



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 1
февраль
2019

Обоснование требований к ходовым системам автомобилей при использовании в сельском хозяйстве

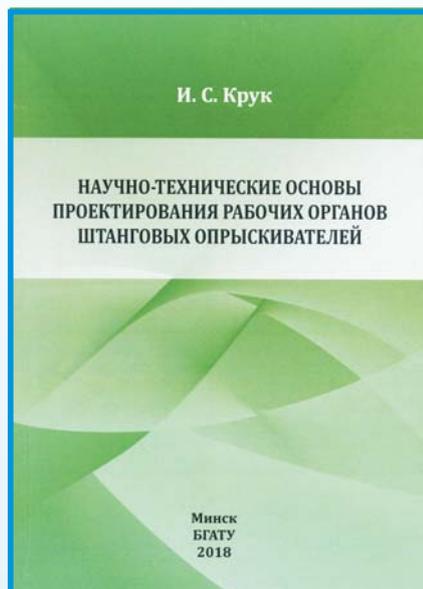
Проектирование катковых приставок с кольчатопрутковыми рабочими органами и обоснование параметров их установки на раме оборотных плугов

Репродуктивные качества чистопородных и двухпородных свиноматок

Управление производством органической продукции в сельскохозяйственной организации



НАШИ ИЗДАНИЯ



Крук, И.С. Научно-технические основы проектирования рабочих органов штанговых опрыскивателей / И.С. Крук. – Минск: БГАТУ, 2018. – 272 с.: ил.

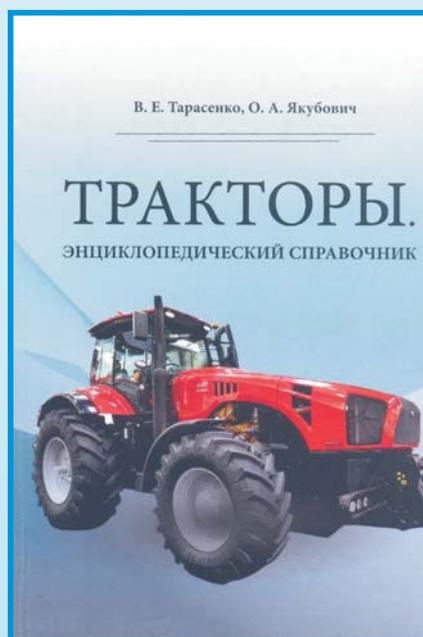
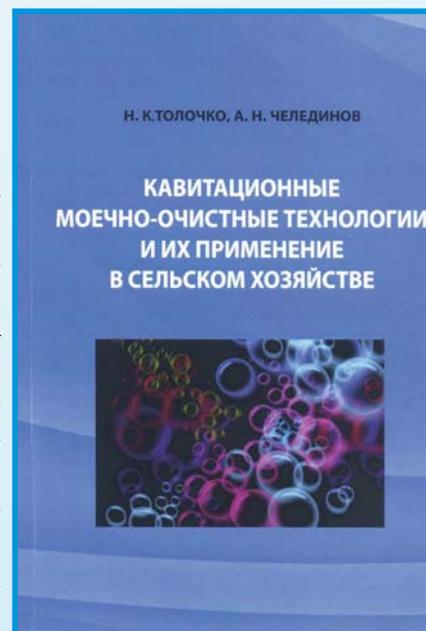
В монографии обоснованы причины потерь пестицидов при опрыскивании и обозначены направления их снижения. Приведен также анализ ситуаций неравномерности распределения рабочей жидкости по обрабатываемой поверхности при опрыскивании и дан обзор технических решений для обеспечения требуемого качества внесения. Получены математические модели, описывающие колебания штанги в зависимости от схемы ее подвески, используемых демпфирующих и упругих элементов в системе стабилизации.

Предназначена для научных работников, конструкторов сельскохозяйственных машин, специалистов АПК, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов.

Толочко, Н.К. Кавитационные моечно-очистные технологии и их применение в сельском хозяйстве / Н.К. Толочко, А.Н. Челединов. – Минск: БГАТУ, 2018. – 284 с.: ил.

Рассмотрены современное состояние и перспективы развития кавитационных моечно-очистных технологий в сельском хозяйстве, особенности их применения для очистки поверхностей деталей сельскохозяйственной техники и плодоовощных продуктов от различных загрязнений.

Монография адресуется научным, инженерным и производственным работникам, специализирующимся в агропромышленной сфере, а также студентам аграрных и технических вузов, магистрантам, аспирантам и преподавателям, интересующимся проблемами научно-технологического развития агропромышленного производства.



Тарасенко, В.Е. Тракторы: Энциклопедический справочник / В.Е. Тарасенко, О.А. Якубович; под науч. ред. А.И. Якубовича. – Минск: БГАТУ, 2018. – 576 с.: ил.

Изложены основные сведения по конструкции, теории и эксплуатации тракторов, в том числе наименования составляющих агрегатов, узлов, деталей и систем, используемые в исследованиях, научные и эксплуатационные термины.

Издание будет полезно специалистам, занимающимся созданием и эксплуатацией тракторов, студентам вузов, учащимся ссузов и широкому кругу читателей, интересующихся тракторной техникой.

АГРОПАНОРАМА 1 (131) февраль 2019

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

Главный редактор
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. Каргашевич
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. Цындрин – редактор

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:

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@bsatu.by

БГАТУ, 2019.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 18.02.2019 г. Зак. № 124 от 15.02.2019 г.

Дата выхода в свет 28.02.2019 г.

Печать офсетная. Тираж 100 экз.

Статьи рецензируются.

Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск, пр-т Независимости, 99/2.

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 1-ое п/г 2019 г.:

для индивидуальных подписчиков - 19,77 руб.;

ведомственная - 21,54 руб.;

Цена журнала в киоске БГАТУ - 5,65 руб.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственное машиностроение. Металлообработка

И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей, Ян Радослав Каминьски
Обоснование требований к ходовым системам автомобилей при использовании в сельском хозяйстве.....2

Ф.И. Назаров
Проектирование катковых приставок с кольчато-прутковыми рабочими органами и обоснование параметров их установки на раме оборотных плугов.....9

А.В. Кудина, И.О. Соколов
Получение высокопрочных, износостойких металлопокрытий на деталях машин методом электродуговой наплавки поверхностей...17

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

И.Н. Казаровец
Репродуктивные качества чистопородных и двухпородных свиноматок.....21

Ю.К. Городецкий, В.В. Литвяк
Технологические преимущества диэлектрической сепарации при получении семян пряно-ароматических культур.....24

Технологии переработки продукции АПК

М.В. Янко, Е.М. Заяц
Аэрионная активация некоторых микробиологических процессов.....28

Технический сервис в АПК. Экономика

А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко
Определение мощности дизельного двигателя динамическим методом в производственных условиях.....30

Л.В. Сафроненко, Е.В. Сафроненко
Этапы технологии бактериальных заквасок.....33

Л.В. Корбуг, С.Д. Юдицкая
Управление производством органической продукции в сельскохозяйственной организации.....39

И.А. Контровская, И.В. Шиманица
Производственно-сбытовой потенциал организации и пути его повышения.....42

Аграрное образование

А.И. Попов, В.М. Синельников
Экономико-правовое воспитание в системе агроинженерного образования.....45

УДК 631.3.02: 631.4

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ХОДОВЫМ СИСТЕМАМ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

И.Н. Шило,

ректор БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

Н.Н. Романюк,

первый проректор БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

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

Ян Радослав Каминьски,

докт. с.-х. наук (Варшавский университет естественных наук)

В статье на основании норм допустимого воздействия двигателей на почву, регламентированных соответствующими ГОСТами, и закономерностей, описывающих процессы слеодообразования, рассчитаны показатели уплотняющего воздействия колес автомобилей МАЗ и дана их оценка на соответствие допустимым нормам. Обоснованы рекомендации по снижению глубины следа от воздействия ходовых систем автомобилей на почву.

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

The indicators of the sealing effect of the wheels of MAZ automobiles are calculated and their assessment is made for compliance with permissible norms on the basis of the permissible impact norms of thrusters on the soil, regulated by the corresponding State Standards, and regularities describing the processes of trace formation. Recommendations to reduce the depth of the trail from the impact of road systems of cars on the ground are substantiated.

Keywords: automobile, suspension system, twin wheels, soil, pressure, stress, depth of the track, soil density.

Введение

Воздействие ходовых систем мобильных машин ведет к увеличению плотности почвы. Так, плотность пахотных слоев почвы под воздействием ходовых систем машинно-тракторных агрегатов возрастает до 1550 кг/м^3 , в то время как оптимальная плотность для возделывания сельскохозяйственных культур составляет – $1000\text{-}1350 \text{ кг/м}^3$. Плотность подпахотных слоев почвы достигает величины – 1650 кг/м^3 , близкой к критической [1]. Чрезмерное уплотнение почвы приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, повышению затрат энергии и расхода топлива, уменьшению производительности при обработке почвы.

К настоящему времени рядом ведущих научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений стран СНГ разработаны нормативы по допустимому воздействию двигателей сельскохозяйственной техники на почву, представленные в виде ГОСТов,

регламентирующих их максимальное давление на почву и напряжение в почве на глубине $0,5 \text{ м}$ [2].

Цель работы – определить показатели уплотняющего воздействия колес автомобилей МАЗ, согласно ГОСТам, нормирующим допустимый уровень воздействия на почву, и обосновать требования к их ходовым системам при использовании в сельском хозяйстве.

Основная часть

Рассчитаем согласно ГОСТу 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 $S_{\text{кп}}$, определим по зависимости [3]:

$$S_{\text{кп}} = S_{\text{кж}} \cdot k_D, \quad (1)$$

где $S_{\text{кж}}$ – контурная площадь контакта шины с жестким основанием, м^2 ;

k_D – коэффициент, зависящий от наружного диаметра $D_{ш}$ шины колеса, $k_D = 1,1-1,6$ [4].

Контурную площадь контакта шины с жестким основанием $S_{кж}$ определим согласно методике [5] по формуле:

$$S_{кж} = \alpha_{ш} \cdot \pi \cdot a_k \cdot b_k, \quad (2)$$

где $\alpha_{ш}$ – коэффициент, $\alpha_{ш} = 0,98-1,04$ [5];

a_k – половина длины контакта протектора шины с жестким основанием, м;

b_k – половина ширины контакта протектора шины с жестким основанием, м

Половина длины контакта протектора шины с жестким основанием:

$$a_k = k_{ш1} \sqrt{D_{ш1} \cdot [h_{ш}] - [h_{ш}]^2}, \quad (3)$$

где $k_{ш1}$ – коэффициент, зависящий от типа шины и наружного диаметра $D_{ш}$ шины колеса, $k_{ш1} = 0,7-0,81$ [5];

$D_{ш1}$ – наружный диаметр шины колеса, м;

$[h_{ш}]$ – допустимая деформация шины, м:

$$[h_{ш}] = [\lambda_{ш}] \cdot H_{ш}, \quad (4)$$

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

$H_{ш}$ – высота профиля шины, м.

Половина ширины контакта протектора шины с жестким основанием:

$$b_k = \sqrt{B_{ш} \cdot [h_{ш}] - [h_{ш}]^2}, \quad (5)$$

где $B_{ш}$ – ширина протектора шины колеса, м.

Используя зависимости (1) ... (5), рассчитаем геометрические параметры взаимодействия шин ко-

лес автомобилей МАЗ с жестким основанием и почвой, и отразим их в таблице 1. При расчетах наружный $D_{ш}$ и внутренний $d_{ш}$ диаметры шины колеса, ширину протектора шины колеса $B_{ш}$ и высоту профиля шины $H_{ш}$ определяли согласно характеристикам завод-изготовителей шин [7].

Значения режимов нагружения и параметров колес автомобилей определены на основании публикаций [8, 9].

Полученные расчетные значения геометрических размеров взаимодействия шин с жестким основанием и почвой используем для определения величин, характеризующих процесс слеодообразования при воздействии ходовых систем автомобилей на почву и сравним с допустимыми значениями разработанных рекомендаций по эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники. К таким величинам относятся нормируемые по ГОСТу 26955-86: максимальное давление q_{max} колесного движителя на почву, максимальное нормальное напряжение в почве на глубине – 0,5 м ($\sigma_{0,5}$). Определим также глубину следа h , плотность верхнего слоя почвы в следе ρ и глубину проникновения деформации в почве x_h .

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

$$q_{cp} = \frac{G_k}{S_{кп}}, \quad (6)$$

где G_k – статическая нагрузка на почву единичным колесным движителем, Н.

Максимальное давление колесного движителя на почву равно [3]:

$$q_{max} = q_{cp} \cdot k_{ш2}, \quad (7)$$

Таблица 1. Геометрические параметры взаимодействия колес автомобилей МАЗ с основанием

Марка автомобиля	Обозначение и маркировка шин		Параметры шин					Расчетные параметры взаимодействия шин с основанием			
			$D_{ш}$, м	$d_{ш}$, м	$B_{ш}$, м	$H_{ш}$, м	$[h_{ш}]$, м	a_k , м	b_k , м	$S_{кж}$, м ²	$S_{кп}$, м ²
МАЗ-5516	передняя ось	Бел-116 12.00R20	1,112	0,508	0,313	0,302	0,048	0,159	0,113	0,056	0,079
	задняя ось	Бел-116 12.00R20	1,112	0,508	0,313	0,302	0,048	0,170	0,113	0,060	0,078
МАЗ-5516	передняя ось	Бел-95 16.00R20	1,343	0,508	0,44	0,418	0,067	0,219	0,158	0,109	0,141
	задняя ось	Бел-95 16.00R20	1,112	0,508	0,44	0,302	0,048	0,181	0,138	0,078	0,086
МАЗ-5551	передняя ось	Бел-116 12.00R20	1,112	0,508	0,313	0,302	0,048	0,170	0,113	0,060	0,078
	задняя ось	Бел-116 12.00R20	1,112	0,508	0,313	0,302	0,048	0,181	0,113	0,064	0,071
МАЗ-6517	передняя ось	Бел-95 16.00R20	1,343	0,508	0,44	0,418	0,067	0,219	0,158	0,109	0,141
	задняя ось	Бел-95 16.00R20	1,343	0,508	0,44	0,418	0,067	0,234	0,158	0,116	0,127
МАЗ-6517	передняя ось	Бел-66А 525/70R21	1,285	0,533	0,525	0,376	0,060	0,217	0,167	0,114	0,137
	задняя ось	Бел-66А 525/70R21	1,285	0,533	0,525	0,376	0,060	0,217	0,167	0,114	0,125

где q_{cp} – среднее давление колеса на почву, кПа;
 k_{m2} – коэффициент продольной неравномерности распределения давления по площади контакта шины с почвой, $k_{m2} = 1,5$.

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

$$\sigma_{0,5} = 0,637 \cdot q_{cp} \cdot \left[\arctg \left(\frac{a_k \cdot b_k}{0,5 \sqrt{a_k^2 + b_k^2 + 0,5^2}} \right) + \frac{0,5 \cdot a_k \cdot b_k (a_k^2 + b_k^2 + 2 \cdot 0,5^2)}{(a_k^2 + 0,5^2)(b_k^2 + 0,5^2) \sqrt{a_k^2 + b_k^2 + 0,5^2}} \right] \quad (8)$$

При воздействии на почву ходовых систем деформация почвы h растет не только из-за ее уплотнения, но и в результате выдавливания частиц почвы из-под движителя с образованием валов выпирания. В конце фазы уплотнения под движителем начинает формироваться ядро уплотнения почвы, имеющее форму конуса, основанием которого служит опорная поверхность движителя, которое в дальнейшем и выдавливает почву в стороны.

В результате воздействия колес на почву образуются зоны уплотнения и зоны сдвигов в поперечной (рис. 1а) и продольной (рис. 1б) вертикальных плоскостях к направлению движения автомобиля.

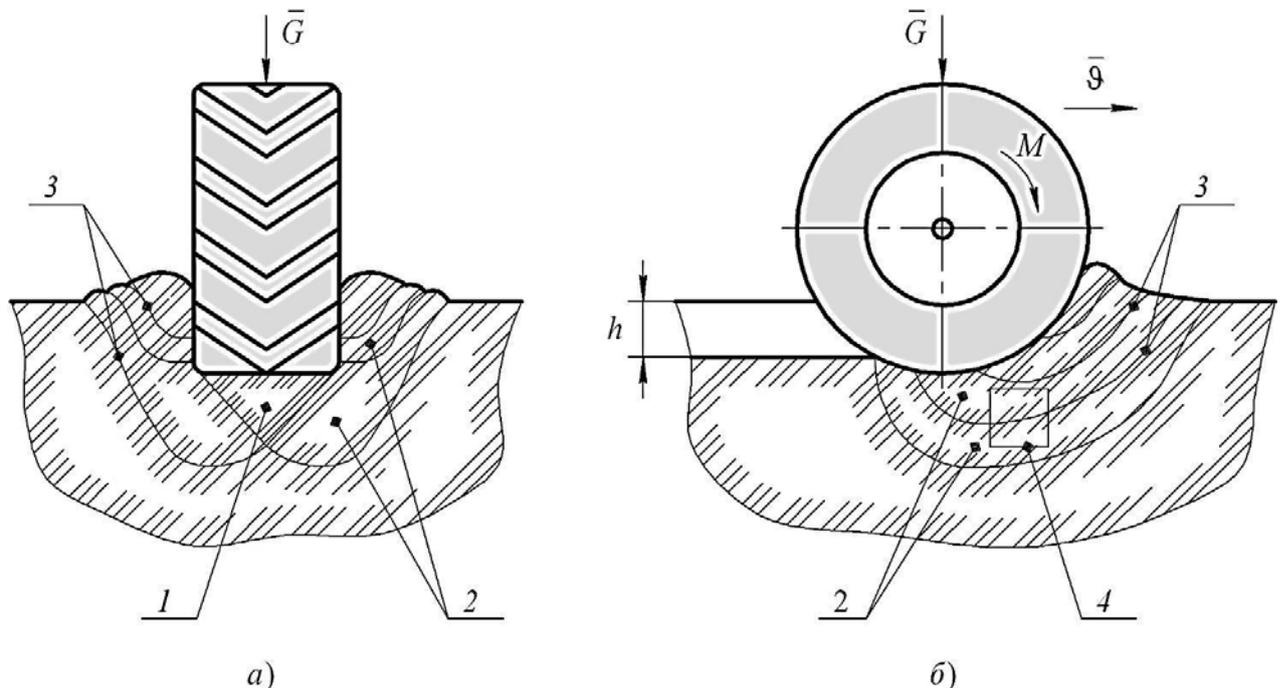


Рис. 1. Схема образования уплотненной зоны в почве под движителем в поперечной (а) и продольной (б) плоскостях к направлению движения автомобиля: 1 – ядро уплотнения; 2 – зоны пластических деформаций; 3 – поверхности скольжения; 4 – кубик почвы

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

$$h = \frac{p_0}{k} \operatorname{Arth} \left(\frac{\sigma}{p_0} \right), \quad (9)$$

где σ – контактное напряжение в почве под колесом, кПа;

p_0 – предел несущей способности почвы, кПа;

k – коэффициент объемного смятия почвы, кН/м³.

Плотность почвы с одинаковыми по глубине физико-механическими свойствами в следе после прохода колеса найдем по зависимости [11]:

$$\rho = \rho_0 \left(1 + \frac{\beta}{k} \sigma \right), \quad (10)$$

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

β – коэффициент распределения напряжений в почве, зависящий от свойств почвы и размеров колес, м⁻¹ [11].

В зависимости (9), (10) входит коэффициент объемного смятия почвы, который определим аналитическим путем. При сдвигании 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 [11]:

$$k_j = k_i \sqrt{\frac{D_{ши} \cdot B_{ши}}{D_{шj} \cdot B_{шj}}}, \quad (11)$$

где k_i – коэффициент объемного смятия почвы для колеса, оборудованного шиной с размерами $D_{ши}$ и $B_{ши}$, кН/м³;

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

Глубину проникновения уплотнения под воздействием колес определим из зависимости [11]:

$$x_h = \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{\sigma}{\sigma_{упр}} \right), \quad (12)$$

где $\sigma_{упр}$ – 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;

Влияние параметров шин на величину коэффициента распределения напряжений определяется по формуле:

$$\beta_j = \beta_i \sqrt{\frac{D_{ши} \cdot B_{ши}}{D_{шj} \cdot B_{шj}}}, \quad (13)$$

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

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

ми $D_{шj}$ и $B_{шj}$, м⁻¹.

Результаты показателей воздействия колес автомобилей МАЗ на почву по формулам (6)-(13) представлены в таблице 2.

Анализ результатов, приведенных в таблице 2, показывает, что автомобили МАЗ не соответствуют допустимым нормам воздействия их движителей из-за превышения значений максимального давления q_{max} колесного движителя на почву и нормальных напряжений в почве на глубине – 0,5 м.

На процесс слеодообразования колесными системами автомобилей влияют как реологические факторы (время запаздывания деформации, период релаксации), так и неизучаемые в реологии явления, связанные с переукладкой частиц почвы при повторных нагружениях. Определим закономерность нарастания осадки сильно упрочняющихся почв при повторных нагружениях (рис. 2).

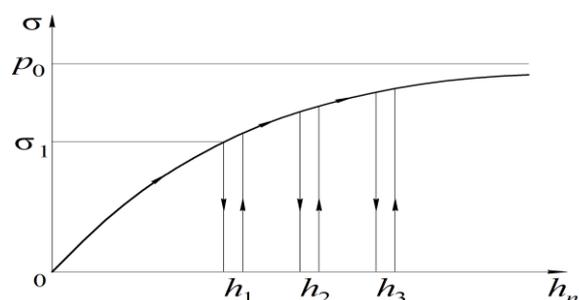


Рис. 2. Закономерности накопления повторных осадок для упрочняющихся связных почв под воздействием многоосной ходовой системы

Согласно зависимости Больцмана, энтропия процесса S пропорциональна логарифму вероятности данного состояния W (статистическая интерпретация

Таблица 2. Показатели воздействия колес автомобилей МАЗ на почву

Марка автомобиля	Обозначение и маркировка шин		Значения показателей воздействия						
			G_k , кН	$q_{ср}$, кПа	q_{max} , кПа	$\sigma_{0,5}$, кПа	x_h , м	h , м	ρ , кг/м ³
МАЗ-5516	передняя ось	Бел-116 12.00R20	35,7	452,5	678,8	55,1	0,67	0,118	1678
	задняя ось	Бел-116 12.00R20	33,0	420,4	630,6	54,3	0,69	0,066	1476
МАЗ-5516	передняя ось	Бел-95 16.00R20	35,7	252,9	379,4	53,8	0,70	0,074	1511
	задняя ось	Бел-95 16.00R20	33,0	382,9	574,4	62,3	0,79	0,071	1460
МАЗ-5551	передняя ось	Бел-116 12.00R20	33,5	426,8	640,2	55,1	0,66	0,108	1657
	задняя ось	Бел-116 12.00R20	28,75	405,8	608,7	55,3	0,68	0,063	1470
МАЗ-6517	передняя ось	Бел-95 16.00R20	37,5	265,7	398,5	56,5	0,71	0,078	1522
	задняя ось	Бел-95 16.00R20	32,5	255,1	382,7	56,9	0,69	0,051	1407
МАЗ-6517	передняя ось	Бел-66А 525/70R21	37,5	274,1	411,1	60,8	0,77	0,087	1529
	задняя ось	Бел-66А 525/70R21	32,5	259,1	388,7	57,5	0,74	0,055	1408

второго начала термодинамики). При повторных деформациях вероятность W данного состояния увеличивается с ростом числа нагружений n . Тогда зависимость Больцмана примет вид [12]:

$$S = c_1 \cdot \ln n + c_2, \quad (14)$$

где c_1 и c_2 – постоянные величины.

Энтропия процесса деформации сильно упрочняющейся почвы выразится уравнением [12]:

$$S = c \cdot \frac{p_0^2}{k} \ln ch \left(\frac{k}{p_0} h \right), \quad (15)$$

где c – коэффициент, зависящий от свойств почвы.

После преобразований с учетом зависимостей (14) и (15) получена закономерность накопления повторных осадок для сильно упрочняющихся почв [13]:

$$h_n = \frac{p_0}{k} \cdot \text{Arch} \left(\frac{n^B}{\sqrt{1 - \sigma^2 / p_0^2}} \right), \quad (16)$$

где B – коэффициент накопления повторных осадок связанных почв;

n – число нагружений, шт.

При повторных нагружениях слабо упрочняющихся почв с одинаковой по глубине плотностью рост напряжения от цикла к циклу незначительный, а нарастание осадки штампа весьма ощутимо (рис. 3). Нарастание осадки деформатора на таких почвах при повторных нагружениях подчиняется зависимости [13]:

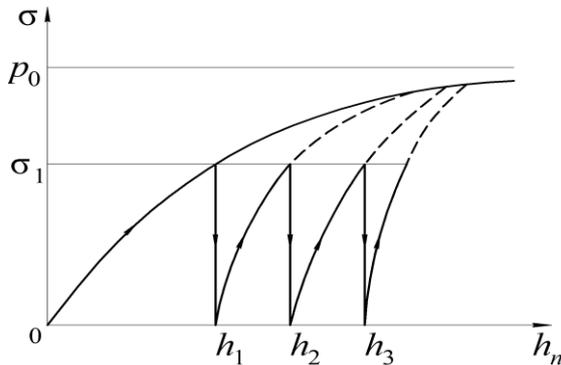


Рис. 3. Закономерности накопления повторных осадок для слабо упрочняющихся почв под воздействием многоосной ходовой системы

$$h_n = \frac{p_0}{k} (1 + k_u \cdot \lg n) \cdot \text{Arch} \left(\frac{\sigma}{p_0} \right), \quad (17)$$

где k_u – коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации.

Зависимость между напряжением и повторными деформациями описывается кусочно-непрерывной функцией. Функция $\sigma = f(h)$ при каждом повторном нагружении подчиняется зависимости гиперболического тангенса. Рассмотрим, чему равны при этом константы p_0 и k . Сопротивление почвы при повторных нагружениях может уменьшаться, или увеличиваться по сравнению с первым приложением нагруз-

ки в зависимости от физико-механических свойств почвы и величины давления на нее. В соответствии с этим будут изменяться коэффициенты p_0 и k . Снижение сопротивления происходит в том случае, если при первом нагружении структура почвы разрушается (особенно, когда верхние слои почвогрунта прочнее нижележащих). Несущая способность и коэффициент объемного смятия при этом уменьшаются. Увеличение сопротивления характерно для почв, способных к уплотнению и упрочнению структуры (почвы низкой влажности). Повторное деформирование в данном случае связано с преодолением сил трения покоя, которые превосходят по величине силы трения скольжения.

Напряжение σ_n в конце каждого цикла нагружения равно напряжению σ_1 , развиваемому в конце первого цикла. Исходя из этого, найдем условный коэффициент объемного смятия почвы [11]:

$$k_{yn} = \frac{p_0}{\Delta h_n} \text{Arth} \left(\frac{\sigma_1}{p_0} \right).$$

Приращение осадки при n -м приложении нагрузки равно:

$$\Delta h_n = k_u \cdot \lg \frac{n}{n-1} \cdot \frac{p_0}{k} \text{Arth} \left(\frac{\sigma_1}{p_0} \right).$$

Проанализируем, как влияют параметры ходовой системы (давление, количество осей, нагрузка, приходящаяся на ходовую систему, размеры колес) на слеодообразование.

В случае изменения давления в зависимости, обратно пропорциональной количеству осей N , глубина следа для сильно упрочняющихся почв определяется из зависимости (16)

$$H_N = \frac{p_0}{k} \cdot \text{Arch} \frac{N^{b \cdot k / p_0^2}}{\sqrt{1 - (\xi \cdot Q / F_k \cdot N \cdot p_0)^2}}, \quad (18)$$

где ξ – коэффициент, учитывающий закономерность распределения давлений под опорной поверхностью колеса.

Из рис. 4, построенного на основании зависимости (18), видно, что при увеличении количества осей многоосной ходовой системы глубина следа уменьшается.

Для слабо упрочняющихся почв эффект уменьшения глубины следа и уплотнения почвы при увеличении количества осей снижается по сравнению со слеодообразованием на сильно упрочняющихся почвах.

Рассмотрим, с каким количеством осей движитель предпочтительнее по слеодообразованию при одинаковом давлении. В этом случае размеры колес будут увеличиваться при уменьшении числа осей. Отношение диаметра колеса к ширине D/B принимаем постоянным. Так как диаметры подобных колес соотносятся между собой как и длины площадей контакта, то размеры колес D и B находятся в следующей зависимости от количества осей:

$$D_1 = \sqrt{N} \cdot D_N, \quad B_1 = \sqrt{N} \cdot B_N, \dots, D_{N-1} = \sqrt{N/(N-1)} \cdot D_N \\ B_{N-1} = \sqrt{N/(N-1)} \cdot B_N, \quad (19)$$

где N – число осей ходовой системы, шт.

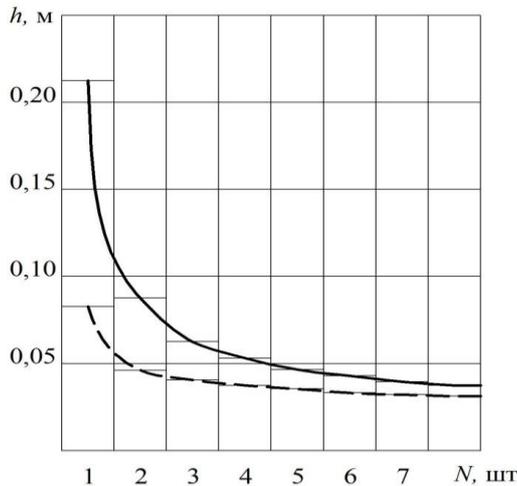


Рис. 4. Зависимость глубины следа сильно упрочняющейся почвы от числа осей:

— при $\xi \cdot Q / F_k \cdot p_0 = 0,8$;

----- при $\xi \cdot Q / F_k \cdot p_0 = 0,4$.

Увеличение размеров колеса у ходовых систем при уменьшении числа осей приводит к снижению коэффициента объемного смятия. Коэффициент объемного смятия почвы k , приведенный к размерам колеса, равен:

$$k = \frac{k'}{100 \cdot \sqrt{B \cdot D}}, \quad (20)$$

где k' – коэффициент объемного смятия, определяемый с помощью твердометра, Н/м³; B и D – размеры колеса, м.

На основании зависимости (20) находим

$$k' = 100 \cdot k_1 \sqrt{D_1 \cdot B_1} = 100 \cdot k_2 \sqrt{D_2 \cdot B_2} = \dots = 100 \cdot k_N \sqrt{D_N \cdot B_N}$$

Тогда, если при воздействии на почву колес N -осного движителя коэффициент объемного смятия k_N известен, для колес одно-, двух- и $(N - 1)$ -осного хода он определится по следующим формулам:

$$k_1 = k_N \sqrt{\frac{D_N \cdot B_N}{D_1 \cdot B_1}}, \quad k_1 = k_2 \sqrt{\frac{D_N \cdot B_N}{D_2 \cdot B_2}}, \dots,$$

$$k_{N-1} = k_N \sqrt{\frac{D_N \cdot B_N}{D_{N-1} \cdot B_{N-1}}}$$

или, с учетом равенств (19)

$$k_1 = k_N \sqrt{\frac{1}{N}}, \quad k_n = k_N \sqrt{\frac{n}{N}}, \dots, \quad k_{N-1} = k_N \sqrt{\frac{N-1}{N}}. \quad (21)$$

Подставив полученные выражения в формулу (16), получаем зависимость для определения глубины следа сильно упрочняющихся почв в зависимости от числа осей

$$h_n = \frac{p_0}{k} \sqrt{\frac{N}{n}} \cdot \text{Arch} \left(\frac{n^{b(k_N/p_0^2) \cdot \sqrt{n/N}}}{\sqrt{1 - q^2 / p_0^2}} \right), \quad (22)$$

В данной формуле через N обозначено максимальное количество осей ходовой системы, а через n – количество осей сравниваемых систем (n изменяется от 1 до N).

Для слабо упрочняющихся почв глубина следа будет равна

$$h_n = \frac{p_0}{k} \cdot \sqrt{N/n} \cdot \text{Arth} \frac{q}{p_0} (1 + k_u \cdot \lg N). \quad (23)$$

Из рис. 5, построенного по зависимостям (22) и (23), видно, что для сильно упрочняющихся почв для уменьшения глубины следа целесообразнее увеличивать количество осей ходовой системы по сравнению

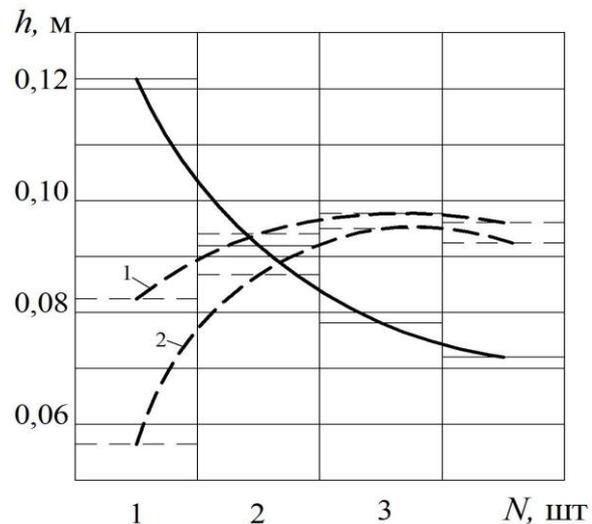


Рис. 5. Нарастание глубины следа при одинаковом давлении:

— — — — — сильно упрочняющаяся почва;

----- слабо упрочняющаяся почва;

кривая 1 – при $k_u = 2$; кривая 2 – при $k_u = 4$

с размерами колес. Для увлажненных слабо упрочняющихся почв ($k_u = 2$) одинаково эффективным для снижения слеодообразования является увеличение количества осей и опорной поверхности колес. Для переувлажненных почвогрунтов ($k_u = 4$) эффективнее увеличение размеров колес ходовых систем.

Задачу снижения уплотняющего воздействия автомобилей при его движении по почвам и сокращения затрат энергии на передвижение предложено решить установкой дополнительных выдвигаемых колес [14]. Установка по обоим бокам основного колеса 1 дополнительных выдвигаемых колес 2, управляемых гидросистемой транспортногo средства, шириной $b_{ш2} = 1,0 \dots 1,5 b_{ш1}$ и диаметром $d_{ш2} = 0,2 \dots 0,25 d_{ш1}$ (рис. 6) позволяет уменьшить глубину следа и повысить проходимость автомобилей за счет устранения выпирания почвы по краям следа основного колеса 1 и увеличения ширины контакта колесного движителя с почвой на величину $2b_{ш}$.

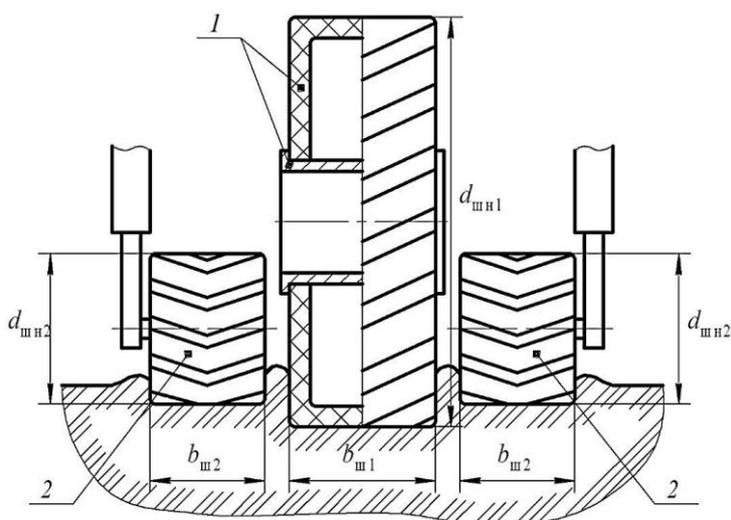


Рис. 6. Колесо транспортного средства повышенной проходимости [14]: 1 – основное колесо; 2 – дополнительные выдвигающиеся колеса

Заключение

При воздействии на почву колес автомобилей МАЗ рассмотренных модификаций, максимальное давление q_{\max} колесного движителя на почву и напряжения в ней на глубине 0,5 м превышают величины, допускаемые ГОСТом.

Для снижения глубины следа (под воздействием колес автомобилей) сильно упрочняющейся почвы рекомендуется увеличение числа осей при сохранении постоянной нагрузки на ходовую систему.

Для слабо упрочняющейся почвы низкой влажности, для снижения глубины следа, при сохранении постоянного давления, также эффективно увеличение числа осей, а для переувлажненной почвы – увеличение размеров колес.

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, И.И. Подобедов, А.Н. Орда // Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения. – М.: Наука, 1987. – С. 46-59.
2. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.
3. Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву: ГОСТ 26953-86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 18 с.
4. Техника сельскохозяйственная мобильная. Метод определения максимального нормального

напряжения в почве: ГОСТ 26954-86. – 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. Четкин // Агропанорама. – 2013. – № 5. – С. 10-15.

6. Чигарев, Ю.В. Земледельческая механика / Ю.В. Чигарев, А.Н. Орда, Г.А. Лазарев. – Мн.: БГАТУ, 1994. – 76 с.

7. Каталог продукции предприятия «Белшина» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

www.belshinajsc.by/catalog/shiny-dlya-tractorov-i-selskokhozyaystvennykh-mashin. – Дата доступа: 11.12.2018.

8. Бобровник, А.И. О применении автомобилей МАЗ в агропромышленном комплексе Республики Беларусь / А.И. Бобровник, Ю.М. Жуковский, В.В. Михалков // Агропанорама. – 2012.

– № 4. – С. 2-7.

9. Гедроить, Г.И. Применение автомобильной техники в полевых условиях / Г.И. Гедроить, В.В. Михалков // Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч.-практич. конф., Минск, 2-3 июня 2015 г. – Минск: БГАТУ. – 2015. – С. 33-37.

10. Кацыгин, В.В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных машин и орудий / В.В. Кацыгин // Вопросы сельскохозяйственной механики. – Минск: Ураджай, 1964. – Т. 13. – С. 5-147.

11. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / А.Н. Орда; Белорус. аграр. техн. ун.-т. – Минск, 1997. – 36 с.

12. Шило, И.Н. Закономерности накопления повторных осадков при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2014. – № 6. – С. 2-7.

13. Шило, И.Н. Влияние почвенных условий на формирование машинно-тракторных агрегатов / И.Н. Шило, А.Н. Орда, Н.А. Гирейко, А.Б. Селеша // Агропанорама. – 2006. – № 1. – С. 7-11.

14. Транспортное средство повышенной проходимости: пат. 18340 Респ. Беларусь, МПК В 60В 11/02/ А.Н. Орда, В.А. Агейчик, В.А. Шкляревич, О.В. Ляхович, А.С. Воробей; заяв. Белор. гос. аграр. техн. ун.-т. – № а 20111434; заявл. 28.10.11; опубл. 30.06.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектаул. уласнасці. – 2013. – № 3.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 03.01.2019

УДК 631.312

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАТКОВЫХ ПРИСТАВОК С КОЛЬЧАТО-ПРУТКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИХ УСТАНОВКИ НА РАМЕ ОБОРОТНЫХ ПЛУГОВ

Ф.И. Назаров,

ассистент каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

В статье рассмотрены вопросы совмещения основной и поверхностной обработки почвы. Приведена методика проектирования катковых приставок с кольчато-прутковыми рабочими органами, разработанная на основании теоретических и экспериментальных исследований. Представлены результаты испытаний и экономическая оценка применения катковых приставок с оборотным плугом ПО-(8+4)-40.

Ключевые слова: основная обработка почвы, поверхностная обработка, оборотный плуг, катковая приставка, кольчато-прутковый рабочий орган.

The article considers the issues of combining the main and surface tillage. The technique of designing roller accessories with annular-bar working bodies, developed on the basis of theoretical and experimental studies, is given. The results of the tests and the economic evaluation of the use of roller accessories with reversible software plow (8 + 4) -40 are presented.

Keywords: main tillage, surface treatment, reversible plow, roller set-top box, annular rod tool.

Введение

Основным условием повышения экономической эффективности аграрной отрасли является наращивание производства сельскохозяйственной продукции при снижении удельных затрат на всех его этапах. В Республике Беларусь в последнее десятилетие наблюдается устойчивый рост урожайности возделываемых культур. И это результат проявления в первую очередь таких факторов, как повышение доз и обеспечение требуемого качества вносимых органических, минеральных удобрений и средств защиты растений, качества семенного фонда, обработки почвы и посева. Однако себестоимость производимой продукции все еще остается высокой, что снижает ее конкурентоспособность в рыночных условиях и прибыльность хозяйств [1]. Одной из основных причин сложившейся ситуации являются преобладающие традиционные отвальные многооперационные системы земледелия, требующие больших затрат на выполнение механизированных работ и наличия большого количества техники [1].

С целью улучшения качества основной обработки почвы и снижения энергетических затрат на последующие технологические операции, в конструкциях пахотных агрегатов применяются различные дополнительные устройства и орудия для поверхностной обработки почвенных пластов. Комбинированные пахотные агрегаты обеспечивают оборот пласта, а также крошение, рыхление, выравнивание и уплотнение его верхнего слоя и уничтожение сорняков. При этом происходит разрушение и предотвращение образования глыб, более тесное размещение почвенных агрегатов, увеличение капиллярной пори-

стости, создается более однородное состояние обрабатываемого слоя и частичное выравнивание поверхности почвы. Дополнительные устройства, применяемые в пахотных агрегатах для поверхностной обработки, в отечественной и зарубежной литературе принято называть приставками, которые по способу установки на пахотном агрегате бывают навесные – на переднюю навеску трактора (рис. 1а), на раму плуга (рис. 1б) и прицепные (рис. 1в).

Возможны следующие варианты совмещения технологических операций: вспашка-боронование (рис. 2а); вспашка-дискование (рис. 2б); вспашка-прикатывание (рис. 2в, г).

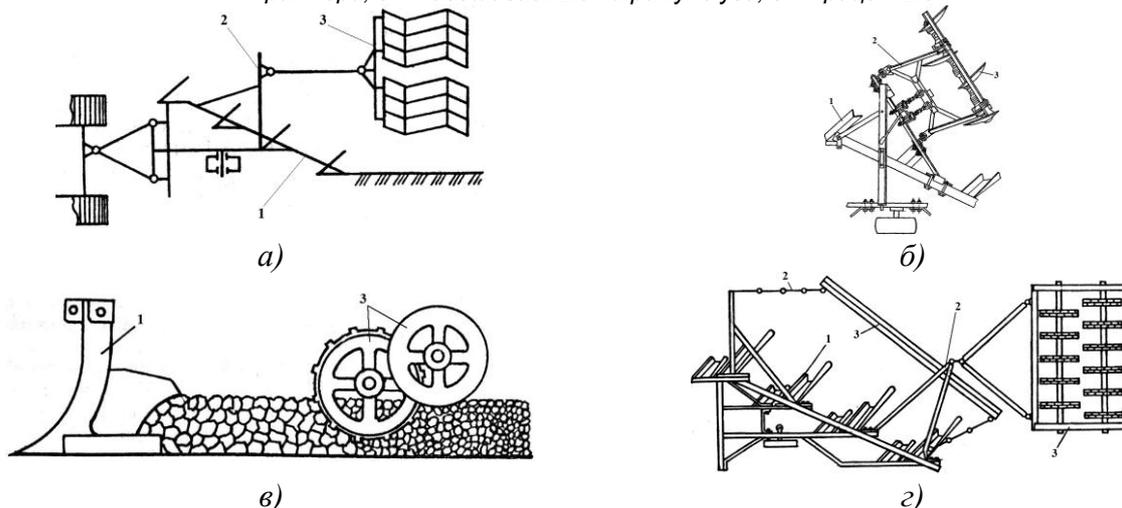
Комбинированный агрегат, содержащий зубовые бороны (рис. 2а), используется для обработки легких и средних почв. Плуг подрезает и оборачивает пласт почвы, а зубовые бороны крошат верхний слой и частично выравнивают гребнистую и глыбистую поверхность пашни. Зубовые бороны рыхлят не уплотняя верхний слой почвы, и не обеспечивают качественную разделку грунта тяжелого механического состава. Для обработки почв на склонах эффективным является использование приспособления со сферическими дисками (рис. 2б). Эффективным также является использование тандема катков: выравнивающего и установленного следом за ним уплотняющего (рис. 2в).

Комбинированный пахотный агрегат с приспособлением (рис. 2г) позволяет выравнивать поверхность поля с уплотнением верхнего слоя. При движении комбинированного агрегата плуг подрезает и оборачивает пласт почвы. Волокуша, вследствие установки под углом к движению агрегата, создает перемещение почвы вдоль ее полки, что обеспечивает



а) б) в)

Рис. 1. Способы установки катковых приставок на пахотных агрегатах: а – навешиваемые спереди трактора; б – навешиваемые на раму плуга; в – прицепные



а) б) в)

Рис. 2. Схемы приспособлений для поверхностной обработки почвенного пласта в конструкциях пахотных агрегатов: а – зубчатые бороны; б – секция дисковой бороны; в, г – катковые приставки; 1 – плуг; 2 – прицепное устройство; 3 – дополнительное приспособление

заполнение бороздок между гребнями, частичное разрушение непрочных комков и выравнивание поверхности. Установленные следом катки разрушают почвенные комки и уплотняют верхний слой почвы [1-3].

Уплотняющая способность катка зависит от его массы, диаметра и ширины захвата. Катки малого диаметра уплотняют верхний слой, а большого диаметра – более равномерно уплотняют пахотный слой по глубине. Рабочая поверхность данных рабочих органов разнообразна и предназначена для выполнения различных функций. По форме поверхности можно выделить кольчато-шпоровые, кольчато-зубчатые, гладкие, кольчатые, борончатые и прутковые катки. Дополнительные устройства к пахотным агрегатам должны обеспечивать крошение, уплотнение, рыхление и выравнивание поверхностного слоя почвы. При обработке такой эффект можно получить применяя катки с кольчато-прутковыми рабочими органами.

Следует отметить, что даже распространенные приспособления не обеспечивают одинаковую обработку одних и тех же почв при различных климатических условиях, не говоря уже о различных типах – легкой и тяжелой. Значит, одним из основных требований к проектированию конструкций и рабочих органов почвообрабатывающих приспособлений к па-

хотным агрегатам является обеспечение требуемого качества обработки различных почв, вне зависимости от климатических условий.

Цель данной работы – повышение эффективности основной обработки почвы оборотными плугами с катковыми приставками с кольчато-прутковыми рабочими органами.

Основная часть

Общие вопросы взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин и проектирования рабочих поверхностей представлены в работах В.П. Горячкина [4], Г.Н. Синеокова [5], В.И. Корешкова [6]. Исследованию процесса взаимодействия различных типов катков с почвой посвящены труды В.А. Желиговского [7], С.С. Саакяна [8], М.Н. Летошнева [9], В.В. Кацыгина [10, 11], В.А. Новичихина [12], С.Ф. Тряпичкина [13], В.И. Скорика [14] В.П. Мармалюкова [15], З.И. Избасаровой [16], В.В. Голубева [17], Ю.А. Виноградова [18]. Вопрос совмещения основной и поверхностной обработки с применением прицепных дополнительных устройств рассматривается в работах М.Е. Мацепуро, С.Г. Бабаева [19] и Ю.И. Кузнецова [20]. Однако вопрос эффективного использования дополнительных почвообрабатываю-

щих орудий к оборотным плугам отечественной наукой до конца не решен.

Рассмотрим случай установки приставки на раму плуга, то есть при догрузке помимо собственного веса катка, будут использоваться силы, действующие на плуг. Силы, действующие на комбинированный пахотный агрегат в плоскости zOy , показаны на рис. 3.

$$R_{плз} + G_{пл} + G_{пр} = Q_z + N_{пр}, \quad (1)$$

где $R_{плз}$ – составляющая силы R , действующей, соответственно, в вертикальной плоскости на плуг со стороны почвенного пласта, Н;

$G_{пл}$ – вес плуга, Н;

$G_{пр}$ – сила давления приставки на почву, Н;

Q_z – сила противодействия почвы внедрению опорного колеса, Н;

$N_{пр}$ – сила противодействия почвы внедрения приставки, Н.

Сила давления приставки на почву $G_{пр}$ складывается из двух сил

$$G_{пр} = P_{пр} + F_d, \quad (2)$$

где $P_{пр}$ – вес катка, Н;

F_d – сила догрузки, Н.

Перед началом работы устанавливается глубина обработки приставки $h_{пр}$. Если для обеспечения заданной глубины обработки хватает собственного веса катка $P_{пр}$, то силам $R_{плз}$ и $G_{пл}$ противодействует сила Q_z , а сила F_d стремится к 0. Если силы давления приставки $G_{пр}$ недостаточно для обеспечения глубины обработки, погружение происходит за счет сил R_z и G .

Сила $R_{плз}$ находится по формуле [5, 6]

$$R_{плз} \approx 0,25R_{плх}, \quad (3)$$

где $R_{плх}$ – горизонтальная составляющая силы R .

Горизонтальная составляющая силы R определяется по формуле [5, 6]

$$R_{плх} = k_{поч} ab, \quad (4)$$

где $k_{поч}$ – удельное сопротивление почвы, Н·м⁻²;

a – глубина вспашки, м;

b – ширина захвата корпуса плуга, м.

Силу противодействия почвы внедрения при-

ставки $N_{пр}$ с кольчато-прутковыми рабочими органами найдем из формулы

$$N_{пр} = n_{п} \frac{\pi k_{см} l_{п} d_{п} h_{п}}{2}, \quad (5)$$

где $k_{см}$ – коэффициент объемного смятия, учитывающий свойства почвы, Н/м³;

$h_{п}$ – элементарное значение заглубления прутка в почву, м;

$l_{п}$ – длина прутка, м;

$n_{п}$ – количество прутков одновременно уплотняющих почву прутков, шт;

$d_{п}$ – диаметр прутка, м.

Подставив результаты из формул (2)–(5) в формулу (1), получим

$$F_d = Q_z - 0,25k_{поч} ab - G_{пл} - P_{пр} + n_{п} \frac{\pi k_{см} l_{п} d_{п} h_{п}}{2} \quad (6)$$

Если в формуле (6) принять $Q_z=0$, то можно определить допустимое значение силы догрузки приставки, при котором не ухудшается качество основной обработки почвы. Формула примет вид:

$$F_d = n_{п} \frac{\pi k_{см} l_{п} d_{п} h_{п}}{2} - 0,25k_{поч} ab - G_{пл} - P_{пр} \quad (7)$$

Зависимость (7) показывает, что на величину догружающей силы оказывают влияние геометрические параметры приставки, ее вес и состояние почвы.

Анализ конструкций уплотняющих элементов показал, что наиболее эффективно при уплотнении и внедрении себя показывает пруток. При этом на прутках меньшего диаметра быстрее формируется уплотненное ядро.

Допустимый диаметр прутка при условии, что вес приставки минимален, определяется по формуле:

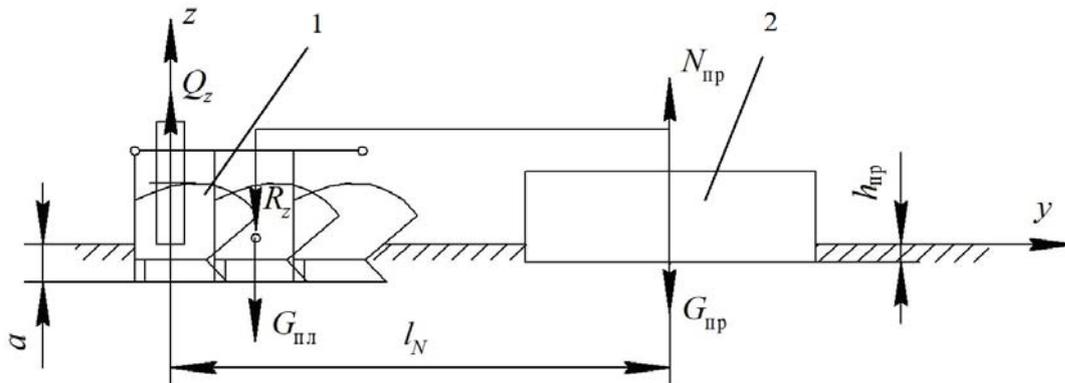


Рис. 3. Схема сил, действующих на комбинированный пахотный агрегат, состоящий из плуга (1) и приставки (2)

$$[d_{\text{п}}] = \left(2k_{\text{см}} h_{\text{п}} g \rho_{\text{ст}} l_{\text{п}}^2 + \frac{l_{\text{п}}^2 \cdot g n_{\text{п}} k_{\text{см}} h_{\text{п}}}{3v_{\text{пр}}^2 E_{\text{п}}} [\sigma_{\text{ст}}^2] \right) \pm \pm \left(\left(2k_{\text{см}} h_{\text{п}} g \rho_{\text{ст}} l_{\text{п}}^2 + \frac{l_{\text{п}}^2 \cdot g n_{\text{п}} k_{\text{см}} h_{\text{п}}}{3v_{\text{пр}}^2 E_{\text{п}}} [\sigma_{\text{ст}}^2] \right)^2 - 4 \left(g^2 \rho_{\text{ст}}^2 l_{\text{п}}^2 + n_{\text{п}}^2 k_{\text{см}}^2 h_{\text{п}}^2 \right) k_{\text{см}}^2 h_{\text{п}}^2 l_{\text{п}}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \times \times \left(g^2 \rho_{\text{ст}}^2 l_{\text{п}}^2 + n_{\text{п}}^2 k_{\text{см}}^2 h_{\text{п}}^2 \right)^{-1}, \quad (8)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²;
 $\rho_{\text{ст}}$ – плотность материала прутка, кг/м³;
 $v_{\text{пр}}$ – скорость прутка в момент удара, м/с;
 $[\sigma_{\text{ст}}]$ – допустимое напряжение, Па;
 $E_{\text{п}}$ – модуль упругости прутка (модуль Юнга), Па.

На рис. 4 показан график, определяющий зависимость допустимого диаметра прутка от его длины.

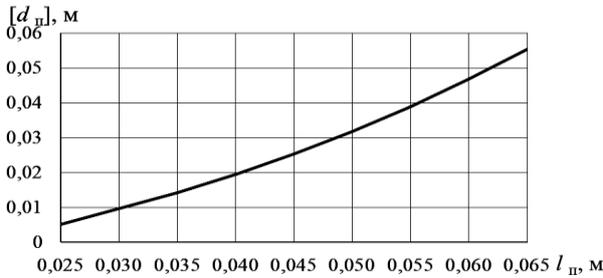


Рис. 4. Зависимость допустимого диаметра прутка $[d_{\text{п}}]$ от его длины $l_{\text{п}}$

Из приведенного графика очевидно, что с ростом длины прутка его допустимый диаметр увеличивается. На диске обычно устанавливается от 48 до 60 прутков, количество которых определяется его конструктивными параметрами. Применение прутков с большей длиной приводит к увеличению их массы, а следовательно и массы катка (рис. 5). Однако при увеличении длины прутка, увеличивается расстояние между катками, и их количество в секции катковой приставки с установленной шириной

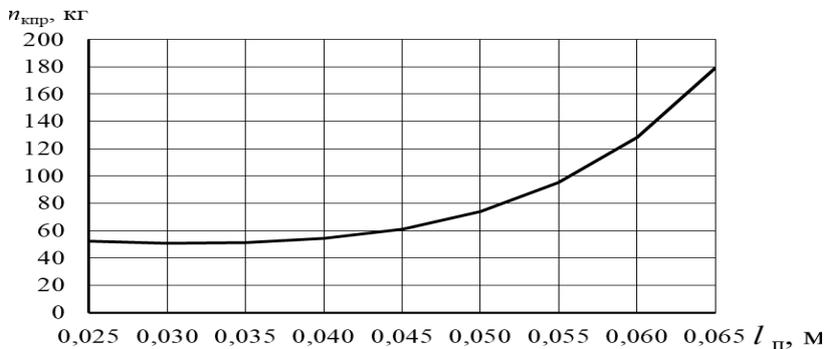


Рис. 5. Зависимость массы катковой приставки $m_{\text{кпр}}$ от длины прутка $l_{\text{п}}$ при соответствующем допустимом его диаметре $[d_{\text{п}}]$.

захвата может быть сокращено без снижения качества выполнения технологического процесса.

Из представленного графика видно, что, с точки зрения надежности и наименьшей металлоемкости приставки, оптимальная длина прутка – до 0,040 м. Данной длине прутка соответствует диаметр 0,02 м.

Оптимальный шаг установки прутков на диск находим по формуле:

$$l = \frac{2h_1 - d_{\text{пр}} \cdot \cos \varphi_2 + d_{\text{пр}} \cdot \sin \varphi_2 \cdot \text{ctg} \varphi_1}{\text{ctg} \varphi_1}, \quad (9)$$

где h_1 – глубина перекрытия уплотнений, м;

φ_1 – угол внутреннего трения;

φ_2 – угол внешнего трения.

Расстояние между дисками найдем по формуле:

$$L_{\text{пр}} = 2l_{\text{п}} + l \quad (10)$$

Найдем диаметр диска, на котором будут установлены прутки

$$r_{\text{уст}} = \frac{l^2}{d_{\text{п}}}. \quad (11)$$

Возникающую в почве деформацию при внедрении катковой приставки найдем по формуле:

$$e = \frac{3 \cos^2 \alpha_{\text{м}} \left(\frac{F_{\text{п}}}{E} + \frac{F_{\text{п}}}{k_{\text{с}}} - \frac{k_{\text{п}} \dot{F}_{\text{п}}}{k_{\text{с}}^2} \right) - \frac{k_{\text{пл}}}{k_{\text{с}}}, \quad (12)$$

где $F_{\text{п}}$ – сила, необходимая для заглабления прутка в почву, Н;

$R_{\text{м}}$ – расстояние от точки приложения силы $F_{\text{п}}$ на поверхности почвенного полупространства до рассматриваемой точки, м;

$\alpha_{\text{м}}$ – угол между линией действия силы $F_{\text{п}}$ и расстоянием $R_{\text{м}}$, град;

E – модуль упругости почвы, Па;

$k_{\text{пл}}$, $k_{\text{с}}$, $k_{\text{п}}$ – соответственно коэффициенты пластичности, упрочнения, вязкости.

Величина данной деформации характеризует процессы, происходящие при обработке почвы в зависимости от глубины, состояния почвы и веса приставки, который определяется геометрическими параметрами и материалом изготовления ее рабочих органов.

При этом усилии, необходимое на заглабление прутка в почву, определим по формуле:

$$F_{\text{п}} = \frac{\pi k_{\text{см}} l d_{\text{п}} h_{\text{п}}}{2}. \quad (13)$$

При установке приставки, минимальное плечо будет зависеть от дальности отбрасывания почвенного пласта корпусом плуга.

Рассмотрим силы, действующие на плуг с приставками, навешивае-

мыми на раму полунавесного плуга (рис. 6). Запишем для данного случая уравнения моментов сил, действующих на пахотный агрегат в горизонтальной плоскости относительно точки присоединения плуга.

$$\sum_{i=1}^n M_O(F_k)_i = 0;$$

$$-R_{пр}(B_{пр1} + B_{пр2}) - \sum_{i=1}^n R_{плху} b_{плн} + Q_x B_k = 0, \quad (14)$$

где $R_{пр}$ – тяговое сопротивление катка, Н;
 $R_{плху}$ – составляющие силы R , действующей в горизонтальной плоскости xOy на плуг со стороны почвенного пласта, Н;

Q_x – сила противодействия почвы движению опорного колеса, Н;

$b_{плн}$ – соответствующие плечи сил $R_{плху}$ относительно точки O ;

$B_{пр1}$ и $B_{пр2}$ – плечи сил тягового сопротивления катков $R_{прх1}$ и $R_{прх2}$ относительно точки O ;

B_k – плечо силы Q_x относительно точки O .

Для данного случая уравнение моментов сил,

действующих на пахотный агрегат в вертикальной плоскости относительно точки опоры заднего колеса, примет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n M_O(F_k)_i = 0;$$

$$-N_{п}(L + a_{п}) + G_{тр} a_{ц.т.} + N_{к} a_{к} + \sum_{i=1}^n R_{плз} l_{2n} +$$

$$+ \sum_{i=1}^n R_{плх} h_{5n} + N_{пр}(l_{пр1} + l_{пр2}) + 2R_{прх} h_5 -$$

$$-G_{пл} l_1 + Q_z l_3 - Q_x h_4 = 0, \quad (15)$$

где $G_{тр}$ – вес трактора, Н;

$N_{п}$ – реакция передних колес трактора, Н;

$N_{к}$ – реакция задних колес трактора, Н;

$R_{плх}$ – составляющая силы R , действующей в горизонтальной плоскости на плуг со стороны почвенного пласта, Н;

Q_x – сила противодействия почвы движению опорного колеса, Н.

Анализ зависимостей (14)

и (15) показывает, что при работе плуга с навесной приставкой возникающий момент

$\sum_{i=1}^n R_{прi} B_{прi}$ совпадает по

направлению с моментом тягового сопротивления плуга, что приводит к увеличению угла между линией действия силы тяги и линией движения центра агрегата. При этом возрастает давление полевых досок на стенку борозды, а, следовательно, и силы трения, что увеличивает необходимую силу тяги для работы плуга. Это приводит к повышению энергоемкости процесса обработки и увеличению износа полевых досок. Для уменьшения возникающих моментов сил сопротивления катковых приставок необходимо сократить их плечо, приблизив к корпусам плугов.

Дальность отбрасывания почвенного пласта отвалов определяется скоростью движения агрегата, типом и параметрами отвала, размерами и состоянием пласта и другими факторами. Определить ее можно по формуле:

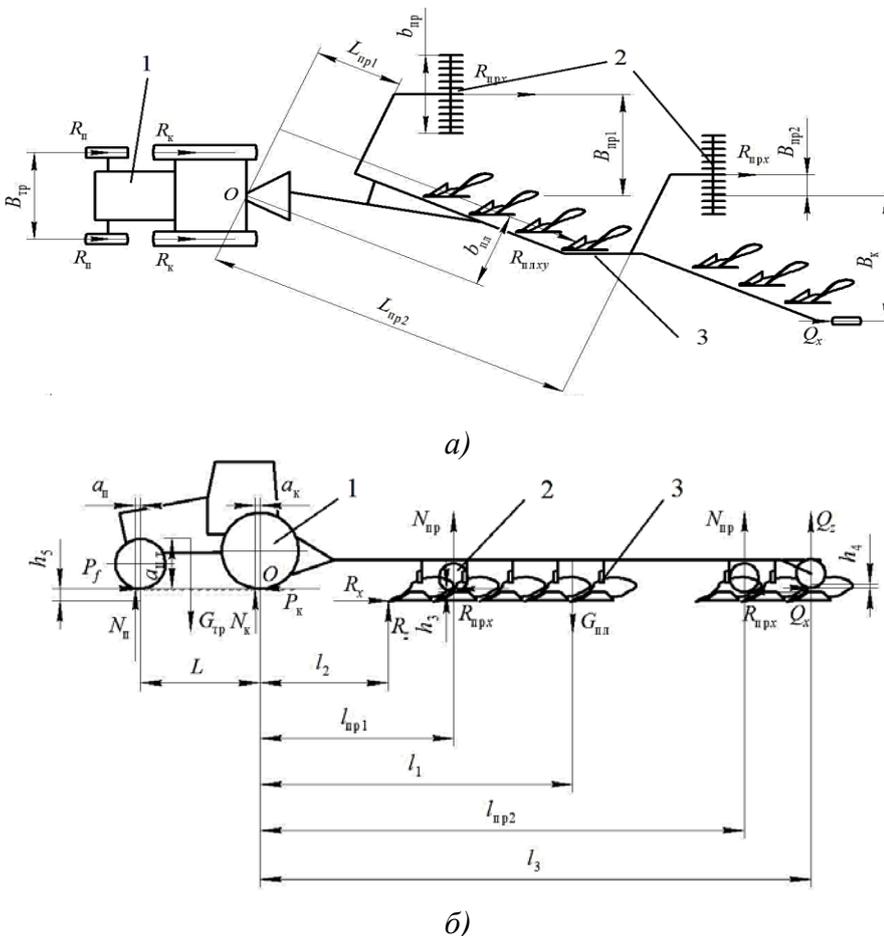


Рис. 6. Схема сил, действующих на пахотный агрегат с закрепленными на раме плуга приставками: а) – в горизонтальной плоскости; б) – в вертикальной плоскости: 1 – трактор; 2 – приставка; 3 – плуг

$$\begin{cases} x_{пч} = \frac{v_{пБ} \sqrt{2gh_B}}{g} \cos \alpha_{п} \\ y_{пч} = \frac{v_{пБ} \sqrt{2gh_B}}{g} \cos \beta_{п}, \end{cases} \quad (16)$$

где $v_{пБ}$ – скорость движения пласта на кромке отвала в момент времени t_1 , м/с;

h_B – расстояние от поверхности почвы до верхней кромки отвала, м;

$\alpha_{п}$ и $\beta_{п}$ – углы наклона кромки отвала, град.

Значения, полученные по формуле (16), определяют место падения частиц почвы, находящихся в центре пласта, остальные частицы пласта будут находиться в пределах $x_{пч} \pm \frac{a}{2}$ и $y_{пч} \pm \frac{a}{2}$.

Тогда минимальное расстояние установки навесной приставки, с учетом перемещения плуга во время полета почвенных частиц, находится по формулам:

$$\begin{cases} x_{пч} = \frac{v_{пБ} \sqrt{2gh_B}}{g} \cos \alpha_{п} + \frac{a}{2}, \\ y_{пч} = \frac{v_{пБ} \sqrt{2gh_B}}{g} \cos \beta_{п} + \frac{a}{2} + v_{п_0} t_2, \end{cases} \quad (17)$$

где $v_{п_0}$ – скорость движения пласта почвы по лемеху, м/с;

t_2 – время полета частиц почвы, с.

Скорость движения пласта на кромке отвала в момент схода определяется по формуле:

$$v_{пБ} = \left(\left(\frac{\mu}{m_{п}} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}} \right)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{\mu}{m_{п}} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}}} t_1} \left(\left(\frac{F_T}{m_{п}} - g + \frac{v_{п_0}}{2} \left(-\frac{\mu}{m_{п}} + \sqrt{\left(\frac{\mu}{m_{п}} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}}} \right) \right) e^{-\frac{\mu}{2m_{п}} t_1} + \left(g - \frac{F_T}{gm_{п}} + \frac{v_{п_0}}{2} \left(\frac{\mu}{m_{п}} + \sqrt{\left(\frac{\mu}{m_{п}} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}}} \right) \right) \right), \quad (18)$$

где F_T – сила тяги плуга, Н;

$m_{п}$ – масса пласта, кг;

μ – коэффициент сопротивления, Н·с/м;

$r_{ц}$ – радиус кривизны отвала, м;

t_1 – время движения почвы по корпусу плуга, с.

Время движение почвы по корпусу плуга будет равно:

$$t_1 = \frac{s + 4r_{ц} \left(1 - \frac{F_T}{m_{п}g} \right) - v_{п_0} \sqrt{\left(\frac{\mu}{m_{п}} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}}}}{v_{п_0}}, \quad (19)$$

где s – путь, пройденный пластом почвы за время t_1 , м.

Время полета частиц почвы находим по формуле:

$$t_2 = \frac{v_{пБ} \cos \gamma_{п} \pm \sqrt{v_{пБ}^2 \cos^2 \gamma_{п} + 2gh_B}}{g}, \quad (20)$$

где $\gamma_{п}$ – угол наклона кромки отвала, град.

Данные формулы позволяют разработать методику определения основных конструктивных и технологических параметров катковых приставок с кольчато-прутковыми рабочими органами. На основании данной методики, для плуга ПО-(8+4)-40 были разработаны и изготовлены на Минойтовском ремонтном заводе три катковые приставки с кольчато-прутковыми рабочими органами (рис. 7). Каждая

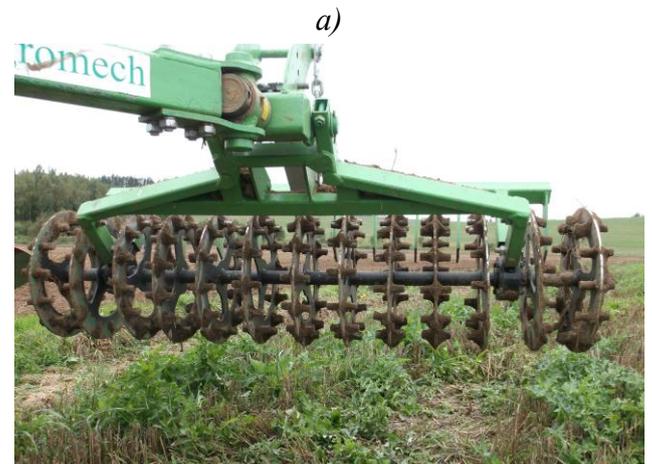


Рис. 7. Плуг ПО-(8+4)-40 с тремя катковыми приставками (кольчато-прутковые катки) в транспортном (а) и рабочем (б) положениях

приставка состояла из следующих основных узлов: несущей балки, кольчато-прутковых рабочих органов, рамы, кронштейнов крепления приспособления к плугу, механизма регулировки глубины обработки

почвы. Перевод из рабочего положения в транспортное осуществляется с помощью шарнирного механизма, обеспечивающего горизонтальное положение рабочего органа, как в работе, так и при транспортных переездах.

Испытания плуга с приставками проводились в КУП «Минская овощная фабрика» (рис. 8) и ДП «Минойтовский ремонтный завод».

Результаты испытаний плуга ПО-(8+4)-40 показали, что применение приставок улучшает крошение пласта (количество фракции размером до 50 мм повысилось на 2,8 %), уплотнение почвы (в слое 5-10 см плотность повысилась на 0,16 г/см³) и выравненность поверхности (высота гребней сократилась на 1 см) (рис. 8). При этом наблюдается снижение производи-



Рис. 8. Плуг ПО-(8+4)-40 с приставками в процессе работы

тельности на 0,14 га/ч (это связано с падением рабочей скорости на 0,1 км/ч), повышение удельных затрат топлива на 0,2 кг/га [22].

Для оценки основных технико-экономических показателей возделывания озимой пшеницы были составлены две технологические карты на основную обработку почвы для плуга ПО-(8+4)-40 без приставок и с приставками.

Совмещение операций основной и поверхностной обработки почвы исключает из технологического процесса промежуточную культивацию. Результаты расчета сравнительной экономической эффективности показали, что, благодаря этому, затраты труда снижаются на 34,7 %, а расход топлива – на 17,44 %. При этом срок окупаемости абсолютных капитальных вложений составил 2,94 года. Годовой приведенный экономический эффект от применения приставок составил 4208,4 руб.

На основании обзора зарубежных и отечественных аналогов для экономической оценки, в качестве аналога был принят плуг ЕвроТитан 10 (8+3+1) L100 с почвоуплотнителем ВариоПак S110WD70 фирмы Lemken [23]. Расчет сравнительной экономической эффективности показал, что применение плуга ПО-(8+4)-40 с приставками с трактором Беларус 4522С экономически более выгодно, чем его зарубежного аналога. При этом затраты труда и расход топлива, соответственно, снизились на 9,1 % и 9,2 %. Годовой

приведенный экономический эффект от применения пахотного агрегата составил 83867,4 руб.

Заключение

Таким образом, предложенные зависимости позволяют на этапе проектирования, в зависимости от технических характеристик плуга и условий его работы, определить параметры приставок с кольчатопрутковыми рабочими органами (диаметр, длину и шаг прутков, диаметр диска, массу катка, величину силы догружения и положение приставки относительно корпуса плуга).

Применение плуга ПО-(8+4)-40 с катковыми приставками, разработанными с учетом представленных зависимостей, позволило улучшить крошение пласта (количество фракции размером до 50 мм повысилось на 2,8 %), уплотнение почвы (в слое 5-10 см плотность повысилась на 0,16 г/см³), выравненность поверхности (высота гребней сократилась на 1 см) и обеспечить проведение последующего сева озимых культур комбинированным почвообрабатывающим посевным агрегатом без проведения промежуточной культивации. При этом затраты труда снижаются на 34,7 %, а расход топлива – на 17,44 %. Срок окупаемости абсолютных капитальных вложений составил 2,94 года. Экономический эффект от применения разработанных приставок с плугом ПО-(8+4)-40 в технологии предпосевной обработки составляет 4208,4 руб.

Ожидаемый годовой экономический эффект от использования плуга ПО-(8+4)-40 с катковыми приставками в сравнении с зарубежным аналогом ЕвроТитан 10 (8+3+1) L 100 с приставками ВариоПак S110WD70 составляет 83867,4 руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковчик, С.Г. Перспективные направления создания инновационной сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь / С.Г. Яковчик, Н.Г. Бакач, Ю.Л. Салапура, Э.В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПП НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2018. – Вып. 51. – С. 3-9.
2. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 687 с.
3. Сельскохозяйственные машины / А.В. Ключков [и др.]; под ред. Р.Я. Лифшиц. – Минск: Ураджай, 1997. – 494 с.
4. Горячкин, В.П. Собрание сочинений [Текст]: в 3 т. / В.П. Горячкин; под ред. Н.Д. Лучинского. – М.: Колос, 1965. – Т. 2 – 459 С.
5. Синеоков, Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков. – М.: Машиностроение, 1965. – 312 с.
6. Клецкин, М.И. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / М.И. Клецкин. – М.: Машиностроение, 1967. – Т. 2. – 830 с.

7. Желиговский, В.А. Колея и механика качения колеса: сб. трудов по земледельческой механике / В.А. Желиговский. – М.: Сельхозиздат. – 1956. – Т. 1. – С. 419-450.

8. Саакян, С.С. Взаимодействие ведомого колеса и почвы / С.С. Саакян. – Ереван: Министерство сельского хозяйства Арм. ССР, 1959. – 65 с.

9. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины / М.Н. Летошнев. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 759 с.

10. Кацыгин, В.В. О закономерности сопротивления почв сжатию / В.В. Кацыгин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1962. – № 5. – С. 28-29.

11. Кацыгин, В.В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных машин и орудий / В.В. Кацыгин // Вопросы сельскохозяйственной механики. – М.: Сельхозгиз. – 1963. – Т. 12. – 215 с.

12. Новичихин, В.А. Деформация опорными поверхностями сжимаемой среды / В.А. Новичихин. – Минск: Высшая школа, 1964. – 137 с.

13. Тряпичкин, С.В. Исследование сельскохозяйственных катков на повышенных скоростях: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / С.В. Тряпичкин. – Омск, 1963. – 23 с.

14. Скорик, В.И. Исследование некоторых вопросов процесса взаимодействия гладких катков и почвы: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / В.И. Скорик; МИИСП. – М., 1965. – 19 с.

15. Мармалюков, В.П. Исследование процесса механизации предпосевной обработки почвы катком-выравнивателем в условиях нечерноземной зоны: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.П. Мармалюков. – Минск, 1980. – 196 с.

16. Избасарова, З.И. Обоснование конструктивно-технологических и режимных параметров спирального пневматического катка для уплотнения почв повышенной влажности: автореф. ... дис. канд. техн.

наук: 05.20.01 / З.И. Избасарова; ФГОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет». – Оренбург, 2009. – 22 с.

17. Голубев, В.В. Обоснование параметров и режимов работы почвообрабатывающего катка для предпосевной обработки почвы под мелкосеменные культуры: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / В.В. Голубев; ФГОУ ВПО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия». – Тверь, 2004. – 20 с.

18. Виноградов, Ю.А. Обоснование параметров пруткового сетчато-зубового катка, используемого в технологическом процессе предпосевной обработки почвы: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Ю.А. Виноградов; МИИСП. – Москва, 1992 – 20 с.

19. Вопросы земледельческой механики: в 5 т. / Институт механизации и электрификации сельского хозяйства / М.Е. Мацепуро [и др.]. – Минск: Академия сельскохозяйственных наук БССР. – 1960. – Т. 5. – 320 с.

20. Кузнецов, Ю.И. Механико-технологическое обоснование и разработка комплексов комбинированных агрегатов для совмещения операций обработки почвы в системе интенсивного земледелия: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Ю.И. Кузнецов; ВИМ. – Москва, 1991. – 51 с.

21. Мацепуро, М.Е. Укатывание торфяно-болотных почв / М.Е. Мацепуро, В.А. Новичихин // Вопросы земледельческой механики: сб. науч. тр. – Минск, 1960. – Т. IV. – С. 78-96.

22. Приемочные испытания опытного плуга 12-корпусного оборотного ПО-(8+4)-40. Протокол № 093 Б ½-2016 ИЦ от 27 декабря 2016 года. – Привольный: ИЦ ГУ «Белорусская МИС», 2016. – 75 с.

23. Обработка почвы. Посев. Защита растений: прайс-лист на технику; введ. в действие 01.01.2015. – Alpen: LEMKEN GmbH&Co. KG. – 2015. – 436 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 22.01.2019

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

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит один раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842.

Стоимость подписки на 1-е полугодие 2019 года: для индивидуальных подписчиков - 19,77 руб., ведомственная подписка - 21,54 руб.

УДК 621.791.92

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ, ИЗНОСОСТОЙКИХ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛЯХ МАШИН МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

А.В. Кудина,

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

И.О. Соколов,

доцент каф. «Технология машиностроения» БНТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье изложены результаты исследований созданной новой технологии и способа наплавки металлоповерхностей на детали машин и механизмов в ультразвуковом поле с одновременной подачей в сварочную ванну присадки из порошковых износостойких материалов. Раскрываются технологические особенности нанесения упрочняющих износостойких металлопокрытий и конструктивная схема устройства для реализации этой технологии. Приведен сравнительный анализ микроструктуры наплавленных по разработанной технологии металлопокрытий с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Ключевые слова: технология, способ наплавки, ультразвук, устройство, свойства металлопокрытия.

The article presents research results of the created new technology and method for surfacing metal surfaces on machine parts and mechanisms in the ultrasonic field with simultaneous feeding of wear-resistant powder materials into the weld pool. Technological features of applying hardening wear-resistant metal coatings and structural scheme of the device for the implementation of this technology are revealed. A comparative analysis of the microstructure of metal platings deposited according to the developed technology with high physicomechanical and operational properties is given.

Keywords: technology, method of surfacing, ultrasound, device, metal plating properties.

Введение

В настоящее время во всех промышленно развитых странах применяются передовые технологии упрочнения и восстановления деталей путем нанесения износостойких металлопокрытий, которые на наших предприятиях применяются крайне редко. Практика промышленных предприятий показывает, что около 85-90 % общего числа всех деталей, подлежащих замене при ремонтах, выходят из строя из-за физического износа и только 10-15 % – вследствие случайных поломок. При этом критерием отбраковки деталей является износ, равный не более 0,3 мм. Если принять концепцию экономии средств от закупки или изготовления новых запасных частей, то во всем мире используют технологии восстановления геометрических размеров и свойств поверхности, при этом подавляющее большинство деталей восстанавливается с применением технологий, использующих тепловую энергию. Тепловложение при нанесении слоев металла изменяет геометрию и структуру поверхности восстанавливаемой детали, улучшает ее физико-механические и эксплуатационные характеристики. В машиностроении известно, что большинство внедрений в области решения проблем износа и коррозии связано с технологиями восстановления геометрии и нанесения защитных покрытий с использованием электрофизических процессов. Среди этих технологий, методов и способов важное место занимают:

- технология наплавки металлопокрытий порошковыми и проволочными материалами на железной, никелевой, кобальтовой и медной основах;
- способы плазменной и электродуговой наплавки слоями толщиной от 1,0 до 4,0 мм;
- скоростной наплавки порошковых покрытий толщиной 0,3-2,0 мм;
- методы наплавки-напыления порошковых покрытий толщиной 0,5-4,0 мм и др. [1].

В этой связи, следует заметить, что весьма перспективным направлением получения износостойких металлопокрытий является совмещение операций нанесения покрытия с дополнительным упрочнением поверхности, которое достигается путем физического воздействия на расплав металла в процессе формирования микроструктуры. Так, например, в качестве физического воздействия на расплавы металла в металлургии широко используются эффекты ультразвукового воздействия. Ультразвук эффективно используется и в машиностроении, в технологических процессах обработки металлов. Его применяют для интенсификации термической и химико-термической обработки, для снятия внутренних напряжений, при обработке металлов давлением, в порошковой металлургии, для создания сплавов, состоящих из металлической основы с неметаллическим порошковым наполнителем, при электрохимическом нанесении покрытий, для интенсификации теплообменных процессов, в операциях по очистке изделий от окалины и

загрязнений и пр. Введение в технологический процесс ультразвуковой обработки в ряде случаев является единственным способом получения изделий высокого качества. Публикации последних лет показывают, что интерес к ультразвуковым методам интенсификации технологических процессов постоянно растет. Непрерывно совершенствуется технология воздействия ультразвуком на исследуемые объекты, создается новая аппаратура, оборудование и устройства для его применения в исследованиях и производстве.

Целью данной работы является анализ новой технологии повышения износо-коррозионной стойкости трибоповерхностей деталей машин и технологического оборудования методами нанесения металлопокрытий из композиционных материалов наплавкой с применением ультразвука, который позволит существенно расширить границы упрочняющих технологий, что является одной из актуальных задач современного машиностроения и ремонтного производства в Республике Беларусь [2].

Основная часть

Для электродуговой наплавки в среде защитных газов с целью упрочнения наплавленных поверхностей разработаны новая технология и способ нанесения на поверхность детали легированного мелкозернистого металлопокрытия [3]. Такой способ и технология наплавки металлопокрытий обеспечивают подачу порошковой присадки в сварочную ванну жидкого металла на безопасном расстоянии от дуги и позволяют вводить порошковую присадку из сплава металлов, практически без потерь, в хвостовую часть ванны жидкого металла, что способствует созданию равномерной и развитой контактной поверхности реагирующих фаз, а это дает возможность контролировать и управлять процессами формирования наплаваемых слоев металла. Подача ультразвука (УЗК) на плавящийся электрод создает в зоне сварки и в расплавленном металле локальную зону упругих колебаний и волн, в которой последние активизируют процессы кристаллообразования и создания плотной мелкозернистой структуры, что способствует упрочнению наплавленной поверхности при затвердевании. Анализ существующих способов ввода ультразвука в расплавы, применительно к процессам электродуговой наплавки в среде защитных газов, показал, что способ подачи ультразвука на плавящийся электрод является наиболее предпочтительным. Такая технология и схема введения ультразвука в зону плавления металла позволяют получать высококачественную структуру наплавленного слоя за счет управления процессом кристаллизации расплавленного металла и получения надежной изоляции сварочной ванны от окружающей среды потоком защитного газа. Под воздействием ультразвуковых волн происходит упорядоченный и направленный каплеперенос электродного металла, ограничиваются перемещения электрической дуги, происходит дробление капель электрода на мельчайшие частички, которые в расплаве основного металла интенсифицируют процесс зародыше-

образования кристаллов и способствуют формированию однородной мелкозернистой структуры с кристаллами правильной формы. При этом ультразвук повышает плотность и давление газовой оболочки, делает ее сплошной, без завихрений, что приводит к снижению разбрызгивания плавящегося электродного металла. Все это обеспечивает стабильность процесса наплавки и позволяет формировать наплавленный слой с однородной, мелкозернистой структурой, чем обеспечивается повышение физико-механических и прочностных свойств полученной поверхности. Схема технологической оснастки для введения ультразвуковых колебаний и порошкового присадочного материала в зону наплавки представлена на рис. 1. Все узлы оснастки монтируются на корпусе наплавочной головки (поз. 4). Устройство передачи УЗК на электрод (поз. 1) с пакетом пьезокерамических пластин является основным рабочим органом оснастки. Пьезоэлементы преобразователя ультразвуковых колебаний через волновод-концентратор (поз. 2) передают ультразвуковые колебания наконечнику токовода (поз. 5) и далее электродной проволоке (поз. 3). Питание ультразвукового преобразователя осуществляется от ультразвукового генератора. Такой способ подачи ультразвуковых колебаний в зону наплавки [2, 3] позволяет, не разрывая оболочки факела защитного газа, подавать поперечные ультразвуковые колебания в зону расплавленного металла и влиять на процесс кристаллообразования в наплаваемых сло-

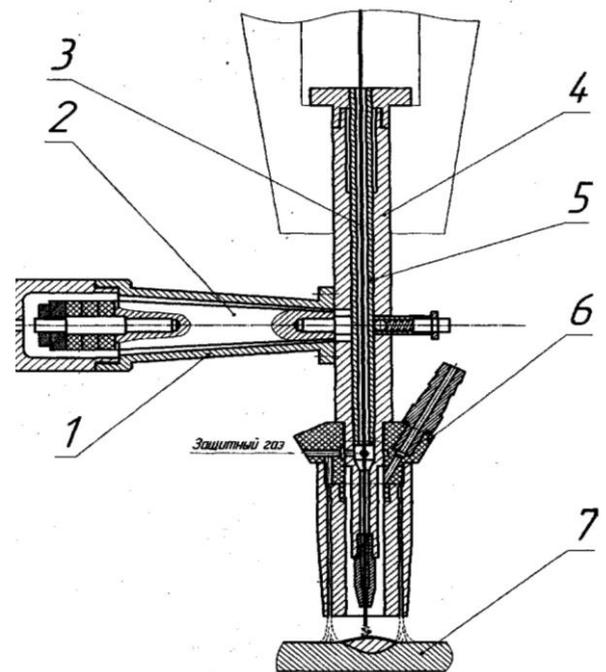


Рис. 1. Схема технологической оснастки для введения ультразвуковых колебаний и порошкового материала в зону наплавки: 1 – устройство передачи УЗК на электрод; 2 – волновод-концентратор; 3 – электродная проволока; 4 – корпус наплавочной головки; 5 – токовод; 6 – устройство для подачи газопорошковой смеси; 7 – наплаваемая поверхность

ях. Этот способ электродуговой наплавки и технологическая оснастка для его реализации позволяют формировать мелкозернистую и однородную структуру наплавленного слоя, что обеспечивает повышение физико-механических и прочностных свойств полученных металлоповерхностей.

На рис. 2 представлены результаты исследований микроструктуры поверхностей, наплавленных проволокой Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 с металлопорошковым присадочным материалом (ППМ) из сплавов ПГ-СР3 и ПГ-СР4 ГОСТ 21448-75, которые показывают, что структура покрытий, наплавленных без ультразвука (рис. 2а), имеет зерна, размером $(70...90) \times 10^{-2}$ мкм и металлургические дефекты (поры, флокены), чего не наблюдается в структуре слоя, наплавленного с ультразвуком (рис. 2б), которая имеет однородное строение и более мелкое зерно, размером $(30...45) \times 10^{-2}$ мкм [5]. Это можно объяснить тем, что дробление капель плавящегося электрода ультразвуком и введение ППМ способствуют появлению дополнительных центров кристаллизации в расплаве металла сварочной ванны. Кроме того, введение ППМ уменьшает долю участия основного металла в формировании наплавленного валика, а все это приводит к изменению характера структуры и формы зерна, уменьшению его величины, устранению столбчатости и образованию равноосных зерен [4, 5].

Состав ППМ влияет на фазовые структурообразования наплавленного слоя, которые в дальнейшем определяют его качество и эксплуатационные характеристики. Бориды никеля и хрома износостойкой порошковой присадки, распределяясь в расплаве металла, образуют в наплавленном слое твердосплавные включения с мягкой матричной основой. Такая структура получается однородной и хорошо противостоит изнашиванию.

Наиболее существенным эффектом наплавки,

наблюдаемым при обработке кристаллизующегося металла ультразвуком, является измельчение величины зерен [2, 4]. Ультразвуковые колебания электрода вызывают диспергирование плавящегося металла, а образующиеся мелкодисперсные капельки его вместе с частичками металлопорошковой присадки, попадая в расплав сварочной ванны, становятся центрами зарождения кристаллов, вокруг которых происходит их рост в ограниченном пространстве. Известно, что процесс кристаллизации начинается с возникновения в жидкой фазе металла небольших объемов зародышей твердой фазы (центров кристаллизации) с последующим их быстрым ростом. Кроме того, ультразвук, воздействуя на кристаллизующийся металл сварочной ванны, тормозит рост образовавшихся кристаллов, не позволяя им достигать крупных размеров. В поле ультразвуковых колебаний интенсифицируются флуктуационные процессы, определяющие переход молекул из жидкой фазы в твердый зародыш и изменяющие энергию активации. В результате изменения поверхностного натяжения и энергии активации уменьшается процесс образования зародышей и увеличивается вероятность зарождения твердой фазы. Это приводит к увеличению скорости зарождения центров кристаллизации. Степень воздействия ультразвука на структуру и свойства сплавов зависит от их природы. Известно, что наибольшее измельчение зерна и повышение механических свойств кристаллизующегося металла происходит при обработке ультразвуком сплавов типа твердых растворов, причем, в чистых металлах структура измельчается мало под воздействием ультразвука и значительно измельчается при вводе в расплав добавок, создающих дополнительные центры кристаллизации. При электродуговой наплавке поверхностей в среде защитного газа, при одновременном воздействии ультразвукового поля на газовую среду, в ней происходят необратимые изме-

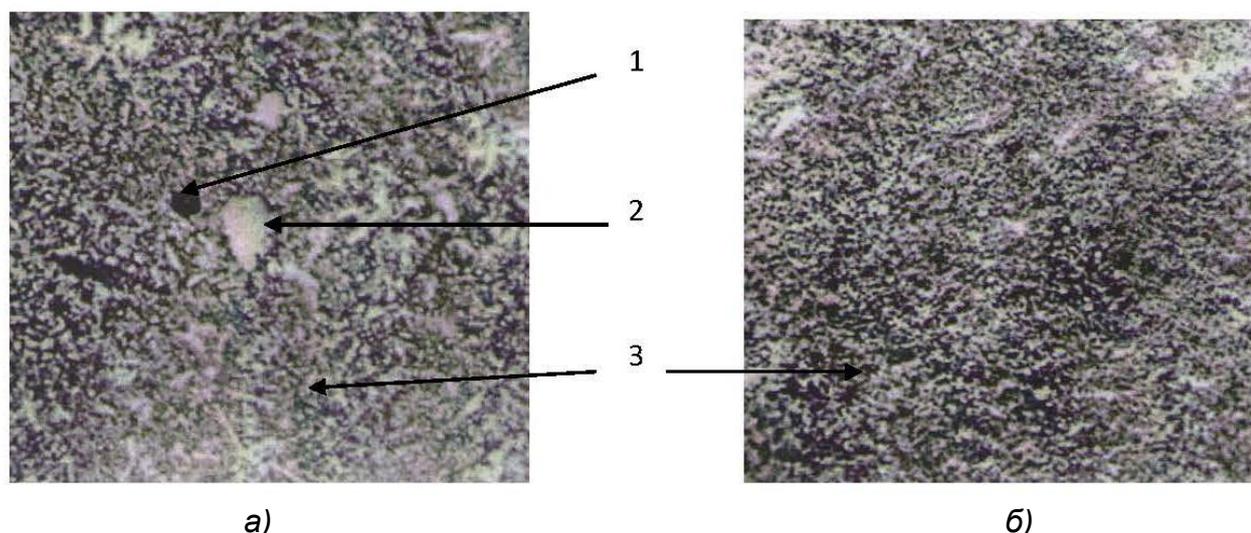


Рис. 2. Микроструктура легированных металлопокрытий, полученных наплавкой в среде защитного газа с ППМ, $\times 500$: а – без применения УЗК; б – с применением УЗК ($A=12...15$ мкм, $f=24$ кГц); 1 – поры; 2 – флокен; 3 – неметаллические включения

нения, что обусловлено в большинстве случаев нелинейными эффектами, а именно: интенсификация тепло- и массопереноса, направленное действие звукового давления, увеличение скорости переноса частиц, интенсификация перемешивания газа, распыление расплавленных частиц, коагуляция частиц и стабилизации процесса горения электрической дуги. На твердые частички металлопорошка и капли расплава электродного металла, перемещающиеся в ультразвуковом газовом потоке, кроме сил звукового давления, влияют пограничные акустические потоки, максимальные в пучностях волн. При падении ультразвуковой волны, на поверхности капли или частицы происходит интенсивное колебательное движение. Перемещаясь в стоячей звуковой волне газовой струи и пучности скорости, капля интенсивно разрушается и распадается, что приводит к диспергированию металла плавящегося электрода внутри факела защитной газовой оболочки [1, 2]. Следовательно, применение ультразвуковых колебаний при электродуговой наплавке металлоповерхностей в среде защитных газов дает возможность активного воздействия на кристаллизацию металла сварочной ванны и перенос электродного металла. При ультразвуковой обработке расплава металла в состоянии кристаллизации из-за измельчения зерна структура наплавленного слоя получается равномерной. Кроме того, при воздействии ультразвуковым полем на жидкий металл в нем возникают кавитационные явления, которые способствуют дегазации расплава и разрушению кристаллических зародышей, что ведет к резкому увеличению числа центров кристаллообразования. Ультразвуковая кавитация может привести и к местному переохлаждению, в результате чего происходит отделение от кристаллизующегося расплава мельчайших кристалликов, которые, рассеиваясь, становятся в металле новыми центрами кристаллизации. Поэтому механические свойства металлоповерхностей, наплавленных и обработанных ультразвуком при кристаллизации, значительно повышаются: растет прочность, увеличивается твердость, наплавленные слои становятся мелкозернистыми, однородными, граница раздела наплавленного покрытия с основным металлом практически отсутствует [1, 5].

Заключение

Разработанная технология и способ наплавки металлоповерхностей в ультразвуковом поле с одновременной подачей в сварочную ванну присадки из порошковых сплавов позволяет решать вопросы технологии изготовления и ремонта деталей машин, технологического оборудования и механизмов на более высоком и качественном уровне. Этот способ решает одну из основных организационных проблем – совмещение процесса подготовки поверхностей деталей узлов трения машин и механизмов перед наплавкой высокопрочных, износостойких покрытий на трибоповерхности, подвергающиеся интенсивному изнашиванию. Воздействие ультразвука на процесс наплавки измельчает структуру металла напла-

вленного слоя и увеличивает стабильность и частоту переноса электродных капель, что улучшает качество полученной поверхности и технологического процесса электродуговой наплавки поверхностей в среде защитных газов. Преимуществами наплавки в ультразвуковом поле являются: локализация нагрева в зоне соединения, причем, более низкая, чем наплавка без ультразвука, а также возможность соединения загрязненных поверхностей и обеспечение высокой степени сцепления покрытия с основным металлом. При наплавке с ультразвуком практически отсутствует граница раздела: покрытие – основной металл. Мелкозернистость получаемых покрытий и образующаяся при применении этого способа наплавки структура без металлургических дефектов создают высокое качество наплавленных слоев металла, а значит высокие физико-механические, прочностные и эксплуатационные свойства, чем обеспечивается надежность и долговечность узлов трения машин и механизмов. Кроме того, ультразвуковые колебания оказывают диспергирующее действие, что позволяет вводить в расплав твердые измельченные частицы тугоплавких компонентов, а также получать покрытия из металлов, не смешивающихся между собой в обычных условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Кудина, А.В. Технология формирования износостойких композиционных металлопокрытий электродуговой наплавкой с применением ультразвука: автореф.... дисс. канд. техн. наук: 05.03.01/ А.В. Кудина; БНТУ. – Мн., 2009. – 22 с.
3. Способ нанесения на поверхность детали легированного мелкозернистого металлопокрытия: пат. № 16225 Респ. Беларусь, С1, 2012.08.30, МПК В23К 9/04 (2006.01) / В.В. Кураш, Н.В. Спиридонов, А.В. Кудина; заявитель БГАТУ. – а20100538; заявл. 04.09.2010; опубл. 30.12.11 // Аф. бюл. – 2011. – № 6. – С. 17
4. 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, 2014. – Вып. 28. – С. 88-94.
5. Кудина, А.В. Технологическое обеспечение качества и надежности деталей узлов трения машин и механизмов / А.В. Кудина, М.С. Капица, И.О. Соколов, Н.В. Спиридонов // Машиностроение, 2017. – Вып. 30. – С. 138 – 142.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 09.01.2019

УДК 636.4.082

РЕПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ЧИСТОПОРОДНЫХ И ДВУХПОРОДНЫХ СВИНОМАТОК

И.Н. Казаровец,

ст. преподаватель каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ, аспирант лаборатории гибридизации в свиноводстве РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

Выполнена сравнительная оценка воспроизводительных качеств свиноматок пород белорусская крупная белая, белорусская мясная, ландрас датской селекции, йоркшир датской селекции при чистопородном разведении и реципрокном скрещивании.

Ключевые слова: селекция, генетика, параметры воспроизводительных качеств, белорусская крупная белая порода свиней, белорусская мясная порода свиней, ландрас датской селекции, йоркшир датской селекции.

A comparative assessment of the reproductive qualities of sows of Belarusian large white, Belarusian meat breeds, landras of Danish breeding, Yorkshire Danish breeding with pure bred breeding and reciprocal crossing was performed.

Keywords: selection, genetics, parameters of reproductive qualities, Belarusian large white breed of pigs, Belarusian meat breed of pigs, landras of Danish selection, Yorkshire of Danish selection.

Введение

В настоящее время в мире и в нашей стране свиноводство в общих заготовках мяса занимает 35-50 %. По сравнению с другими сельскохозяйственными животными свиньи отличаются скороспелостью, высокой плодовитостью, неприхотливостью к кормам. Основными производителями свинины в стране, а это 88-90 %, остаются крупные специализированные комплексы мощностью 12-108 тысяч свиней в год. Генофонд в Республике Беларусь представлен животными пород белорусской крупной белой и йоркшир (93 %), белорусской черно-пестрой (5 %), а также белорусской мясной, ландрас, дюрок, пьетрен и эстонская беконная (2 %) [1, 5, 11].

Однако, как свидетельствует мировой опыт, рынок требует более мясной свинины высокого качества, в том числе и в нашей республике. С целью увеличения производства высококачественной мясной свинины необходима разработка и внедрение новых вариантов скрещивания и гибридизации с максимальным использованием высокопродуктивных мясных генотипов. Желаемых результатов можно достичь за счет использования в промышленном скрещивании генетического потенциала специализированных в мясном направлении животных зарубежной селекции: ландрас и йоркшир [1-5].

Все породы и типы свиней, как правило, принято делить на отцовские и материнские породы. Опыт гибридизации в свиноводстве свидетельствует о целесообразности использования в качестве материнской формы животных с хорошими репродуктивными качествами, так как эффективность производства свинины возможна лишь при высоком уровне воспроизводительных способностей свиноматок. В качестве отцовских форм использовать животных с хоро-

шо развитыми откормочными и мясными качествами, так как основная проблема промышленного свиноводства республики – это повышенная осаленность туш помесного и гибридного молодняка, а также повышение спроса на мясную свинину [6-8].

В последние годы из Канады, Дании и других стран, где достигнуты значительные результаты в работе по повышению мясности туш, в республику начался завоз чистопородных хряков и свиноматок специализированных мясных пород. Однако уровень использования генетического потенциала свиней зарубежной селекции остается невысоким. Недостаточно изучена их прижизненная продуктивность, убойные и мясные показатели. Вместе с тем, эффективность сочетания по воспроизводительной способности зависит не только от индивидуальных качеств маток и хряков, но и от сочетаемости и способности животных различных пород в определенных вариантах скрещивания проявлять репродуктивные качества на высоком уровне. Следовательно, определение репродуктивных особенностей свиней пород ландрас и йоркшир датской селекции в условиях промышленной технологии республики является весьма актуальным. В связи с этим основной целью наших исследований было изучение возможности использования животных мясных пород в качестве как материнской, так и отцовской формы в системе скрещивания и гибридизации [9, 10].

Основная часть

Исследования проводились на базе РСУП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области и СПЦ «Заднепровский» Витебской области. Были отобраны и сформированы семь групп свиней, по 30 голов в каждой, согласно схеме опыта, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

Группы	Генотипы			Количество животных в группе, голов
	матки	хряки	товарный молодняк	
Контрольные	БКБ	БКБ	БКБхБКБ	30
	БМ	БМ	БМхБМ	30
	БКБ	БМ	БКБхБМ	30
Опытные	Л	Л	ЛхЛ	30
	И	И	ИхИ	30
	И	Л	ИхЛ	30
	Л	И	ЛхИ	30

Животные подбирались по принципу аналогов с учетом возраста, живой массы, находились в одинаковых условиях содержания и кормления согласно технологии, принятой в хозяйстве.

Объектом исследования являлись высокопродуктивные чистопородные животные: белорусской крупной белой (БКБ), белорусской мясной (БМ), а также завезенные в 2016 году из Дании племенные животные пород ландрас (Л) и йоркшир (И).

Репродуктивные качества свиноматок оценивали по следующим показателям: многоплодие (гол); масса гнезда при рождении (кг); молочность (кг); сохранность поросят к отъему (%); масса гнезда при отъеме в 30 дней (кг).

Все результаты исследований обработаны биометрически в пакете на персональном компьютере.

В условиях хозяйств были сформированы контрольные и опытные группы свиноматок, в качестве контрольных групп выступали животные белорусской крупной белой и белорусской мясной породы, в качестве опытных групп – чистопородные животные породы ландрас и йоркшир датской селекции при чистопородном разведении и реципрокном скрещивании, проведено их осеменение, получены опоросы, результаты которых представлены в табл. 2-4.

Изучение репродуктивных признаков импортных и отечественных свиноматок показало (табл. 2), что наиболее высокими воспроизводительными способностями отличались свиноматки сочетания (ИхЛ), у которых многоплодие составило – 11,5 гол., масса гнезда при рождении – 16,1 кг, молочность – 56,0 кг. По сравнению с лучшими показателями контрольной группы преимущество составило 0,8 гол. или 7,0 %,

0,8 кг или 5,0 % и 0,8 кг или 1,5 % соответственно. На основании полученных данных можно заключить, что скрещивание чистопородных свиноматок породы йоркшир с хряками породы ландрас положительно влияет на увеличение многоплодия – 11,5 голов, по сравнению с лучшим чистопородным вариантом ЛхЛ – 11,3 голов.

У маток других сочетаний (ИхИ), (ЛхЛ) и (ЛхИ) опытной группы аналогичные показатели репродуктивных качеств были несколько ниже, чем у (ИхЛ): по многоплодию – на 0,1-0,3 гол. (0,9-2,6 %); массе гнезда при рождении – 0,4-1,4 кг (2,5-8,7 %); молочности – 2,0-3,6 кг (0,35-0,6 %). По массе поросенка при рождении самый высокий показатель имели поросята контрольной группы генотипа (БМхБМ) – 1,5 кг, что на 0,1-0,2 кг или (6,6-13,3 %) выше, чем у животных других опытных групп.

Анализируя данные (табл. 3), следует отметить, что количество поросят при отъеме в 30 дней было выше у свиноматок (БКБхБМ) и составило 8,5 гол., что на 0,1-0,9 гол., или (1,2-10,6 %) выше по сравнению с животными других групп.

Лучшей комбинационной сочетаемостью по массе гнезда при отъеме в 30 дней и по массе 1 головы к отъему также отличались свиноматки контрольной группы сочетания (БКБхБМ), которые имели эти показатели, соответственно – 97,0 кг и 9,8 кг, что на 2,9-16,0 кг или (3,0-16,5 %) и 0,2-1,0 кг или (2,0-10,2 %) выше, чем у животных остальных групп. Самые худшие показатели по количеству поросят при отъеме отмечались у свиноматок сочетания (ЛхЛ) – 7,6 гол., уступая животным контрольной группы на 0,4-0,9 гол. или 4,7-10,6 %.

Одним из важных показателей репродуктивных качеств свиноматок является показатель сохранности поросят к отъему. В наших исследованиях у всех свиноматок из опытных групп этот показатель был на уровне 67,2-73,0 %. У свиноматок контрольных групп сохранность поросят к отъему находилась в пределах 77,4-88,8 %, или выше опытных групп на 10,2-15,8 %. Столь относительно невысокие показатели сохранности молодняка у импортных пород животных и их сочетаний можно объяснить процессами низкой адаптации этих животных к условиям технологии наших промышленных комплексов.

С целью совершенствования методов селекции большое практическое значение имеет изучение характера и типа взаимосвязи секционированных признаков у животных.

В наших экспериментах отмечена высокая положительная фенотипическая коррелятивная связь во всех группах между массой гнезда при отъеме и количеством поросят при отъеме (0,60-0,72), что позволяет подтвердить биологическую закономерность: чем больше у

Таблица 2. Репродуктивные качества свиноматок различных пород и сочетаний

Порода / Сочетание (♀+♂)	Многоплодие, голов	Масса поросенка при рождении, кг	Масса гнезда при рождении, кг	Молочность, кг
<i>контрольные группы</i>				
(БКБхБКБ)	10,6±0,8	1,3±0,2	13,9±1,6	52,0±4,8
(БМхБМ)	10,2±0,9	1,5±0,3	15,3±1,8	50,2±5,2
(БКБхБМ)	10,7±0,7	1,4±0,2	15,0±1,7	55,2±3,9
<i>опытные группы</i>				
(ИхИ)	11,2±0,9	1,4±0,3	15,7±1,8	54,0±5,4
(ЛхЛ)	11,3±1,2	1,3±0,4	14,7±1,8	52,4±6,2
(ИхЛ)	11,5±1,4	1,4±0,3	16,1±1,9	56,0±7,4
(ЛхИ)	11,4±1,4	1,3±0,4	14,8±1,8	54,0±4,8

Таблица 3. Количество поросят и масса гнезда при отъеме в 30 дней

Порода Сочетание (♀+♂)	При отъеме в 30 дней,			Сохранность, %
	количество гол.	масса гнезда, кг	масса 1 гол, кг	
<i>контрольные группы</i>				
(БКБхБКБ)	8,2±0,4	87,4±9,6	9,2±0,20	77,4
(БМхБМ)	8,0±0,5	81,0±12,4	8,8±0,19	81,0
(БКБхБМ)	8,5±0,6	97,0±10,8	9,8±0,17	88,8
<i>опытные группы</i>				
(ИхИ)	8,0±0,6	89,3±14,6	9,4±0,23	71,4
(ЛхЛ)	7,6±0,7	85,6±17,8	9,3±0,32	67,2
(ИхЛ)	8,4±0,8	94,1±15,4	9,6±0,19	73,0
(ЛхИ)	8,2±0,6	90,2±16,9	9,4±0,21	71,9

гнезде жизнеспособных поросят, тем выше масса гнезда при отъеме (табл. 4).

Также отмечена сравнительно высокая положительная взаимосвязь между молочностью и массой гнезда при отъеме (0,39-0,64), массой гнезда при отъеме и массой поросенка при отъеме (0,49-0,62), молочностью и массой поросенка при отъеме (0,32-0,44). Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что селекция на молочность приобретает особенно важное значение, и способствует увеличению числа поросят в гнездах при отъеме, обеспечивает их высокую живую массу.

Во всех группах установлены незначительные положительные величины взаимосвязи между многоплодием и молочностью (0,19-0,34), многоплодием и массой гнезда при отъеме (0,19-0,39).

Не удалось установить какой-либо взаимосвязи у свиноматок всех групп по корреляции следующих признаков: крупноплодность и молочность (0,16-0,25), крупноплодность и масса поросенка при отъеме (0,14-0,24), крупноплодность и масса гнезда при отъеме (0,15-0,22).

Взаимосвязь между многоплодием и массой поросенка при отъеме имела положительные показатели (0,14-0,30), а у свиноматок в сочетании (ЛхЛ) отрицательное значение -0,15.

В результате исследований установлено, что взаимосвязь между многоплодием и крупноплодностью во всех группах за исключением (БМхБМ) имела отрицательное значение (-0,29...-0,15), что в условиях опыта дает возможность оценивать свиноматку лишь по одному из этих признаков, тем самым упростив систему оценки.

Заключение

По результатам проведенных исследований установлено, что показатели многоплодия у чистопородных и помесных свиноматок импортной селекции находятся на более высоком уровне в сравнении с контрольными животными 10,2-10,7 против 11,2-11,5 голов.

Наиболее высокий уровень репродуктивных признаков получен у животных сочетания (ИхЛ): многоплодие – 11,5 гол., масса гнезда при рождении – 16,1 кг, молочность – 56,0 кг.

Установлены высокие и средние величины положительной фенотипической коррелятивной связи во всех группах между массой гнезда при отъеме и количеством поросят при отъеме (0,60-0,72), молочностью и массой гнезда при отъеме (0,39-0,64), массой гнезда при отъеме и массой поросенка при отъеме (0,49-0,62), молочностью и массой поросенка при отъеме (0,32-0,44).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шейко, И.П. Повышение конкурентоспособности белорусского животноводства / И.П. Шейко //

Таблица 4. Уровень взаимосвязи между репродуктивными признаками свиноматок

Коррелируемые признаки	Сочетание генотипов (♀+♂)						
	БКБхБКБ	БМхБМ	БКБхБМ	ИхИ	ЛхЛ	ИхЛ	ЛхИ
Многоплодие× Крупноплодность	-0,29	0,18	-0,27	-0,21	-0,24	-0,17	-0,15
Многоплодие× Молочность	0,34	0,22	0,30	0,22	0,17	0,28	0,19
Многоплодие× Масса поросенка при отъеме	0,28	0,24	0,30	0,17	-0,15	0,19	0,14
Многоплодие× Масса гнезда при отъеме	0,39	0,27	0,34	0,28	0,21	0,30	0,19
Крупноплодность× Молочность	0,23	0,21	0,25	0,19	0,15	0,20	0,16
Крупноплодность× Масса поросенка при отъеме	0,24	0,19	0,22	0,21	0,18	0,19	0,14
Крупноплодность× Масса гнезда при отъеме	0,21	0,17	0,22	0,19	0,15	0,18	0,15
Молочность× Масса поросенка при отъеме	0,44	0,38	0,42	0,38	0,32	0,42	0,40
Молочность× Масса гнезда при отъеме	0,64	0,56	0,60	0,58	0,43	0,52	0,39
Масса гнезда при отъеме× Масса поросенка при отъеме	0,62	0,60	0,58	0,55	0,49	0,56	0,54
Масса гнезда при отъеме× Количество поросят при отъеме	0,72	0,68	0,69	0,70	0,60	0,72	0,66

Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. Аграрных навук. – 2013. – № 2. – С. 84-89.

2. Разработка новых методов работы при осуществлении направленной селекции по улучшению репродуктивных качеств свиней / И.П. Шейко [и др.] // Сучасні праблемы развядзення і селекцыі сельскагаспадарскіх тварін: мат. практычнай канферэнцыі, прысвечанай 20-річчю стварэння кафедры развядзення, генетыкі тварін та біатэхналогіі ЖНАЕУ і 75-річчю з дня народжэння доктара с.-г. навук, прафесара Плехатого Миколи Сергійовича, 22-23 травня 2013 року. – Житомир: Полісся, 2013. – С. 10-12.

3. Методика получения конкурентоспособного белорусского гибрида с содержанием мяса в туше 63-65 % / И.П. Шейко [и др.] // Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 153-161.

4. Попков, Н.А. О вопросе целесообразности завоза мясных генотипов свиней в Республику Беларусь / Н.А. Попков, И.П. Шейко // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Мн., 2011. – Т. 46, ч. 1. – С. 3-7.

5. Шейко, И.П. Белорусское свиноводство должно быть конкурентоспособным / И.П. Шейко // Наше сельское хозяйство. Ветеринария и животноводство. – 2013. – № 10. – С. 60-66.

6. Шейко, И.П. Повышение воспроизводительных качеств свиноматок породы ландрас в условиях

племфермы промышленного типа / И.П. Шейко [и др.] // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2017. – № 3. – С. 70-78.

7. Шейко, Р.И. Интенсификация производства свинины на промышленной основе / Р.И. Шейко. – Мн.: Технопринт, 2004. – 120 с.

8. Шейко, И.П. Эффективность использования гибридных хряков на чистопородных и помесных матках / И.П. Шейко, Л.В. Никифоров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: матер. VI науч.-практ. конф. – Горки, 2003. – С. 334-336.

9. Барановский, Д.И. Мировой генофонд свиней в чистопородном разведении, скрещивании и гибридизации / Д.И. Барановский, В. Герасимов, Е. Пронь // Свиноводство. – 2008. – №1. С.2-5.

10. Рудишин, О.Ю. Использование свиней породы ландрас при гибридизации / О.Ю. Рудишин, С.В. Бурцева, И.Д. Семенова // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: матер. III-й Междунар. науч.-практ. конф. – Горно-Алтайск, 2011. – С. 72-74.

11. Лобан, Н.А. Эффективность селекции материнских пород свиней / Н.А. Лобан // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: матер. науч.-практ. конф., 29-30 мая 2014 г. – Горки, 2014. – С. 144-153.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 17.12.2018

УДК 631.531.011.3:53

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СЕМЯН ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Ю.К. Городецкый,

аспірант РУП «НПЦ НАН Беларусі па прадовольствію»

В.В. Литвяк,

гл. науч. сотр. РУП «НПЦ НАН Беларусі па прадовольствію», докт. техн. наук, доцент

Приведены обзор существующих средств получения фракций мелких семян и результаты исследований влияния технологических параметров диэлектрического сепаратора на качество разделения семян пряно-ароматических культур.

Ключевые слова: мелкосемянные культуры, диэлектрический сепаратор, повышение качества пищевых продуктов.

A review of the existing means of obtaining fractions of small seeds is given; the results of studies of the influence of technological parameters of a dielectric separator on the quality of the separation of seeds of aromatic cultures are presented.

Keywords: small-seed cultures, dielectric separator, food quality improvement.

Введение

Увеличение ассортимента, количества и качества пищевой продукции является важной задачей в достижении продовольственной независимости Республики Беларусь. С другой стороны, эта задача решается

созданием высокоэффективного технологического оборудования отрасли. Научными исследованиями доказана уникальная и жизненно важная роль пряно-ароматических и зеленных растений в поддержании тонуса организма человека и снижении риска поражения его патогенами. Многие растения используют

ся как лечебные средства в традиционной медицине и внесены в Фармакопею. Семейство Зонтичных (*Asteraceae*) – это наиболее крупное и наиболее важное в хозяйственном отношении семейство растений, включающее около 300 родов и 3000 видов, распространенных повсеместно. Ценность семян зеленных растений, таких как укроп (*Anethum graveolens*), кориандр посевной (*Coriandrum sativum*), тмин огородный (*Carum*), заключается в том, что они являются «быстрым» источником биологически активных соединений, воздействующих на процессы жизнедеятельности человека, в том числе на защитные силы организма. Введение семян таких (зеленных и пряно-вкусовых) растений с повышенным содержанием витаминов и антиоксидантов в существующие пищевые продукты расширит ассортимент полноценной экологически чистой продукции.

Целью работы является повышение качества и очистки семян пряно-ароматических культур.

Основная часть

Отечественные технологии получения семян пряно-ароматических растений используют высокопроизводительные механические сита. Качество получаемого продукта (семян) отвечает отечественным стандартам для посевных фракций, допускающих определенный процент примесей (сорных и даже вредных), но они не всегда соответствуют требованиям, предъявляемым к пищевым ингредиентам. Диэлектрические сепарирующие устройства (ДСУ) позволяют получать фракции гарантированного и заданного состава, используя электрические поля. Последние не изменяют химического состава и нативных свойств семян, лишь разделяют исходный продукт на однородные фракции. Таким образом, использование ДСУ в пищевой промышленности является перспективным, новым направлением, которое даст возможность получать экспортно ориентированные продукты. Изучение процессов, сопутствующих диэлектрической технологии, принесет новые научные знания.

Все партии свежесобранного зерна в обязательном порядке подлежат очистке, т.к. свежесобранный зерновой ворох содержит не только зерна основной культуры, но и некоторое количество сорной и зерновой примесей, которые ухудшают качество зерна, отрицательно влияют на его сохранность. Согласно стандарту, к зерновой примеси относятся битые, щуплые, давленные, проросшие, поврежденные, незрелые и поеденные вредителями зерна. К сорной примеси относятся – минеральная примесь (песок, комочки земли, галька, шлак и др.) и органическая примесь (частицы стеблей, листьев, ости, стержни колосьев, солома), остатки вредителей, семена дикорастущих растений (сорняков). Специально выделяется еще вредная примесь, которая представляет собой опасность для здоровья человека и животных (склеротии спорыньи, семена горчицы, плевела и других ядовитых растений), а также фузариозное и испорченное зерно, от коричневого до черного цвета. Содержание примесей в зерновой массе строго нор-

мируется стандартом, но если оно превышает ограниченную норму, зерно нельзя использовать по целевому назначению. В случае партии зерна с примесью по стандартной норме, ее следует очищать. Это способствует существенному снижению физиологической активности зерновой массы, так как именно примеси содержат повышенное количество микроорганизмов и имеют влажность выше, чем зерно основной культуры. Таким образом, под очисткой следует понимать технологическую операцию по удалению из зерновой массы примесей. В результате очистки повышается не только качество и сохранность зерна, но и более высокая его пригодность использования на пищевые и иные цели. Вся сложная цепочка технологических операций очистки зерна и семян по своему целевому назначению и применяемым техническим средствам подразделяется на следующие основные этапы: предварительная очистка свежесобранного зернового вороха, первичная очистка, вторичная очистка и сортирование.

В каждом конкретном случае при подборе машин для очистки определенных семян на всех стадиях очистки руководствуются организационно-технологическими нормативами возделывания [1]. Для очистки семян пряно-ароматических культур применяют непревзойденную немецкую машину Petkus K 531, ведь до сих пор российская промышленность не выпускает специальных технологических линий для их очистки. Выпускавшиеся комплекты машин и оборудования линий для обработки мелких семян трав КОС-0,5, КОС-0,5М и КОС-2 во-первых, оснащаются зерноочистительными машинами производства Германии, во-вторых, недостаточно эффективно работают при обработке этих семян. Поэтому в хозяйствах используется разрозненное оборудование отечественного производства и импортирующееся оборудование из Германии. Известна работа по исследованию очистки семян мелкосеменных культур на наклонных колеблющихся плоскостях с экранами-отражателями, но параметры рассчитаны только для семян льна и моркови [2]. Очистка семян мелкосемянных культур имеет ряд особенностей, которые значительно затрудняют доведение этих материалов до стандартных кондиций на серийных воздушно-решетно-триерных машинах и влечут за собой значительные потери семян основной культуры в отходы [2-5]. Например, при очистке семян многолетних трав на овсюгоотборниках теряется от 30 до 50 % их валового сбора [6]. Исследования по очистке мелких семян также сосредотачивались на пневмовибростолах. Поиски производителей из развитых западных стран выявили польских держателей патентов просеивающей аппаратуры, но для хлебопекарной промышленности (Институт Садкевича К., г. Быдгощ) [5]), широко используется продукция концерна China Drying Equipment. Существуют просеивающие аналитические машины HAVER EML 200 PURE, Premium и Remote, которые имеют новый ненавязчивый и очень элегантный дизайн корпуса, привод электромагнитный при генерации трехмерных просеивающих дви-

жений, диаметр аналитических сит – от 50 до 203 мм с быстросажимной системой крепления сит «TwinNut», но только для лабораторных исследований. Семена многих сорных растений отличаются от основной культуры по фрикционным свойствам (различия в углах трения) – тогда для них используются полотняные горки, но они имеют малую производительность и очень сложные и тонкие настройки (для семян свеклы). Используются также электромагнитные семяочистительные машины для разделения смесей гладких и шероховатых семян.

При электрических способах сепарации семенных смесей используют различие свойств электропроводности, диэлектрической проницаемости, поляризуемости, способности воспринимать и отдавать заряд. Следует отметить, что электрические свойства обрабатываемого семенного материала находятся в тесной взаимосвязи с их другими физическими и биологическими свойствами.

Метод диэлектрического разделения показал высокую эффективность при получении однородных фракций семян лекарственных, пряно-ароматических и красиво цветущих коллекционных растений, имеющих мелкие семена (менее 3,0 мм). Диэлектрические сепараторы обладают научной и практической оригинальностью, реализуют конкурентоспособные технологии. Они разделяют сухие сыпучие смеси с учетом электрических свойств частиц на фракции гарантированного качества и нужных свойств [6-9] (рис. 1). В результате электросепарации в первой фракции получают высококачественные чистые семена, что является большим технологическим преимуществом.

Несмотря на относительно мелкие размеры семян,



Рис. 1. Диэлектрическое сепарирующее устройство

они не являются абсолютно чистым и однородным материалом (зародыш, эндосперм и др., т.е. наличие биохимическая неоднородность) и рассматриваются как неоднородный диэлектрик. Никакого отрицательного воздействия на семена после электрофизического воздействия не происходит [6]. Кроме этого, наблюдается улучшение фитосанитарного состояния семян после диэлектрического сепарирования [7-10].

Соотношением сил в ДСУ можно управлять, что позволяет изменять режимы их работы и устанавливать наиболее оптимальные для получения фракций семян заданного качества. Недостаток бифилярной обмотки, заключающийся в просыпании мелких частиц в межэлектродный зазор и забивании эффективной рабочей зоны, мы успешно устранили натяжением пленочного покрытия. Это тонкие полиэтиленовые пленки, изготавливаемые по ГОСТ 10354-82, получаемые методом экструзии из полиэтилена высокого давления низкой плотности и композиций на его основе, с красителями, стабилизаторами, антистатическими и модифицирующими добавками [11]. Замеры толщины выполняли микрометром листовым с циферблатом для измерения толщины листов и лент (ГОСТ 6507-90).

Заключение

В результате проведенных исследований была установлена оптимальная толщина пленочного покрытия рабочего органа для семян укропа, тмина и кориандра – это диапазон 0,04...0,06 мм. Использовалось ранее установленное для каждой культуры напряжение на рабочем органе – 1,0-1,5 кВ, т.к. оперировать напряженностью электрического или магнитного поля затруднительно в связи с тем, что здесь «работает» большое количество точечных поляризованных частиц (семена), а бифилярная обмотка представляет собой тело сложной формы с наличием нескольких слоев изоляции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 288 с.
2. Андреев, В.В. Совершенствование технологического процесса очистки семян мелкосеменных культур: диссерт.... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.В. Андреев. – Курск, 2006. – 156 с.
3. Заика, П.М. Вибрационные зерноочистительные машины / П.М. Заика. – М.: Машиностроение, 1967. – 144 с.
4. Заика, П.М. Динамика вибрационных зерноочистительных машин / П.М. Заика. – М.: Машиностроение, 1977. – 277 с.
5. Садкевич, К. Польская аппаратура для исследования зерна, муки и хлебобулочных изделий / К. Садкевич, Ю. Садкевич, Я. Садкевич. – Bydgoszcz: Wydawnictwo Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, 2005. – 156 с.
6. Корко, В.С. Электрофизические методы стимуляции растительных объектов: монография / В.С. Корко, Е.А. Городецкая. – Минск: БГАТУ, 2013. – 229 с.
7. Электротехнология: учебн. пос. для вузов / В.А. Карасенко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 304 с.

8. Шмигель, В.В. Зерновой слой в электростатическом поле / В.В. Шмигель, А.М. Ниязов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1998. – № 6. – С. 13-14.

9. Тарушкин, В.И. Машины для отбора биологически ценных семян / В.И. Тарушкин // Техника в сельском хозяйстве. – 1994. – № 6. – С. 18-19.

10. Современные проблемы освоения новой техники, технологии, организации технического сервиса в АПК: материалы Междунар. науч.-практич. конф.,

Минск 7–8 июня 2018 г./ БГАТУ; под ред. И.Н. Шило [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2018. – 405 с.

11. Диэлектрический сепаратор для получения чистой фракции семян пряно-ароматических растений: пат. 22195 Респ. Беларусь, МПКВ03С7/02, А01С1/00 / Е.А. Городецкая, Ю.К. Городецкий, Е.Т. Титова, В.П. Степанцов; заяв. Белор. гос. аграрн.-технич. ун-т. – №а200170003; заявл. 04.01.17; опубл. 30.10.18 // Афіцыйны бюл. – 2018. – №5. – С. 58-59.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 08.01.2019

Опрыскиватели штанговые полевые «ОШ-2300-18» и «ОШ-2500-24» с независимой навеской и системой стабилизации штанги

Предназначены для внесения рабочих растворов пестицидов и жидких удобрений, снижения амплитуды колебаний штанги и повышения надежности ее несущей конструкции.

Штанга установлена на подвижной рамке, закрепленной на штоке гидроцилиндра, нижний конец которого крепится на пластине, соединенной с остовом опрыскивателя при помощи двух пружин. Рамка может свободно перемещаться в направляющих остова опрыскивателя. Гашение колебаний штанги в вертикальной плоскости обеспечивается пружинами и амортизаторами.



Основные технические данные

Марка машины	ОШ-2300-18, ОШ-2500-24
Рабочая ширина захвата, м	18, 24
Система навески штанги на остов опрыскивателя	Независимая
Амплитуда колебаний краев штанги, м	до 0,1
Рабочая скорость движения, км/ч	9-12
Качество выполнения технологического процесса:	
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не более	15
- снижение неравномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не менее	5
Дорожный просвет, мм	350

АЭРОИОННАЯ АКТИВАЦИЯ НЕКОТОРЫХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

М.В. Янко,

аспирант каф. электротехнологии БГАТУ

Е.М. Заяц,

профессор каф. электротехнологии БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

В статье описывается механизм влияния аэроионов на микробную клетку.

Ключевые слова: диффузия питательных веществ, аэроионы, микробная клетка.

The article describes the mechanism of influence of air ions on the microbial cell.

Keywords: diffusion of nutrients, air ions, microbial cell.

Введение

В настоящее время, в связи с постоянным ростом объемов микробиологических производств, особенно актуальна проблема управления продуктивностью микроорганизмов [1]. На данный момент хорошо изучены физические, химические, оптические методы стимулирования роста микроорганизмов, и их использование ограничено для дальнейшего применения с целью повышения производительности [2, 3]. В достаточной мере изучено влияние электрического поля и поля коронного разряда на микроорганизмы [4, 5]. Несмотря на это, предприятия, выращивающие микробиологические организмы, нуждаются в новых, более экономически целесообразных и практически обоснованных способах активации роста и развития микроорганизмов.

Рост аэробных микроорганизмов, например хлебопекарных дрожжей, связан с продуванием воздуха через питательную среду. Аэрация питательной среды ионизированным воздухом может быть одним из способов повышения продуктивности микроорганизмов.

Цель работы – изучить возможный механизм влияния ионизированных молекул газов воздуха на микробную клетку.

Основная часть

Скорость роста аэробных микроорганизмов зависит от концентрации растворенного кислорода в водном растворе питательной среды, ее состава и температуры, наличия примесей и, в конечном счете, от скорости диффузии ионов питательных веществ через поры мембраны дрожжевой или другой клетки [6, 7, 8]:

$$D_{\phi} = D_0 \cdot e^{\left(\frac{-\delta F \phi_n}{RT}\right)}, \quad (1)$$

где $D_{\phi}D_0$ – коэффициент диффузии питательного вещества через мембрану клетки и в среде, м²/с;

δ – эмпирический коэффициент;

ϕ_n – потенциал на входе в пору мембраны клетки, В;

F – число Фарадея, Кл/моль;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

T – температура, К.

Диффузия вещества зависит от потенциала на входе в пору мембраны клетки ϕ_n :

$$\phi_n = \frac{\rho_n \cdot R_{\mu}}{2\epsilon_c} \ln \left(\frac{h + \sqrt{R_{\mu}^2 + h^2}}{R_{\mu}} \right), \quad (2)$$

где ρ_n – суммарная плотность поверхностного заряда клетки, Кл/м²;

R_{μ} – радиус поры мембраны клетки, м;

h – толщина стенки мембранной клетки, м;

ϵ_c – диэлектрическая проницаемость среды, Ф/м.

Суммарная плотность поверхностного заряда клетки определяется концентрацией ионов в питательной среде и их зарядом:

$$\rho_n = \frac{\rho_b C^2 + K_a (\rho_b - \rho_a) C - \frac{K_w K_a}{K_b} \rho_a}{C^2 + \left(\frac{K_w}{K_b} + K_a\right) C + \frac{K_w K_a}{K_b}}, \quad (3)$$

где ρ_a , ρ_b – плотность поверхностного заряда кислотных и основных групп соответственно, Кл/м²;

C – концентрация ионов в питательной среде, моль/м³;

K_a, K_b, K_w – константы диссоциации кислотной, основной групп и воды, соответственно.

Концентрацию ионов в питательной среде можно изменить химическими добавками, электролизом ее или ионизированными молекулами газов, входящих в состав воздуха, заряженными положительно или отрицательно, по необходимости.

В последнем случае концентрация анионов или катионов, вносимая в питательную среду:

$$dC_{k_i(a_j)}^{A(K)} = \frac{1}{F} \int_0^{Q_{\tau}^{A(K)}} n_{k_i(a_j)}(\tau) dQ_{\tau}^{A(K)}, \quad (4)$$

где $n_{k_i(a_j)}(\tau)$ – число переноса i -го катиона (j -го аниона) в момент времени $d\tau$;

$dQ_{\tau}^{A(K)}$ – количество электричества, вносимого в среду ионами воздуха, Кл/м³.

Числа переноса катионов и анионов:

$$n_{k_i}(\tau) = \frac{C_{k_i}^A(\tau)\lambda_{k_i}}{\sum_{k_i=1}^a C_{k_i}^A(\tau)\lambda_{k_i} + \sum_{a_j=1}^b C_{a_j}^K(\tau)\lambda_{a_j}}, \quad (5)$$

$$n_{a_j}(\tau) = \frac{C_{a_j}^K(\tau)\lambda_{a_j}}{\sum_{a_j=1}^b C_{a_j}^K(\tau)\lambda_{a_j} + \sum_{k_i=1}^a C_{k_i}^A(\tau)\lambda_{k_i}}, \quad (6)$$

где $\lambda_{k_i}, \lambda_{a_j}$ – подвижность i -го катиона и j -го аниона, м²/(с·В).

Максимальная диффузия питательных веществ в клетку достигается при заряде на ее поверхности, равном нулю. Этому условию соответствует некоторая оптимальная концентрация ионов в питательной среде и количество электричества.

Оптимальное количество электричества из выражения (4), вносимое ионами воздуха, например кислорода O_2^- , Кл/м³:

$$Q_{\tau}^{A(K)} = \frac{dC_{k_i(a_j)}^{A(K)} F \tau}{\int_0^{\tau} n_{k_i(a_j)} d(\tau)}. \quad (7)$$

Заключение

Таким образом, внесение в питательную среду ионизированных молекул газов воздуха и, в первую очередь кислорода, изменяет диффузию ионов через поры микробной клетки и может влиять на раз-

витие микроорганизмов, выращиваемых в этой среде. Похожего эффекта можно достичь непосредственным пропусканием электрического тока через питательную среду с помощью мембранного электролизера [6], но в этом случае в процессе электролиза происходит засорение среды ионами металлов, получаемых с электродов. При продувании среды ионизированным воздухом можно изменить концентрацию ионов в питательной среде без засорения последней.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ребезов, М.Б. Анализ технологических моделей производства дрожжей / М.Б. Ребезов, Г.В. Карпова, Р.Р. Зайнутдинов // Вестник ЮУрГУ: Серия Пищевые и биотехнологии. – Челябинск, 2014. – С. 50-57.
2. Нетрусов, А.И. Микробиология. Теория и практика: учеб. для бакалавриата и магистратуры: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественнонаучным направлениям: в 2-х ч. / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. – Москва: Юрайт, 2017. – Ч. 2. – 331 с.
3. Белясова, Н.А. Микробиология: учеб. для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Биотехнология», «Биоэкология» / Н.А. Белясова. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 442 с.
4. Стимуляция роста дрожжей *S. cerevisiae* в импульсных электрических полях / В.М. Бородина [и др.] // Биологические мембраны. – 1992. – № 9. – С. – 970-976.
5. Значение аэроионов при обработке дрожжей в поле коронного разряда / Е.Л. Балан [и др.] // Хлебопечарная и кондитерская промышленность. – 1978. – № 6. – С. 40-41.
6. Заяц, Е.М. Основы механизма электролитической регуляции биологической активности микрофлоры / Е.М. Заяц, Э.И. Коломиец, А.Е. Заяц // Аграрная энергетика в XXI столетии: матер. III Междунар. науч.-технич. конф. Института энергетике АПК НАН Беларуси. – Минск, 2005. – С. 318-321.
7. Корыта, И. Электрохимия / И. Корыта, И. Дворжак, В. Богачкова. / пер. с чешского А.Б. Эршлера; под ред. В.С. Багоцкого. – М.: Мир, 1977. – 237 с.
8. Рогов, В.М. Электрохимическая технология изменения свойств воды / В.М. Рогов, В.Л. Филипчук. – Львов: Выща школа, 1989. – 128 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 02.10.2018

УДК:621.431

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

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

В статье представлена методика определения калибровочных значений частоты вращения и углового ускорения коленчатого вала отечественного дизельного двигателя для измерения его эффективной мощности динамическим методом с помощью индикатора мощности ИМД-ЦМ. В качестве исходных данных использована внешняя скоростная характеристика.

Ключевые слова: двигатель, частота вращения, угловое ускорение, эффективный момент, эффективная мощность, калибровочное значение, регуляторная характеристика.

The article presents a method for determining the calibration values of the rotational speed and angular acceleration of the crankshaft of a domestic diesel engine to measure its effective power by a dynamic method using the power indicator IMD-TsM. The external velocity characteristic was used as the initial data.

Keywords: engine, rotational speed, angular acceleration, effective torque, effective power, calibration value, regulatory characteristic.

Введение

Мощность двигателя в процессе его использования постепенно снижается. Уменьшение мощности происходит из-за износа цилиндро-поршневой группы, механизма газораспределения, узлов топливо-воздухоподдачи и т.п., т.е. фактическая величина мощности является комплексным диагностическим параметром, характеризующим техническое состояние, как двигателя в целом, так и отдельных его узлов и механизмов. Поэтому периодический контроль мощности путем ее измерения в производственных условиях позволяет своевременно определять и устранять технические неисправности, и поддерживать двигатель в работоспособном состоянии.

В настоящее время существуют тормозные и безтормозные методы измерения мощности. Использование тормозного метода основано на торможении двигателя на специальном стенде электрического, механического или гидравлического типа на различных режимах его работы. Однако использование таких тормозных стендов в условиях сельскохозяйственного предприятия по ряду объективных причин затруднено.

Для условий сельхозпроизводителя перспективными являются безтормозные методы определения мощности: метод профессора Н.С. Ждановского, а также парциальный и динамический [1].

Первые два из указанных методов применимы для разных дизельных и бензиновых двигателей с

мощностью до 100 л.с. (73,6 кВт). Они являются простыми, однако имеют сравнительно низкую точность. Поэтому предпочтительным является динамический метод определения мощности двигателя.

Основная часть

Динамический метод основан на определении мощностных показателей дизелей по параметрам переходных процессов, в частности по изменению частоты вращения коленчатого вала при полном или частичном разгоне (или выбеге).

Разгон рекомендуется применять для определения эффективной мощности, а полный и частичный выбег – для определения полной индикаторной мощности дизеля, мощности каждого цилиндра в отдельности и механического КПД.

Этот метод основан на анализе переходных процессов, возникающих в дизеле при резком увеличении или выключении подачи топлива.

Уравнение движения при неустановившемся режиме работы двигателя имеет вид:

$$I_d \frac{d\omega}{dt} = M_i - M_c = M_e, \quad (1)$$

где I_d – приведенный к оси вращения коленчатого вала двигателя момент инерции, кг·м²;

ω – угловая скорость коленчатого вала, рад/с;

M_i – индикаторный момент двигателя, Н·м;

M_c – момент сопротивления двигателя, Н·м;

$$\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon - \text{угловое ускорение двигателя, с}^{-2};$$

M_e – эффективный крутящий момент двигателя, Н·м.

Указанный метод положен в основу работы цифрового измерителя мощности двигателя ИМД-Ц и его модификаций. Устройство (рис. 1) состоит из первичного преобразователя, преобразователя измеряемых величин в напряжение,

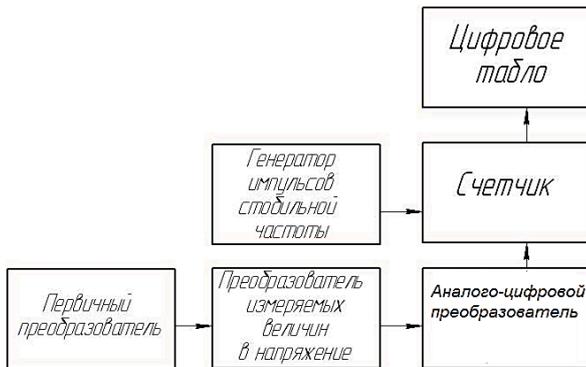


Рис. 1. Структурная схема блока измерения мощности прибора ИМД-ЦМ

аналого-цифрового преобразователя, генератора импульсов стабильной частоты, счетчика и цифрового табло. Первичный преобразователь устанавливается в отверстие картера двигателя над зубьями венца маховика. При отсутствии такого отверстия оно всегда может быть высверлено.

В конструктивном исполнении устройство достаточно универсально и пригодно для измерения частоты вращения и ускорения выбега двигателей большинства тракторов, применяемых в сельском хозяйстве.

Эти тракторы, по основным параметрам, определяющим процесс измерения (например, число зубьев на венце маховика, частота вращения, соответствующая номинальной мощности, приведенный момент инерции и т.п.), не унифицированы и поэтому вводятся калибровочные коэффициенты.

Перед использованием прибора его калибруют по

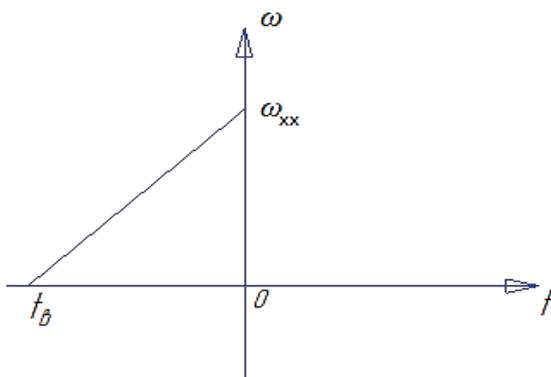


Рис. 2. Зависимость угловой скорости ω от времени t

частоте вращения n и по угловому ускорению ε [2]. Калибровка заключается в установке на шкалах прибора, так называемых, калибровочных значений ω и ε .

Калибровочное значение устройства по частоте вращения коленчатого вала для двигателей устаревших и новых марок [2] определяют по формуле:

$$n = \frac{187500}{z}, \quad (2)$$

где z – число зубьев на венце маховика двигателя конкретной марки.

Калибровочное значение устройства по ускорению для двигателей всех марок одинаково [2] и равно $327,2 \text{ с}^{-2}$.

В руководстве по устройству [2, 3] калибровочные значения других параметров приведены только для двигателей старых марок, полученные экспериментальным путем. Поэтому для современных двигателей эти значения можно определить по формуле (1), используя данные внешней (скоростной) характеристики двигателя.

В качестве калибровочных коэффициентов частоты вращения коленчатого вала в области номинальной частоты вращения и в области максимального крутящего момента эталонного (нового) двигателя конкретной марки в первом приближении можно принять значения номинальной частоты вращения n_n и частоты вращения $n_{Me \max}$ из регуляторной (внешней) характеристики двигателя, которая может быть найдена в руководстве по эксплуатации трактора или в доступной интернет-сети.

В настоящее время заводы-изготовители, как правило, в технической характеристике указывают номинальную мощность двигателя N_{en} , номинальный M_{en} и максимальный момент $M_{c \max}$ и соответствующие им частоты вращения номинальная n_n и $n_{Me \max}$. Приводится также и частота вращения холостого хода при максимальном моменте n_{xx} при максимальной подаче топлива.

Приведенный к оси вращения коленчатого вала двигателя момент инерции I_d и момент сопротивления (прокрутки) M_c можно определить экспериментальным путем из следующих соображений: зная, что

$$I_d \cdot \varepsilon_n = M_c \quad (3)$$

с помощью динамометрического ключа можно определить M_c прокручиванием коленчатого вала неработающего двигателя. Далее экспериментально определяем время выбега (замедления) t_0 неработающего двигателя от максимальной частоты вращения n_{xx} (угловой скорости ω_{xx}) коленчатого вала до полной его остановки. На рис. 2 представлена зависимость угловой скорости ω вращения коленчатого вала до его полной остановки от времени t .

Уравнение равнозамедленного движения коленчатого вала можно представить как

$$\omega = \frac{\omega_{xx}}{t_0} t + \omega_{xx} \quad (4)$$

Зная, что

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}, \quad (5)$$

Находим, что ускорение выбега

$$\varepsilon_6 = \frac{\omega_{xx}}{t_6} \text{ или}$$

$$\varepsilon_6 = \frac{\pi n_{xx}}{30t_6}, \text{ с}^{-2}$$

Устройство ИМД-ЦМ имеется на рынке Республики Беларусь. Оно также входит в комплект КИ-28092.01 средств диагностирования и регулировки дизелей тракторов и самоходных машин [4]. Для его использования при измерении мощности двигателя конкретной марки необходимо представить графически по данным завода-изготовителя зависимость (рис. 3) эффективной мощности N_e этого двигателя от частоты вращения n по внешней характеристике двигателя.

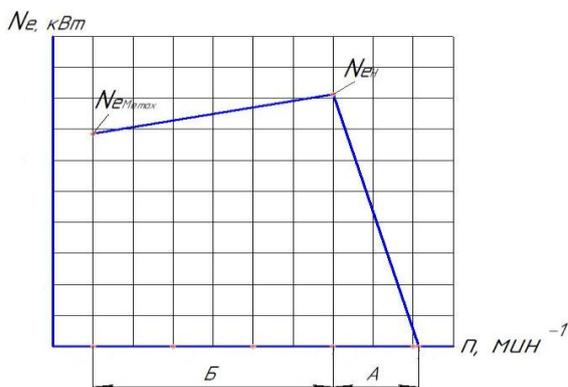


Рис. 3. Зависимость эффективной мощности двигателя N_e от частоты вращения n по внешней скоростной характеристике двигателя: А – регуляторная зона; Б – зона перегрузки

В картере маховика напротив зубчатого венца необходимо высверлить отверстие и нарезать резьбу М16х1,5 для установки первичного преобразователя частоты вращения прибора. Через указанное отверстие, медленно проворачивая коленвал двигателя, определить число Z зубьев венца.

По зависимостям (2) и (3) определить калибровочное значение устройства по частоте вращения n коленчатого вала двигателя, момент инерции I_d и угловое ускорение ε_6 выбега.

Из регуляторной характеристики двигателя выписываем значения номинальной частоты вращения n_n , частоты вращения n_{Mmax} при максимальном эффективном моменте M_{eMax} и максимальные обороты n_{xx} холостого хода.

По зависимостям

$$\varepsilon_{Mmax} = \frac{M_{eMax}}{I_d}, \quad (6)$$

$$\varepsilon_n = \frac{M_{en}}{I_d}. \quad (7)$$

определяем эталонные значения угловых ускорений ε_n в области номинальной частоты вращения n_n и в области максимального крутящего момента M_{eMax} .

Следует отметить, что при частоте вращения n_{xx} холостого хода эффективная мощность N_{exx} холостого хода равна нулю, так как в этой точке имеет равномерное вращение коленчатого вала и следовательно $\varepsilon_{xx}=0$. Известно также, что зависимость эффективной мощности N_e дизельного двигателя от частоты вращения n имеет линейный характер в регуляторной А и зоне перегрузки Б (рис. 3).

По известным калибровочным значениям углового ускорения ε_n , ε_{Mmax} и $\varepsilon_{xx} = 0$ строится зависимость (рис. 4) эффективной мощности N_e двигателя от углового ускорения ε . Далее по методике [1, 2, 3] калибруют устройство ИМД-ЦМ и измеряют ускорение разгона $\varepsilon_{изм}$ и по зависимости (рис. 4) по его величине определяют фактическое N_{ef} значение эффективной мощности двигателя.

Можно предположить, что использование расчетных значений калибровочных параметров при использовании устройства ИМД-ЦМ приведет к сниже-

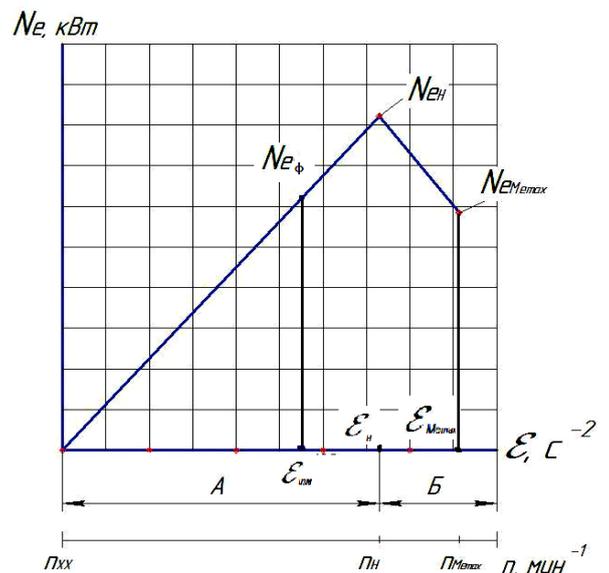


Рис. 4. Зависимость эффективной мощности N_e двигателя от углового ускорения ε

нию точности измерений. Разработчики прибора рекомендуют их определять экспериментальным путем на тормозных стендах [2]. Однако в настоящее время нет основания подвергать сомнению заводскую паспортную характеристику двигателя. Более того, исследованиями установлено [5], что в тракторах механизаторы органолептически замечают падение мощности, если оно превышает 25 % номинального значения. Для современного энергонасыщенного трактора, например, «БЕЛАРУС-4522С», это составит более 85 кВт [6]. Поэтому в данном случае любое ориентировочное фактическое значение для оценки состояния двигателя в условиях сельскохозяйственного предприятия является актуальным.

Заклучение

1. В условиях сельскохозяйственного предприятия для измерения мощности дизельных двигателей отечественного производства может быть использован динамический метод с помощью индикатора мощности ИМД-ЦМ, при этом калибровочные значения частоты вращения и углового ускорения коленчатого вала двигателя определяются расчетным путем.

2. Исходными данными для расчетов являются значения эффективного момента, эффективной мощности и частоты вращения коленчатого вала согласно внешней (скоростной) характеристике завода-изготовителя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диагностирование тракторов / В.И. Присс [и др]; под редакцией В.И. Присс. – Мн.: Ураджай, 1993. – 240 с.

2. Устройство измерительное ИМД-Ц: инструкция по техническому диагностированию. – М., 1984.

3. Устройство измерительное ИМД-Ц: методические указания по поверке 2781.801-МУ.

4. Диагностика и техническое обслуживание машин: учеб. пособие / А.В. Новиков [и др]; под ред. А.В. Новикова. – 2-е изд., пер. и доп. – Минск: БГАТУ, 2011. – 344 с.

5. Казакевич, П.П. Обновление парка обкаточных устройств и их импортозамещение / П.П. Казакевич, В.Я. Тимошенко // Агропанорама. – 2010. – С. 45-48.

6. Новиков, А.В. Эксплуатационная оценка широкозахватного пахотного агрегата на базе трактора «БЕЛАРУС 4522С» / А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко, Ф.И. Назаров, Н.Д. Лепешкин // Агропанорама. – 2017. – № 2. – С. 2-8.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.11.2018

УДК 637.1

ЭТАПЫ ТЕХНОЛОГИИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК

Л.В. Сафроненко,

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

Е.В. Сафроненко,

директор ОАО «Бона Фуд»

Изложены научные и практические аспекты создания бактериальных заквасок для производства широкого ассортимента ферментированных молочных продуктов. Приведены данные по микробиологическому составу Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов, дано краткое описание используемых штаммов и описаны способы применения заквасок.

Ключевые слова: молочнокислые микроорганизмы, коллекция культур, этапы технологии, использование бактериальных заквасок.

The scientific and practical aspects to create bacterial starters for the production of a wide range of fermented dairy products are outlined. The data on microbiological composition of the Republican collection of industrial strains of starter cultures and their bacteriophages are given, a brief description of the strains used and methods of application of starters are given.

Keywords: lactic acid microorganisms, collection of cultures, stages of technology, use of bacterial starters.

Введение

Выпуск молочных продуктов принадлежит к числу тех производств, в которых микробиологические процессы играют роль одного из важнейших факторов. Показатели безопасности и качества молочных продуктов во всем мире в большей мере нормируются именно по микробиологическим критериям, а органолептические характеристики ферментированных молочных продуктов, консистенция, реологические и диетические свойства во многом зависят от состава микрофлоры заквасок. В настоящее время бактериальные закваски, а также пробиотические микроорганизмы, относятся к функционально необходимым компонентам, используемым при производстве продуктов переработки молока. Под закваской

понимаются специально подобранные непатогенные, нетоксигенные микроорганизмы и (или) ассоциации микроорганизмов, преимущественно молочнокислых. Разработка технологий высококонцентрированных заквасок прямого внесения для производства кисломолочных продуктов представляет собой многостадийную кропотливую работу, основными этапами которой являются:

– подбор штаммов микроорганизмов и их консорциумов с учетом комплекса медико-биологических, биохимических, технологически ценных свойств, разработка параметров культивирования микроорганизмов – разработка и оптимизация питательных сред, как фактора успешного роста и развития пробиотических культур;

– обработка параметров накопления биомассы, режимов ее отделения и лиофилизации;

– подбор соотношения микроорганизмов и заквасок в состав поливидовых высококонцентрированных заквасок для обеспечения оптимальных стабильных параметров технологического процесса получения кисломолочных продуктов, исследование бактериальных концентратов по комплексу медико-биологических, токсикологических параметров и др.

Все эти этапы связаны с использованием специально отселекционированных штаммов молочнокислых микроорганизмов.

Учитывая технологическую необходимость наличия заквасок на любом промышленном производстве и высокую степень использования импортных заквасок, разработка технологий отечественных заквасок для широкого ассортимента молочных продуктов является своевременным и актуальным направлением научных исследований.

Целью настоящей работы является разработка этапов технологии бактериальных заквасок для производства молочных продуктов.

Основная часть

Для производства бактериальных заквасок, применяемых в молочной промышленности, каждый производитель должен иметь коллекцию производственно-ценных культур микроорганизмов, идентифицированных и паспортизованных в установленном порядке. К одной из таких коллекций относится Республиканская коллекция промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов РУП «Институт мясо-молочной промышленности НАН Беларуси», которая Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 декабря 2016 года № 1043 признана национальным достоянием Республики Беларусь. Начало современной коллекции было положено более 30 лет назад, когда в 1987 году была организована лаборатория микробиологии. К настоящему времени в коллекции содержится около 2500 штаммов молочнокислых, пропионовокислых и бифидобактерий и более 100 бактериофагов, выделенных на молочных заводах Республики Беларусь [1].

Все культуры выделены из естественных или производственных источников, без применения генных модификаций, идентифицированы и паспортизованы в установленном порядке.

Все микроорганизмы принадлежат к видам, поименованным в перечне Международной Молочной Федерации, который содержит микроорганизмы с документально подтвержденной историей безопасного использования в пищевых продуктах.

Перед закладкой на хранение в коллекцию, все штаммы проходят тщательный отбор. Проводятся обязательные исследования на устойчивость штаммов к бактериофагу. При составлении комбинаций для заквасок обязательно учитывают антагонистическую активность штаммов к санитарно-показательным и технически вредным микроорганизмам, органолептические свойства вырабатываемого продукта,

температурные режимы производства, взаимоотношения между микроорганизмами и много других специфических факторов. На рис. 1 и в табл.1 приведен видовой состав коллекционных штаммов.



Рис. 1. Республиканская коллекция промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов

К молочнокислым бактериям относятся грамположительные, не спорообразующие, неподвижные, каталазоотрицательные, анаэробные (факультативные анаэробы), гетеротрофные микроорганизмы с довольно сложными питательными потребностями, бродильным типом энергетического метаболизма, сбраживающие углеводы с образованием молочной кислоты. Они существенно различаются:

- морфологически – кокки и палочки;
- по отношению к температуре – мезофильные и термофильные;
- по сбраживанию углеводов – гомоферментативные и гетероферментативные [2].

К пробиотическим микроорганизмам относятся виды, представленные в табл. 1

Выделяют следующие группы культур:

1. Лактококки

Включают следующие подвиды: *Lactococcus lactis subsp. lactis* (молочный лактококк), *Lactococcus lactis subsp. cremoris* (сливочный лактококк), *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* (диацетильный лактококк).

Они составляют подавляющую часть микрофлоры большинства ферментированных молочных продуктов (сметана, творог, сыры с низкой температурой второго нагревания, рассольные и мягкие сыры, напитки).

Оптимальная температура роста лактококков составляет 25-30 °С, минимальная – 8 °С,

Таблица 1. Виды пробиотических микроорганизмов

Lactobacillus	Bifidobacterium
<i>L. helveticus</i> <i>L. acidophilus</i> <i>L. casei</i> <i>L. paracasei</i> <i>L. fermentum</i> <i>L. plantarum</i> <i>L. gasserii</i> <i>L. rhamnosus</i> <i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> <i>L. delbrueckii subsp. lactis</i>	<i>B. adolescentis</i> <i>B. bifidum</i> <i>B. lactis</i> <i>B. longum</i> <i>B. pseudocatenulatum</i>

максимальная: для *Lac. lactis* – 42-43 °С, *Lac. diacetylactis* – 40-41 °С, *Lac. cremoris* – 38-39 °С.

Предельная кислотность, достигаемая в молоке в процессе культивирования при оптимальной температуре в течение 7 суток (в этих условиях после 7 суток начинается вымирание культуры и рост кислотности останавливается): *Lac. Lactis* – 110-130 °Т, *Lac. Diacetylactis* – 70-125 °Т, *Lac. Cremoris* – 100-115 °Т.

2. Лейконостоки

Род *Leuconostoc* объединяет 9 видов. В молочной промышленности значение имеют 2 вида: *Leuconostoc lactis* и *Leuconostoc mesenteroides*, которые включают 3 подвида: *dextranicum*, *cremoris*, *mesenteroides*. Микроорганизмы этого рода включают в состав заквасочной микрофлоры для производства кисломолочного масла, творога, различных сыров с низкой температурой второго нагревания.

Лейконостоки применяются для регулирования вкуса и ароматообразования, формирования рисунка сыра, а также для созревания молока. Среди лейконостоков часто встречаются культуры с выраженным антагонистическим действием на БГКП (зона подавления до 22 мм). Многие штаммы лейконостоков обладают выраженной специфической антибиотической активностью, в частности, по отношению к бактериям группы кишечной палочки, а также к психротрофным бактериям при температуре 7 °С.

Лейконостоки в молоке развиваются медленно. Большинство культур молоко не свертывают, их предельная титруемая кислотность – от 40 до 80 °Т, оптимальная температура роста – 25-30 °С, минимальная – 8 °С, максимальная – 40 °С.

3. Мезофильные лактобациллы

В производстве ферментированных молочных продуктов их используют для подавления роста, размножения и жизнедеятельности опасной и технически вредной микрофлоры, а также для активизации протеолитических и липолитических процессов, ускоряющих созревание молока и сыра. В молоке развиваются медленно, предельная титруемая кислотность – 80-180 °Т. Оптимальная температура роста – 30-32 °С, минимальная – 10 °С, максимальная – 45 °С.

Lactobacillus casei subsp. casei (сырная палочка) постоянно обнаруживается в различных

сырах, особенно на поздних стадиях их созревания. *Lactobacillus casei* отличается от *Lactobacillus plantarum* способностью образовывать газ из цитрата натрия. Оптимальная температура роста – 30-32 °С, минимальная – 10 °С, максимальная – 45 °С.

Lactobacillus plantarum используется в составе микрофлоры антагонистических заквасок и для производства пробиотических напитков, так как является представителем резидентной микрофлоры кишечника.

Закваски, содержащие *Lactobacillus plantarum* со специфической антагонистической активностью к маслянокислым и энтеробактериям, широко применяются в промышленности. В настоящее время биологические методы борьбы с вредной для сыроделия микрофлорой появились и за рубежом (так называемые, защитные культуры).

4. *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* (термофильный молочнокислый стрептококк)

Является гомоферментативным микроорганизмом. Ранее назывался *Streptococcus thermophilus*. Клетки термофильного стрептококка немного крупнее лактококков, их оптимальная температура роста – 40-46 °С, максимальная – 53-55 °С, минимальная – 15 °С.

Предельная титруемая кислотность термофильного стрептококка составляет 110-120 °Т. Многие штаммы термофильного стрептококка свертывают молоко с образованием вязких, иногда тягучих сгустков. Это связано с их способностью образовывать в молоке экзополисахарид, в состав которого входит галактоза и глюкоза. Благодаря этой способности, его используют в составе заквасок для кисломолочных продуктов для улучшения консистенции.

5. Термофильные молочнокислые палочки – *Lactobacillus helveticus* (швейцарская палочка), *L. delbrueckii subsp. bulgaricum* (болгарская палочка), *L. acidophilus* (ацидофильная палочка), *L. delbrueckii subsp. lactis* (молочная палочка).

Являются активными кислотообразователями, они сквашивают молоко через 3-4 ч, предельная кислотность достигает 200-350 °С. Сгусток молока прочный, ровный, вкус чистый, кислый. *Lactobacillus lactis* – может развиваться при 22-45 °С, оптимальная температура развития – 40 °С. Может расти при наличии в среде 4 %-й желчи. Предельная кислотность – 300 °Т.

L. delbrueckii subsp. vulgaricus относится к сильным кислотообразователям, предельная кислотность составляет 200-350 °Т, оптимальная температура роста – 40-45 °С, минимальная – 20-22 °С, максимальная – 45-50 °С.

Болгарская палочка применяется при производстве сыров с чеддеризацией и плавлением сырной массы и рассольных. Болгарскую палочку в сочетании с термофильным стрептококком применяют в качестве энергичного кислотообразователя при производстве напитков, например йогурта «Снежжа», «Мечниковской простокваши». Она

обладает способностью накапливать антибиотические вещества, подавляющие рост БГКП, споровых аэробных микроорганизмов (гнилостных бактерий) и др., оказывает противоопухолевое и геронтологическое действие на организм человека.

Lactobacillus acidophilus

Используются в составе заквасок при получении функциональных молочных продуктов. Оптимальная температура составляет 37-40 °С, минимальная – 20 и максимальная 55 °С. Предельная кислотность молока – 300 °Т.

Ацидофильная палочка является кишечным микроорганизмом, который можно выделить из содержимого пищеварительного тракта человека и теплокровных животных. После культивирования в молоке, ацидофильная палочка способна вновь приживаться в кишечнике человека и подавлять там развитие патогенных и нежелательных микроорганизмов (сальмонеллы, шигеллы, стафилококки, эшерихии и др.) Антагонистическое действие ацидофильной палочки обусловлено продуцируемыми антибиотиками – ацидофилином и лактоцидином. Продукты с ацидофильной палочкой – ацидофилин, ацидофильная простокваша и паста, кумыс и другие являются функциональными пробиотическими продуктами.

6. Бифидобактерии

в 1900 году Тисье были выделены и описаны группы бифидобактерий, и с тех пор систематическое положение и классификация бифидобактерий постоянно совершенствуются. Раздвоение клеток послужило поводом для родового названия (*bifidus* в переводе с латинского означает раздвоение). В настоящее время род *Bifidobacterium* помещен в группу 20 – «Грамположительные неспорообразующие палочки неправильной формы». Бифидобактерии являются представителями облигатной микрофлоры кишечника человека. Они являются строгими анаэробами, их оптимальная температура – 37-40 °С, минимальная – 18-20 °С, максимальная – 45-50 °С. В молоке размножаются слабо, большинство культур молоко не свертывают или свертывают более чем через 24 ч при большой дозе инокулята (5% и более). При добавлении в молоко стимуляторов роста (дрожжевого автолизата, кукурузного экстракта, гидролизованного молока) размножение и кислотообразование бифидобактерий активизируются.

Род *Bifidobacterium* включает в себя 24 вида. В молочной промышленности нашли применение 5 видов бифидобактерий: *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. infantis*, *B. breve*, *B. longum*.

Бифидобактерии сообщают продукту диетические и лечебные свойства, синтезируя витамины группы В, витамин К, а также незаменимые аминокислоты. Эти микроорганизмы разрушают канцерогенные вещества, образуемые некоторыми представителями кишечной микрофлоры при азотном обмене, выполняя, таким образом, роль «второй печени».

7. Пропионовокислые (пропионовые) бактерии

В 1878 году из сыров были выделены пропионовые бактерии. Их оптимальная температура роста составляет 22-30 °С, минимальная – 15 °С, максимальная – 40 °С. Оптимальный рН равен 6,8-7,2. В молоке пропионовокислые бактерии развиваются медленно и свертывают его через 5-7 дней. Несмотря на слабую энергию кислотообразования, предельная кислотность может достигать 160-170 °С.

Пропионовокислые бактерии способны синтезировать витамин В₁₂ и обогащать им молочные продукты. Поэтому их применяют в производстве пробиотических напитков. Они являются представителями необходимой микрофлоры для производства большинства сыров с высокими и средними температурами второго нагревания и отвечают за формирование в них специфического, слегка сладковатого пряного вкуса и крупного рисунка, образуемых в результате сбраживания части лактатов до пропионовой кислоты и СО₂ и расщепления казеина с образованием большого количества пролина (аминокислоты), обладающего сладковатым вкусом.

В табл. 2 приведены исследования по определению сквашиваемой активности отобранных в коллекцию штаммов, как одного из важных технологических факторов.

Таблица 2. Сквашивающая способность микроорганизмов коллекционных промышленных штаммов молочнокислых бактерий при оптимальной для роста температуре

Исследуемая группа микроорганизмов	Время образования сгустка в молоке при внесении 3,0 %-й закваски, ч
<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. diacetyl-lactis</i>	5 – 5,75
<i>Lactococcus lactis subsp. diacetyl-lactis</i>	24 – 36
<i>Leuconostoc</i>	24
<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	24
<i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i>	4 – 6
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis</i>	3 – 4,5
<i>Streptococcus thermophilus</i>	2,5 – 4
<i>Propionibacteriu freudenreichii, P. shermanii</i>	152 – 168
<i>Bifidobacterium longum, B. lactis, B. adolescentis</i>	24

Полученные результаты по сквашивающей способности коллекционных штаммов подтверждают возможность их использования в составе бактериальных заквасок для производства ферментированных молочных продуктов.

На участке по производству заквасок РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с 1997 года началось производство заквасок сухих и концентрированных бактериальных заквасок, ассортимент которых к настоящему времени составляет более 150 видов [3]. В табл. 3 приведен видовой состав микроорганизмов, используемый для производства одной из наиболее востребованных заквасок «Пробилакт».

Востребованность данной закваски связана с тем, что сквашивающей основой в ней являются специально отобраны штаммы термофильного стрептококка, а в зависимости от вида закваски, в ней могут содержаться до 5 штаммов пробиотических микроорганизмов [4, 5].

Все концентрированные закваски производятся по одной технологической схеме, представленной на рис. 2.

Согласно схеме, производство концентрированных заквасок состоит из 9 основных этапов: отбор штаммов, составление многоштаммовых консорциумов, трех регенераций культивирования, концентрирования бактериальных слеток, смешивания биомассы с защитной средой, замораживания и лиофильной сушки. Каждый технологический этап для конкретного вида заквасок имеет свои особенности и является предметом

Таблица 3. Бактериальные концентраты «Пробилакт»

Наименование	Состав микрофлоры концентрата
БК «ПРОБИЛАКТ»-1	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei
БК «ПРОБИЛАКТ»-2	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium ssp.
БК «ПРОБИЛАКТ»-3	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium ssp., Lactobacillus casei
БК «ПРОБИЛАКТ»-4	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus helveticus, Lactobacillus casei
БК «ПРОБИЛАКТ»-5	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus helveticus, Bifidobacterium ssp.
БК «ПРОБИЛАКТ»-6	Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus helveticus, Bifidobacterium ssp., Lactobacillus casei
БК «ПРОБИЛАКТ»-7	Lactobacillus helveticus

исследований.

Способы применения бактериальных заквасок разработаны в зависимости от их состава, вида производимого продукта и качественных показателей самой закваски (табл. 4).



Рис. 2. Технологическая схема производства

Таблица.4. Способы применения бактериальных заквасок

Наименование бактериальных заквасок	Способы применения	Объем заквашиваемого сырья в зависимости от единиц активности
<i>Закваски бактериальные и тест культуры</i>	для приготовления производственной закваски (трехпересадочным способом) или в качестве тест-культур	1 порция на 0,1 л (для термофильных заквасок) 1 порция на 2 л (для МС, МТ, КД)
<i>Закваски концентрированные бактериальные сухие</i>		
термофильного стрептококка	для приготовления производственной закваски или для прямого внесения в сырье	1ЕА на 100 л 3 ЕА на 300 л 5ЕА на 500 л 10 ЕА на 1 000 л 20 ЕА на 2000 л
ацидофильной палочки		
<i>Lactobacillus helveticus</i>		
для сметаны: БКс, КМТС		
для творога		
для сыра (СБК-СЫР-1, СБК-СЫР-2)		
для силосования растительной массы		
для био ЗЦМ«Биомикс-вет»	для прямого внесения в сырье	0,1 ЕА-5 ЕА на 1000 л в зависимости от вида и назначения концентрата
для биопродуктов «ПРОБИЛАКТ»		
для биопродуктов «Биолюкс»		
для сыра (СБК-СЫР-3)		
бифидобактерий		
мезофильных лактобацилл <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus casei</i>		

Данные табл. 3 дают сведения о необходимом количестве закваски, выраженном в единицах активности ЕА, для проведения технологических операций при выработке определенного вида молочного продукта. Бактериальные закваски «Пробилакт» используются на Мозырском, Гродненском, Полоцком и др. молочных заводах при производстве кисломолочных продуктов.

Заключение

Таким образом, комплекс научных исследований основных этапов получения бактериальных заквасок, включающий селекцию микроорганизмов и создание коллекции, разработку технологических режимов производства и способов применения, позволил создать в Республике Беларусь промышленное производство всего ассортимента заквасок для производства как новых видов молочной продукции, так и традиционных, а также обеспечить их импортозамещение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафроненко, Л.В. Создание Национальной коллекции промышленных штаммов лакто- и бифидобактерий / Л.В. Сафроненко, Л.В. Прудникова, Н.В. Дудко // Техника и технология пищевых производств:

матер. Междунар. научн.-технич. конф. – Могилев, 1998. – С. 232-233.

2. Сотченко, О.Г. Кислотообразующая активность мезофильных лактококков, входящих в состав лиофилизированных и замороженных бактериальных концентратов / О.Г. Сотченко, Л.В. Сафроненко // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2009. – №1. – С. 14-18.

3. Сафроненко, Л.В. Отечественные технологии производства бактериальных препаратов и заквасок / Л.В. Сафроненко // Микробное разнообразие: состояние, стратегия сохранения, экологические проблемы: матер. Междунар. науч.-технич. конф., 8-11 октября 1996 г. – Пермь, 1996. – С. 45-46.

4. Выделение и идентификация лакто- и бифидобактерий для производства функциональных продуктов / Л.В. Сафроненко // Пища. Экология. Человек: матер. 4-й Междунар. научн.-технич. конф., Москва, 18-19 декабря 2001 г. – М. – С. 95.

5. Сафроненко, Л.В. Подбор пробиотических микроорганизмов по основным производственно-ценным свойствам, предназначенных для производства продуктов детского питания / Л.В. Сафроненко, Н.К. Жабанос, Н.Н. Фурик, Е.В. Сафроненко // Агропанорама. – 2014. – №1. – С. 21-25.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 17.12.2018

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Л.В. Корбут,

зав. каф. АПК БГЭУ, канд. экон. наук, доцент

С.Д. Юдицкая,

студент БГЭУ

В данной статье рассмотрены предпосылки, эффекты и значимость органического сельского хозяйства. Предложен план перехода к органическому производству молока на примере одной из сельскохозяйственных организаций Мядельского района, а также дана оценка его эффективности.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, эффективность, рынок органической продукции, зеленая экономика, устойчивое развитие.

This article deals with prerequisites, effects and the importance of organic agriculture. The plan of transition to organic milk production on the example of the agricultural organizations of Myadel district has been proposed, evaluation of the effectiveness of the plan has been assessed.

Keywords: organic agriculture, efficiency, market for organic products, green economy, sustainable development.

Введение

В современном мире остро стоит вопрос взаимоотношения человека и природы. Интенсивные технологии ведения сельского хозяйства, позволившие разрешить множество проблем в прошлом веке, сегодня постепенно начинают уступать место альтернативным. На международном уровне уделяется внимание ухудшению экологии, проблеме голода, а также другим важным аспектам, непосредственно связанным с жизнью и здоровьем населения планеты.

В Республике Беларусь развитие органического сельского хозяйства не менее актуально. Это связано, в основном, со сложной экологической обстановкой ввиду аварии на Чернобыльской АЭС, последствия которой способствовали прекращению сельскохозяйственной деятельности на 23 % территории республики, и в том числе выведению плодородных земель из оборота. Также одной из предпосылок является увеличение стоимости энергетических и сырьевых ресурсов для производства минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Стремление к достижению глобальных целей устойчивого развития и применение зарубежного опыта позволят Беларуси решить вопросы экономического, социального, а также экологического характера, создать качественную законодательную базу в отношении органического сельского хозяйства и повысить конкурентоспособность отраслей сельского хозяйства.

Актуальность темы обусловлена стремительно увеличивающимся мировым рынком органической продукции. Безусловно, традиционное сельское хозяйство с применением интенсивных технологий и нерациональным использованием удобрений, средств

защиты от болезней и вредителей, а также стимуляторов роста и разработок генной инженерии наносят существенный вред как почве, воде и окружающей среде, так и человеческому организму, ставя под угрозу его здоровье. По этой причине переход к органическому сельскому хозяйству рассматривается как альтернативный вариант защиты окружающей среды во многих странах, в том числе и в Республике Беларусь, а также как дополнительный инструмент повышения качества и уровня жизни.

Целью настоящей работы является разработка плана перехода от традиционного к органическому производству молока на примере сельскохозяйственной организации.

Основная часть

В соответствии с определением ФАО, органическое сельское хозяйство – это целостная система управления производством, которая поддерживает и способствует здоровью агроэкосистемы, включая биологическое разнообразие, биологические циклы и биологическую активность почвы. Это система, которая делает упор на практику управления, а не на использование внешних сельскохозяйственных ресурсов, принимая во внимание, что конкретные региональные условия требуют собственных, адаптированных к своему региону систем [1].

Согласно определению IFOAM, «органическое сельское хозяйство – это производственная система, которая поддерживает здоровье почв, экосистем и людей, зависит от экологических процессов, биологического разнообразия и природных циклов, характерных для местных условий, избегая использования невозобновляемых ресурсов. Органическое сельское

хозяйство объединяет традиции, нововведения и науку, чтобы улучшить состояние окружающей среды и развивать справедливые взаимоотношения и достойный уровень жизни» [2].

Национальная Стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года определяет «стратегическую цель устойчивого развития Республики Беларусь как динамичное повышение уровня благосостояния, обогащение культуры, нравственности народа на основе интеллектуально-инновационного развития экономической, социальной и духовной сфер, сохранение окружающей среды для нынешних и будущих поколений». Так, переход к органическому сельскому хозяйству будет способствовать достижению этой цели и развитию агропромышленного комплекса Республики Беларусь в долгосрочной перспективе, «формированию эффективного конкурентоспособного, устойчивого и экологически безопасного агропромышленного производства, которое соответствовало бы мировому уровню и обеспечивало продовольственную безопасность страны» [3].

Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года определяет «зеленую» экономику как модель организации экономики, направленную на достижение целей социально-экономического развития при сокращении экологических рисков и темпов деградации окружающей среды. «Зеленая экономика» призвана решить экологические проблемы при одновременном обеспечении экономической безопасности, социальной стабильности и формировании дополнительных условий для обеспечения устойчивого экономического роста. Органическое сельское хозяйство позволяет достичь таких целей устойчивого развития, как ответственное потребление и производство, борьба с изменением климата, сохранение морских экосистем, сохранение экосистем суши.

9 ноября 2018 г. принят Закон Республики Беларусь № 144-З «О производстве и обращении органической продукции». В Законе термин «органическая продукция» определяется как продукты животного и растительного происхождения, предназначенные для употребления человеком в пищу, использования в качестве корма для животных, семян, полученные в результате производства органической продукции [4].

В Республике Беларусь доля сельскохозяйственных земель, отведенных под производство органической продукции, очень мала (менее 1 %). Так, на сегодняшний день зарегистрировано 22 сертифицированных субъекта, преимущественно крестьянские (фермерские) хозяйства. Учитывая различия в организационно-экономических условиях функционирования сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, отметим, что последним наиболее целесообразно развивать органическое производство. Однако в сельскохозяйственных организациях при надлежащем обосновании и строгом соблюдении нормативов и стандартов развитие органического сельского хозяйства может быть так же выгодно.

Особенно актуально такое развитие для предприятий, находящихся в природоохранной зоне. Так, в нашей статье приведено обоснование варианта перехода на органическое производство молока на примере ОАО «Мядельское агропромэнерго».

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 9.02.2012 № 59 «О некоторых вопросах развития особо охраняемых природных территорий» в состав охранной зоны национального парка входят земли лесного фонда государственного природоохранного учреждения «Национальный парк «Нарочанский» – 14961,74 гектара, а также открытого акционерного общества «Мядельское агропромэнерго» – 1237,03 гектара. В редакции Указа Президента Республики Беларусь от 19.06.2014 № 276 хозяйственная зона Национального парка «Нарочанский» состоит из 455 обособленных земельных участков. Площадь хозяйственной зоны составляет 20751,04 гектара. ОАО «Мядельское агропромэнерго» занимает 1446,59 гектара. В состав рекреационной зоны включаются земли ОАО «Мядельское агропромэнерго» – 17,84 гектара [5].

Таким образом, сельскохозяйственные площади базового предприятия включены в природоохранную зону. Механизм перехода сельскохозяйственного производства от традиционного к органическому представляет собой последовательное осуществление взаимодополняющих мероприятий, призванных обеспечить устойчивость производства и рациональное использование ресурсов.

Отметим, что переход на органическое сельское хозяйство предусматривает формирование замкнутого цикла производства. При этом нормативы органического производства Европейского Сообщества не запрещают частичный и поэтапный переход. Особенностью нашего исследования является разработка плана перехода на органическое производство молока. Запрещается использование стимуляторов роста, кормов, обработанных консервантами и растворителями, химически синтезированных ветеринарных лекарственных средств и антибиотиков. Однако при неблагоприятных условиях допускается использование добавок, вошедших в перечень разрешенных.

В таблице 1 представлено поголовье коров и приплода, находящихся в группе перехода к органическому производству молока на базовом предприятии.

**Таблица 1. Плановое поголовье скота
молочного направления**

Наименование	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Поголовье – всего, гол.	350	380	450	560
в том числе коровы	250	230	280	350
молодняк старше года	0	50	50	80
телята до года	100	100	120	130
Плотность поголовья, усл. гол/га	0,59	0,60	0,71	0,90

В соответствии с нормативами органического производства Европейского Сообщества, предполагается, что общая плотность поголовья должна быть таковой, чтобы не превышать 170 кг азота в год на

гектар сельскохозяйственных угодий [6]. На предприятии должно быть обеспечено беспривязное содержание животных, свободный выход к пастбищу. Молодняк следует кормить материнским молоком, отдавая ему предпочтение перед натуральным молоком в течение не менее 3-х месяцев, запрещается использование заменителей. Количество органического молока, предназначенное для реализации, представлено в таблице 2.

Таблица 2. Реализация продукции органического животноводства, кг

Наименование	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Годовой удой на корову, кг	4 800	5 040	5 292	5 557
Валовое производство молока, т	1200	1159,2	1481,76	1944,81
Уровень товарности, %	95	71	73	73
Объем реализованного молока, т	1140	823,032	1081,685	1419,711

Формирование себестоимости продукции животноводства напрямую зависит от фактической себестоимости растениеводства, так как доля кормов в структуре затрат животноводства превышает 30 %. Экономия в статьях себестоимости возникает на сумму приобретаемых антибиотиков и прочих препаратов. Прогнозируется увеличение потребления энергоресурсов в 1,5 раза. Плановая себестоимость представлена в таблице 3.

Таблица 3. Плановая себестоимость продукции органического животноводства, руб.

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Себестоимость 1 т молока	460	450	410	390
Цена реализации 1 т	562,9	562,9	562,9	562,9

Так, себестоимость 1 т молока с 2019 по 2022 гг. будет сокращаться на 10 % ежегодно в связи с повышением продуктивности животных и снижением стоимости кормов в структуре затрат. Цена реализации

на планируемый период неизменна и на 30 % превышает стоимость реализации молока при традиционном способе производства.

Реализация предлагаемого в работе плана перехода от традиционного сельского хозяйства к органическому с учетом государственной поддержки позволит получить результаты, приведенные в таблице 4.

Исходя из данных таблицы 4, отметим рост выручки от реализации на 24,54 % или на 157449,49 руб., увеличение себестоимости реализованной продукции – в 1,06 раза и рост прибыли от реализации – в 2,09 раза, что составляет 128162,08 руб. Рентабельность продаж увеличится на 21,96 п.п., рентабельность от реализованной продукции – на 12,44 п.п.

В таблице 5 приведена сравнительная оценка основных показателей эффективности 2016 и 2022 гг., которая позволяет судить об эффективности и целесообразности перехода от традиционного к органическому сельскому хозяйству.

Таким образом, наблюдается значительное увеличение всех показателей, характеризующих эффективность производства и реализации продукции. Себестоимость 1 тонны молока возросла на 19,63 %, однако прибыль за 1 тонну увеличилась на 31,58 %, и составила 172,9 руб. Прибыль в расчете на 1 корову в 2022 году равняется 0,49 руб., прирост составил 31,58 %.

Заключение

В процессе исследования установлено, что реализация перехода от традиционного к органическому сельскому хозяйству требует составления научно-обоснованного севооборота, четкого следования плану перехода, который составлен с учетом нормативов органического производства Европейского Сообщества. Данные мероприятия позволят организации получить прибыль от реализации

Таблица 4. Динамика конечных финансовых результатов

Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	641706,00	463284,71	608880,37	799155,49
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	524400,00	370364,40	443490,77	553687,41
Валовая прибыль, тыс. руб.	117306,00	92920,31	165389,61	245468,08
Рентабельность продаж, %	22,37	25,09	37,29	44,33
Рентабельность от реализации продукции, %	18,28	20,06	27,16	30,72

Таблица 5. Сравнительная оценка показателей эффективности производства и реализации продукции по традиционной и органической технологиям

Показатели	2016 г.	2022 г.	2022 г. к 2016 г., %
Себестоимость 1 т молока, руб.	326	390	119,63
Прибыль за 1 т, руб.	107	172,9	161,59
Прибыль в расчете на 1 корову, руб./гол.	0,36	0,49	131,58
Прибыль в расчете на 1 руб. затрат, руб./руб.	0,33	0,44	135,07
Рентабельность продаж, %	32,8	44,33	11,53
Рентабельность от реализации продукции, %	8	30,72	22,72

молока, равную 245468,08 руб. Рентабельность продаж в 2022 году будет составлять 44,33 %, рентабельность от реализации – 30,72 %. Эти показатели будут значительно превосходить те, которые предприятие имело при традиционном производстве.

Таким образом, и потребители, и производители заинтересованы в постепенной трансформации белорусской агропродовольственной экономики в «зеленую». Потребительский спрос на органическую продукцию повышается, а изменение отношения общественности к «зеленому» поведению имеет положительную тенденцию. Эффективное управление с должным научным сопровождением позволит достичь положительных экономических, социальных и экологических результатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Organic Agriculture // Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/ru/>. – Дата доступа: 20.05.2018.

2. Definition of organic agriculture // IFOAM Organics International [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>. – Дата доступа: 20.05.2018.

3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года / Министерство экономики Республики Беларусь. – Минск. – 2015. – 143 с.

4. О производстве и обращении органической продукции: Закон Республики Беларусь. – 2018. – 11 с.

5. О некоторых вопросах развития особо охраняемых природных территорий: Указ Президента Республики Беларусь от 9 февраля 2012 г. № 59 // Законодательство Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.newsby.org>. – Дата доступа: 20.05.2018.

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

7. Годовой отчет ОАО «Мядельское агропром-энерго» за 2016 год.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 09.01.2019

УДК 657. 471. 66:636.5

ПРОИЗВОДСТВЕННО-СБЫТОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ И ПУТИ ЕГО ПОВЫШЕНИЯ

И.А. Контровская,

доцент каф. учета, анализа и аудита БГАТУ, канд. с-х. наук, доцент

И.В. Шиманица,

инспектор отдела таможенных операций и контроля Гродненской региональной таможни

В статье представлено совершенствование методики оценки производственно-сбытового потенциала и разработана стратегия его повышения в условиях жесткой конкурентной среды с достаточным разнообразием ассортимента птицеводческой продукции на рынке.

Ключевые слова: птицеводство, производство продукции, сбыт, затраты, производственно-сбытовой потенциал, качество, стратегия.

The article shows the methodology improvement for assessing the supply capacity and a strategy to increase it in a highly competitive environment with a sufficient variety of poultry products on the market is developed.

Keywords: poultry farming, production, sales, costs, production and sales potential, quality, strategy.

Введение

Нарастающая конкуренция на рынке птицеводческой продукции требует от предприятий птицеводческой отрасли повышения эффективности производства и стимулирования сбыта. Детального рассмотрения требуют вопросы разработки стратегии повышения производственно-сбытовой деятельности. Показателем эффективности данной стратегии является оценка производственно-сбытового потенциала предприятия.

Целью исследования является разработка мероприятий по повышению производственно-сбытового потенциала ОАО «Берестовицкая птицефабрика».

Основная часть

Объектом исследования является ОАО «Берестовицкая птицефабрика», основное направление и цель работы которой – производство и реализация яиц.

Организация является платежеспособной. Основные экономические показатели деятельности предприятия в динамике за 2014-2016 годы увеличиваются. Стоимость валовой продукции за исследуемый период увеличилась на 1 105,3 тыс. руб. Темп роста выручки от реализации опережает темп роста себестоимости продукции. В структуре себестоимости за анализируемый период наибольший удельный

вес занимают затраты на корма и топливно-энергетические ресурсы. Чистая прибыль предприятия увеличилась на 46,3 % и составила 195 тыс. руб. Рентабельность продукции увеличилась на 45,9 % и составила 19,7 %, а рентабельность продаж увеличилась на 37,8 % и составила 16,4 %.

Методом исследований является оценка производственно-сбытового потенциала организации. Произведено совершенствование существующих методик оценки производственно-сбытового потенциала организации.

Анализ и обобщение известных из теории и практики подходов к оценке производственно-сбытового потенциала [1-3] стали основанием для формирования системы оценочных показателей составляющих потенциала. При оценке производственно-сбытового потенциала предлагается использовать следующие составляющие по принципу оптимальности их для оценки инновационного развития организации: финансовый потенциал; кадровый; производственный; инновационный; маркетинговый; рыночный; технологический. Систематизированный порядок учета весомости каждого фактора обеспечивает расчет интегрального показателя – коэффициента производственно-сбытового потенциала (КПС) организации (табл. 1).

Различные виды потенциалов рассчитываются путем суммирования произведений ключевых показателей (коэффициентов), свойственных данной группе и их весовых коэффициентов.

Весовые коэффициенты при расчете составляющих производственно-сбытового потенциала и его интегрального показателя устанавливаются в соответствии с удельным весом степени влияния того, либо иного показателя при расчете составляющих потенциала на основании экспертного распределения весов [2].

Для оценки производственно-сбытового потенциала разработана шкала оценки, согласно которой лидером является организация с интегральным коэффициентом на уровне 1. Высокий уровень конкурентоспособности достигается при коэффициенте от 1,0 до 0,9, средний – при коэффициенте от 0,9 до 0,7, низкий – при коэффициенте ниже 0,7.

Расчет показателя производственно-сбытового потенциала организации за 2014–2016 гг. приведен в таблице 2.

Коэффициент производственно-сбытового потенциала ОАО «Берестовицкая птицефабрика» в соответствии с данной шкалой оценки на протяжении исследуемого периода имеет низкое значение (0,51 – 0,56), обусловленное невысокими показателями таких потенциалов организации, как рыночный, маркетинговый, инновационный и технологический. Это связано, в первую очередь, с недостаточной инновационной активностью организации, несовершенством ассортиментной политики, технологии производства продукции, снижением качества и выхода продукции (бой яиц, изменение цвета скорлупы и т. д.), снижением суточного привеса молодняка, отсутствием на птицефабрике мероприятий в области маркетинга и

Таблица 1. Методика расчета производственно-сбытового потенциала организации

Показатель
Финансовый потенциал (ФП) = К финансовой независимости × 0,2 + К текущей ликвидности × 0,3 + К устойчивого экономического роста × 0,2 + К оборачиваемости оборотных активов × 0,3
Производственный потенциал (ПП) = Затраты на 1 руб. произведенной продукции × 0,35 + Фондоотдача × 0,65
Кадровый потенциал (КП) = К производительности труда × 0,4 + К материальной мотивации персонала × 0,25 + К образования × 0,15 + К соотношения инженерно-технологического, сбытового и управленческого персонала × 0,2
Рыночный потенциал (РП) = Индекс качества × 0,3 + Индекс цен × 0,25 + Затраты на распределение продукции × 0,15 + Затраты на продвижение бренда предприятия × 0,1 + Рыночная доля предприятия × 0,2
Маркетинговый потенциал (МП) = Доля выручки от экспорта предприятия в его общей выручке × 0,1 + Доля предприятия на внутреннем рынке × 0,3 + Доля выручки от экспорта предприятия в общей выручке от экспорта по отрасли × 0,25 + Коэффициент «доля материальных затрат в себестоимости продукции» × 0,1 + Коэффициент запасов готовой продукции к среднемесячному объему товарной продукции × 0,25
Инновационный потенциал (ИП) = К новой продукции в общем объеме товарной продукции × 0,2 + К, отражающий долю НМА в валюте баланса × 0,1 + К Коэффициент износа машин и оборудования × 0,15 + К обновления ОПФ × 0,25 + К инновационной активности × 0,1 + К прогрессивности оборудования × 0,2
Технологический потенциал (ТП) = Трудоемкость производства × 0,4 + Уровень качества (процент брака) × 0,25 + Уровень механизации и автоматизации технологических процессов × 0,35
Коэффициент производственно-сбытового потенциала (КПС) = = (ФП × 0,1) + (ПП × 0,2) + (КП × 0,1) + (РП × 0,1) + (МП × 0,25) + (ИП × 0,15) + (ТП × 0,1)

Таблица 2 . Коэффициент производственно-сбытового потенциала (КПС) ОАО «Берестовицкая птицефабрика» за 2014–2016 гг.

Год	Расчет интегрального показателя	КПС
2014	$(1,454 \times 0,1) + (0,77 \times 0,2) + (0,80 \times 0,1) + (0,44 \times 0,1) + (0,246 \times 0,25) + (0,095 \times 0,15) + (0,2 \times 0,1)$	0,51
2015	$(1,424 \times 0,1) + (0,79 \times 0,2) + (0,85 \times 0,1) + (0,47 \times 0,1) + (0,253 \times 0,25) + (0,089 \times 0,15) + (0,18 \times 0,1)$	0,52
2016	$(1,652 \times 0,1) + (0,85 \times 0,2) + (0,86 \times 0,1) + (0,58 \times 0,1) + (0,241 \times 0,25) + (0,087 \times 0,15) + (0,15 \times 0,1)$	0,56

продвижения товаров на рынок, нерациональной организацией розничной торговли, слабым развитием межрегиональных продовольственных связей.

Наибольший темп роста имеет финансовый, производственный и кадровый потенциал, что обусловлено текущим процессом модернизации оборудования, выполнением объемов производства и реализации продукции на плановый период при увеличении производительности труда.

Таким образом, ОАО «Берестовицкая птицефабрика» следует уделять должное внимание производству новых видов продукции, повышению качества продукции, увеличению инновационной активности и рыночной доли предприятия, совершенствованию технологии производства продукции с целью экономии затрат на топливно-энергетические ресурсы, увеличению объемов производства и товарности продукции.

На основе анализа литературных источников с учетом состояния отрасли в Республики Беларусь, произведен обзор и обоснование комплекса мер для повышения производственно-сбытового потенциала птицеводческих организаций [4-6].

С учетом акцентирования внимания на такие показатели, как эффективность производства, объем и качество поставляемой продукции, предлагаются следующие мероприятия в рамках стратегии повышения производственного потенциала организаций:

- обновление материально-технической базы предприятий: переход на круглогодичную инкубацию; модернизация освещения и микроклимата птичников; модернизация очистных сооружений в целях минимизации экологических последствий от деятельности цехов убоя и переработки; реконструкция яйцескладов с установкой машин для сортировки и маркировки продукции конвейерного типа для предотвращения и сокращения товарных потерь при производстве и реализации яиц; модернизация линий обескровливания и дооципки птицы;

- повышение качества продукции птицеводства: производство экологически чистой продукции; совершенствование рациона кормления птиц; улучшение товарного вида продукции.

Для предприятий птицеводческой отрасли в Республике Беларусь с учетом акцентирования внимания на такие показатели, как объем и качество сбыта го-

товой продукции, для повышения производственного потенциала организаций предлагаются следующие мероприятия:

- внедрение более глубокой переработки яиц и птицы с выпуском новых видов деликатесных продуктов, включая продукты, готовые к употреблению;

- расширение ассортимента птицеводческой продукции по группам продуктов для детского и функционального питания;

- расширение региональной географии поставок в Российскую Федерацию с учетом специфики регионов и их экономического состояния;

- расширение фирменной товаропроводящей сети в регионах.

С учетом акцентирования внимания на такие показатели, как эффективность производства, объема и качества поставляемой продукции в рамках разработанной стратегии повышения производственно-сбытового потенциала ОАО «Берестовицкая птицефабрика», рекомендуются следующие мероприятия:

- в целях экономии топливно-энергетических ресурсов – реконструкция сети электроснабжения птичников с внедрением светодиодной системы «Заря» и светодиодных светильников серии ДПП(ДСП) 12-XX-901 «IP65» для освещения птичников от производителя ООО «Электрет». Данная система позволяет плавно понижать (увеличивать) освещение в птичнике, что положительно сказывается на яйценоскости птицы. Экономический эффект от внедрения системы составит 90,64 тыс. руб.;

- в целях улучшения условий содержания птицы, увеличения ее продуктивности и экономии топливно-энергетических ресурсов, ОАО «Берестовицкая птицефабрика» рекомендуется произвести тепловую модернизацию птичника на 50 тыс. голов. Тепловая модернизация обеспечит экономию топливно-энергетических ресурсов до 60 % (согласно проектно-сметной документации), что позволит получить доход в размере 10,710 тыс. руб. в расчете на один птичник. Кроме того, увеличится среднесуточный привес и яйценоскость птицы, что позволит получить дополнительный доход.

С учетом акцентирования внимания на объем и качество сбыта готовой продукции рекомендуется:

- в целях предотвращения и сокращения товарных потерь при производстве и реализации яиц – реконструкция яйцесклада с установкой машины для сортировки и маркировки продукции конвейерного типа. Повреждения скорлупы (бой, насечка яиц) наносят значительный экономический ущерб организации. Яйца с поврежденной скорлупой теряют способность к длительному хранению, снижается их ре-

лизационная цена и портится внешний вид. Экономический эффект от реконструкции яйцесклада составит 174, 247 тыс. руб.;

– в целях повышения маркетингового потенциала – создание новых штатных единиц на предприятии: маркетолога и инженера-технолога. Результатом совместной работы инженера-технолога и маркетолога будет повышение доли инновационной продукции в ассортименте организации, а также совершенствование технологии производства и переработки. Экономическая эффективность от данного мероприятия равна 136,6 тыс. руб.;

– с целью расширения ассортимента и предотвращения товарных потерь от порчи продукции целесообразно наладить производство яиц копченых, с учетом того, что предприятие в основном и специализируется на производстве яиц. Это позволит получить доход в размере 63,7 тыс. руб.;

– в целях повышения инновационного потенциала организации и стимулирования сбытовой деятельности предлагается внедрить в рацион питания кур-несушек минеральную добавку «Биоплекс», что позволит предотвратить товарные потери и сделать скорлупу яиц более прочной. Это позволит получить доход в размере 106,1 тыс. руб.;

– в целях стимулирования сбыта – организация выездной торговли в близлежащие районы, что позволит увеличить объем продаж на 2 % и получить экономический эффект в размере 84,0 тыс. руб.

Все вышеперечисленные мероприятия позволили ОАО «Берестовицкая птицефабрика» получить общий экономический эффект в размере 665,997 тыс. руб. и увеличить коэффициент его производственно-сбытового потенциала до 0,70, что свидетельствует о среднем значении производственно-сбытового потенциала по разработанной шкале.

Таким образом, дальнейшее развитие птицеводческой отрасли должно сопровождаться повышением производственно-сбытового потенциала организаций путем внедрения мероприятий в рамках предлагаемой стратегии в целях адаптации организаций отрасли к рыночным условиям для обеспечения экономической безопасности продовольственного рынка Республики Беларусь.

Заключение

В основе повышения эффективности производственной и сбытовой деятельности предприятий птицеводства в условиях рыночной конкуренции лежит разработка стратегии повышения производственно-сбытовой деятельности. Показателем эффективности данной стратегии является оценка производственно-сбытового потенциала предприятия.

Методика производственно-сбытового потенциала должна состоять из комплекса факторов по видам потенциалов, таких как финансовый, кадровый, производственный, инновационный, маркетинговый, рыночный и технологический потенциал. Интегральный коэффициент производственно-сбытового потенциала (КПС) может быть рассчитан путем учета весомости каждого фактора.

Совершенствование стратегии повышения производственно-сбытового потенциала организаций птицеводческой отрасли должно осуществляться по следующим направлениям:

– с учетом акцентирования на повышение эффективности производства, объема и качества поставляемой продукции – модернизация предприятий; повышение качества продукции птицеводства путем производства экологической чистой продукции, совершенствование рационов кормления птиц, улучшение товарного вида продукции;

– с учетом акцентирования внимания на объем и качество сбыта готовой продукции – внедрение более глубокой переработки яиц и птицы; расширение ассортимента птицеводческой продукции; расширение фирменной товаропроводящей сети в регионах и за рубежом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патрахина, Т.Н. Стратегический потенциал организации: российский и зарубежный подходы / Т.Н. Патрахина, С.В. Секриеру // Молодой ученый. – 2016. – №6. – С. 442-444.
2. Производственно-сбытовой потенциал как подсистема потенциала инновационного развития предприятия: подходы к оценке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studbooks.net/>. – Дата доступа: 25.07.2018.
3. Яшева, Г. Конкурентоспособность предприятий: методика оценки и результаты / Г. Яшева // Финансы. Учет. Аудит. – 2014. – №4. – С. 17-21.
4. Лобанова, Л.А. Региональный аспект формирования экспортного потенциала сельскохозяйственного сырья и продовольствия / Л.А. Лобанова // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2015. – №5. – С. 15-17.
5. Дмитракович, Ф.А. Международная конкурентоспособность экономики Беларуси / Ф.А. Дмитракович // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. – 2013. – №5. – С. 9-16.
6. Государственная программа развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by>. – Дата доступа: 18.03.2018.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 19.07. 2018.

ЭКОНОМИКО-ПРАВОВОЕ ВОСПИТАНИЕ В СИСТЕМЕ АГРОИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.И. Попов,

начальник отдела электронного обучения Тамбовского государственного технического университета, канд. пед. наук, доцент

В.М. Синельников,

декан факультета предпринимательства и управления БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

Показана необходимость подготовки к инновационной деятельности и выявлены компоненты экономико-правового мышления инженеров АПК. Выявлены факторы, определяющие процесс экономико-правовой подготовки, и проведено моделирование воспитывающего обучения в цифровой образовательной среде с использованием импульсных педагогических технологий. Описан опыт экономико-правового воспитания при проведении студенческих научных конференций.

Ключевые слова: воспитывающее обучение, креативность, готовность к инновационной деятельности, экономическая и правовая подготовка инженеров.

The necessity of preparation for innovative activity is shown and components of economic and legal thinking of engineers of agrarian and industrial complex are revealed. The factors determining the process of economic and legal training are determined, and the modeling of educational training in a digital educational environment using pulsed pedagogical technologies is carried out. The article describes the experience of economic and legal education during student scientific conferences.

Keywords: educational training, creativity, readiness for innovative activity, economic and legal training of engineers.

Введение

Профессиональное становление специалистов агропромышленного комплекса (АПК) предполагает наряду с формированием готовности к выполнению обобщенных трудовых функций и воспитание социально-нравственных качеств, обеспечивающих социализацию личности в обществе и активную жизненную позицию в процессе инновационных преобразований в экономике страны и региона [1]. Активное участие в техническом и технологическом перевооружении субъектов производственного сектора экономики предполагает наличие у молодого специалиста правового сознания, экономической компетентности и конструктивной творческой направленности в деятельности. Влияние на активизацию развития вышеуказанных компетенций при участии студентов в международных научно-практических конференциях является основной целью данных исследований.

При решении профессиональных задач востребованный обществом специалист должен гармонично сочетать личные и общественные цели, экономическую целесообразность и решение социальных, экологических, культурных задач.

Основная часть

В результате анализа области профессиональной деятельности специалистов АПК [2], отвечающих за

материально-техническую базу и технологический потенциал (прежде всего, агроинженеров), состояние и тенденции развития отрасли, исторически сложившегося мировоззрения жителей сельских территорий, были выделены компоненты экономико-правового мышления и психологической идентичности личности, способной решать задачи инновационных преобразований и повышения качества жизни населения:

1. Правовое сознание, определяющее степень принятия индивидуумом сложившейся практики регулирования общественных отношений и готовность к поиску, разработке и внедрению мероприятий по корректировке нормативно-правовых документов [3].

2. Понимание сущности и закономерностей экономических процессов, умение анализировать стадии жизненного цикла продукции и определять точки роста, владение навыками инновационных преобразований и способами их регулирования.

3. Понимание закономерностей личностного развития, владение навыками самообразования и творческого саморазвития.

4. Способность к творческому осуществлению работ, обеспечивающих решение нестандартных технических задач в конкретном экономическом и правовом поле с приоритетностью социально-значимых результатов. Навыки эвристического поиска механизмов совершенствования системы экономических и общественных отношений, направленных на дости-

жение более высокого уровня мотивации людей к производительному труду и инновациям.

5. Убеденность в своей позиции и готовность отстаивать свои решения по вопросам экономического и правового сопровождения профессиональной деятельности агроинженера, готовность к участию в воспитании подчиненных, коллег и развитии всего общественного сознания.

На формирование экономико-правового мышления оказывают влияние следующие факторы современной экономики и общественного сознания:

- активная цифровизация всех процессов, как на уровне предприятий и всей отрасли, так и жизнедеятельности отдельных индивидов;

- изменения в использовании коммуникационных технологий и организация совместной деятельности в наднациональном пространстве;

- востребованность креативной личности как решающего условия достижения успеха в условиях конкуренции;

- способность к высокоинтенсивной деятельности при наличии психологического дискомфорта;

- потребность в осуществлении комплексных проектов, предполагающих наряду с узкопрофессиональными компетенциями и знаний, умений, навыков из других областей, определяющих успешность всего проекта.

При организации воспитывающего обучения необходимо учитывать следующие моменты, связанные с особенностями контингента:

- подавляющее большинство обучающихся по направлениям агроинженерии уже имеют опыт работы в АПК (в личном хозяйстве, сезонные работы в сельскохозяйственных организациях, при прохождении практик) и, соответственно, опыт построения экономических и правовых отношений при выполнении трудовых функций;

- сезонность работ в сельском хозяйстве обуславливает высокую востребованность как использования цифровых образовательных технологий и развития электронной информационно-образовательной среды, так и развития института тьюторства;

- представители сельских территорий, обучающиеся по агроинженерным направлениям подготовки, часто воспитывались в условиях приоритетности традиционных ценностей, при соблюдении нравственных правил и этических норм, что позволило сформировать у них чувство ответственности, любви к Родине, обостренное чувство справедливости.

В условиях развивающегося всестороннего сотрудничества Республики Беларусь и Российской Федерации, поиска новых форм решения проблем инновационных преобразований во всех отраслях, в т.ч. и в сфере АПК как гаранте продовольственной безопасности, возрастает востребованность поиска способов организации образовательного процесса, нацеленных на воспитание интернациональных качеств и

экономико-правовую подготовку к организации совместных народно-хозяйственных проектов.

Проведенное моделирование организации образовательной деятельности по экономико-правовому воспитанию позволило выявить основные принципы его организации в рамках международного сотрудничества двух стран:

1. Развитие цифровой образовательной среды, включающей следующие информационные модули:

- о базовых положениях экономики и юриспруденции;

- о специфических особенностях сопровождения хозяйственных операций в АПК на территории двух стран (в т.ч. и нормативно-правовые документы);

- о перспективных инновационных разработках и проектах, реализуемых в сельском хозяйстве;

- модуль организации учебно-научного взаимодействия обучающихся при решении профессиональных задач по управлению инновациями, и модуль методического сопровождения различных технологий обучения.

2. Применение импульсных педагогических технологий [4], предполагающих чередование в воспитывающем обучении краткосрочных периодов интенсивной познавательной работы над совместным проектом при повышенном уровне сложности, этапов рефлексии и релаксации.

Примером экономико-правового воспитания при использовании импульсных технологий может служить проведение студенческой международной конференции «Рыночная экономика: сегодня и завтра» в БГАТУ, в которой принимают участие студенты союзного государства.

Проведение исследований и подготовка материалов к конференции побуждают студента не только анализировать специфику экономико-правового сопровождения деятельности агроинженеров в своем регионе, но и изучать особенности экономики и юриспруденции другого государства для возможного осуществления совместной деятельности.

Ключевыми импульсами будут выступление студента на конференции и ответы на вопросы, когда происходит максимальное напряжение интеллекта и психологических сил человека.

Наряду с формированием интегрированных профессиональных компетенций на рефлексивном и деятельностном уровнях, происходит качественное изменение личностных характеристик обучающегося и эго-идентичности: коммуникабельности, уверенности в своих силах, умений самоменеджмента. Обсуждение докладов позволит не только выявить проблемные моменты в экономико-правовом обосновании деятельности, но и установить необходимые контакты для дальнейшей совместной научной деятельности и осуществления интернациональных инновационных проектов в сфере АПК.

Заключение

Организация экономико-правового воспитания на основе предложенного механизма позволяет подготовить кадры агроинженерных направлений к эффективной реализации инновационных проектов в АПК Республики Беларусь и Российской Федерации.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Попов, А.И. Проектирование системы обучения инновационной деятельности будущих инженеров сельскохозяйственного производства / А.И. Попов, В.М. Синельников, Н.Г. Серебрякова // Издністер, нэтижелер – исследования, результаты (Казахский национальный аграрный университет). – 2017. – №3 (75). – С. 410–417.

2. Тетеринец, Т.А. Производственно-экономический потенциал сельского хозяйства Беларуси: анализ и механизмы управления / Т.А. Тетеринец, В.М. Синельников, Д.А. Чиж, А.И. Попов. – Тамбов: ТГТУ. – 2018. – 160 с.

3. Попов, А.И. Правовое воспитание специалистов инновационной сферы / А.И. Попов // Социальная компетентность. – 2018. – Т. 3. – № 1. – С. 74–80.

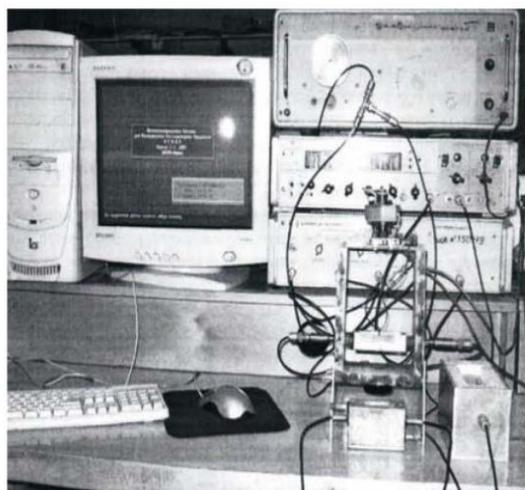
4. Попов, А.И. Импульсная педагогика в подготовке кадров для инновационной экономики / А.И. Попов // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент: матер. Межд. научно-иннов. конф. – Тамбов: ИП А.В. Чеснокова, 2018. – С. 61-67.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 03.01.2019

Информационная измерительная система для измерений физических, геометрических, структурных характеристик материалов

Предназначена для исследования и тестирования состояния материалов и сред на основе анализа закономерностей параметрического воздействия изменяющихся во времени характеристик на частотно-фазовые соотношения зондирующих акустических и электрических колебаний.

Измерительная система успешно применена для изучения свойств и состояния магнитных и немагнитных металлов, полимерных композитов, включая кинетику их перехода к твердому состоянию.



Основные технические данные

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Погрешность
Электрическая емкость	20... 1000 пФ	$3 \cdot 10^{-2}$ пФ
Индуктивность	10... 1000 мкГн	$3 \cdot 10^{-2}$ мкГн
Удельная электрическая проводимость	$10^b \dots 5 \cdot 10^f$ См/м	10^{-3} См/м
Диэлектрическая проницаемость	1...20	10^{-3}
Избыточная температура	100...500 К	10^{-3} К
Относительные изменения скорости ультразвука	300...6000 м/с	10^{-b}
Малые перемещения	0... 1 мм	1 мкм

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. Статьи публикуются на русском языке.

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 желательнее 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, используются 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 выводами;

список цитированных источников;

дату поступления статьи в редакцию.

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

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

В разделе «Заклучение» 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

Технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью (ТИЗОЖ)

Предназначена для упрочнения сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники.

Преимущества ТИЗОЖ: используются конструкционные нелегированные стали (типа 60ПП); высокая износостойкость изделий (ресурс лемехов, долот, дисков - не менее 50 га;).

Разработанная технология внедрена на 13 предприятиях Республики Беларусь и применяется при изготовлении деталей на ОАО «КЗТШ», ПРУП «МЗШ», ДП «Минойтовский РЗ», ОАО «БЭМЗ», ОАО «Дрогиченский ТРЗ», ОАО «Бобруйскагропроммаш», ОАО «Оршаагропроммаш», КУПП «Берёза РАС», ОАО «Минский РАС», ОАО «Лида РАС», ОАО «Лидсельмаш», ОАО «Бобруйксельмаш», ОАО «Витебский МРЗ».

Годовой экономический эффект использования ТИЗОЖ на ОАО «БЭМЗ», ОАО «Минский РАС», ОАО «Витебский МРЗ» в 2017 году составил свыше 80 тыс. руб.

