защиты и поддержки нового вида экономической деятельности, основанной на принципиально отличающихся технологиях.

Если Закон не принимать, то страна может оказаться в ситуации, «догоняющей» прогрессирующий мировой процесс, а в последующем – в состоянии отстающей. Это может привести к следующим негативным последствиям:

- 1. Утрата не только внешнего, но и существенного сегмента внутреннего рынка экологически безопасной (органической) продукции. К нам эта продукция (с учетом условий ВТО) поступит в массовом порядке по импорту из Европы и других стран. В такой ситуации мы будем поддерживать чужих товаропроизводителей, что не может быть оправданным с экономической, социальной и других позиций.
- 2. Утрата значительных возможностей повышения эффективности и конкурентоспособности агропромышленного производства.
- 3. Снижение мировой престижности Беларуси по причине отставания в осуществлении природоохранных мер и проявлении реальной заботы о здоровье нации.

В Законе следует предусмотреть:

- определение нашей отечественной терминологии относительно нового направления в агропромышленном производстве;
- принципиальные требования к технологическим процессам (технологическим регламентам);
- основные (базовые) положения сертификации и стандартизации органической продукции с целью формирования в стране национальной системы сер-

тификации продуктов земледелия и животноводства, произведенных на основе экологически безопасных (органических) технологий;

- методы организации контроля процессов производства и реализации органической продукции;
- меры государственного регулирования и господдержки субъектов хозяйствования, занятых в системе органического агропроизводства (налогообложение, кредитование, страхование, гарантированные цены и др.). Закон должен быть по содержанию гармонизирован с существующим законодательством в странах ЕС и ЕАЭС.

Заключение

- 1. В настоящее время во всем мире, в том числе и Республике Беларусь, возрастает спрос на продукты питания, произведенные на основе экологически безопасных (органических) технологий.
- На рубеже XX и XXI столетий динамично развиваются производство и рынок экологически безопасных (органических) пищевых продуктов.
- 3. Проведенные с учетом зарубежного опыта исследования сложившейся и перспективной ситуации на рынках продовольствия позволяют аргументировать экономико-экологическую целесообразность развития и возможность эффективного производства сельскохозяйственной продукции с применением альтернативных (органических) технологий в Беларуси.
- 4. На начальном этапе освоения в Республике Беларусь новых земледельческих технологий наиболее эффективными субъектами органического агропроизводства могут быть специализированные фермерские хозяйства и агроусадьбы, характеризующиеся необходимой предпринимательской самостоятельностью и организационно-управленческой оперативностью.
- 5. Развитие и эффективное ведение органического сельхозпроизводства предполагает необходимость формирования адекватной системы его научного и методологического обеспечения, соответствующей законодательной и нормативно-правовой базы, создания рыночной инфраструктуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Развитие биоорганического сельского хозяйства / В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012 – 75 с.

Нормативы органического производства европейского Сообщества. – Минск: Донарит, 2013. – 183 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 18.04.2016

ATPO NAHOPAMA

УДК 338.43, 519.857.3

ВЫБОР МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ АПК НА ВТОРИЧНОМ РЫНКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА

Н.И. Холод,

профессор БГЭУ, докт. экон. наук, профессор

А.А. Ефремов,

ассистент каф. прикладной математики и экономической кибернетики $\mathcal{B}\Gamma \mathcal{Y}$

В статье рассмотрен научный подход к обоснованию маркетинговой стратегии агропромышленного предприятия на вторичном рынке сельскохозяйственной техники. Представленная методика базируется на математическом аппарате теории вероятности с элементами теории игр и экспертных оценок. Рассмотрен конкретный пример расчета по предложенной экономико-математической модели. Разработаны практические рекомендации для повышения эффективности деятельности предприятий отрасли на вторичном рынке.

Ключевые слова: АПК, машинно-тракторный парк, принятие решений, вероятностный подход, экспертные оценки.

The article deals with scientific approach to substantiation of marketing strategy of the agro-industrial enterprise on the secondary market of farming machinery. The presented method is based on mathematical instruments of probability theory with some elements of game theory and expert estimation. A real example of calculations of the proposed economic and mathematical model is considered. Practical recommendations for improving efficiency of enterprises on the secondary market are developed.

Keywords: AIC, machine and tractor fleet, decision making, probability theory approach, expert estimation.

Введение

На сегодняшний день вторичный рынок сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь находится на стадии становления. Его развитие носит преимущественно стихийный характер. Отсутствует достаточный опыт институционального регулирования на макроэкономическом уровне. В то же время в связи с тем, что машинно-тракторный парк отечественных агропромышленных предприятий характеризуется высокой степенью морального и физического износа, существуют определенные предпосылки для интенсификации деятельности экономических агентов в данном направлении [1].

Исследованием вторичного рынка сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь занимались такие отечественные специалисты, как А.С. Сайганов [2], А.П. Такун, А.В. Ленский [3], С.С. Дрозд, П.В. Тиличенко [4] и др.

Согласно статистическим данным, наибольшая доля в структуре предложения на вторичном рынке сельскохозяйственной техники приходится на бывшие в употреблении пресс-подборщики (26 %), тракторы (22 %), комбайны и автомобили (по 11 %) (рис. 1).

Одним из основных факторов, сдерживающих развитие вторичного рынка сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь, по мнению авторов публикации, является низкая платежеспособность предприятий АПК, которые в большинстве случаев практически не имеют свободных финансовых ресурсов, которые могли бы быть направлены на развитие. Именно поэтому многие специалисты в качестве основных каналов сбыта на этом рынке рассматривают, в первую очередь, Российскую Федерацию и страны СНГ. Высокий показатель емкости зарубежных рынков обуславливает значительный потенциал наращивания продаж. Однако для построения эффективной системы формирования спроса и стимулирования продаж белорусские агропромышленные предприятия должны активизировать свои усилия в направлении разработ-

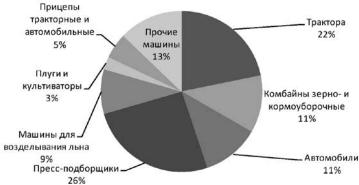


Рисунок 1. Структура сельскохозяйственной техники, предлагаемой для реализации на вторичном рынке организациями PO «Белагросервис», % [10]



ки гибкой, научно обоснованной маркетинговой стратегии, которая обеспечит принятие правильных управленческих решений в каждой конкретной ситуации. В этом аспекте особенно важным представляется вопрос об оптимальном распределении ограниченных ресурсов. Прежде всего, это подразумевает интенсификацию маркетинговых усилий в тех направлениях, которые способны гарантировать достижение установленных целевых показателей при наименьшей величине затрат.

Практический опыт показывает, что организация продвижения сельскохозяйственной техники на вторичном рынке машин невозможна без создания в нашей стране информационных коммуникаций о предложениях на рынке подержанной сельскохозяйственной техники. Для этого на микроуровне каждое предприятие АПК, решившее стать полноценным участников рынка, должно разработать успешную маркетинговую стратегию продвижения своего товара.

В то же время нельзя не учитывать сложность и многокомпонентность рыночного механизма. Ведь никакая маркетинговая стратегия не может дать стопроцентной гарантии выполнения запланированного объема продаж. Спрос находится под влиянием большого количества трудно прогнозируемых факторов, большинство из которых не поддаются управлению со стороны экономических субъектов. Таким образом, для обеспечения принятия научно обоснованных решений целесообразно привлечь математический аппарат теории вероятностей и теории игр [5].

Основная часть

Формализуем задачу о выборе оптимальной маркетинговой стратегии агропромышленного предприятия на вторичном рынке сельскохозяйственной техники: рассмотрим ее математическую модель. Предположим, что предприятие АПК располагает некоторым количеством свободных (в рамках конкретного агротехнического периода) производственных мощностей в виде излишка тракторов (комбайнов), не задействованных в процессе выполнения комплекса механизированных работ (например, весеннеполевых или уборочных).

Пусть a_i — прогнозируемые затраты на реализацию k-й маркетинговой стратегии предприятия, b_i — предполагаемая величина дохода от реализации этой стратегии.

Через p_i^k обозначим вероятность того, что использование предприятием рекламы k-й маркетинговой стратегии обеспечит прирост спроса на i-м уровне (табл. 1).

Тогда, доход предприятия при использовании k-й маркетинговой стратегии за вычетом издержек на реализацию данной стратегии при условии, что уровень спроса установится на уровне i, может быть определен по формуле:

$$q_i^k = b_i - a_k \,. \tag{1}$$

Результаты расчетов по формуле (1) и экспертные оценки вероятностей перехода системы между ее различными состояниями приведены в табл. 2.

В данном случае доход, полученный в результате реализации предприятием АПК конкретной маркетинговой стратегии, представляет собой дополнительные денежные средства, которые планируется выручить от продажи бывшей в употреблении сельскохозяйственной техники, либо сдачи ее в аренду для выполнения комплекса сезонных работ.

При этом если речь идет о продаже трактора, комбайна, либо сельскохозяйственной машины, то из величины планируемого дохода исключается остаточная стоимость машины, поскольку она не была перенесена на себестоимость готовой продукции в прошлые периоды и,

Таблица 1. Вероятности изменения уровня спроса

	Twotings It Deposition nomentum Jpozim empots								
Уровень спроса	Маркетинговые стратегии								
предыдущего		стратегия	l	стратегия II			стратегия III		
сезона	В	С	Н	В	С	Н	В	С	Н
Высокий (В)	0,2	0,4	0,4	0,1	0,6	0,3	0,2	0,5	0,3
Средний (С)	0	0,8	0,2	0,4	0,5	0,1	0	0,4	0,6
Низкий (Н)	0	0,2	0,8	0,3	0,6	0,1	0	0,3	0,7

Таблица 2. Оценки вероятностей перехода системы между ее состояниями

Состояние спро- са (<i>i</i>)	Маркетинговая стратегия	p_{i1}^k	p_{i2}^k	p_{i3}^k	q_i^k
	I	0	0,2	0,8	740
Низкий	II	0,3	0,6	0,1	640
	III	0	0,3	0,7	400
		0	0,8	0,2	840
Средний	II	0,4	0,5	0,1	740
	III	0	0,4	0,6	500
	I	0,2	0,4	0,4	1340
Высокий	II	0,1	0,6	0,3	1240
	III	0,2	0,5	0,3	1000



следовательно, ничем не была компенсирована.

В качестве демонстрации практического использования предлагаемого подхода рассмотрим три возможные независимые маркетинговые стратегии предприятия (на самом деле их может быть намного больше и они могут комбинироваться).

Пусть первая стратегия заключается, в так называемых, прямых продажах. В данном случае затраты связаны с телефонными переговорами, материальным поощрением специалистов отдела маркетинга и сбыта. Эти затраты сравнительно низкие по сравнению с другими подходами.

Вторая стратегия представляет собой рекламу через средства массовой информации. Затраты здесь связаны собственно с оплатой маркетинговых услуг посредника, например, рекламных объявлений по радио, в газетах, на телевидении. Кроме того, данная стратегия может предусматривать расходы на SEO (Search Engine Development) — продвижение сайта предприятия, на котором есть раздел, посвященный продаже подержанной сельскохозяйственной техники.

Третья стратегия предполагает участие в отраслевых мероприятиях (выставках, семинарах, бизнесфорумах и т.п.). Затраты в этом случае связаны с подготовкой стендов, презентационных материалов, оплатой выставочных взносов, командировочными расходами сотрудников.

На основании ретроспективного статистического анализа можно определить спрос на предлагаемую к реализации подержанную технику. А методом анализа мнений экспертов можно оценить предполагаемую величину затрат на реализацию маркетинговых мероприятий. Также надо определить прогнозируемый доход предприятия при использовании i-й маркетинговой стратегии за вычетом издержек на реализацию данной стратегии. Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Информация о состояниях спроса и стратегиях предприятия

Состояние спроса	Ожидаемый доход, млн руб.	Маркетин- говая стра- тегия	Ожидаемые затраты			
Высокий (В)	1400	Стратегия І	60			
Средний (С)	900	Стратегия II	160			
Низкий (Н)	800	Стратегия III	400			

Пусть V(0) = 0. Тогда доход на каждом следующем шаге может быть определен по формуле:

$$V_i(m+1) = \max[q_i^k + \sum_{j=1}^n p_{ij}^k \cdot V_j(m)], \ i = \overline{1, n}, \ (2)$$

где m — номер шага.

По формуле (2) рассчитываем величину дохода на следующих итерациях:

$$V_1(1) = \max[q_1^1 + \sum_{i=1}^3 p_{1j}^1 \cdot V_j(0); q_1^2 + \sum_{i=1}^3 p_{1j}^2 \cdot V_j(0);$$

$$q_1^3 + \sum_{j=1}^3 p_{1j}^3 \cdot V_j(0) = \max[740; 640; 400] = 740.$$

$$V_2(1) = \max[q_2^1 + \sum_{i=1}^3 p_{2j}^1 \cdot V_j(0) ; q_2^2 + \sum_{i=1}^3 p_{2j}^2 \cdot V_j(0) ;$$

$$q_2^3 + \sum_{j=1}^3 p_{2j}^3 \cdot V_j(0)$$
] = max[840;740;500] = 840.

$$V_3(1) = \max[q_3^1 + \sum_{j=1}^3 p_{3j}^1 \cdot V_j(0) ; q_3^2 + \sum_{j=1}^3 p_{3j}^2 \cdot V_j(0) ;$$

$$q_3^3 + \sum_{j=1}^3 p_{3j}^3 \cdot V_j(0) = \max[1340;1240;1000] = 1340.$$

Анализ приведенных выше расчетов позволяет заключить, что оптимальной является стратегия:

$$\overline{d} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Данной стратегии соответствует следующий вектор доходов:

$$V(1) = \begin{pmatrix} 740 \\ 840 \\ 1340 \end{pmatrix}.$$

Далее проведем аналогичные расчеты для m = 2:

$$V_1(2) = \max[q_1^1 + \sum_{i=1}^3 p_{1j}^1 \cdot V_j(1) ; q_1^2 + \sum_{i=1}^3 p_{1j}^2 \cdot V_j(1) ;$$

$$q_1^3 + \sum_{j=1}^3 p_{1j}^3 \cdot V_j(1)$$
 = max[1980;1500;1590] = 1980.

$$V_2(2) = \max[q_1^1 + \sum_{j=1}^3 p_{2j}^1 \cdot V_j(1) ; q_2^2 + \sum_{j=1}^3 p_{2j}^2 \cdot V_j(1) ;$$

$$q_2^3 + \sum_{i=1}^3 p_{2j}^3 \cdot V_j(1) = \max[1780;1590;1640] = 1780.$$

$$V_3(2) = \max[q_3^1 + \sum_{i=1}^3 p_{3j}^1 \cdot V_j(1) ; q_3^2 + \sum_{i=1}^3 p_{3j}^2 \cdot V_j(1) ;$$

$$q_3^3 + \sum_{j=1}^3 p_{3j}^3 \cdot V_j(1) = \max[2360; 2220; 1970] = 2360.$$

Анализ приведенных выше расчетов позволяет заключить, что оптимальной является стратегия:

$$\overline{d} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$



Этой стратегии соответствует вектор доходов (в миллионах рублей)

$$V(2) = \begin{pmatrix} V_1(2) \\ V_2(2) \\ V_3(2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1980 \\ 1780 \\ 2360 \end{pmatrix}.$$

 $\overline{d}(m)$ оставался неизменным. Этот факт свидетельствует о том, что оптимальным должно быть признано поведение предприятия, соответствующее стратегии I. Таким образом, предприятие АПК в первую очередь должно рассчитывать на эффективную работу собственного сбытового подразделения и вкладывать имеющиеся ресурсы именно в это направление. В случае вывления резервов финансовых средств, можно обратиться и к другим маркетинговым стратегиям.

Следует отметить, что описанный в данной статье подход предполагает использование экспертных оценок. Поэтому большое значение имеет правильная организация работы группы экспертов. Это должны быть квалифицированные специалисты — экономисты, технологи, маркетологи, руководство предприятия, и, кроме того, необходимо также учитывать мнения независимых экспертов.

Важная роль в выборе маркетинговой стратегии отводится научно обоснованному планированию имеющихся излишков производственных мощностей. В научной литературе нет единого подхода, гарантирующего получение точных оценок. На наш взгляд, чтобы грамотно определить резервы в составе машинно-тракторного парка, необходимо, прежде всего, разработать оптимальное расписание выполнения комплекса механизированных работ, особенно в напряженные агротехнические периоды.

В качестве критерия оптимальности при оперативно-производственном планировании работы машинно-тракторного парка авторы предлагают использовать минимум совокупных приведенных затрат на выполнение комплекса взаимосвязанных механизированных работ [6].

В качестве управляемых параметров рассматривается количество машинно-тракторных агрегатов на данной операции в данный агротехнический период и время работы агрегата на каждой операции. В экономико-математическую модель необходимо включить ограничения по наличному составу машиннотракторного парка, нормативному фонду рабочего времени, агросрокам, плановому объему работ. Общая постановка нелинейной оптимизационной задачи изложена в работах [7, 8]. Указанная задача может быть успешно решена с помощью метода обобщенного приведенного градиента [5]. В качестве инструмента компьютерного моделирования в данном случае может быть использован «Поиск решения» в среде Ms Excel, либо, например, солвер GAMS 24.5, предназначенный для решения оптимизационных задач большой размерности.

По мнению авторов, именно использование методов оптимизации способно обеспечить достаточно точную оценку резервов производственных мощностей. Модель позволяет однозначно определить, какое количество техники каждой марки остается незадействованным и в какие именно агротехнические периоды. Исходя из этой информации, можно сформировать предложение для потенциальных покупателей либо арендаторов сельскохозяйственной техники.

Кроме того, следует подчеркнуть, что представленная модель может быть распространена на более общий случай с произвольным числом стратегий и произвольным числом состояний рыночного спроса. Таким образом, размерность задачи может существенно возрасти. Однако это не является существенным препятствием для проведения расчетов, так как современные ЭВМ способны решать итерационные задачи большой размерности.

Заключение

Сценарный анализ вторичного рынка, реализуемый в предложенной экономико-математической модели, позволяет обеспечить выполнение принципа гибкости в планировании, что полностью соответствует современным требованиям рынка. В том случае, если предприятием накоплен достаточно большой массив статистических данных о спросе на подержанную технику за предыдущие сезоны, можно отказаться от метода экспертных оценок, которому присуща некоторая субъективность, в пользу более эконометрических моделей. например, даже если при определении факторов, влияющих на формирование спроса, возникнут затруднения, и все рассматриваемые модели окажутся математически несостоятельными, рыночный спрос может быть успешно спрогнозирован с применением адаптивных алгоритмов, в частности, экспоненциального сглаживания по моделям Брауна и Хольта [9].

В настоящее время в АПК Республики Беларусь отсутствует отлаженный механизм формирования равновесия на вторичном рынке сельскохозяйственной техники. Есть проблемы в формировании как спроса, так и предложения. Сельскохозяйственные предприятия, нуждающиеся в тракторах и комбайнах конкретного вида, проявляют мало активности в поисках подходящей техники и, как следствие, нередко испытывают затруднения при выполнении доведенных плановых производственных показателей, что негативно сказывается на эффективности их деятельности.

Поэтому существует необходимость в координации деятельности агропромышленных предприятий в этом направлении и регулировании вторичного рынка сельскохозяйственной техники на мезоуровне. Координирующие органы должны владеть актуальной информацией о наличии потребности в технике и ее излишках и, соответственно, осуществлять управление потоками тракторов и комбайнов. Таким образом, можно будет задействовать неиспользуемые произ-



водственные мощности, устранить диспропорции внутри отрасли и обеспечить экономически эффективное функционирование АПК в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Государственная программа устойчивого развития села на 2016 2020 годы.
- 2. Сайганов, А. С. Механизм формирования и регулирования рынка производственно-технических услуг в районном звене АПК: монография / А.С. Сайганов, М.И. Белько; Академия аграрных наук Республики Беларусь; Белорусский научно-исследовательский инстиут экономики и информации АПК; Академия аграрных наук Республики Беларусь, Белорусский научно-исследовательский институт экономики и информации АПК. Минск, 1998.
- 3. Рекомендации по созданию и эффективному функционированию машинно-технологических станций / А.С. Сайганов [и др.]. Минск: Бел. НИИ аграрной экономики, 2002. 96 с.
- 4. Дрозд, С.С. Вторичный рынок сельскохозяйственной техники как фактор повышения экспортного потенциала страны / С.С. Дрозд, П.В. Тиличенко // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого, 2012. N = 1. C. 74-81.
- 5. Холод, Н.И. Математическое программирование / А.В. Кузнецов, В.А. Сакович, Н.И. Холод. Мн.: Вышэйшая школа, 1994. 286 с.

- 6. Ефремов, А.А. К вопросу о выборе критерия оптимальности при планировании комплекса сельскохозяйственных работ / А.А. Ефремов // Научные горизонты: материалы X Междунар. науч.-практич. конф., Шеффилд (Великобритания), 2014. Том 2. Экономические науки. С. 17–19.
- 7. Ефремов, А.А. Об одной задаче нелинейной оптимизации выполнения комплекса агротехнических работ / А.А. Ефремов // Сб. материалов 18-й Междунар. молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке».— Харьков: ХНУРЭ, 2014. Т. 10. С. 70—71.
- 8. Ефремов, А.А. Планирование выполнения комплекса сельскохозяйственных работ с помощью негладкой оптимизационной модели / А.А. Ефремов // Математика, статистика и информационные технологии в экономике, управлении и образовании: матер. междунар. науч.-практич. конф. Тверь: Тверской гос. ун-т, 2015. С. 59–63.
- 9. Ефремов, А.А. Прогнозирование структуры рыночного спроса на основе модели Брауна / А.А. Ефремов. // Научный прогресс на рубеже тысячелетий: матер. 8-й междунар. науч.-практич. конференции. Прага: Publishing House «Education and Science», 2012. Т. 10. С. 11—15.
- 10. Интернет-сайт РО «Белагросервис» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.belagroservice.by. Дата доступа: 23.11.2015.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 04.04.2016

УДК

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ БЕЛАРУСИ

С.А. Матох,

доцент каф. управления региональным развитием Академии управления при Президенте Республики Беларусь, канд. экон. наук, доцент

В статье рассмотрены основные показатели деятельности и проблемы, препятствующие развитию крестьянских (фермерских) хозяйств, а также отражены рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: крестьянские (фермерские) хозяйства, организационно-экономический механизм, материально-техническая база, инвестиции, прибыль, рентабельность.

The article describes the main performance and pro-problems hindering the development of peasant (farmer) farms, and also reflects the recommendations to eliminate them.

Keywords: peasant (farm) economy, the organization and economic mechanism, material and technical base, investment investments, profit, profitability.

Введение

Развитие крестьянских (фермерских) хозяйств $(K(\Phi)X)$ в настоящее время приобрело особую актуальность, так как они являются не только формой хозяйствования, но и формой предпринимательства на селе. Самым важным при организации крестьянского (фермерского) хозяйства является создание ма-

териально-технической базы производства, т.е. получение земли, приобретение средств производства. Становление и развитие эффективной производственной деятельности ($K(\Phi)X$) во многом определяется теми производственно-экономическими отношениями, в которые вступают руководители фермерских хозяйств: местной властью, поставщиками материальных ресурсов, покупателями сельскохозяй-



ственной продукции и другими организациями, находящихся в системе экономических отношений.

Основная часть

В Гражданском кодексе Республики Беларусь крестьянское (фермерское) хозяйство трактуется как коммерческая организация, созданная одним гражданином (членами одной семьи), внесшим (внесшими) имущественные вклады для осуществления предпринимательской деятельности по производству сельскохозяйственной продукции, а также по ее переработке, хранению, транспортировке и реализации, основанной на его (их) личном трудовом участии и использовании земельного участка, предоставленного для этих целей в соответствии с законодательством об охране и использовании земель [1, с. 79].

В проблеме эффективности функционирования $(K(\Phi)X)$ определяющим фактором выступает совершенствование организационно-экономического механизма его хозяйствования, представляющего собой совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых элементов процесса воспроизводства. Оптимальное взаимодействие составляющих элементов предусматривает максимальное использование всех рычагов реализации производственного, экономического, организационного и инновационного потенциалов и направлено на достижение максимальной эффективности функционирования фермерских хозяйств.

Следует отметить, что существующая дифференциация регионов по уровню развития крупнотоварного сельскохозяйственного производства и его конкурентного давления на деятельность $(K(\Phi)X)$ обусловливает не только разные темпы, но иногда и разные направления развития фермерства по отдельным регионам. В этих условиях особую актуальность приобретают исследования, связанные с оценкой проблем развития крестьянских (фермерских) хозяйств, возможных изменений аграрной структуры, формирования и реализации их конкурентного потенциала. Современная практика хозяйствования показывает, что $(K(\Phi)X)$ приходится конкурировать не столько между собой, сколько с крупными товаропроизводителями, поскольку первые практически изолированы от процесса функционирования крупнотоварного производства, доминирующего на локальных рынках и использующего инструменты монопольного давления на фермерские хозяйства.

Анализ развития крестьянских (фермерских) хозяйств Беларуси показал, что в 2001–2014 годах в целом имеет место рост зарегистрированных (К(Ф)Х), в том числе и осуществляющих производственную деятельность, а также их размеров. Наряду с этим наблюдается увеличение поголовья сельскохозяйственных животных. Самые высокие показатели по поголовью КРС имели место в 2005 году, а по свиньям — в 2010. Тем не менее, общее поголовье животных в 2014 году значительно превышает уровень 2001 года (табл. 1).

Различия в количестве зарегистрированных и осуществляющих производственную деятельность фермерских хозяйств объясняется тем, что ежегодно многие фермеры прекращают свою деятельность. Низкая квалификация, слабая материальнотехническая база и недостаток финансовых ресурсов на строительство объектов производственного назначения, приобретение техники и пополнение оборотных средств и ряд других факторов тормозит развитие крестьянских (фермерских) хозяйств. В частности, в республике не требуется доказывать свою пригодность и умение на ведение фермерства, как это имеет место во многих развитых странах, где претендент в фермеры должен сдать своего рода экзамен. В результате значительное количество фермеров (а в начале фермерского движения их было большинство) не имеют навыков хозяйствования на земле, не обладают необходимой квалификацией и опытом работы в новых рыночных условиях. Даже специалисты хозяйств не всегда готовы для самостоятельного ведения фермерского хозяйства, поскольку им характерна очень узкая направленность. Например, агронома не интересует зоотехния, экономист слабо владеет вопросами механизации и рядом других направлений. Недостаточно высок образовательный уровень глав крестьянских (фермерских) хозяйств, где руководители с высшим образованием составляют около 40 % от их общего количества. Что же касается возраста, то почти 68 % – это люди в возрасте 40 - 60 лет.

В настоящее время формы и условия государственной поддержки крестьянских (фермерских) хо-

Таблица 1. Показатели наличия, размеров ($K(\Phi)X$) и численность животных

Tuotinga It Homasaretin natin inni, pasmepob	((- // -		CID MIIDOI	112111
Показатели	2001 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.
Количество зарегистрированных крестьянских (фермерских)				
хозяйств	2525	2270	2442	2953
из них осуществляют деятельность	2114	2223	1858	2363
Закреплено сельхозугодий, тыс. га	72,1	130,5	115,3	153,9
В % к общей площади сельхозугодий, %	0,9	1,5	1,3	1,8
Площадь сельхозугодий на одно хозяйство, га	34,1	58,7	62,1	65,1
Поголовье КРС, тыс. голов	5,9	21,4	10,3	13,6
в том числе коровы	2,8	8,5	3,7	3,7
Поголовье свиней, тыс. голов	18,3	19,8	36,1	25,0
Примечание: на основании [2, 3, 4].	,		,	



зяйств ничем не отличается от сельхозорганизаций. В частности, на тех же условиях они приобретают ГСМ, семена, обеспечиваются техническим обслуживанием, средствами защиты растений, удобрениями и др. Из республиканского бюджета им выделяются финансовые средства, однако уровень их финансовой поддержки значительно ниже. Если в 2014 г. на 1 га сельхозугодий сельскохозяйственным организациям республики было выделено около 119 долл. США, то крестьянским (фермерским) хозяйствам лишь 19,3 долл., или почти в 6 раз меньше.

Профилирующей сферой деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств республики является производство растениеводческой продукции — зерно, картофель, овощи и некоторые другие культуры, где требуется меньший по объему начальный капитал и обеспечивается его сравнительно быстрый оборот. Так, производство зерновых и зернобобовых культур за исследуемый период выросло в 3,1 раза, картофеля — в 5,4, овощей — в 9,2 раза, а производство яиц — в 1,2 раза, молока — в 1,8, скота и птицы (в живом весе) — в 4,2 раза (табл. 2.)

Динамичный характер развития ($K(\Phi)X$) проявляется не только в росте производства, но и в повышении их роли в решении проблемы продовольственной безопасности. Так, за исследуемый период доля фермеров в общем объеме сельскохозяйственной продукции возросла с 0,6 % до 1,7 % [5, с. 28]. Выросла и рентабельность продаж, составившая в 2014 году — 19,8 % против 8,1 % в сельскохозяйственных организациях. Безусловно, этому во многом способствует рост инвестиций в основной капитал, составивший в 2014 году — 45,7 млн. долл. США против 27,9 млн. долл. в 2010 году [4, с. 5].

Следует отметить, что наряду с позитивным, в развитии фермерского сектора много нерешенных проблем. В частности, в настоящее время крестьян-

ские (фермерские) хозяйства практически изолированы от процессов функционирования крупнотоварных хозяйствующих субъектов, доминирующих на локальных рынках и использующих инструменты монопольного давления на фермерский сектор, который не в среднесрочной, ни в долгосрочной перспективе не станет значимым игроком на рынке продовольствия, но при его интеграции и кооперации с сельскохозяйственными организациями он может стать источником существенного наращивания отдельных видов продукции. Интеграция может происходить в рамках формирования системы ресурсного обеспечения фермеров (поставка семенного материала, проведение отдельных видов сельскохозяйственных работ, оказания услуг по транспортировке продукции, ее хранению и т. п.). Углубление интеграционных процессов позволит существенно сузить уровень внутренней конкуренции, в значительной мере трансформируя отношения соперничества в сотрудничество.

Важным средством снижения возможного воздействия рисков является создание фермерским сообществом кооперативов в таких сферах, как совместное приобретение технических средств, хранение продукции, концентрация и распределение финансовых ресурсов и др. Кроме этого, в целях усиления механизма хозяйствования, в фермерском секторе рекомендуется расширить сети кооперативных магазинов, реализующих преимущественно свою продукцию, устанавливая при этом более низкие цены, что не могут позволить себе сельскохозяйственные организации, поскольку в крестьянских (фермерских) хозяйствах себестоимость произведенной продукции калькулируется без учета живого труда, так как в большинстве случаев отсутствует такая категория, как заработная плата.

В концепции устойчивого развития фермерства в Беларуси важное место следует отводить улучшению

Таблица 2. Производство основных видов сельскохозяйственной продукции, тыс. т

Поморотоли	годы					
Показатели	2001	2005	2010	2014		
Производство, тыс. т						
зерновые и зернобобовые	56,1	87,6	95,3	174,3		
картофеля	57,3	79,9	153,8	307,3		
овощей	28,8	59,7	142,1	265,1		
скота и птицы (в живом весе)	2,3	5,6	7,5	9,7		
молока	7,9	26,4	14,1	14,0		
яиц, млн. штук	2,3	3,5	1,5	2,8		
Инвестиции в основной капитал, млн. долл. США	_	_	27,9	45,7		
Выручка от реализации продукции на одно хозяйство, тыс.						
долл.	_	_	81,3	115,0		
Чистая прибыль в крестьянских (фермерских) хозяйствах, млн.						
долл.	_	_	30,1	48,0		
Продукция сельского хозяйства в крестьянских (фермерских)						
хозяйствах в текущих ценах, млн. долл. США						
в том числе продукция растениеводства	19,0	43,2	123,2	215,6		
продукция животноводства	16,9	31,6	105,4	193,4		
	2,1	11,6	17,8	22,2		
Рентабельность продаж, %	_	_	17,6	19,8		
Примечание: на основании данных [2, с. 244–247].		*				



взаимоотношений государственных структур и крестьянских (фермерских) хозяйств, что носит на местах весьма противоречивый характер. Местные власти должны быть заинтересованы в развитии малого предпринимательства, поскольку оно приносит значительные доходы в местный бюджет и способствует развитию сельских территорий. Только в тесном взаимодействии можно достичь ожидаемого результата. Поэтому государство должно всячески способствовать развитию фермерства, направляя свои усилия в русло, соответствующее общей социально-экономической, структурной и антимонопольной политике.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- 1. Крестьянские (фермерские) хозяйства играют существенную роль в производстве сельскохозяйственной продукции, повышении доходов сельского населения, использовании трудовых ресурсов. Тем не менее, ни в среднесрочной, ни в долгосрочной перспективе фермерский сектор не станет значимым игроком на рынке продовольствия.
- 2. Основными факторами развития ($K(\Phi)X$) являются интеграция и кооперация с крупнотоварным производством республики, что позволит сузить уровень внутренней конкуренции за счет трансформации отношений соперничества в содружество.
- 3. Не в полной мере разработаны научно обоснованные механизмы взаимодействия государственных

органов власти с малым предпринимательством, в том числе с фермерским сектором.

4. В республике пока не создана единая методология планирования, распределения и оценки эффективности выделяемых финансовых ресурсов. В условиях ограниченности финансовых средств крестьянские (фермерские) хозяйства должны иметь равный доступ к ним.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Гражданский кодекс Республики Беларусь (офиц. текст с измен. и доп.) / Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. Минск, 2015. 656 с.
- 2. Агропромышленный комплекс (сельское хозяйство): стат. сб.: в 2 т. Минск: ГИВЦ Минсельхозпрода, 2015. T.1. 270 с.
- 3. Малое и среднее предпринимательство в Республике Беларусь: стат. сб. / Мин-во статистики и анализа Респ. Беларусь. Минск, 2015. 431 с.
- 4. О деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств в Республике Беларусь: стат. сб. / Министерство статистики и анализа Респ. Беларусь. Минск, 2015.-431 с.
- 5. Сельское хозяйство Респ. Беларусь: стат. сб. / Мин-во статистики и анализа Респ. Беларусь. Минск, 2014. 318 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.01.2016

Радиоволновой влагомер зерна

Предназначен для непрерывного измерения влажности зерна в процессе сушки на зерносушильных комплексах.

Влагомер обеспечивает непрерывный контроль влажности зерна в потоке и автоматическую коррекцию результатов измерения при изменении температуры материала, имеет аналоговый выход 4-20 мА, а также интерфейс RS-485.



Основные технические данные

Диапазон измерения влажности зерна Основная абсолютная погрешность Температура контролируемого материала Цена деления младшего разряда блока индикации Напряжение питания Потребляемая мощность от 9 до 25% не более 0,5% от +5 до +65°С 0,1% 220 В 50Гц, 30ВА

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 ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 (в редакции приказа ВАК от 2.02.2011 г. № 26) журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным (зоотехния) наукам.

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

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

- 1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;
- 2) текст следует сформатировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Cyr, Times ET);
- 3) знаки препинания ("!?:;...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис«-» и длинное тире «-». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;
- 4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:
- а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательно продолжение перенести на следующую строчку;
- б) буквы латинского алфавита, обозначающие переменные, постоянные, коэффициенты, индексы и т.д., набираются курсивом;
- в) элементы, обозначаемые буквами греческого и русского алфавитов, набираются шрифтом прямого начертания;
 - г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;
 - д) аббревиатуры функций набираются прямо;
- е) специальные символы и элементы, обозначаемые буквами греческого алфавита, использованные при наборе формул, вставляются в текст только в редакторе формул Microsoft Equation.
- ж) пронумерованные формулы пишутся в отдельной от текста строке, а номер формулы ставится у правого края.

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

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

графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии и рисунки должны быть представлены в электронном виде в отдельных файлах формата *.tif или *.jpg с разрешением 300 dpi.

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

индекс УДК;

название статьи;

фамилию и инициалы, должность, ученую степень и звание автора (авторов) статьи;

аннотацию на русском и английском языках;

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);

заключение, завершаемое четко сформулированными выволами:

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 может быть включен перечень принятых обозначений и сокращений.

- 5. Литература должна быть представлена общим списком в конце статьи. Библиографические записи располагаются в алфавитном порядке на языке оригинала или в порядке цитирования. Ссылки в тексте обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.
- 6. Статьи из научно-исследовательских или высших учебных заведений направляются вместе с сопроводительным письмом, подписанным директором и приложенной экспертной справкой по установленной форме.
- 7. Статьи принимаются в электронном виде с распечаткой в одном экземпляре. Распечатанный текст статьи должен быть подписан всеми авторами. В конце статьи необходимо указать полное название учреждения образования, организации, предприятия, ученую степень и ученое звание (если есть), а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный или домашний) каждого автора.
- 8. Авторы несут ответственность за направление в редакцию статей, опубликованных ранее или принятых к печати другими изданиями.
- 9. Плата за опубликование научных статей не взимается.
- 10. Право первоочередного опубликования статей предоставляется лицам, осуществляющим послевузовское обучение (аспирантура, докторантура, соискательство), в год завершения обучения.

Авторские материалы для публикации в журнале «Агропанорама» направляются в редакцию по адресу:

220023, г. Минск, пр-т Независимости, 99, корп. 5, к. 602; 608. БГАТУ

Учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет» объявляет прием в аспирантуру на 2016/2017 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 производствами (в сельском хозяйстве)»

05.14.08 «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии»

08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»

Прием документов – с 1 августа по 30 сентября 2016 г.

Вступительные экзамены по специальной дисциплине в объеме учебной программы I ступени высшего образования – с 10 по 21 октября 2016 г.

Начало занятий в аспирантуре – с 1 ноября 2016 г.

Поступающие в аспирантуру представляют в приемную комиссию следующие документы:

- 1. Заявление на имя руководителя учреждения образования, организации, реализующей образовательные программы послевузовского образования, по установленной форме.
 - 2. Личный листок по учету кадров.
 - 3. Автобиографию.
- 4. Копии диплома о высшем образовании и прилагаемую к нему выписку из зачетно-экзаменационной ведомости.
- 5. Копии диплома магистра и прилагаемую к нему выписку из зачетно-экзаменационной ведомости (при наличии).
- 6. Копию удостоверения о сдаче кандидатских зачетов (дифференцированных зачетов) и кандидатских экзаменов по общеобразовательным дисциплинам (для лиц, поступающих для обучения в форме соискательства, при наличии).
- 7. Копию трудовой книжки либо иные документы, подтверждающие необходимый стаж работы, или рекомендацию ученого совета (совета) учреждения высшего образования или факультета этого учреждения (для поступающих в год окончания обучения в данном учреждении).
 - 8. Заявку организации заказчика кадров (при наличии).
- 9. Список и копии опубликованных научных работ, а при их отсутствии научный реферат по профилю избранной специальности.
- 10. Материалы, относящиеся к объектам интеллектуальной собственности, зарегистрированные в установленном порядке, выписки из отчетов, справки об участии в выполнении научноисследовательских и инновационных проектов, акты об использовании результатов научных разработок, копии материалов и (или) тезисов докладов на научных, научно-практических конференциях, съездах, симпозиумах и других подобных мероприятиях (при наличии).
- 11. Заключение научного семинара лаборатории (заседания кафедры) об актуальности темы, качестве и объеме самостоятельно выполненных данным лицом исследований по теме подготавливаемой диссертации (для поступающих в аспирантуру для обучения в форме соискательства).
- 12. Документы, дающие преимущественное право для зачисления в аспирантуру (при наличии).
- 13. Три фотографии размером 4×6 см (для поступающих в аспирантуру для обучения в форме соискательства две фотографии).
- 14. Медицинскую справку о состоянии здоровья по форме, установленной Министерством здравоохранения.

Документ, удостоверяющий личность, и подлинники документов об образовании предъявляются лично.





Подробная информация на сайте БГАТУ: new. batu.edu.by и по телефону аспирантуры (017) 385 91 07.

Адрес приемной комиссии: 220023, г. Минск, пр-т Независимости, 99, к.5-1, каб. 504