



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 3
ИЮНЬ
2019

*Определение затрат энергии на эвакуацию
молока из доильного стакана с учетом
диаметра молочной трубки*

*Показатели трактора «БЕЛАРУС» со
сдвоенными колесами при повороте*

*Новые подходы к разработке методики
определения нормативов потребности
в сельскохозяйственной технике*

*Удаление частиц загрязнений различной
природы при очистке моторного масла
методом центрифугирования*



29-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА «БЕЛАГРО – 2019»



С 4 по 9 июня в Беларуси проходила 29-я Международная специализированная выставка «БЕЛАГРО», на которой новейшие достижения в области сельского хозяйства и сельхозмашиностроения продемонстрировали белорусские и зарубежные аграрии, ученые и промышленники. В работе выставки приняли участие более 550 организаций, фирм и компаний из 29 стран мира.

Белорусский государственный аграрный технический университет – постоянный участник выставки. С каждым годом увеличивается количество разработок, которые предлагают ученые БГАТУ для предприятий АПК. В этом году на стенде нашего университета были представлены баннеры и мультимедийная презентация с информацией о научно-исследовательской работе БГАТУ, образцы деталей, приборов и сельскохозяйственных машин, созданных в университете, монографии, учебники и учебные пособия, авторами которых являются работники БГАТУ.

Наибольший интерес посетителей экспозиции университета был проявлен к разработкам «Технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью (ТИЗОЖ) сменных деталей рабочих органов сельскохозяй-

ственных машин» и «Программный комплекс автоматизированного рабочего места (АРМ) специалиста сельского хозяйства».

В рамках «БЕЛАГРО – 2019» факультет «Технический сервис в АПК» провел международную научно-практическую конференцию «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК», на которой обсуждались вопросы, связанные с производством новой техники, освоением инновационных технологий в сельскохозяйственном производстве, повышением эффективности использования машин и оборудования, совершенствованием системы технического сервиса в АПК. В конференции приняли участие ведущие ученые и производственники Республики Беларусь, а также представители ближнего и дальнего зарубежья.

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК БГАТУ организовал проведение международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК». В конференции приняли участие ученые, руководители и специалисты учреждений образования, научно-практических центров НАН Беларуси, сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь и России.

Профессор кафедры технологий и организации технического сервиса Н.К. Толочко и доцент кафедры моделирования и проектирования Е.В. Галушко приняли участие в полуфинале конкурса инновационных проектов «Евразийские цифровые платформы», который был проведен в ходе работы выставки.

Совместно с Минсельхозпродом и БРСМ наш университет провел конкурс профессионального мастерства «Лучший пахарь», участниками которого стали студенты и мастера производственного обучения учреждений высшего и среднего специального образования аграрного профиля. БГАТУ занял первое место в командном зачете среди учреждений образования.

Экспозицию университета посетили – начальник Главного управления образования, науки и кадров Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь В.А. Самсонович, заместитель директора Белорусской национальной биотехнологической корпорации Н.Н. Котковец, а также ряд отечественных и зарубежных делегаций.

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

АГРОПАНОРАМА 3 (133) июнь 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
Игорь Степанович Крук

Редакционная коллегия:

Г.И. Гануш	М.А. Прищепов
Л.С. Герасимович	А.С. Сайганов
Е.П. Забелло	В.Н. Тимошенко
П.П. Казакевич	Н.К. Толочко
А.Н. Каргашевич	В.П. Чеботарев
И.П. Козловская	Н.С. Яковчик

Е.В. Сенчуров – ответственный секретарь
Н.И. Цындрина – 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@batu.edu.by

БГАТУ, 2019.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-
макета 18.06.2019 г. Зак. № 483 от 17.06.2019 г.

Дата выхода в свет 28.06.2019 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 - 17,77 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

- С.Н. Бондарев, А.В. Китун, В.И. Передня**
Определение затрат энергии на эвакуацию молока из доильного
стакана с учетом диаметра молочной трубки.....2
- А.И. Бобровник, Т.А. Варфоломеева**
Показатели трактора «БЕЛАРУС» со сдвоенными колесами
при повороте.....5

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

- А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко, А.М. Новик**
Новые подходы к разработке методики определения нормативов
потребности в сельскохозяйственной технике.....10
- В.С. Корко, П.В. Кардашов**
Моделирование зависимости фактической урожайности
зерновых от сроков посева и уборки.....14
- В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков, В.П. Цай**
Эффективность скармливания кормов из рапса, люпина и вики
молодняку крупного рогатого скота.....18
- М.А. Асновин**
Современное состояние и перспективные направления развития
рыбоводства в Республике Беларусь.....22
- Е.В. Таразевич, Е.С. Гук**
Способы повышения эффективности использования прудовых
площадей Беларуси.....26

Энергетика. Транспорт

- В.А. Коротинский, В.М. Збродыга, А.И. Зеленкевич**
Исследование электропотребления и качества электроэнергии в
электрических сетях предприятия ПРУП «Экспериментальная
база имени Г.И. Котовского».....30

Технический сервис в АПК. Экономика

- А.В. Мучинский, Н.Г. Королевич, Г.Ф. Добыш,
Д.Ю. Ивашкевич**
Производительность агрегата – основа для нормирования
механизированных работ в растениеводстве.....37
- С.К. Матальцкая, Н.Н. Киреенко**
Экономический эффект распределения накладных затрат при
калькулировании себестоимости продукции (работ, услуг).....40
- В.М. Капцевич, В.К. Корнеева, И.В. Закревский,
И.Д. Данцевич**
Удаление частиц загрязнений различной природы при очистке
моторного масла методом центрифугирования.....45

УДК 637.116.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ НА ЭВАКУАЦИЮ МОЛОКА ИЗ ДОИЛЬНОГО СТАКАНА С УЧЕТОМ ДИАМЕТРА МОЛОЧНОЙ ТРУБКИ

С.Н. Бондарев,

аспирант каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

А.В. Китун,

зав. каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

В.И. Передня,

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

В статье рассмотрен вопрос определения затрат энергии на эвакуацию молока из доильного стакана с учетом диаметра молочной трубки.

Ключевые слова: сосковая резина, вакуум, молочная трубка, молокоотдача, доильный аппарат, коллектор, затраты энергии.

The article considers energy consumption for the evacuation of milk from the milking cup taking into account the diameter of the milk tube.

Keywords: teat cup liner, vacuum, milk tube, milk delivery, milking machine, collector, energy consumption.

Введение

Важнейшим показателем, определяющим рентабельность производства молока, являются затраты энергии на его получение. Несмотря на высокие количественные показатели отечественной молочной отрасли, она имеет высокие удельные затраты и низкую продуктивность. Энергозатраты на получение отечественного молока составляют порядка 90 кВт·ч/т, что в 1,2 – 2,0 раза больше, чем у лучших мировых производителей. Также средняя продолжительность лактационного долголетия животного составляет 3 года вместо 5-6 лет, необходимых для снижения удельных затрат [1, 2].

Одним из возможных путей решения данных проблем является исключение обратного тока молока в сосок вымени животного во время доения.

В процессе машинного доения при максимальной молокоотдаче животного и при малом внутреннем диаметре молочной трубки, в момент разжатия стенок сосковой резины выдоенное молоко обратным током ударяет в сосок вымени животного. В результате происходит возвратно-поступательное движение молока в молочной трубке [3, с. 86], вследствие чего требуется больше времени для эвакуации молока из доильного стакана в коллектор, в течение которого будет работать доильная установка, что приведет к увеличению затрат энергии на доение животного и энергоемкости процесса машинного доения в целом. Также при обратном токе молока в сосок вымени животного происходит проникновение болезнетворных бактерий в цистерну соска, что может привести к заболеваемости животного маститом, снижению его молочной продуктивности и лактационного долголетия.

Целью работы является теоретическое обоснование затрат энергии на эвакуацию молока из молочной трубки с учетом ее диаметра, обеспечивающего полную эвакуацию молока из доильного стакана.

Основная часть

Определим затраты энергии на эвакуацию молока из молочной трубки с учетом ее конструктивных параметров:

$$N = \frac{\rho \cdot v_3^2 \cdot V_{\text{м.т.}}}{t}, \quad (1)$$

где ρ – плотность молока, кг/м³;

$V_{\text{м.т.}}$ – объем молочной трубки, м³;

v_3 – скорость движения молока на выходе из молочной трубки, м/с;

t – время, затрачиваемое на эвакуацию молока, с.

Откуда объем молочной трубки определим по формуле:

$$V_{\text{м.т.}} = S_{\text{м.т.}} \cdot l_{\text{м.т.}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{м.т.}}$ – площадь молочной трубки в поперечном сечении, м²;

$l_{\text{м.т.}}$ – длина молочной трубки, м.

Так как внутренний диаметр молочной трубки имеет круглое сечение, то его площадь также можно определить по формуле:

$$S_{\text{м.т.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{м.т.}}^2}{4}, \quad (3)$$

где $d_{\text{м.т.}}$ – диаметр молочной трубки, м.

Также определим пропускную площадь молочной трубки с учетом молокоотдачи животного:

$$S_{\text{м.т.}} = \frac{Q \cdot v_3}{\rho \cdot g \cdot l_{\text{м.т.}}}, \quad (4)$$

где Q – величина молокоотдачи животного, кг/с;
 g – ускорение свободного падения, м/с².

Так как левые части уравнений (3) и (4) равны, то приравняв их и выразив значение диаметра молочной трубки, получим:

$$d_{\text{м.т.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot v_3}{\rho \cdot l_{\text{м.т.}} \cdot g \cdot \pi}}. \quad (5)$$

При доении, молоко из сосковой цистерны, через канал соска вымени животного поступает в подсосковую камеру доильного стакана. Так как в подсосковой камере вакуумметрическое давление, а в соске вымени животного избыточное и, соответственно, выдаивание молока происходит за счет разности давлений, то в таком случае формула по определению скорости потока молока на выходе из канала соска (сечение 1–1, рис. 1), примет вид [4, с. 20]:

$$v_1 = \varphi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}, \quad (6)$$

где Δp – разность давлений между сосковой цистерной вымени и подсосковой камерой доильного стакана, Па;

φ – коэффициент скорости потока молока.

Коэффициент скорости потока молока определим по формуле [5]:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_1}}, \quad (7)$$

где α – коэффициент Кориолиса;

ξ_1 – коэффициент местных гидравлических сопротивлений канала соска.

Разность давлений между сосковой цистерной

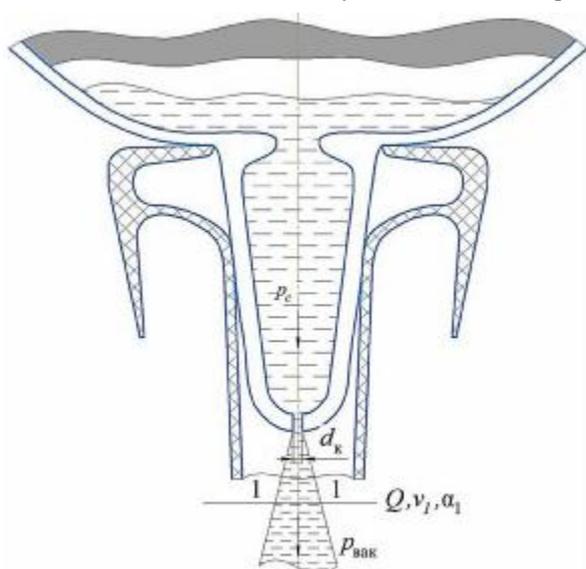


Рис. 1. Схема к определению скорости потока молока на выходе из соска при доении

вымени и подсосковой камерой доильного стакана определим по формуле:

$$\Delta p = p_c - p_{\text{вак}}, \quad (8)$$

где p_c – внутривыменное давление молока во время доения, Па;

$p_{\text{вак}}$ – величина вакуума в подсосковой камере доильного стакана, Па.

Подставив значения формул (7) и (8) в выражение (6), получим конечную формулу для определения скорости потока молока на выходе из соска вымени животного:

$$v_1 = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_1}} \cdot \sqrt{\left(\frac{2(p_c - p_{\text{вак}})}{\rho} \right)}. \quad (9)$$

Определив скорость молока на выходе из соска вымени животного, интенсивность молокоотдачи определим как расход жидкости через отверстие:

$$Q = S_k \cdot v_1 \cdot \rho = \frac{S_k \cdot \rho}{\sqrt{\alpha + \xi_1}} \cdot \sqrt{\left(\frac{2(p_c - p_{\text{вак}})}{\rho} \right)}. \quad (10)$$

Откуда площадь канала соска вымени животного, через которое происходит выдаивание молока из соска, определим по формуле:

$$S_k = \frac{\pi \cdot d_k^2}{4}. \quad (11)$$

Подставив значение формулы (11) в формулу (10), получим конечную формулу по определению интенсивности молокоотдачи животного в процессе доения:

$$Q = \frac{\rho \cdot \pi \cdot d_k^2}{4 \sqrt{\alpha + \xi_1}} \cdot \sqrt{\left(\frac{2(p_c - p_{\text{вак}})}{\rho} \right)}. \quad (12)$$

Определим скорость потока молока на выходе из молочной трубки в коллектор (сечение 3–3, рис. 2) с учетом местных сопротивлений:

$$v_3 = v_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3, \quad (13)$$

где ξ_2 – коэффициент местных сопротивлений, учитывающий сужение диаметра при переходе от сосковой резины к молочной трубке;

ξ_3 – коэффициент местных сопротивлений, учитывающий расширение диаметра при переходе от молочной трубки к коллектору.

Так как переход сосковой резины в молочную трубку имеет форму конического сужения, то коэффициент местных сопротивлений определим как для короткого конфузора [6]:

$$\xi_2 = k_{a1} \cdot \left(\frac{1}{\left(\frac{d_{\text{вх}}}{d_{\text{с.р.}}} \right)^2} - 1 \right), \quad (14)$$

где k_{a1} – коэффициент смягчения при постепенном сужении диаметра, определяемый аналитически;

$d_{\text{с.р.}}$ – диаметр сосковой резины, м;

$d_{\text{вх}}$ – диаметр входа в молочную трубку, м.

При выходе молочной трубки в коллектор происходит коническое расширение диаметра (сечение 3-3, рис. 2), в таком случае коэффициент местных сопротивлений определим как для короткого диффузора [6]:

$$\xi_3 = k_{a2} \cdot \left(\frac{d_{\text{кол2}}}{d_{\text{кол1}}} - 1 \right)^2, \quad (15)$$

где k_{a2} – коэффициент смягчения при постепенном расширении диаметра, определяемый аналитически;

$d_{\text{кол2}}$ – диаметр выходного патрубка коллектора, м;

$d_{\text{кол1}}$ – диаметр входного патрубка коллектора, м.

Подставив значения формул (9), (14) и (15) в выражение (13), получим:

$$v_3 = \sqrt{\left(\frac{2(p_c - p_{\text{вак}})}{\rho \cdot (\alpha + \xi_1)} \right)} \cdot k_{a1} \cdot \left(\frac{1}{(d_{\text{вх}} / d_{\text{с.р.}})^2} - 1 \right) \cdot k_{a2} \cdot \left(\frac{d_{\text{кол2}}}{d_{\text{кол1}}} - 1 \right)^2 \quad (16)$$

Определив скорость молока на выходе из молочной трубки, а также величину молокоотдачи животного, подставим определенные значения в формулу (5) и получим итоговую формулу по определению внутреннего диаметра молочной трубки с учетом величины молокоотдачи животного:

$$d_{\text{м.т.}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{2 \cdot d_k^2 (p_c - p_{\text{вак}})}{(\alpha + \xi_1)} \right) \cdot k_{a1} \cdot k_{a2}}{\rho \cdot l_{\text{м.т.}} \cdot g}} \cdot \left(\frac{1}{(d_{\text{вх}} / d_{\text{с.р.}})^2} - 1 \right) \cdot \left(\frac{d_{\text{кол2}}}{d_{\text{кол1}}} - 1 \right) \quad (17)$$

Решая совместно равенства (1), (2), (3), (16), (17), получим итоговую формулу по определению затрат энергии на эвакуацию молока из молочной трубки:

$$N = \left(\frac{\pi \cdot d_k^2 (p_c - p_{\text{вак}})^2}{\rho \cdot t \cdot g \cdot (\alpha + \xi_1)^2} \right) \cdot k_{a1}^3 \cdot \left(\frac{1}{(d_{\text{вх}} / d_{\text{с.р.}})^2} - 1 \right)^6 \cdot k_{a2}^3 \cdot \left(\frac{d_{\text{кол2}}}{d_{\text{кол1}}} - 1 \right)^6 \quad (18)$$

Заключение

1. Установлено, что затраты энергии на эвакуацию молока из молочной трубки зависят от разности внутривыменного давления и давления в подсосковой камере доильного стакана, конструктивных параметров молочной трубки, а также от времени, за которое

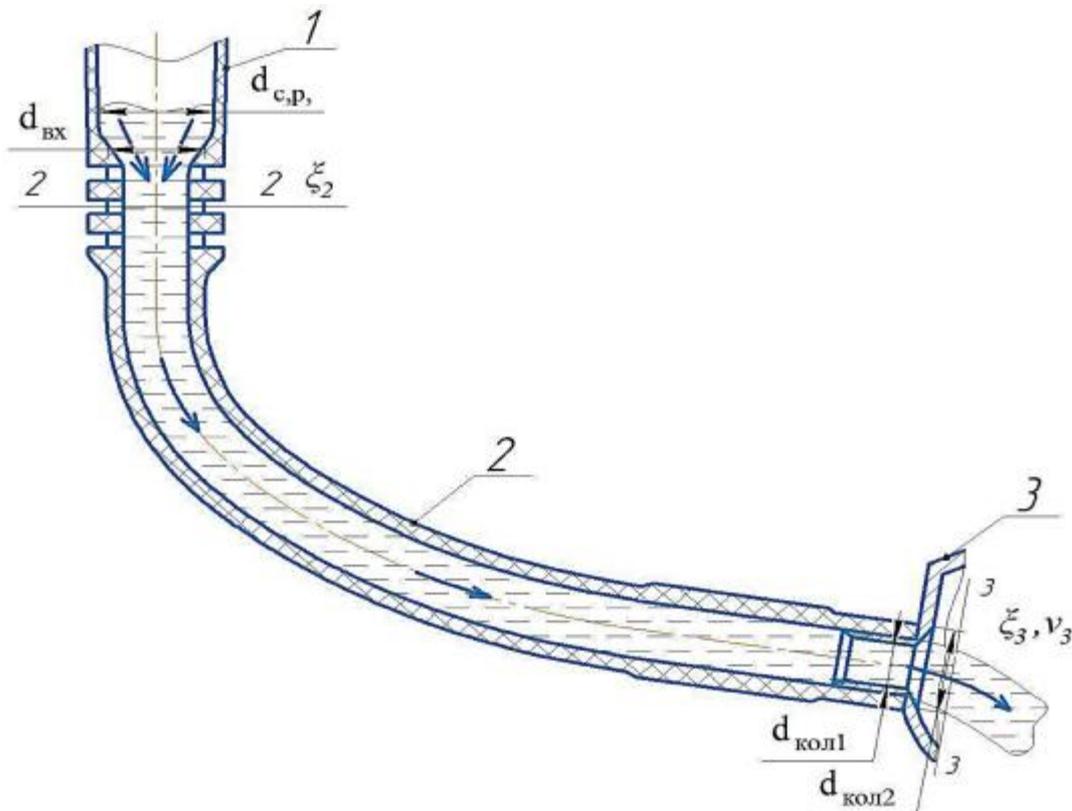


Рис. 2. Расчетная схема к определению диаметра молочной трубки доильного стакана: 1 – сосковая резина; 2 – молочная трубка; 3 – коллектор доильного аппарата

выдоенное молоко эвакуируется в коллектор.

2. Диаметр молочной трубки (формула 17) зависит от разности внутривыменного давления и давления в подсосковой камере доильного стакана, а также конструктивных параметров сосковой резины, молочной трубки и коллектора.

3. Результаты теоретических исследований позволяют сделать вывод о том, что предотвратить обратный ток молока в сосок вымени животного, а, соответственно, снизить затраты энергии на процесс доения и повысить лактационное долголетие животного возможно путем увеличения скорости эвакуации молока из доильного стакана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Китиков, В.О. Стратегическое направление развития машинного доения коров / В.О. Китиков, А.Н. Леонов // Вести Национальной Академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2013. – №4. – С. 91–104.

2. Китиков, В.О. Научные основы создания технологического оборудования и физиологически-адаптирующего процесса машинного доения коров: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / В.О. Китиков. – Минск, 2015. – 412 с.

3. Исследование процесса гидродинамического движения газожидкостной смеси в замкнутом контуре «молочная железа – доильная машина – счетчик молока – молокопровод» системы «Ч–М–Ж–С» / В.А. Шахов [и др.] // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. – 2015. – №5. – С. 86–88.

4. Александров, Ю.Б. Расчет гидравлических систем: учеб. пособие / Ю.Б. Александров, В.А. Кузьмин, В.И. Панченко. – Казань: Казан. гос. технич. ун-т. – 2010. – 59 с.

5. Зезин, В.Г. Механика жидкости и газа: учеб. пособие / В.Г. Зезин. – Челябинск: ЮУрГУ. – 2016. – 250 с.

6. Калекин, А.А. Гидравлика и гидравлические машины: учеб. пос. / А.А. Калекин. – М.: Мир. – 2005. – 512 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 13.03.2019

УДК 629.114.2

ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС» СО СДВОЕННЫМИ КОЛЕСАМИ ПРИ ПОВОРОТЕ

А.И. Бобровник,

зав. каф. «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» БНТУ, докт. техн. наук, профессор

Т.А. Варфоломеева,

ст. преподаватель каф. тракторов и автомобилей БГАТУ

В статье рассмотрены показатели колесного трактора со сдвоенными колесами при установке механизма управления сдвиганием колес при повороте, определены потери мощности на тангенциальную деформацию шин сдвоенных колес, параметры ходовой системы колесного трактора, предложены технические решения по снижению циркуляции мощности в сдвоенных колесах при повороте.

Ключевые слова: трактор «БЕЛАРУС», мощность, давление в шинах, почва, динамический радиус колеса, скорость движения, муфта, сдвоенные колеса.

The efficiency of a double wheeled tractor using disconnection mechanism while turning is outlined, power loss at the tangential deformation of double wheeled tires and the parameters of the driving system of the wheeled tractor are defined, technical solutions to reduce the power circulation of double wheels when turning are given in the article.

Keywords: tractor "BELARUS", tire pressure, peat soils, dynamic wheel radius, speed, support, double wheels.

Введение

В соответствии с Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы предусматривается совершенствование структуры посевных площадей в соответствии с зональными системами земледелия и повышение к концу 2020 года урожайности зерновых культур на 9 % к уровню 2015 года, производство зерна планируется в объеме не менее 10 млн тонн [1].

Для этого необходимо обеспечить хозяйства энергонасыщенными тракторами мощностью двигателя 250 и более л. с. (72,5 %), кормоуборочными комбайнами с мощностью двигателя 350 и более л. с. (53 %), широкозахватными почвообрабатывающими агрегатами.

Выполнение этих задач возможно за счет высокоэффективного использования современных сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов

(МТА), которые предусматривают использование тракторов большой мощности в агрегате с почвообрабатывающей и посевной техникой.

При совмещении операций уменьшается число проходов агрегата по полю, снижается уплотнение почвы, механическое повреждение растений. Для снижения уплотнения почвы, улучшения эксплуатационных свойств тракторов, увеличения площади пятна контакта движителя на обеих осях трактора и снижения сопротивления перекачивания, устанавливают сдвоенные колеса. Предусмотрены мероприятия по сдваиванию шин передних и задних колес.

Движение трактора, оборудованного сдвоенными колесами, на технологических поворотах при выполнении полевых работ, переездах и транспортных работах, сопровождается возникновением дополнительных нагрузок между сдвоенными колесами, на полуосях, в узлах трансмиссии, снижающих эксплуатационные свойства МТА.

Теоретические основы определения оптимальных параметров МТА и эффективного использования технических средств заложены в трудах В.В. Гуськова [2], В.В. Скотникова и др.

Однако изменения эксплуатационных показателей колесных тракторов с усовершенствованным движителем и конструктивными изменениями трансмиссии изучены недостаточно.

Цель работы – улучшение эксплуатационных свойств трактора «БЕЛАРУС» тягового класса 5,0 путем обоснования рациональных параметров и разработки управления механизмом сдваивания колес.

Основная часть

Анализ эксплуатации современных МТА в хозяйствах Беларуси позволяет сделать вывод о том, что тенденция наращивания доли использования колесных полноприводных тракторов с высоким отношением мощности двигателя к массе трактора продолжает сохраняться.

Так, трактор «БЕЛАРУС 3022ДЦ.1» предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ общего назначения, основной и предпосевной обработки почвы, транспортных работ, а также для посева в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов, уборочных работ в составе высокопроизводительных комплексов.

Однако для энергонасыщенных тракторов остается нерешенной проблема переуплотнения почвы движителями. При движении МТА в колее трактора плотность повышается на 0,1 ... 0,4 г/см³ относительно начальной, то есть на 10 ... 40 % [3]. Для выращивания большинства сельскохозяйственных культур оптимальная плотность почвы должна находиться в пределах 1,1 ... 1,3 г/см³.

Одним из основных требований, предъявляемых к движителям сельскохозяйственных тракторов, является улучшение их тягово-сцепных свойств с одновременным сохранением агроэкологических требований, установка сдвоенных колес, увеличивающих площадь пятна

контакта движителей с опорной поверхностью, снижающих удельное давление на грунт и глубину колеи. При этом большее количество почвозацепов принимают участие в создании касательной силы тяги, улучшая тягово-сцепные показатели трактора.

Для сдваивания колес тракторов используют различные устройства: специальные ободья W15Lx30, DDW18Lx42, серийные проставки 2522-3108015 (передняя) и 2522-3109031 (задняя), системы Шаад АW от Грасдорф Веннекамп с помощью проставочного кольца специальной формы и цепи для их крепления, системы ДТС с тремя зажимами для тракторов мощностью свыше 300 л.с., системы МД с использованием винтов и зажимных механизмов и др. (табл. 1).

Проведенные испытания на ОАО «МТЗ» специальных ободьев фирмы «MOLCON» (Бельгия) для сдваивания колес 540/65R30 «CONTINENTAL» на тракторе «БЕЛАРУС 3022В» показали, что при севе зерновых посевным агрегатом «RABE – 6,0 (Германия) и установке давления во внутренних передних и задних сдвоенных колесах 0,11 МПа, а во внешних – 0,10 МПа при эксплуатационной массе трактора 15800 кг и массе, приходящейся на правый/ левый задний движитель соответственно 4500 кг/4500 кг, были получены значения давления на почву (табл. 2).

В известных технических решениях по сдваиванию колес тракторов одного борта реализованы жесткие кинематические связи между этими колесами и поэтому колеса вращаются с одинаковыми угловыми скоростями на всех режимах движения. Наиболее неблагоприятным, с точки зрения влияния на почву и силовые механизмы трактора, является не отклонение от прямолинейного движения, особенно повороты с малыми радиусами.

Способы движения МТА при выполнении технологических процессов полевых работ предполагают криволинейные участки движения с выглублением (отклонением) рабочих органов при поворотах или разворотах. Длина гона для Республики Беларусь составляет 200-1500 м, средняя – 800 м. При этом удельный вес криволинейного движения по времени, в зависимости от конфигурации поля и выбранного способа движения может достигать 5...10 % [2].

Для улучшения эксплуатационных качеств трактора при повороте (уменьшение радиуса поворота), предлагается устанавливать механизм управления сдваиванием колес, с возможностью отключения муфтой управления наружного от внутреннего колеса, предусматривающий при повороте и соединении сдвоенных колес с полуосью при прямолинейном движении (рис. 1). Отключение наружного колеса от ведущего режима приводит к уменьшению снижения тягово-сцепных свойств отключаемого борта колесного трактора.

Авторами предложено также устройство [4], позволяющее оператору осуществлять отключение наружного колеса от передаваемого с полуосью момента при помощи пневматической муфты.

Таблица 1. Системы сдвигания колес

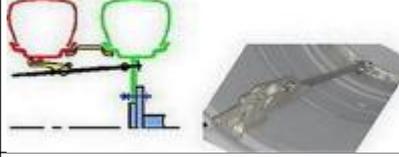
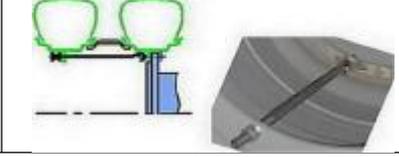
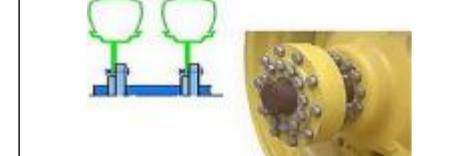
Мягкие		
«З» Зацепы	«К» Крюки	«Р» Ригель центральный
Конструкция системы «проставка»		Конструкция системы «обечайка»
		
Жесткие		
«М» Муфта	«Б» Барабан (полубарабан)	«Д» Две ступицы (подвижные)
Разъемная конструкция	Разъемные, полуразъемная конструкция	Разъемная конструкция
		

Таблица 2. Давление на почву трактора «БЕЛАРУС 3022 В»

Давление	Передние колеса	Задние колеса
Среднее давление, МПа	0,072...0,0742	0,084-0,085
Максимальное давление, МПа	0,1083-0,1096	0,126-0,127
Колея ПВМ:		
по внутренним колесам, мм	1840	1820
по внешним колесам, мм	3070	3240



Рис. 1. Макет образца устройства сдвигания ведущих колес с механизмом блокировки

Наименьший радиус поворота трактора составляет 5,0 м за счет подтормаживания борта. При работе агрегатов со сдвоенными колесами трактора радиус поворота увеличивается, что приводит к увеличению времени и пути поворота, необходимости заделки следов агрегата при повороте.

Режим движения трактора со сдвоенными колесами при повороте будем характеризовать следующими параметрами (рис. 2):

– средней поступательной скоростью V_{cp} , км/ч, определяемой вектором, приложенным к продольной оси трактора;

– средним радиусом поворота R_{cp} , м, измеренном между центром поворота и продольной осью трактора.

Частоты вращения левой и правой полуосей ведущего моста определим из равнодействующего момента сопротивления вращению полуоси. При равной угловой скорости вращения сдвоенных колес одного борта, увеличенная скорость внешнего по отношению к центру поворота колеса равносильна увеличению его кинематического радиуса r_k . Таким образом, $r_{k1} < r_{k2}$ и $r_{k3} < r_{k4}$.

Как известно, величина буксования каждого из колес δ зависит от нормальной нагрузки G_k и реализуемой колесом касательной силы F_k [3]. При допущении равных нагрузок на каждое из колес и принятом выше допущении о равных условиях сцепления колес, при использовании симметричного дифференциала буксования δ всех колес будут равны.

Увеличенный кинематический радиус внешнего колеса вызывает его дополнительную тангенциальную деформацию и может быть оценен [3] величиной $\Delta r_k = (1 - \delta) \cdot F_k / \lambda_\tau$, м,

где F_k – касательная сила тяги, реализуемая колесом, Н;

λ_τ – тангенциальная жесткость шины, Н/м.

Величина касательной силы тяги при известных буксовании δ и нормальной нагрузке G_k может быть определена по результатам испытания шины (рис. 3).

Тогда потеря мощности на тангенциальную деформацию наружного колеса может быть определена, как

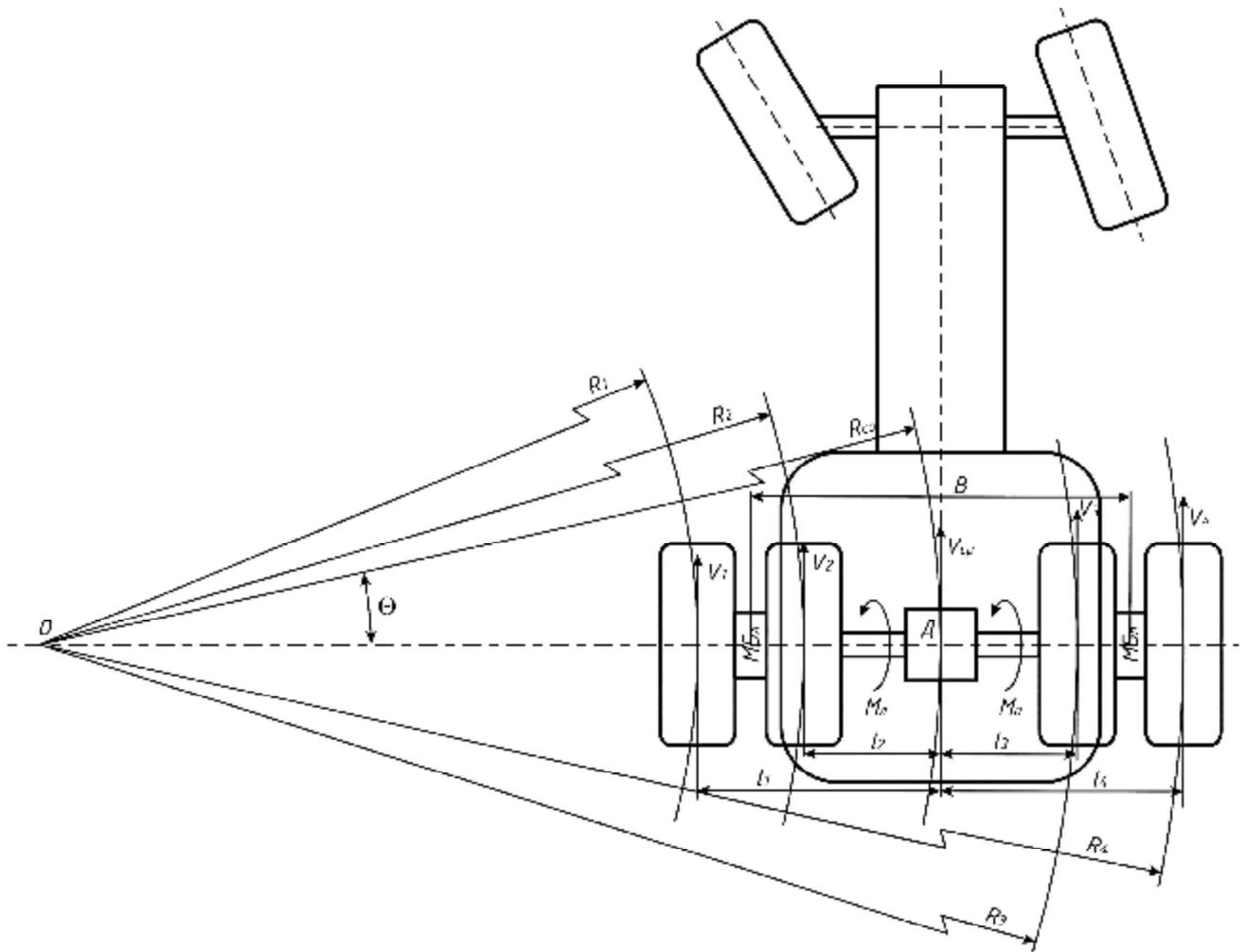


Рис. 2. Схема трактора со сдвоенными ведущими задними колесами при повороте:

R_1, R_2, R_3, R_4 – радиус поворота трактора по середине ведущих колес; R_{cp} – радиус поворота трактора, по продольной оси; V_1, V_2, V_3, V_4 – линейные скорости поступательного движения ведущих колес; V_{cp} – поступательная скорость трактора; l_1, l_2, l_3, l_4 – координаты установки ведущих колес относительно продольной оси трактора; $M_n, M_п$ – крутящий момент на левой и правой полуосях; $МБл, МБп$ – муфты блокировки: левая и правая, B – ширина колеи

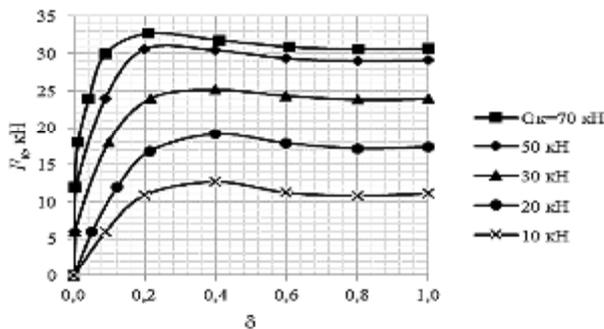


Рис. 3. Тяговая характеристика шины 620/70R42 Dneproshina

$$N_{\tau} = \Delta V \cdot F_k = \omega \cdot \Delta r_k \cdot F_k = (1 - \delta) \cdot \frac{\omega \cdot F_k^2}{\lambda_{\tau}}, \quad (1)$$

где ΔV – кинематическая скорость тангенциальной деформации шины, м/с;

ω – угловая скорость вращения полуоси, с⁻¹.

При заданных режимах поворота V_{cp} и R_{cp} при заблокированных муфтах угловые скорости вращения полуосей можно определить по зависимостям:

– левой (рис. 2)

$$\omega_{л} = \frac{V_{cp} \cdot \left(1 - \frac{tg\theta}{L} \cdot \left(\frac{l_1 + l_2}{2}\right)\right)}{r_k \cdot (1 - \delta)}; \quad (2)$$

– правой (рис. 2)

$$\omega_{п} = \frac{V_{cp} \cdot \left(1 + \frac{tg\theta}{L} \cdot \left(\frac{l_3 + l_4}{2}\right)\right)}{r_k \cdot (1 - \delta)}, \quad (3)$$

где θ – угол поворота управляемых колес, град.;
 L – колесная база трактора, м;
 $l_1 \dots l_4$ – координаты установки ведущих колес относительно продольной оси трактора, м.

Подставляя выражения (2) и (3) в (1), получаем формулы для оценки потерь мощности на тангенциальную деформацию наружных шин при заблокированном механизме сдвигания:

$$N_{\text{вл}} = \frac{F_k^2}{\lambda_\tau} \cdot \frac{V_{\text{сп}} \cdot \left(1 - \frac{\text{tg}\theta}{L} \cdot \left(\frac{l_1 + l_2}{2}\right)\right)}{r_k}; \quad (4)$$

$$N_{\text{сп}} = \frac{F_k^2}{\lambda_\tau} \cdot \frac{V_{\text{сп}} \cdot \left(1 + \frac{\text{tg}\theta}{L} \cdot \left(\frac{l_3 + l_4}{2}\right)\right)}{r_k},$$

и приходим к выводу, что исследуемые потери мощности зависят от величины реализуемой касательной силы тяги и тангенциальной жесткости колеса, и не зависят от величины буксования.

Разблокировка дифференциала в используемых системах управления происходит при угле поворота рулевого колеса на угол $\theta > 10^\circ$. Расчет значений потерь мощности при различных углах поворота θ представлен на рис. 4 для следующих условий: трактор «БЕЛАРУС 3022ДЦ» с шинами задних колес 620/70R42

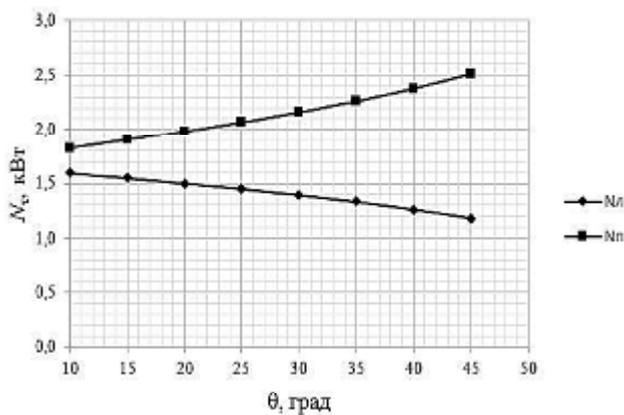


Рис. 4. Графики зависимости потерь мощности в сдвоенных ведущих колесах от угла поворота управляемых колес

Днепршина, полуприцепной плуг ППО-9.30/45, давление воздуха в шинах внутреннего колеса – 0,16 МПа, давление воздуха в шинах наружного колеса – 0,13 МПа, агрофон – стерня колосовых ($f=0,092$; $\varphi=0,68$), скорость движения – 2,5 м/с (9 км/ч).

Как видно на рис. 4, потери мощности на внутренней (левой) полуоси снижаются при увеличении

угла поворота. Это объясняется снижением угловой скорости вращения полуоси. Увеличение относительной угловой скорости наружной (правой) полуоси приводит к увеличению потерь мощности с увеличением угла поворота, однако суммарная мощность потерь левой и правой полуосями увеличивается. С целью снижения этих потерь необходимо устанавливать систему управления муфтой блокировки механизма сдвигания колес.

Заключение

Приведены технические и тяговые характеристики тракторов «БЕЛАРУС 3022ДЦ» и «БЕЛАРУС 2522». Экспериментально установлено, что движение на поворотах данных тракторов составляет 5-10 % времени в зависимости от длины гона.

Спроектирована и изготовлена конструкция механизма сдвигания задних колес, позволяющая отключать при поворотах наружное колесо и переводить его в ведомый режим. Определены потери мощности на тангенциальную деформацию наружных шин (4) при заблокированном механизме сдвигания колес, достигающие 1,5...2,5 кВт.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы (в ред. постановлений Совмина от 30.12.2016 № 1129, и от 01.02.2017 № 87). – С. 32.
2. Тракторы. Теория: учебн. для студентов вузов по спец. «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – С. 376.
3. Бобровник, А.И. Кинематика параметра БЕЛАРУС со сдвоенными шинами / А.И. Бобровник, Т.А. Варфоломеева // Транспорт и транспортные системы, конструирование эксплуатация технологии: сб. научных трудов по результатам междунар. научно-практич. конф., 26-27.10.2017 г. – Минск: Новое знание. – 2018. – С. 5-25.
4. Устройство для улучшения опорно-сцепной проходимости движителя: пат. ВУ 17002 С1 2013.04.30 Респ. Беларусь, МПК В 60С 3/00/ М.А. Прищепов, С.К. Карпович, А.И. Бобровник, В.П. Бойков, В.Г. Ермаленок, В.С. Лешков, Т.А. Варфоломеева; заявитель Бел. гос. аграрн.-техн. ун-т. – № а 20101359; заявл. 22.09.10; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 156-157.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.05.2019

УДК 631.354.2

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ ПОТРЕБНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

А.В. Новиков,

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

Д.А. Жданко,

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

Т.А. Непарко,

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

А.М. Новик,

студент агромеханического факультета БГАТУ

В статье рассмотрены существующие методики определения нормативов потребности в сельскохозяйственной технике, дан их сравнительный анализ. Рассмотрены новые подходы к их совершенствованию.

Ключевые слова: машинно-тракторный парк, мобильные энергетические средства, эталонный трактор, эталонный комбайн, коэффициент перевода, условный гектар.

The article deals with the existing methods of determining standards requirements for agricultural machinery; their comparative analysis is also given. New approaches to their improvement are considered.

Keywords: machine and tractor stock, mobile power facilities, reference tractor, reference combine, the promotion rate, conditional hectare.

Введение

Машинно-тракторный парк сельскохозяйственного предприятия как инновационная база агропромышленного комплекса является важнейшей производственной системой, которая регулирует объемы, количество и экономические показатели конечной сельскохозяйственной продукции. Оптимизация состава парка может быть достигнута путем применения научно обоснованных нормативов потребности в сельскохозяйственной технике. При этом под нормативом понимают [1] количество машин и оборудования в расчете на единицу площади и на голову скота, обеспечивающее соблюдение технологий производства качественной сельскохозяйственной продукции.

Целью данной работы является разработка новой методики определения нормативов потребности в сельскохозяйственной технике.

Основная часть

В Республике Беларусь в настоящее время действуют нормативы, которые последний раз пересматривались в 2006 году [2]. Нормативы потребности в сельскохозяйственной технике определяются в условных (эталонных) и физических единицах. Первые из двух указанных единиц используются для обоснования нормативов потребности в тракторах. Для этого используют введенную еще в январе 1972 г. систему перевода физических тракторов в условные

эталонные и физических объемов механизированных тракторных работ в условные эталонные гектары [3]. За условный эталонный трактор принимают гусеничный трактор ДТ-75 с мощностью двигателя 75 л.с., а за условный эталонный гектар – производительность этого трактора в 1 га за один час сменного времени на пахоте в эталонных условиях, соответствующих условно принятым значениям фона, типа почвы, длины гона, рабочей скорости, глубины пахоты, влажности почвы. Тракторы других марок в таких условиях имеют иную производительность, которая принимается за коэффициент перевода трактора данной марки в условные эталонные. На основе использования этих условных коэффициентов и устанавливается норматив потребности в тракторах на 1000 га пашни. Исходными данными для определения потребности в технике являются типовые технологические карты, объемы механизированных работ на расчетный период, состав машин и оборудования с учетом условий выполнения годового объема работ. Расчетная потребность в машинах общего назначения (тракторы, почвообрабатывающие агрегаты, машины для внесения удобрений и др.) относится к 1000 га пашни, другой технике в расчете на 1000 га посева.

А.С. Сайганов и другие исследователи [1] для перевода физических тракторов в условные разработали усредненные коэффициенты перевода (табл. 1), на основе которых можно рассчитать коэффициенты для трак-

Таблица 1. Усредненные коэффициенты перевода в эталонные единицы колесных тракторов

Показатели	Общего назначения										
	Тяговый класс										
	8		6		5		4		3		
Масса эксплуатационная, кг	18460-27690		13580-18460		11540-13580		9231-11540		6921-9230		
Мощность, кВт (л.с.)	320-397 (436-540)	320-397 (436-540)	244-320 (331-435)	201-243 (276-330)	201-243 (276-330)	151-200 (204-275)	201-243 (276-330)	151-200 (205-275)	120-150 (163-204)	120-250 (163-204)	
Коэффициент	3,10	3,10	2,71	2,19	2,19	1,99	2,19	1,99	1,61	1,61	
Показатели	Универсально-пропашные									Универсальные	
	Тяговый класс										
	2			1,4			0,9		0,6		
Масса эксплуатационная, кг	4621-6920			3231-4620			2081-3230		1390-2080		
Мощность, кВт (л.с.)	121-150 (164-204)		95-120 (131-163)		59-64 (81-130)		41-58 (56-80)		33-40 (45-35)		22-32 (30-44)
Коэффициент	1,61		1,31		0,78		0,58		0,47		0,29

торов всех типоразмеров. В качестве условного эталонного трактора оставлен все тот же трактор ДТ-75.

Для лучшего понимания и упрощения работы с нормативами обеспеченности предприятий техническими ресурсами, указанные исследователи считают целесообразным предоставлять их не только в виде эталонных единиц, но и в физическом исчислении. При этом в отношении тракторной техники они предлагают рассчитывать два вида нормативов: количество физических тракторов на 1000 га пашни и мощность тракторных двигателей на 1000 га пашни. Последний показатель, по их мнению, позволит более объективно оценивать уровень технической оснащенности предприятий, а также проводить международные сопоставления.

Эти же исследователи предлагают переводить в условные эталонные тракторы не только физические тракторы, но и самоходные комбайны.

Основным недостатком действующей в Республике Беларусь методики определения нормативов потребности в сельхозтехнике является использование отсутствующего на предприятиях трактора ДТ-75 в качестве условного эталонного. Рабочая скорость современных пахотных агрегатов находится в пределах от 7 до 10, а то и до 12 км/ч, а не 5 км/ч, как было принято в эталонных условиях. Авторами [4] доказано, что по этим причинам условный эталонный гектар и условный эталонный трактор в том понимании, которое вкладывалось в них в 1972 году, потерял актуальность и не имеет смысла в использовании в современных условиях. Отказаться же от условного эталонного гектара без введения альтернативного показателя измерения выполняемого тракторами объема работ не представляется возможным, так как в процессе сельскохозяйственного производства возникает необходимость относительного сравнения выработок различных марок тракторов разными механизаторами в различных предприятиях.

До середины 2009 г. в Российской Федерации использовалась аналогичная методика определения

нормативов потребности в сельскохозяйственной технике. Однако в июле 2009 года в России утверждена новая методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности [5].

Отличительной особенностью указанной методики является то, что в ней за эталонные тракторы приняты гусеничные тракторы ТЭ-100 и ТЭ-150 с мощностью двигателя соответственно 73,5 и 110,3 кВт. В качестве эталонных зерноуборочных комбайнов – комбайны «Нива-Эффект» и «Vector-410» с мощностью двигателя соответственно 107 и 154 кВт. За эталонные кормоуборочные комбайны приняты комбайны КСК-100А-Б и Дон-680М с мощностью двигателя 147 и 213 кВт соответственно. За эталонные технологические операции приняты:

- для тракторов – вспашка при удельном сопротивлении 55 кПа, глубине обработки – 22-24 см, рабочей скорости – 8 км/ч на стерне;
- для зерноуборочных комбайнов – прямая уборка зерновых колосовых культур;
- для кормоуборочных комбайнов – уборка силосных культур.

В качестве коэффициентов перевода тракторов конкретных марок в эталонные принято соотношение производительности за один час сменного времени на пахоте этих тракторов и эталонных. При этом до 2012 года в качестве эталонного использовался трактор ТЭ – 100.

За коэффициенты перевода зерно- и кормоуборочных физических комбайнов в эталонные приняты соответственно соотношения пропускных способностей и мощностей двигателей. С 2013 года в качестве эталонных комбайнов используют комбайны «Vector-410» и «Дон-680 М».

По рассмотренной выше методике разработаны таблицы перевода гусеничных и колесных тракторов и зерно- и кормоуборочных комбайнов в эталонные. На основании этих таблиц определены нормативы

потребности в тракторах, зерно- и кормоуборочных комбайнах в целом для 7 федеральных округов и 15 агрозон Российской Федерации в эталонных единицах на 1000 га пашни (для тракторов) или на 1000 га посевных площадей (для комбайнов). Нормативы потребности разработаны с использованием типовых перспективных технологических карт, технологий возделывания зерновых колосовых культур, характера варьирования общей продолжительности рабочего времени и степени его использования в процессе работы кормоуборочных агрегатов при изменении агросроков уборки и зональных особенностей, отражающих существенные различия в структуре сельхозпроизводства.

Из сравнения рассмотренных методик видно, что они основаны на одинаковых подходах. Общими являются исходные данные и последовательность расчетов нормативов потребности. И в первой и во второй методике используется понятие эталонного трактора соответственно, хотя содержание этого понятия разное. В методику Российской Федерации дополнительно введены понятия эталонного зерноуборочного и эталонного кормоуборочного комбайна и исключено понятие условного эталонного гектара. Достоинством действующей в России методики является использование в качестве эталонных двух конкретных марок тракторов, зерно- и кормоуборочных комбайнов. Это продлевает возможности применения методики по мере выхода из использования устаревших марок машин. К основному недостатку рассматриваемой методики следует отнести отказ от применения понятия условного эталонного гектара.

Кроме того, к общим недостаткам рассматриваемых методик можно отнести следующее.

Во-первых, в расчетах отсутствуют свекло-, картофеле- и льноуборочные самоходные комбайны и весь автомобильный парк. Во-вторых, нет единого подхода к определению нормативов потребности в технике для такой отрасли, как животноводство. И наконец, сам процесс определения нормативов имеет большую трудоемкость, требуется множество промежуточных вычислительных операций и построения графиков загрузки тракторов и самоходных комбайнов.

Уровень обеспеченности техническими ресурсами любого сельскохозяйственного предприятия или сельского хозяйства Республики Беларусь в целом может быть оценен двумя показателями – энергообеспеченностью земледелия и энерговооруженностью труда. Под энергообеспеченностью земледелия понимают соотношение энергетических мощностей и площади пашни. Чаще всего этот показатель приводят на 100 или 1000 га пашни. Под энергетическими мощностями понимают совокупность всех технических ресурсов, имеющих двигатели. Сюда относят тракторы, самоходные комбайны, автомобили, энергетические установки для послеуборочной обработки и хранения выращенного урожая, энергетическое оборудование для производства и первичной переработки продукции животноводства. Тракторы, самоходные комбайны и автомобили являются

мобильными, они оборудованы двигателями внутреннего сгорания и могут быть названы как мобильные энергетические средства. Энергетические мощности этих средств в энергообеспеченности земледелия занимают около 89 % [6]. Из них энергетические мощности тракторов составляют около 40 %, зерноуборочных комбайнов – 15 %, кормоуборочных комбайнов – 13,26 %, грузовых автомобилей – 35,7 %. Сложившаяся структура тракторного парка по классу тяги следующая. Тракторы класса тяги 1,4 – 29 %, 2 – 19 %, 3 – 35 %, 5 и выше – 17 %. Структура зерноуборочных комбайнов по пропускной способности до 10 кг/с – 33 %, 10-12 кг/с – 57 % и 12 кг/с и выше 10 %. Структура же кормоуборочных комбайнов по пропускной способности до 35-43 кг/с – 30 %, 43 кг/с и выше – 70 % [6].

Под энерговооруженностью труда в сельском хозяйстве принимается отношение общих энергетических мощностей к численности работников, занятых в сельском хозяйстве. К 2020 году она должна достигнуть 75 л.с. (55,1кВт) на одного работника [7]. Этот показатель косвенным образом характеризует рост уровня механизации труда в сельском хозяйстве и, естественно, рост производительности труда, от которого напрямую зависит себестоимость сельскохозяйственной продукции.

В Республике Беларусь, как и во всем мире, наметилась устойчивая тенденция сокращения посевных площадей и снижения числа работников, непосредственно занятых в сельском хозяйстве. Следовательно, и энергообеспеченность земледелия, и энерговооруженность труда будут только расти. Однако отправной точкой для обоснования нормативов потребности в мобильных энергетических средствах должна стать энерговооруженность труда, которая директивно устанавливается исходя из темпов развития сельскохозяйственного производства и финансовых возможностей.

Таким образом, априори известно директивное значение энерговооруженности труда, прогнозные значения площади пашни и число работников, занятых в сельском хозяйстве. На основании их можно определить энергообеспеченность земледелия. По сложившемуся соотношению энергетических мощностей мобильных энергетических средств с общей энергообеспеченностью земледелия и тенденцией изменения этого соотношения можно определить энергетические мощности для растениеводства и остальных отраслей сельскохозяйственного производства. Зная структуру мобильных энергетических средств и характер изменения ее, в перспективе можно определить энергетические мощности тракторов, самоходных комбайнов и автомобилей, как по отдельности, так и общее их количество.

Для упрощения расчетов авторами публикации предлагается ввести понятие условного мобильного энергетического средства (условное МЭС) [6]. В качестве такого условного МЭС рекомендовано принять трактор БЕЛАРУС 1221, так как данный трактор в составе пахотного агрегата в среднем в условиях

Республики Беларусь имеет производительность за 1 час сменного времени около 1 га. Мощность двигателя указанного трактора примерно равна 100 кВт. Это упрощает определение количества условных мобильных энергетических средств в составе тракторов, самоходных комбайнов и автомобилей. Более того, приняв за условный гектар выработку этого трактора на пахоте в 1 га за 1 час сменного времени, можно определить выработку трактора другой марки в течение любого промежутка времени на всех выполняемых им работах, так как часовая производительность этого трактора является отношением мощности двигателя этого трактора к 100 кВт. Подробно уточненная методика учета механизированных тракторных работ изложена в работах [3, 4], а методика обоснования нормативов потребности в мобильных энергетических средствах – в работе [6].

Эффективность использования любого мобильного энергетического средства, снабженного двигателем внутреннего сгорания, может быть оценена степенью средней загрузки двигателя в % за некоторый промежуток времени, например, за час или смену. В настоящее время в производственных условиях налажен учет расхода топлива и выработка машинно-тракторных агрегатов на всех видах выполняемых ими работ. Поэтому используя предложенное авторами понятие условного МЭС, можно определить среднегодовую загрузку условного мобильного энергетического средства по тракторам, самоходным комбайнам и автомобилям в отдельности. Так, по данным конкретного сельскохозяйственного предприятия [8] авторами дана сравнительная оценка существующей и предполагаемой методики определения показателей состава и использования машинно-тракторного парка. В результате сравнения установлено, что двигатели тракторов недогружены, грузовые автомобили используются неэффективно и нерационально, обеспеченность предприятия зерноуборочными комбайнами низкая.

Заключение

1. Применяемые в Республике Беларусь и Российской Федерации методики определения нормативов потребности в сельскохозяйственной технике основаны на одинаковых подходах. Общими являются исходные данные, последовательность расчетов и использование понятия эталонного трактора.

2. Общими недостатками являются – отсутствие методики расчета потребности в самоходных свекло-, картофеле- и льноуборочных комбайнах, автомобилей, машинах и оборудовании для животноводства. Процесс определения нормативов имеет большую трудоемкость, необходимо большое количество промежуточных операций и построение графиков загрузки тракторов и самоходных комбайнов.

3. Предлагается уточненная методика определения нормативов потребности в мобильных энергетических средствах путем использования понятий условного мобильного энергетического средства и

условного трактора с последующей оценкой в производственных условиях средней степени загрузки двигателя мобильного средства по фактическому расходу топлива.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по совершенствованию системы агросервисного обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей в условиях инновационного развития и модернизации АПК Республики Беларусь / А.С. Сайганов [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. – 141 с.

2. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / сост. Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Белорус. наука, 2006. – 709 с.

3. Новиков, А.В. Совершенствование методики определения состава машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия, выполненного им объема работ и показателей эффективности его использования / А.В. Новиков, В.Я. Тимошенко, Д.А. Жданко, Г.Ф. Добыш // Агропанорама. – 2016. – № 1. – С. 26-28.

4. Новиков, А.В. Совершенствование учета механизированных тракторных работ и состава машинно-тракторного парка / А.В. Новиков, В.Я. Тимошенко, Д.А. Жданко, Г.Ф. Добыш // Агропанорама. – 2016. – № 4. – С. 4-9.

5. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности: инструктивно-методическое издание. М: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 56 с.

6. Новиков, А.В. Обоснование нормативов потребности сельскохозяйственного предприятия в мобильных энергетических средствах / А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко // Изобретатель. – 2017. – №2. – С. 41-45

7. О государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196; в ред. постановления Совета Министров Республики Беларусь от 22.11.2018 г. // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2019.

8. Новиков, А.В. Сравнительная оценка существующей и предлагаемой методики определения показателей состава и использования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия / А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко, А.В. Шах // Изобретатель. – 2018. – №5-6. – С. 35-40.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 31.01.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ АКТИВАЦИИ РАСТВОРОВ В КОРМОПРИГОТОВЛЕНИИ И ПОЕНИИ ЖИВОТНЫХ

В.С. Корко,

доцент каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

П.В. Кардашов,

зав. каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Приведены результаты исследований технологии получения электроактивированных растворов требуемых параметров и их применения при кормлении и поении молодняка животных.

Ключевые слова: электротехнологии, электроактивированные растворы, приготовление кормов, животноводческие фермы.

The results of research on the technology of obtaining electro activated solutions of the required parameters and their application in feeding and watering young animals are presenting.

Keywords: electrical technologies, electro activated solutions, feed preparation, livestock farms.

Введение

Одной из проблем при кормлении животных, особенно в зимне-весенний период, является избыточное поступление кислот в пищеварительный тракт с силосованными кормами, при ферментации крахмала зерновых кормов, что приводит к их заболеваниям. Кормление переокисленными кормами отрицательно сказывается на молочной продуктивности коров: снижаются удои, ухудшается качество молока (уменьшенная жирность, нередко повышается кислотность). На практике принимают определенные меры по раскислению кормов, в том числе добавлением пищевой соды или других щелочесодержащих веществ [1, 2].

Немаловажным фактором также является баланс антиоксидантов и *pH* питьевой воды. Потребление патогенов с некачественной водой может нарушать баланс полезных микроорганизмов (комменсальных бактерий) с иммунной системой животных и может приводить к негативным последствиям для здоровья, особенно молочных коров [2].

Целью работы является исследование электротехнологии получения активированных растворов требуемых параметров непосредственно на животноводческой ферме применительно к процессам приготовления кормов, подготовки воды и питательных растворов.

Основная часть

Одним из перспективных направлений, позволяющим решить данные задачи, является разработка электротехнологии получения и применения в животноводстве электроактивированных растворов как альтернатива покупным химическим реагентам, биоактивным добавкам. Благодаря своим уникальным свойствам, и, в частности, наличию высокоактивных соединений хлора и кислорода, анолит является эффективным средством дезинфекции поверхностей и воздуха животноводческих помещений, консервантом

силоса, мясной продукции, антисептиком для лечения гнойно-воспалительных процессов и диареи у сельскохозяйственных животных. Католит содержит активированные радикалы с высокой восстановительной способностью, и в биологическом значении является антиоксидантом и стимулятором анаболических процессов. Он оказывает на клетки млекопитающих биостимулирующее, регенерирующее, иммуномодулирующее и бактериостатическое действие [3-5].

Электроактивация, как технология, обеспечивает непосредственно у потребителя (на ферме, в кормоцехе и других объектах) производство пресной или слабоминерализованной воды в метастабильном состоянии с ее последующим использованием в различных технологических процессах в качестве реагента или реакционной среды [5].

Если сравнивать технологии, в которых требуется использовать покупные химические реагенты, с технологиями на основе электроактивированных растворов, то с применением последних имеется ряд преимуществ по их упрощению, уменьшению материальных, транспортных и других расходов, повышению экологичности и безопасности.

При электроактивации слабоминерализованный водный раствор поступает в анодную и катодную камеры электрохимического реактора, разделенные ионопроницаемой мембраной. Под действием электрического тока процессы восстановления у катода и окисления у анода приводят к протеканию электрохимических реакций, в результате которых образуются новые вещества и изменяется вся система межмолекулярных взаимодействий, в том числе структура воды как растворителя. Свойства электроактивированных растворов определяются составом солей в исходной воде, а также видом и режимом электрохимического воздействия, в том числе конструкцией и электрохимическими характеристиками реактора.

При конструировании проточного электрохимического реактора учитывались требования к конструктивным материалам для изготовления рабочих камер (анодной и катодной), электродной системы с токоподводящими устройствами, разделительной мембраны, а также устройств подачи и вывода растворов. Сечения и длина рабочих камер, определяющие производительность установки, устанавливались по нормам использования католита при поении животных (из расчета 5...10 г/кг живой массы). Межелектродные расстояния определялись по допустимым значениям напряженности электрического поля и плотности тока.

Так как растворы предназначены для кормовых целей, то для изготовления рабочих камер использовали пищевой полиэтилен, электродов – нержавеющую сталь. Электрохимический реактор выполнен из двух соосно установленных труб различных диаметров из нержавеющей стали, между которыми находится трубчатая мембрана, разделяющая межелектродное пространство на электродные камеры. Трубы герметично закрыты с двух сторон полиэтиленовыми заглушками. Для регулировки подачи раствора *NaCl* и выхода электроактивированных растворов установлены патрубки с вентилями. В качестве источника питания установки использовали регулируемый им-

пульсный источник питания Б5-92 с регулируемым напряжением в диапазоне 0...30 В и током до 15А.

Переменными факторами при исследовании установки для электроактивации растворов приняты концентрация исходного раствора соли *NaCl*, напряжение питания, подаваемого на электроды, время воздействия. В качестве критериев эффективности электроактивации раствора принята скорость выхода на установившийся режим и пределы изменения *pH* и окислительно-восстановительного потенциала (*ОВП*) анолита и католита, измеряемые с помощью *pH*-метра (рис. 1, 2).

Анализ зависимостей показывает, что с течением времени обработки водородный показатель раствора и значение окислительно-восстановительного потенциала увеличивается в анодной камере, изменяется (от нейтрального раствора к кислому) пропорционально увеличению концентрации исходного раствора *NaCl*. В то же время параметры католита *pH* и *ОВП* пропорционально изменяются в противоположную сторону (от нейтрального раствора к щелочному). При этом скорость их изменения в большей степени зависит от концентрации исходного раствора *NaCl*, а пределы величин существенно определяются величиной тока, а, значит, количеством электричества, введенного в раствор.

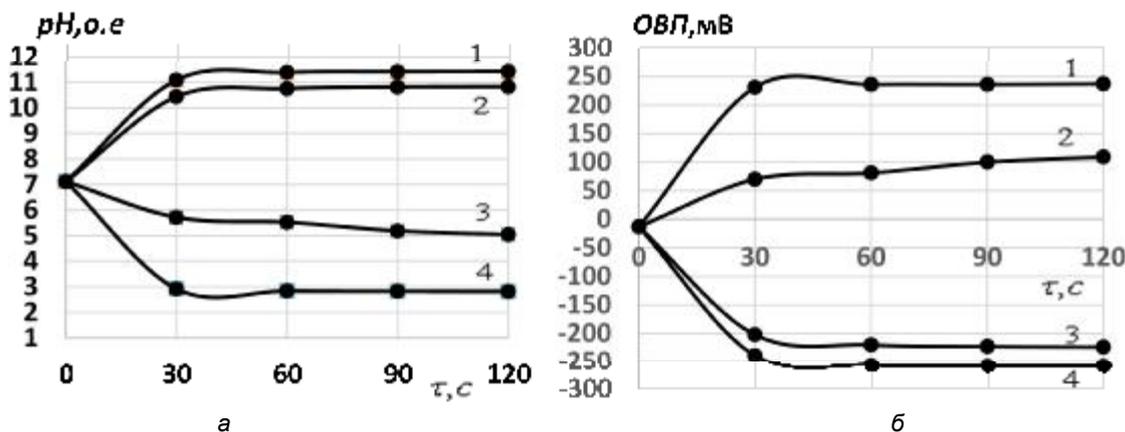


Рис. 1. Кинетика изменения *pH* (а) и *ОВП* (б) католита (1, 2) и анолита (3, 4) при концентрации исходного раствора *NaCl* – 2 г/л и токам 4 А (2, 3) и 6 А (1, 4)

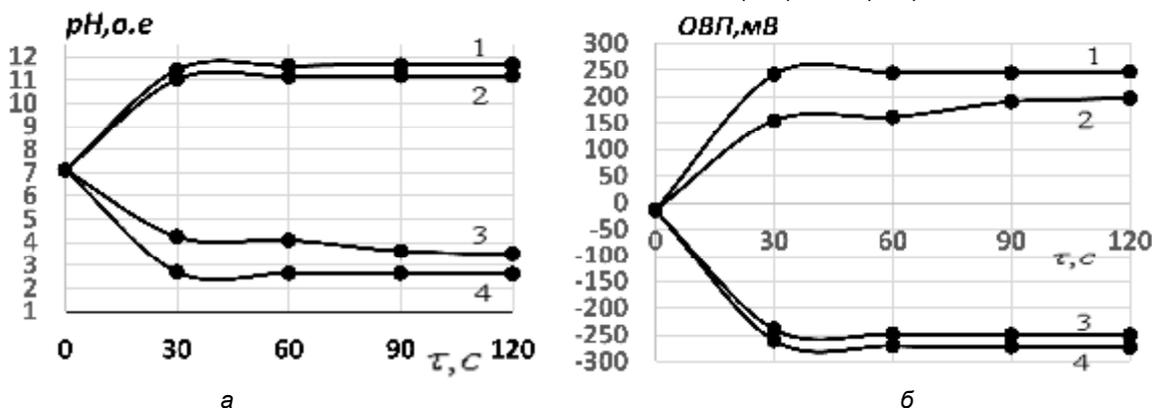


Рис. 2. Кинетика изменения *pH* (а) и *ОВП* (б) католита (1, 2) и анолита (3, 4) при концентрации исходного раствора *NaCl* – 5 г/л и токам 4 А (2, 3) и 6 А (1, 4)

На установившийся режим при токе 6А установка выходит за 30...40 с при всех принятых к исследованию концентрациях раствора $NaCl$, а при меньшем токе (4А) процесс длится дольше. При этом не достигаются предельные значения pH и $ОВП$, которые имеют место при токе 6А.

Обработка силоса электроактивированными растворами при подготовке его к скармливанию производилась в основном с целью обеззараживания, нейтрализации образовавшихся вредных кислот и стимуляции физиологических процессов в пищеварительном тракте животных.

В результате испытаний экспериментального образца установки в производственных условиях определены следующие параметры: производительность по католисту – 0,2 м³/ч, по анолисту – 0,19 м³/ч; рабочее напряжение постоянного тока на электродах – 10...15 В. При концентрации исходного раствора $NaCl$ – 5 г/л и токе 6 А получены следующие предельные показатели растворов: анолит ($pH_a = 2,63$; $ОВП_a = +247$); католит ($pH_k = 11,68$; $ОВП_k = -273$).

При проведении биохимических исследований корма и опытов по кормлению установка настраивалась на другую производительность и достижение $pH_a=4,0$ и $pH_k=11,0$ с целью недопущения большего закисления корма по сравнению с базовым значением pH силоса, равным 3,9. Для биохимических исследований (табл. 1) один из образцов первоначально обрабатывался анолитом с $pH_a=4,0$ в соотношении 4 кг сило-

са к 1 л анолита, выдерживался 1 ч, после чего обрабатывался католистом с $pH_k=11,0$ в таком же соотношении. Другой образец принят в качестве контроля.

Данные исследований подтверждают эффективность применения электроактивированных растворов по показателям обменной энергии и содержания кормовых единиц. В результате обработки католистом кислотность силоса была доведена до нормальной ($pH=4,2$) согласно СТБ 1223-2000. Микробиологические исследования не проводились, но обеззараживающее действие анолита не вызывает сомнения, что подтверждается исследованиями других авторов [3-5].

Проверка эффективности применения электроактивированных растворов при поении и кормлении молодняка КРС проводилась в условиях фермы КРС в течение 35 дней. Действие изучаемых факторов оценивалось по методу периодов. Животные подобраны аналогами по породе, возрасту, массе. Условия содержания, другие режимы и рационы кормления в опытных и контрольной группах обеспечены одинаковыми. Опытной группе №2 вместо водопроводной воды 1 раз в неделю давали католит $pH=9,0$ по 3...5 мл на 1 кг живой массы. Для опытной группы № 3 1 раз в неделю смешивали разовую норму силоса или сенажа с анолитом $pH=4,0$ в соотношении по массе 4:1, через 30 мин добавляли католит $pH=11$ в соотношении по массе 4:1, перемешивали и скармливали.

Зоотехнические показатели (табл. 2) оценивались в конце опыта.

Результаты исследований подтверждают теоретические предпосылки по эффективности применения

Таблица 1. Показатели биохимического состава и кормовых качеств силоса

Наименование показателя, массовая доля в сухом веществе	Обозначение ТНПА, устан. требования к продукции	Обозначение ТНПА на метод испытаний	Требования к продукции, установленные в ТНПА	Фактическое значение параметра образца	
				контрольного	обработанного
Массовая доля сухого вещества, %	СТБ 1223-2000	ГОСТ 27548-97, п.7	Не менее 23 – 25	31,39	21,18
Сырой протеин, %	СТБ 1223-2000	ГОСТ 13496.4-93, п. 2	Не менее 7,0 – 10,0	9,08	9,18
Сырая клетчатка, %	СТБ 1223-2000	ГОСТ 13496.2-91, п. 4.2	Не менее 27 – 31	21,02	18,80
Сырая зола, %	отсутствуют	ГОСТ 26226-95, п. 1	Не менее 11 – 15	6,91	7,61
Сырой жир, %	отсутствуют	ГОСТ 13496.15-97	отсутствуют	3,85	3,84
Обменная энергия, МДж/кг	СТБ 1223-2000	СТБ 1223-2000	Не менее 9,0 – 9,4	9,80	9,88
Кормовые ед.	СТБ 1223-2000	СТБ 1223-2000	Не менее 0,81 – 0,88	0,90	0,91

Таблица 2. Зоотехнические показатели использования католита и анолита при поении и кормлении молодняка КРС

Группа	Средняя живая масса одной головы, кг		Прирост живой массы за время опыта на 1 гол, кг	Среднесуточный прирост живой массы, кг	Увеличение прироста живой массы по сравнению с контролем	
	в начале опыта	в конце опыта			в кг	в процентах
1 (контрольная)	179,8	194,7	14,9	0,425	148,8	100
2 (опытная)	176,2	193,2	17,0	0,486	17,01	114,3
3 (опытная)	172,5	188,3	15,8	0,451	157,9	106,1

электрохимически активированной воды в определенных дозах и режимах для поения молодняка животных и кормоприготовления.

В опыте по обработке корма анолитом и католитом прирост живой массы оказался более низким, чем при поении католитом, что указывает на необходимость проведения более длительных опытов и увеличения периодичности применения такого корма, вплоть до ежедневного. Обработанный анолитом и нейтрализованный католитом корм более охотно поедается животными, эффект проявлялся в обеззараживании корма и улучшении микрофлоры желудка животных. Вместе с тем, можно ожидать дополнительного эффекта при большем повышении *pH* корма за счет увеличения дозы или концентрации католита.

Заключение

Электроактивированные растворы можно получать непосредственно на ферме и использовать для обеззараживания, регулирования кислотности кормов, а также в качестве стимулятора роста и продуктивности сельскохозяйственных животных. Производственная проверка применения электроактивированных растворов в процессах поения животных и кормоприготовления подтвердила эффективность предложенных технологических процессов. Увеличение прироста живой массы по сравнению с контролем составляет от 6,1 до 14,3 %.

Задачами дальнейших исследований могут быть вопросы выяснения степени восприимчивости к различным режимам поения животных католитом, кормления смоченными активированной водой кормами, комбинирования кормления и поения разных возрастных групп животных, а также ослабленных и больных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковчик, Н.С. Кормопроизводство: Современные технологии / Н.С. Яковчик; под. общ. ред. С.И. Плященко. – Барановичи: РУПШ «Баранов. укрупн. тип.», 2004. – 278 с.
2. Кормление сельскохозяйственных животных: учебное пос. / В.К. Пестис [и др.]; под ред. В.К. Пестиса. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 540 с.
3. Электротехнология / В.А. Карасенко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 304 с.
4. Пилат, Б.В. Основы электролиза / Б.В. Пилат. – М.: Аваллон, 2004. – 456 с.
5. Бахир, В.М. Электрохимическая активация: история, состояние, перспективы / Академия медико-технических наук Российской Федерации; под общ. ред. В.М. Бахира. – М.: ВНИИИМТ, 1999. – 256 с.

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	$10^2 \dots 5 \cdot 10^4$ 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^{-5}
Малые перемещения	0... 1 мм	1 мкм

УДК 636.2.085.5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ КОРМОВ ИЗ РАПСА, ЛЮПИНА И ВИКИ МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В.А. Люндышев,*доцент каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент, докторант РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»***В.Ф. Радчиков,***зав. лабораторией кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, докт. с.-х. наук, профессор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»***В.П. Цай,***ведущ. науч. сотр. лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», канд. с.-х. наук, доцент*

Для повышения эффективности использования кормов и продуктивности молодняка крупного рогатого скота, снижения себестоимости продукции, необходимо использовать энерго-протеиновые добавки на основе рапса, вики, люпина и минерально-витаминного премикса в составе комбикормов КР-1 и КР-2 в количестве 10-15 %, а КР-3 – 20-25 % по массе.

Ключевые слова: комбикорм, бычки, среднесуточный прирост, пробиотик, пребиотик.

To increase the efficiency of feed use and productivity of veal cattle, reduce the cost of production, it is necessary to use energy – protein additives based on rapeseed, vetch, lupine and mineral – vitamin premix as part of combined feed KR-1 and KR-2 in the amount of 10-15%, and KR-3 – 20-25% by weight.

Keywords: forage, calves, average daily gain, probiotic, prebiotic.

Введение

Отечественный и мировой опыт ведения животноводства убедительно свидетельствует о том, что полноценное кормление животных – это основа для проявления их генетически обусловленного потенциала продуктивности и эффективной трансформации питательных веществ кормов в продукцию. Кормление животных требует наибольших затрат и, вместе с тем, здесь имеются наибольшие резервы для снижения себестоимости животноводческой продукции.

Среди факторов, обеспечивающих повышение продуктивности сельскохозяйственных животных, большое значение имеет их полноценное кормление, организация которого возможна при условии обеспечения в рационах всех элементов питания в оптимальных количествах и соотношениях. Максимальная наследственно обусловленная продуктивность, хорошее здоровье и высокие воспроизводительные способности животных проявляются только в том случае, когда удовлетворяются все их потребности в энергии, протеине, минеральных и биологически активных веществах. В связи с этим рационы должны разрабатываться на основе уточненных детализированных норм кормления с учетом химического состава и питательности кормов. Такой принцип позволяет лучше сбалансировать рационы и за счет этого при тех же затратах кормов повысить продуктивность животных на 8-

12 %. В то же время по ряду позиций существующие нормы требуют дальнейшего совершенствования и уточнения. В первую очередь это касается потребности животных в энергии и протеине [1].

Для восполнения дефицита протеина, углеводов, минеральных веществ и витаминов в рационах выращиваемого ремонтного молодняка широко используются различные кормовые добавки. Оценка рационов кормления молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо показывает, что по многим контролирующим показателям они не соответствуют нормативным требованиям, поэтому необходимы дальнейшие исследования по повышению полноценности рационов в период выращивания, доращивания и откорма.

В Республике Беларусь возделываются новые сорта гороха, вики, рапса, люпина с пониженным количеством антипитательных веществ, позволяющие производить безвредные энерго-протеиновые добавки, балансирующие рационы по энергии и протеину. Использование витамина по рецептуре, разработанной сотрудниками научно-практического центра по животноводству на основе соли, фосфата, сапропеля, фосфогипса и премикса, позволяет балансировать рационы по минеральным и биологически активным веществам. В последнее время в практике кормления свиней и птицы широко используются стимулирующие препараты: пробиотики и пребиотики. Малоизу-

ченным остается применение их в рационах молодняка крупного рогатого скота.

Пробиотики – это живые микробные добавки или их метаболиты, улучшающие микробный баланс в пищеварительном тракте. Микроорганизмы, которые используются как пробиотики (например, *Lactobacilli*, *Bifidobacteria*, *Enterococcus faecium*), часто используются в кормах или питьевой воде, они поддерживают формирование и стабилизацию здоровой микрофлоры, жизненно необходимой для нормального функционирования пищеварения, а также защищают от инфекций, вызываемых патогенными бактериями в кишечнике.

Пребиотики – это неперевариваемые кормовые ингредиенты, которые выборочно стимулируют рост и активность полезных бактерий в толстом кишечнике, таким образом, улучшая общее состояние здоровья. Для птиц и млекопитающих в качестве пребиотиков обычно используются неперевариваемые углеводы (например, фруктоолигосахариды), которые способствуют развитию положительных бактерий, таких как *Bifidobacteria*. Поэтому пребиотики помогают сформировать и поддерживать кишечную микрофлору, а также оказывают содействие развитию и быстрому увеличению необходимых микроорганизмов [2, 3].

Энерго-протеиновые добавки (ЭПД) с использованием пробиотиков и пребиотиков усиливают функционирование микроросинок кишечника, улучшают пищеварение и всасывание питательных веществ, стабилизируют реакцию среды в рубце, повышают буферную емкость, регулируют количество аммиака, увеличивают содержание летучих жирных кислот, активизируют ферментацию углеводов, биосинтез микробного белка и некоторых ферментов. При этом у молодняка крупного рогатого скота снижается заболеваемость желудочно-кишечного тракта на 23 %, органов дыхания – на 17, конечностей – на 19 %, а среднесуточный прирост увеличивается на 10-14 % [4].

В настоящее время животноводство Республики Беларусь из-за дефицита протеина испытывает серьезные трудности в обеспечении полноценности рационов и комбикормов сельскохозяйственных животных. Закупаемые за рубежом добавки зачастую не соответствуют требованиям полноценного питания, так как в них отсутствуют необходимые элементы или имеются в недостаточном или избыточном количестве, к тому же стоимость закупаемых добавок не всегда адекватна получаемым при их использовании результатам. Поэтому многие из них приходится заменять ингредиентами из местного сырья.

Основная часть

Разработана рецептура энерго-протеиновых добавок (ЭПД) для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо для зимнего и летне-пастбищного периодов.

В состав ЭПД для телят возраста 1-6 месяцев (зимний период) включены: рапс – 26 %; люпин – 32 %; вика – 17 %; витаминизированный – 25 % по массе.

В состав ЭПД (летний период) введены: рапс – 33 %; люпин – 28 %; вика – 14 % и витаминизированный – 25 %. Зерно рапса, люпина, вики подвергали обработке на экструдере с целью снижения расщепляемости протеина в рубце животных. Разработанные ЭПД вводились в состав комбикормов.

В состав энерго-протеиновых добавок для молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-12 месяцев в зимний период вводили: рапс – 28 %; люпин – 32 %; вика – 15 %; витаминизированный – 25 %; в летний период, соответственно: рапс – 35 %; люпин – 26 %; вика – 14 %; витаминизированный – 25 %.

Контролем (I группа) в обоих вариантах служил комбикорм, включающий зернофураж, подсолнечный шрот, дефекацию, соль и премиксы ПКР-1 и ПКР-2 (табл. 1).

Таблица 1. Питательность и кормовое достоинство энерго-протеиновых добавок

Показатели	Периоды	
	зимний	летний
	Возраст бычков, мес.	
	1-6	1-6
В 1 кг ЭПД содержится:		
ЭКЕ, кг	0,92	0,96
обменной энергии, МДж	9,2	9,6
сухого вещества, кг	0,74	0,75
сырого протеина, г	227	221
переваримого протеина, г	190	187
сырого жира, г	126	123
сырой клетчатки, г	94	90
крахмала, г	128	131
сахара, г	49,5	48,3
кальция, г	46	40
фосфора, г	15	14
магния, г	4	4
калия, г	9	9
серы, г	6	6
железа, мг	179	178
меди, мг	26	21
цинка, мг	54	52
марганца, мг	6,3	6,1
йода, мг	0,8	0,7
витаминов: А, тыс. МЕ	92	91
В, МЕ	20	21
Е, мг	67	65

В 1 кг ЭПД для телят (возраст 1 – 6 мес.) в зимний период содержалось: ЭКЕ – 0,92; обменной энергии – 9,2 МДж; сухого вещества – 0,74 кг; сырого протеина – 227 г; жира – 126 г; сахара – 49,5 г; кальция – 46 г; фосфора – 15 г.

В 1 кг ЭПД для животных (возраст 1-6 мес.) в летний период содержалось: 0,96 ЭКЕ; 9,6 МДж об-

менной энергии; 0,75 кг сухого вещества; 221 г сырого протеина; 123 г жира; 48,3 г сахара; 40 г кальция; 14 г фосфора.

В 1 кг ЭПД (возраст молодняка 6-12 мес.) в зимний период содержалось: ЭКЕ – 0,94; обменной энергии – 9,4 МДж; сухого вещества – 0,7 кг; сырого протеина – 223 г; жира – 124 г; сахара – 50,3 г; кальция – 42,5 г; фосфора – 15,9 г.

В летний период содержания бычков (возраст 6-12 мес.) использовалась добавка ЭПД, показатели которой были следующими: 0,96 ЭКЕ; 9,6 МДж обменной энергии; 0,7 кг сухого вещества; 211 г сырого протеина; 138 г жира; 52,5 г сахара; 42,4 г кальция; 15,8 г фосфора.

Добавку ЭПД вводили в состав комбикормов КР-3 в количестве 20 и 25 % по массе, соответственно, бычкам II и III опытных групп в зимне-стойловый и летне-пастбищный периоды содержания. Различия между ЭПД зимне-стойлового периода и ЭПД летне-пастбищного периода в рационах животных заключались в разном уровне ввода в состав их зерна рапса, люпина и вики с учетом дефицита энергии и протеина (табл. 2).

Таблица 2. Питательность и кормовое достоинство энерго-протеиновых добавок (ЭПД)

Ингредиенты	Периоды	
	зимний	летний
	Возраст животных, мес.	
	6-12	6-12
В 1 кг ЭПД содержится:		
ЭКЕ, кг	0,94	0,96
обменной энергии, МДж	9,4	9,6
сухого вещества, кг	0,7	0,7
сырого протеина, г	222,7	210,5
переваримого протеина, г	190,4	179,7
сырого жира, г	124	138
сырой клетчатки, г	68,9	63,2
крахмала, г	134,2	134,6
сахара, г	50,3	52,5
кальция, г	42,5	42,4
фосфора, г	15,9	15,8
магния, г	3,4	3,3
калия, г	6,3	5,8
серы, г	7,7	7,8
железа, мг	199,1	198,6
меди, мг	34,2	34,0
цинка, мг	195,0	196,2
марганца, мг	58,1	57,1
кобальта, мг	5,9	5,9
йода, мг	0,9	0,9
витаминов: А, тыс. МЕ	93,8	93,8
В, МЕ	23,8	23,8
Е, мг	74,5	75,1

Изучение процессов рубцового пищеварения показало, что реакция среды содержимого рубца (рН) при всех вариантах кормления бычков находилась практически на одинаковом уровне, с колебаниями в пределах 6,7-7,2. Включение в состав комбикорма ЭПД в количестве 10-25 % по массе способствовало снижению количества аммиака в рубце опытных животных, по сравнению с контрольными, на 8-10 %, что свидетельствует о снижении расщепляемости протеина и улучшении его использования микроорганизмами для синтеза белка своего тела за счет зерна рапса, люпина, вики, подвергнутых экструзии.

Включение в состав рационов ЭПД оказало положительное влияние на энергию роста бычков (табл. 3).

Введение ЭПД с пробиотиком «Биомикс-ВЕТ» 2 ЗЕО и пребиотика «Биомос» в состав комбикормов молодняку крупного рогатого скота в возрасте 1-6 месяцев в количестве 5-15 % по массе повысило в среднем среднесуточные приросты с 807 г (контроль) до 829-855 г, или на 3-6 %, при снижении затрат кормов на 8-12 %.

Обогащение рационов ЭПД (летний период) оказало положительное влияние на энергию роста телят (табл. 4).

Скармливание ЭПД с использованием стимулирующих препаратов пробиотика «Биомикс-ВЕТ» 2 ЗЕО и пребиотика «Биомос» в составе комбикормов молодняку крупного рогатого скота в возрасте 1-6 месяцев в количестве 5-15 % по массе обеспечило повышение среднесуточных приростов с 812 г (контроль) до 842-860 г, или на 4-6 %, при снижении затрат кормов на 5-10 %.

Использование комбикорма с введением ЭПД в рационах молодняка крупного рогатого скота (возраст 6-12 месяцев) в зимний период в количестве 20 % по массе повышает среднесуточный прирост с 812 до 861 г, или на 6 %, а при вводе 25 % – с 812 до 870 г, или на 7 % (P<0,05).

В летний период кормления бычков скармливание добавки ЭПД в количестве 20 % по массе в составе комбикорма обеспечило среднесуточный прирост 883 г, или на 7 % больше контрольного варианта. Включение добавки ЭПД в количестве 25 % по массе в составе комбикорма позволило повысить среднесуточные приросты на 8 % (P<0,05).

Заключение

1. Разработаны и научно обоснованы энерго-протеиновые добавки с максимальным использованием местных источников белкового и энергетического сырья для молодняка крупного рогатого скота, состоящие из рапса, люпина, вики и минерально-витаминного премикса, оказывающие положительное влияние на физиологическое состояние и продуктивность бычков.

2. Скармливание бычкам (возраст 1-6 мес.) ЭПД с использованием зерна рапса, люпина, вики, под-

Таблица 3. Изменение живой массы и среднесуточных приростов бычков

Группы	Живая масса, кг		Прирост живой массы		Затраты кормов на 1 ц прироста, ц к. ед.
	в начале опыта	в конце опыта	валовой, кг	среднесуточный, г	
Возраст 1-6 месяцев (зимний период)					
I контрольная	53	174,0	121,0	807±14,5	4,1
II опытная	54	178,3	124,3	829±15,5	3,8
III опытная	53	179,5	126,5	843±16,7	3,7
IV опытная	52	179,0	127,0	847±13,9	3,7
V опытная	52	180,3	128,3	855±16,5	3,6

Таблица 4. Изменение живой массы и среднесуточных приростов бычков

Группы	Живая масса, кг		Прирост живой массы		Затраты кормов на 1 ц прироста, ц к. ед.
	в начале опыта	в конце опыта	валовой, кг	среднесуточный, г	
Возраст 1-6 месяцев (летний период)					
I контрольная	51	172,8	121,8	812±14,2	4,1
II опытная	50	176,3	126,3	842±14,2	3,9
III опытная	52	180,5	128,5	857±14,7	3,8
IV опытная	50	176,9	126,9	846±13,3	3,8
V опытная	51	180,0	129,0	860±14,2	3,7

вергнутых экструзии, и пробиотика «Биомикс-Вет»2 ЗЕО в количестве 10-15 % по массе в составе комбикормов КР-1 и КР-2, в зависимости от возраста, позволяет получить среднесуточные приросты животных в количестве 829-857 г при затратах кормов 3,7-3,9 ц к. ед. при снижении себестоимости продукции на 5-6 %. Прибыль от снижения себестоимости прироста в расчете на одну голову составляет 91-110 тыс. руб.

3. Использование молодняком крупного рогатого скота (возраст 1-6 мес.) ЭПД с включением зерна бобовых и крестоцветных культур в количестве 10-15 % по массе в составе комбикормов КР-1 и КР-2 и пребиотика «Биомос» дает возможность получать среднесуточные приросты бычков 846-860 г при затратах кормов 3,6-3,8 ц к. ед. при снижении себестоимости продукции на 7-8 %. Всего условной прибыли получено на голову 220,8 тыс. рублей, а в расчете на 50 голов – 11040 тыс. рублей.

4. Включение в состав комбикормов КР-3 бычкам в возрасте 6-12 месяцев энерго-протеиновой добавки и скармливание их в составе зимних и летних рационов позволяет получать среднесуточные приросты на уровне 861-891 г при затратах кормов 7,3-7,5 ц к. ед. Получено условной прибыли в расчете на голову – 111,1 тыс. рублей, а на 50 голов – 5555 тыс. рублей.

5. Энерго-протеиновые добавки с использованием местных источников белкового и энерго-протеинового сырья позволяют производить комбикорма для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо, не уступающие по кормовой и питательной ценности стандартным комбикормам КР-1, КР-2 и КР-3, но по стоимости ниже на 6-7 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минеральные добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В.А. Ляндышев. – Минск: БГАТУ, 2013. – 208 с.
2. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н.А. Попков [и др.]. – Жодино: РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2011. – 260 с.
3. Повышение продуктивного действия кормов при интенсивном производстве говядины / В.А. Ляндышев [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2016. – 408 с.
4. Производственные технологии заготовки и использования кормов / Н.В. Казаровец [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2009. – 117 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.03.2019

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЫБОВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

М.А. Асновин,

аспирант каф. экономической теории и права БГАТУ

В статье проведена оценка современного состояния отрасли рыбководства в Республике Беларусь, и на основе проведенных исследований определены направления для дальнейшего развития рыбохозяйственных организаций.

Ключевые слова: рыбководство, эффективность, реализация, кормовые ресурсы, поликультура, пастбищное разведение рыбы.

The current state of the fish industry in the Republic of Belarus is analyzed and the areas for further development of fish industry are identified in the article.

Keywords: fish farming, efficiency, realization, fodder resources, polyculture, pasture breeding of fish.

Введение

В современных условиях, когда уловы океанической рыбы, а также рыбные запасы внутренних водоемов неуклонно сокращаются, становится очевидным, что наиболее перспективным направлением развития рыбного хозяйства, с точки зрения обеспечения населения рыбопродукцией в достаточных объемах, является аквакультура.

Международный опыт показывает, что аквакультура, в частности рыбководство, – один из наиболее значимых секторов экономики в мировом хозяйстве. Оно играет важную роль в обеспечении продовольствием населения планеты.

В условиях усиления антропогенного воздействия на окружающую среду рыбководство является основным направлением сохранения и повышения промыслового значения пресноводных водоемов.

Все это обуславливает необходимость разработки новых научных подходов к повышению эффективности и конкурентоспособности рыбной отрасли.

В данной связи в статье ставится цель – оценить современное состояние рыбководной отрасли Республики Беларусь и определить основные направления ее развития.

Основная часть

Развитие рыбководства в Республике Беларусь имеет большое экономическое и социальное значение. Производство собственной товарной рыбы в достаточных объемах будет способствовать расширению ассортимента ценных продуктов питания на продовольственном рынке и более полному удовлетворению потребительского спроса.

Кроме того, весьма важно, что рыбководство находится во взаимосвязи с другими отраслями экономики в качестве поставщика кормовой продукции для животноводства и птицеводства, сырья и полуфабрикатов для пищевой, легкой и медицинской

промышленности, и в качестве потребителя для предприятий, производящих оборудование и расходные материалы (корма, удобрения, горюче-смазочные материалы, сетематериалы и т.д.). Организации, занимающиеся индустриальным рыбководством, формируют дополнительный спрос для отраслей промышленности (производство и обслуживание оборудования для индустриальных комплексов, обустройство коммуникаций, обеспечение энергоресурсами и топливом) и строительства.

Развитие собственного рыбководства уменьшает зависимость страны от внешних поставщиков рыбопродукции, обеспечивает насыщение внутреннего продовольственного рынка, позволяет сократить отток валюты и расширить возможности привлечения дополнительных иностранных инвестиций. При условии достаточных объемов и оптимальной себестоимости производства рыбной продукции возможно наращивание ее экспортного потенциала, в частности за счет продуктов переработки рыбы (полуфабрикаты, консервы и т.п.).

На современном этапе развития рыбководство в Республике Беларусь представлено в основном следующими двумя видами: прудовое и индустриальное (выращивание рыбы в садках, бассейнах и в установках замкнутого водообеспечения). Рыбководством занимаются специализированные рыбководные организации, находящиеся в республиканской собственности, а также организации, находящиеся в коммунальной собственности, у которых ведение рыбководного хозяйства является не основным видом деятельности.

Главный валобразующий вид рыбководной отрасли в Республике Беларусь – прудовое рыбководство. Площадь прудового фонда, пригодного для выращивания рыбы, составляет 22,46 тыс. гектаров. Она полностью вовлечена в хозяйственную деятельность. Производственная база прудового рыбководства включает полносистемные хозяйства (20 рыбхозов, в том числе 18 – в системе Минсельхозпрода) [1].

Индустриальное рыбоводство представлено садковыми линиями на сбросных теплых водах (Березовская и Новолукомльская ГРЭС), имеющимися и вновь создаваемыми бассейновыми производственными мощностями на предприятиях и в рыбхозах, индустриальными рыбоводными комплексами. Производство ценных видов рыб (лососевые, осетровые, сомовые и другие) осуществляется десятью индустриальными рыбоводными комплексами, производящими около 1000 тонн товарной продукции в год. На их долю приходится около 5 % от общего объема производства рыбы в республике [1].

Динамика объемов производства и импорта рыбопродукции в Республике Беларусь за период с 2010 по 2018 гг. приведена в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что в течение рассматриваемого периода наблюдается тенденция к сниже-

нию объема производства рыбной продукции в стране. В 2018 году по сравнению с 2010 годом сокращение составило 7,07 тыс. тонн или 30,5 %, в то время как объем импорта постепенно возрастал (+ 38,3 тыс. тонн или 22 % в 2017 году). Среднегодовой абсолютный прирост объема производства составил – 0,88 тыс. руб., среднегодовой темп роста – 95,1 %, среднегодовой темп прироста – 4,9 %.

К основным причинам спада можно отнести нехватку финансовых ресурсов для развития отрасли, в том числе для строительства запланированных индустриальных рыбоводных комплексов, дефицит кредитных ресурсов, удорожание импортных кормовых ресурсов и рыбопосадочного материала.

В таблице 2 отражены показатели чистой прибыли и рентабельности группы рыбоводных организаций Республики Беларусь.

Таблица 1. Динамика объемов производства и импорта рыбопродукции в Республике Беларусь за период с 2010 по 2018 гг.

Годы	Производство, тыс. тонн	Абсолютные приросты, тыс. тонн		Темп роста, %		Темп прироста, %	
		Цепные	Базисные	Цепные	Базисные	Цепные	Базисные
2010	23,2	-	-	-	-	-	-
2011	25,6	2,4	2,4	110,3	110,3	10,3	10,3
2012	25,6	0	2,4	0	110,3	0	10,3
2013	22,7	- 2,9	- 0,5	88,7	97,8	- 11,3	- 2,2
2014	19,8	- 2,9	- 3,4	87,2	97,8	- 12,8	- 2,2
2015	18,2	- 1,6	- 5	91,9	78,4	- 8,1	- 21,8
2016	19	0,8	- 4,2	104,4	81,9	4,4	- 18,1
2017	18,1	- 0,9	- 5,1	95,3	78,01	- 4,7	- 21,99
2018	16,13	- 1,97	- 7,07	89,1	69,5	- 10,9	- 30,5
Среднегодовой абсолютный прирост, тыс. тонн	-	- 0,88		-		-	
Среднегодовой темп роста, %	-	-		95,1		-	
Среднегодовой темп прироста, %	-	-		-		- 4,9	

Таблица 2. Показатели чистой прибыли и рентабельности группы рыбоводных организаций Республики Беларусь за период 2016-2018 гг.

Рыбхоз	Чистая прибыль, тыс. руб.			Рентабельность по конечному финансовому результату, %			Рентабельность по конечному финансовому результату, без учета государственной поддержки, %		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Группа предприятий А									
Предприятие 1	37	41	17	11	12,8	4,5	-6,3	-5,9	-13,7
Предприятие 2	65	69	74	1,6	1,6	1,6	-14,1	-14,3	-18
Предприятие 3	-415	-366	-383	-24,8	-26,5	-28,3	-40,9	-39	-41
Группа предприятий Б									
Предприятие 1	-423	-453	-293	-17,6	-16,3	-11,1	-44,3	-37,1	-34,2
Предприятие 2	-332	-283	-140	-16,6	-9,4	-4,5	-31,4	-28,1	-29,7
Предприятие 3	325	950	944	4,4	12,1	13,6	-11,1	-3,5	-9,3
Среднее значение чистой прибыли, тыс. руб.	Гр. А	-95,7		-			-		
	Гр. Б	32,8		-			-		
Среднее значение рентабельности по конечному финансовому результату, %	-			Гр. А	-5,2		-		
	-			Гр. Б	-5,04		-		
Среднее значение рентабельности по конечному финансовому результату, без учета государственной поддержки, %	-			-			Гр. А	-21,5	
	-			-			Гр. Б	-25,4	

Предприятия сгруппированы на основе стоимости основных средств (до и свыше 5 млн руб.).

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что высокий уровень прибыли имеет лишь одно из рассмотренных рыболовных предприятий, остальные либо имеют отрицательные финансовые результаты в течение рассматриваемого периода, либо низкое абсолютное значение чистой прибыли (17-74 тыс. руб.).

Рост рентабельности по конечному финансовому результату также показывает только один рыбхоз, а без учета поддержки государства все предприятия имеют отрицательное значение данного показателя.

При сравнении групп предприятий А и Б существенных различий в средних значениях конечного финансового результата не наблюдается.

На основе проведенных исследований определены следующие направления развития отрасли рыболовства в Республике Беларусь:

1. Совершенствование системы реализации рыбной продукции. Большая часть произведенной в стране рыбы поступает на внутренний рынок. Система реализации рыбной продукции строится на планах, утверждаемых Министерством сельского хозяйства и продовольствия, а также Министерством торговли.

Торговые организации получают рыбу по закупочным ценам, в которые включены и транспортные расходы. Они имеют право установить торговую наценку в размере до 30 % от закупочной цены. Если рыба продается непосредственно производителями, они могут увеличить закупочную цену не более чем на 10 % (транспортные расходы). Таким образом, рыба, продаваемая производителями, значительно дешевле, чем у торговых предприятий.

Основными рынками сбыта рыбы являются районные и областные центры. Почти 90 % пресноводной рыбы поступает в продажу в живом виде, а остальная – в переработанном (главным образом, в копченом или консервированном). Рыба продается, как в магазинах (государственная торговля и сеть потребительских кооперативов, крупные торговые сети), так и непосредственно с грузовых машин производителей на местных рынках.

В связи с тем, что торговые предприятия приспособлены к продаже небольших партий товарной рыбы (50-100 кг) (обусловлено нехваткой прилавков для торговли живой рыбы, отсутствием специальных аквариумов для длительного хранения и систем поддержания жизнедеятельности), до 70 % товарной рыбы продается непосредственно производителями на городских рынках.

Таким образом, существующая система сбыта рыбопродукции имеет ряд недостатков: несвободное ценообразование для непосредственного производителя рыбы, ограничения в объемах реализации из-за отсутствия необходимой инфраструктуры в торговых организациях, продажа рыбы в основном в живом виде.

Необходимо изменить подход к позиционированию и реализации прудовой рыбы, возможно, за счет формирования интереса потребителей на основе переориентации со сбыта рыбы в живом виде на, пре-

имущественно, разделку: охлажденные стейки, филе, потрошенные тушки и т.д.

Особенно это касается рынков крупных городов, где люди крайне загружены и не располагают большим количеством свободного времени в будние дни. А покупка и приготовление живой рыбы во многих случаях является неудобным вариантом, и, в большей степени, подойдет для выходного дня, что может значительно снизить спрос на прудовую рыбу.

Для этого требуется создание подходящей логистической и сбытовой сети, позволяющей поставлять и реализовывать разделку рыбы в крупных объемах. К примеру, специально оборудованные цеха разделки в рыбхозах, фирменные магазины и автомобили и т.п.

Слабым звеном является реклама. Расходы на нее в рыбхозах составляют 1–9 тыс. руб. в год или менее 0,5 % в структуре затрат, либо вовсе отсутствуют. Она представлена изданием буклетов, каталогов и т.п.

В связи с этим необходимо создание системы реализации рыбной продукции, основанной на маркетинговых исследованиях рынка и рекламных мероприятиях, что поможет привлечь новые группы покупателей с различными потребностями и предпочтениями и определять оптимальные объемы производства.

Таким образом, при усовершенствовании организации сбыта товарной рыбы и удачной реализации подобранной для рыбной отрасли маркетинговой стратегии, удастся сформировать стабильный спрос именно на продукцию отечественных рыбхозов, что позволит улучшить их финансовые результаты и обеспечит дальнейшее развитие рыболовства в Республике Беларусь.

2. Развитие производства комбикормов для рыб. В рыбохозяйственной отрасли Беларуси сложилась ситуация, при которой наблюдается нехватка доступных по стоимости комбикормов для рыб. В стране производят корма только для определенных возрастных групп карпа, для обеспечения процесса выращивания остальных видов рыб, в особенности ценных пород, необходимо приобретение дорогостоящих импортных кормов.

Данное обстоятельство является одной из причин низкой экономической эффективности функционирования рыболовных организаций, так как при выращивании товарной рыбы значительная часть затрат (35-50 %) приходится именно на кормление.

Основными причинами сложившейся ситуации являются острая нехватка в республике качественного сырья, особенно источников животного протеина (рыбная мука, животные гидролизаты и т.п.), а также технологическое несовершенство предприятий, производящих комбикорма (высокая энергоемкость производства, потери сырья, нестабильность итогового качества комбикорма и т.п.) [2].

Кроме того, в связи с дороговизной импортных компонентов, часто практикуется замена их более дешевыми аналогами, что значительно снижает питательную ценность комбикормов. Большинство рецептов содержит 30 % подсолнечного шрота, зерновое сырье, отруби, кормовые дрожжи и 5 % мясокостной муки.

При таком составе комбикорм не содержит достаточно-го количества усвояемого протеина, а процент жира ниже физиологической нормы. Это замедляет темпы роста рыбы, увеличивает кормовые затраты и снижает эффективность хозяйственной деятельности [3].

В современных условиях предлагаются следующие пути решения существующей проблемы:

- разработка современных эффективных отечественных рецептур комбикормов, учитывающих физиологические потребности рыбы;

- использование нетрадиционных видов сырья в комбикормах для пресноводных рыб (мучнистые продукты из бобовых культур, семена рапса, кукурузы, масла растительных культур и т.д.);

- повышение эффективности комбикормов для пресноводных рыб путем применения в их рецептуре продуктов глубокой переработки вторичных сырьевых ресурсов (гидролизат из отходов переработки рыбы), что уменьшит долю импортных компонентов и, следовательно, снизит стоимость кормов;

- разработка ресурсосберегающих технологий производства биологически ценных комбикормов для рыб, что позволит снизить их стоимость, стабилизировать состав и качество.

Планомерная работа в данных направлениях позволит повысить технологический уровень и расширить сырьевую базу в производстве комбикормов для рыб в Республике Беларусь, что поможет решить проблему обеспечения рыбхозов качественными и оптимальными по стоимости кормовыми ресурсами.

3. Развитие поликультуры в рыбоводстве. Одним из возможных направлений повышения эффективности в прудовом рыбоводстве является дальнейшее развитие поликультуры (совместное разведение разных видов рыб), которая позволяет наиболее полно использовать естественную кормовую базу и создать благоприятную в биоэнергетическом и хозяйственном отношении экосистему. Ее эффективность заключается в следующем:

- наиболее эффективное использование естественной кормовой базы водоема (относящиеся к одному виду рыбы не могут ее полностью использовать);

- в условиях поликультуры рыбы не только потребляют естественные корма, но и в результате своей жизнедеятельности, стимулируют их воспроизводство, что помогает сокращать расход комбикормов;

- не существует двух абсолютно сходных по спектру питания видов рыб, что делает возможным совместное выращивание даже близких видов, тем самым повышая плотность посадки и эффективность использования площади водоема.

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о возможности поликультуры рыб в различных комбинациях, исключая пищевую конкуренцию: карпа, белого и пестрого толстолобика, белого амура, пеляди и хищников (щука, судак и т.д.).

Селекционные работы, направленные на мобилизацию всех генетических резервов рыб за счет чистоты линий и гетерозисного эффекта, проводимые РУП «Институт рыбного хозяйства», позволят достигать постав-

ленных задач в получении товарной продукции при использовании существующей производственной базы и без существенного роста материальных ресурсов [4].

Практика рыбоводства показывает, что внедрение в производство поликультуры рыб позволяет достичь хороших показателей по рыбопродуктивности, себестоимости и качеству продукции.

4. Пастбищное рыбоводство. Недоиспользуемым ресурсом остается пастбищное рыбоводство на приспособленных естественных и искусственных водоемах, позволяющее получать качественную рыбопродукцию при существенно меньших затратах по сравнению с выращиванием рыбы в прудах. Особенно данный вид разведения рыбы подходит для организации частных фермерских хозяйств, так как требует значительно меньших затрат за счет использования естественной кормовой базы, отсутствия необходимости внесения дорогостоящих комбикормов и удобрений.

При этом возможно получить до 500 килограммов и более товарной продукции с 1 гектара площади водоема. Для обеспечения подобной рыбопродуктивности достаточно естественной кормовой базы и небольшого объема вносимых доступных кормов (зерноотходы и т.п.).

Кроме того, при пастбищном выращивании рыбы возможно вовлечение в хозяйственный оборот водоемов, которые по своим характеристикам не подходят для организации традиционного прудового рыбоводства, что поможет более полно задействовать природные ресурсы страны.

Заключение

Таким образом, в отрасли рыбоводства Республики Беларусь выявлен ряд проблем, не позволяющих выйти на высокие экономические показатели: снижение объемов производства рыбопродукции, низкая экономическая эффективность рыбоводных организаций, отсутствие эффективной системы сбыта в отрасли, нехватка собственных комбикормов для рыб, а также недостаток инвестиций для технико-технологического перевооружения предприятий и строительства индустриальных комплексов.

Предлагаются следующие направления решения выявленных проблем:

- создание системы реализации рыбной продукции, основанной на маркетинговых исследованиях рынка и рекламных мероприятиях, что поможет привлечь новые группы покупателей с различными потребностями и предпочтениями и определять оптимальные объемы производства;

- развитие производства собственных биологически ценных и доступных по цене комбикормов для рыб;

- дальнейшее развитие поликультуры в производстве товарной рыбы;

- задействование ресурсов пастбищного рыбоводства.

Планомерная работа в указанных направлениях будет способствовать решению существующих проблем в отрасли, позволит улучшить финансовые результаты функционирования рыбоводных организа-

ций, обеспечит условия для дальнейшего развития рыбоводства в Республике Беларусь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585: пост. Совета Министров Республики Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21600196>. – Дата доступа: 17.12.2018.

2. Агеец, В.Ю. Проблемы и перспективы производства биологически полноценных комбикормов для рыб в Республике Беларусь / В.Ю. Агеец, Ж.В. Кошак, А.Э. Кошак // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2017. – № 2. – С. 91-99.

3. Агеец, В.Ю. Проблемы производства кормов для рыб в Беларуси / В.Ю. Агеец // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. научных трудов. – 2014. – № 30. – С. 101-110.

4. Агеец, В.Ю. Состояние аквакультуры в Республике Беларусь: возможности инновационного развития и научное обеспечение / В.Ю. Агеец // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. научных трудов. – 2015. – № 31. – С. 14-24.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.05.2019

УДК 639.3

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРУДОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ БЕЛАРУСИ

Е.В. Таразевич,

профессор каф. технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ, докт. с.-х. наук, доцент

Е.С. Гук,

ст. преподаватель каф. промышленного рыбоводства и переработки рыбной продукции ПГУ

В статье рассматривается интегрированная технология производства прудовой рыбы с сельскохозяйственными животными: утками и гусями. Показан дополнительный выход продукции птицы и сокращение затрат на производство рыбной продукции за счет повышения естественной рыбопродуктивности.

Ключевые слова: интегрированные технологии, рыба, утки, гуси, эффективность рыбоводства.

The article discusses the integrated technology for the production of pond fish with farm animals: ducks and geese. An additional yield of poultry products and a reduction in the cost of producing fish products due to an increase in natural fish productivity are shown.

Keywords: integrated technologies, fish, ducks, geese, fish farming efficiency.

Введение

Интегрированные технологии производства рыбы, других сельскохозяйственных животных и растений находят все более широкое применение в современном рыбоводстве [1]. Водные ресурсы в Беларуси занимают значительные площади – около 306,5 тыс. га, в том числе 200 тыс. га – озера, 80 тыс. га – водохранилища, 21, 86 тыс. га – прудовые рыбоводные хозяйства, 4,6 тыс. га – пруды колхозов и совхозов.

Весь этот водный фонд используется в той или иной мере для производства пресноводной рыбной продукции. Рыбохозяйственная деятельность в республике ведется по двум основным направлениям: разведение и выращивание рыбы в искусственных условиях и ведение добычи рыбы в естественных водоемах. Основной объем производства рыбы приходится на выращивание рыбы в аквакультуре, объединяющей технологии производства рыбы в прудовых

хозяйствах, садках, бассейнах и в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ).

С 2013 года ежегодное производство прудовой рыбы составляет около 14 тыс. т, а вылов из естественных водоемов не превышает 1 тыс. т.

Высокие цены на комбикорма, удобрения, энергоресурсы, разведение рыбы в прудах по нормам и технологиям, разработанным для интенсивного рыбоводства, привели к значительному удорожанию прудовой рыбы, а соответственно и снижению объемов производства и реализации.

Для повышения эффективности рыбоводства Республики Беларусь разработаны приоритетные направления его развития [2-5]:

1. Повышение генетического потенциала всех разводимых рыб методом селекции.

2. Совершенствование поликультурных видов рыб.

3. Реконструкция ихтиофауны водоемов-охладителей Березовской и Новолукомльской ГРЭС.

4. Выращивание рыбы в садках и бассейнах – осетровых, лососевых, сомовых.

5. Интегрированные технологии производства других сельскохозяйственных животных.

6. Повышение естественной продуктивности прудов и озерно-товарных хозяйств.

7. Выращивание в промышленных установках деликатесных беспозвоночных: моллюсков, креветок, раков.

8. Разработка новых рецептур комбикормов для существующих и новых объектов аквакультуры.

Целью настоящей работы является изучение резервов повышения эффективности использования прудовых площадей за счет применения интегрированных технологий.

Основная часть

Применение интегрированных технологий совместного выращивания прудовой рыбы и других сельскохозяйственных животных является важным направлением по совершенствованию эффективности использования прудовых площадей Беларуси. Разведение уток и гусей на водоемах – выгодное и прибыльное дело. Утки практически без проблем и хлопот адаптируются к различным условиям кормления и содержания. Эта птица продуктивно и успешно разводится в различных климатических зонах и в любой местности. При выращивании водоплавающей птицы на открытых водоемах обеспечиваются ее наиболее быстрые темпы массонакопления, повышается устойчивость к различным заболеваниям, особенно авитаминозам. Наиболее привлекательные породы для выращивания в прудовых условиях Беларуси: чистопородная пекинская, белая украинская, черная белогрудая, кросс Х-11, гибрид пекинских уток мясного направления.

Гуси также широко распространены в частных и фермерских хозяйствах. Это птицы чисто мясного типа. Они неприхотливы к постройкам при содержании. Биологической особенностью гусей является их способность хорошо переваривать и усваивать объемистые корма с высоким содержанием клетчатки. Один гусь в сутки может съесть до 2 кг травы. При отсутствии нужного травянистого корма гуси могут потреблять кухонные отходы, сено, корнеплоды. Самыми широко распространенными породами с высокой скоростью роста являются: крупная серая, горьковская, арзамасская, кубанская, рейнская белая, роменская, холмогорская. Содержание гусей не требует больших материальных затрат. С начала появления нежной растительности они полностью переходят на подножный корм и очень неприхотливы к погодным условиям. Поэтому при содержании гусей только для летнего откорма, в летний период их можно передерживать просто под навесом или в легких дощатых постройках. В 80-е годы прошлого столетия в рыбхозах Беларуси «Альба», «Лахва» ежегодно выращивали 300-350 тонн высококачественной утичины. И в настоящее время страны западной Европы – Германия, Чехия, Венгрия на нагульных прудах постоянно выращивают уток, а на

дамбах и незалитых ложах выростных, нерестовых, зимовальных прудов пасут гусей.

В Республике Беларусь имеется достаточное количество маточного поголовья и инкубаторов по производству посадочного материала утят и гусят. По данным РУП «Опытная научная станция по птицеводству», стоимость суточного утенка (в ценах на 1.01.2019) составляет 2,5 руб., гусенка – 7 руб. В целях повышения жизнестойкости на ранних этапах онтогенеза в прудовых условиях, их желательнее завозить в хозяйства в 10-12-ти суточном возрасте. Стоимость подрощенной птицы повышается на 10 коп. в сутки и составляет около 3,5 руб. за утенка и 8 руб. за гусенка. Транспортировку молодняка птицы от птицефабрики до рыбного хозяйства необходимо осуществлять в ящиках, обеспечивающих их защиту от ветра и осадков, а в дальнейшем использовать эти ящики для доставки живой птицы на перерабатывающие предприятия. Выращивание уток на нагульных прудах необходимо начинать после двух недель зарыбления прудов посадочным материалом всех видов рыб. В Беларуси этот период соответствует III декаде апреля или I декаде мая. До этого периода утят необходимо держать под навесом, то есть в помещении. Это могут быть временные дощатые сооружения, свободные склады для комбикормов и удобрений, которые расположены на возвышенных местах и не подтопляемые водой. А затем в 12-15-ти суточном возрасте утят выгоняют на пруды. По многолетним наблюдениям, интенсивный рост трав на дамбах и ложах прудов начинается со второй половины апреля, поэтому выгул молодняка гусей на дамбы можно начинать после появления первой мягкой растительности – во II декаде апреля.

В Беларуси нет специально разработанных нормативов по плотности выращивания уток и гусей на прудах, но на основании анализа хозяйственной деятельности рыбхозов Беларуси за прошлые годы и данных европейских рыбхозов, плотность выращивания уток не должна превышать 250 экз./га. Плотность выгула гусей на 1 га прибрежного пастбища должна составлять не более 25 экз. Выживаемость уток и гусей за период выращивания достаточно высокая и достигает 95-98 %.

Условия откорма – один из важнейших факторов, определяющих качество мяса [7, 8]. Гуси должны питаться только травой, а выгуливаться на водоеме. Практически затрат искусственных комбикормов на откорм гусей не требуется. За счет естественного удобрения дамб и ложа прудов их экскрементами, рост зеленой массы трав увеличивается в 3-5 раз. При более позднем заполнении выростных прудов I порядка водой (III декада мая) на мелководье наблюдается обильный рост высшей водной растительности – тростника и камыша, которых гуси охотно выщипывают вплоть до корневищ. В период интенсивного летнего роста камыша и тростника гуси общипывают молодые листья и побеги, тем самым уменьшая густоту стояния растений на 1 га водного зеркала нагульных площадей.

Утят выращивают 7-9 недель до живой массы 2,7 – 3 кг, гусей – 8-9 недель до живой массы 4-4,5 кг. Расход искусственного корма на 1 кг прироста уток равен 3-3,5 кг, а при наличии большого количества мягкой подводной растительности, плавающей ряски, рдестов, затраты корма уменьшаются на 10-12 %. В связи с тем, что в хозяйствах III зоны рыбоводства зарыбление прудов проводят значительно раньше, чем в хозяйствах II зоны, на прудах южных рыбхозов можно провести два полных цикла выращивания уток.

Выход уток в живом весе с 1 га нагульной площади составляет около 640 кг (250 шт. х 95 % х 2,7 кг).

Выход гусей в живом весе с 1 га прибрежных пастбищ может составить около 95 кг (25 шт. х 95 % х 4,0 кг) [9].

Как правило, выращивание (выгул) утят проводят на нагульных прудах, небольших по площади – 10-50 га. За счет удобрения прудов экскрементами, естественная продуктивность возрастает до 5-6 ц/га, что соответственно снижает кормовые затраты для кормления карпа и белого амура [10].

Примерный расчет экономической эффективности совместного выращивания товарных двухлеток карпа, растительноядных рыб и птицы на рыбоводных прудах представлен в таблице 1.

В расчетах взяты нормативные плотности посадки карпа и растительноядных рыб, среднеступной массой 25 г. Стоимость посадочного материала – 8 руб. за 1 кг. Стоимость товарной рыбной продукции составляет 5 руб. за 1 кг. Стоимость комбикормов в среднем составляет 750 руб. за 1 тонну. Кормовой коэффициент на производство 1 кг рыбной продукции составляет 4,7. Цена 1 кг утятины – 7 руб., 1 кг гусятины – 8 руб.

Стоимость 1 кг рыбной продукции только за счет экономии кормов на повышении естественной продуктивности до 500 кг/га снижается на 1,17 руб. (94 т х 750 руб.: 60 т), а общая прибыль составит 70200 руб. (60000 кг х 1,17 руб.).

Чистая прибыль за счет выращивания уток составит 109200 руб. [225400 руб. (общая стоимость

уятины) -72450 руб. (стоимость комбикормов на кормление) -43750 руб. (стоимость 12500 штук утят при закупке)]. Чистая прибыль за счет выращивания гусей составит 2800 руб. [3800 руб. (стоимость гусятины) -1000 руб. (стоимость гусят)]. Общая прибыль за счет выращивания птицы на нагульной площади размером 50 га составит 182200 руб. (70200 + 109200 + 2800), а в расчете на 1 га – 3644 руб.

Кормить уток необходимо на берегу с автокормушек. Количеством корма, составом и питательностью рациона можно регулировать морфологический состав тушек и химический состав мяса. При повышении уровня протеина в рационе отложение жира в мясе притормаживается, а увеличение обменной энергии в рационе, наоборот, стимулирует процесс жиरोобразования. Поэтому эти приемы широко используются при различных технологиях выращивания уток и другой птицы. В конце откорма снижают уровень энергетического питания, что способствует пониженному жиरोобразованию. При скармливании молодняку птицы кормосмесей с высоким содержанием кукурузы, в мясе возрастает доля полноценных жирных кислот, в том числе линолевой, линоленовой и арахидоновой.

Мясо уток и гусей отличается высоким содержанием жира, который по своим достоинствам превосходит куриный. В нем нет холестерина. Мясо их обладает хорошими вкусовыми качествами. Мышечные волокна у уток и гусей толще, а соединительной ткани между ними больше, чем в мясе кур и индеек. При хорошей упитанности наиболее сочным и нежным является мясо уток в 9-10 недельном возрасте, а гусят в 7-8 недель. Мясо уток и гусей обладает приятным запахом и вкусом. Это объясняется образованием при варке специфического соотношения веществ, участвующих в создании «букета» вкуса и аромата. К таким летучим ароматным веществам вареной водоплавающей птицы относятся: нитросульфоновая кислота, этанол, метилкетоны, альдегиды, амины, маркаптаны, спирты, эфиры, сероводород, энолы и фенолы, сульфидные кислоты и др.

Таблица 1. Показатели повышения эффективности использования прудовых площадей при интегрированных технологиях производства рыбы, уток и гусей (расчет на пруд площадью 50 га)

Площадь пруда, га	Зарыбить годовиков карпа и РЯР, тыс. экз./ кг	Выловить осенью рыбной продукции, т (1,2 т/га)	Затраты комбикормов, т (1ц/га естественная продуктивность прудов)	Затраты комбикормов, т (5 ц/га естественная продуктивность прудов)	Выход уток в живом весе с пруда, т	Затраты кормов на кормление уток, т	Выход гусей в живом весе с 5 га дамб пруда, т
50	200 и 50/625	60	238,5	144,5 (94,0 экономия)	32,2	96,6	0,475
Общая стоимость произведенной продукции, руб.	5000	300 000	178875	108375	225400	72450	3800

Заключение

В качестве одного из факторов повышения эффективности использования рыбоводных хозяйств является использование интегрированных технологий производства товарной рыбной продукции, уток, гусей. Применение интегрированных технологий в рыбоводстве Беларуси способствует снижению себестоимости товарной рыбы на 1,17 руб. Производство дополнительной высококачественной продукции уток и гусей в количестве 653,5 кг/га.

Утки не являются конкурентами в питании прудовых рыб, так как поедают головастиков, лягушек и ее икру, водных насекомых, мягкую подводную и высшую растительность. Они являются хорошими мелиораторами рыбоводных прудов, так как поедают подводную мягкую растительность, плавающую ряску, способствуют уничтожению жесткой растительности. Экскременты уток, попадающие в воду, – это ценные органические удобрения, за счет которых значительно повышается естественная рыбопродуктивность прудов (до 5-6 ц/га) и уменьшаются затраты на производство рыбы. Утки разрыхляют грунты ложа прудов и способствуют тем самым быстрейшему окислению органики.

Свободный выгул уток на нагульных прудах благоприятно отражается на их росте и воспроизводительных качествах. Кроме того, они значительно меньше потребляют комбикормов на 1 кг прироста массы. Для выращивания лучше использовать уток пекинской породы и кросса Х-II. Из выращенного большого количества высококачественного товарного поголовья уток и гусей можно комплектовать племенные группы ремонта.

Выгода выращивания гусей сравнима с выгодой выращивания уток. Кроме того, при выпасе гусей на нерестовых прудах значительно лучше развивается травяной покров на ложах, что в последующих нерестовых кампаниях обеспечит повышенный выход подрощенных мальков карпа при естественном нересте. В прибрежных участках выростных прудов значительно уменьшается их зарастаемость высшей водной растительностью, повышается естественная продуктивность за счет использования органических удобрений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Омиржанова, Н.М. Совместное выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) и клубники ре-

монтантной в тепличной аквапонной установке / Н.М. Омиржанова, К.Ш. Нургазы, Т.Т. Баракбаев // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – Минск: Беларуская навука. – 2018. – Вып. 34. – С. 115-122.

2. Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 годы: пост. Совета Министров Республики Беларусь, 7 октября 2010 г., №1453 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь.

3. Агеец, В.Ю. Перспективы развития рыбоводства в Беларуси / В.Ю. Агеец // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серія аграрных навук. – 2013. – №2. – С. 102-109.

4. Агеец, В.Ю. О выполнении Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 годы, перспективах развития и научной обеспеченности отрасли на 2016-2020 годы / В.Ю. Агеец // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – Минск: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2016. – Вып. 32. – С. 8-26.

5. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы: пост. Совета Министров Республики Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь.

6. Рыбоводство в Белорусской ССР. – Республиканский архив Октябрьской революции и социалистического строительства. – Минск. – Фонд 114, опись 3.

7. Артамонова, Т.И. Некоторые особенности формирования морфологических структур тела двухлетков карпа в связи с ростом / Т. И. Артамонова, В.Э. Панов, В.Э. Есавкин // Вопросы физиологии и кормления рыб: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1999. – Вып. 74. – С. 169-176.

8. Шалак, М.В. Технологии производства и переработки продукции животноводства: учеб. пос. / М.В. Шалак, А.Г. Марусич, М.И. Муравьева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 432 с.

9. Смирнов, В. Куры. Гуси. Утки. – М.: РИПОЛ КЛАССИК, 2001. – 384 с.

10. Система ведения рыбного хозяйства Беларуси /разраб. В.В. Кончиц [и др.]. – Мн.: Тонпик, 2005. – 144 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.05.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ И КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРУП «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА ИМЕНИ Г.И. КОТОВСКОГО»

В.А. Коротинский,

зав. каф. энергетики БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.М. Збродыга,

зав. каф. электроснабжения БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

А.И. Зеленкевич,

ст. преподаватель каф. электроснабжения БГАТУ

В статье исследовано потребление электрической энергии и показатели качества напряжения в электрических сетях 0,4 кВ предприятия. Предложены мероприятия по повышению экономичности и надежности функционирования системы электроснабжения.

Ключевые слова: электрическая энергия, несимметрия напряжения, несинусоидальность напряжения, надежность электроснабжения.

The article investigates the consumption of electrical energy and the quality indicators of voltage in electrical networks of 0.4 kV of the enterprise. Measures to improve the efficiency and reliability of the power supply system are proposed.

Keywords: electrical energy, voltage asymmetry, voltage non-sinusoidal, power supply reliability.

Введение

Приемники электрической энергии переменного тока, широко применяемые на предприятиях (электродвигатели, трансформаторы, преобразовательные устройства, газоразрядные лампы и др.) вместе с активной энергией потребляют из сети и реактивную энергию. Потоки реактивной мощности в электрических сетях приводят к дополнительным, не вызванным потребностями производства, потерям активной энергии в линиях и трансформаторах, и в ряде случаев могут вызывать недопустимые отклонения напряжения у потребителей [1].

Из-за некачественного напряжения снижается производительность и срок службы силового электрооборудования, электротермических, электротехнологических и осветительных установок, нарушаются режимы работы систем управления технологическими процессами, релейной защиты, автоматики.

При выборе способов и средств повышения качества электроэнергии в электроустановках сельскохозяйственного назначения авторы считают целесообразным применение относительно недорогих, простых и надежных по конструктивному исполнению устройств, которые не требуют особых условий эксплуатации и не предъявляют высоких требований к квалификации обслуживающего персонала [2, 3]. При этом необходимо обладать сведениями о показателях качества электроэнергии в характерных точках системы электроснабжения предприятия, которые могут быть получены путем приборных измерений.

Целью работы является исследование электропотребления и качества электроэнергии в электрических сетях.

Основная часть

На основании отчетных статистических данных о потребленной электроэнергии проведен анализ структуры потребления в разрезе потребителей, времени года.

Электрическая энергия, потребляемая ПРУП «ЭБ им. Г.И. Котовского», расходуется на промышленные и непромышленные нужды. К первым относится расход электроэнергии на основные и вспомогательные производственные процессы, освещение, вентиляцию, хозяйственно-бытовые нужды, служебных и складских помещений, а также потери электроэнергии в электрических сетях напряжением до 1 кВт и выше.

Как видно из графиков (рис.1), общее потребление электроэнергии в разрезе года достаточно равномерное, а увеличение потребления в августе обусловлено работой сезонных потребителей (зерносушилки).

Структура электропотребления, представленная на диаграмме (рис. 2) показывает, что наиболее электроемкими потребителями являются молочно-товарные фермы (МТФ) на 524 головы: «Озеро-1», «Озеро-2», «Володьки», «Басмановка», «Марковцы», «Дещенка», «Зерноток».

Потребления электроэнергии на МТФ в разрезе года (рис. 3) достаточно равномерное (отношение максимального потребления к минимальному не превышает 2).

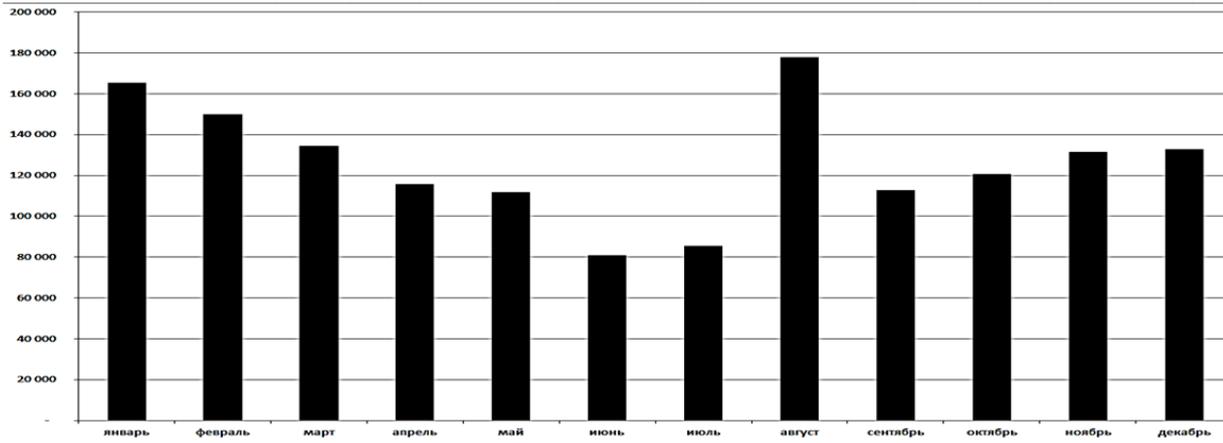


Рис. 1. Общее потребление электрической энергии (кВт·ч) по предприятию

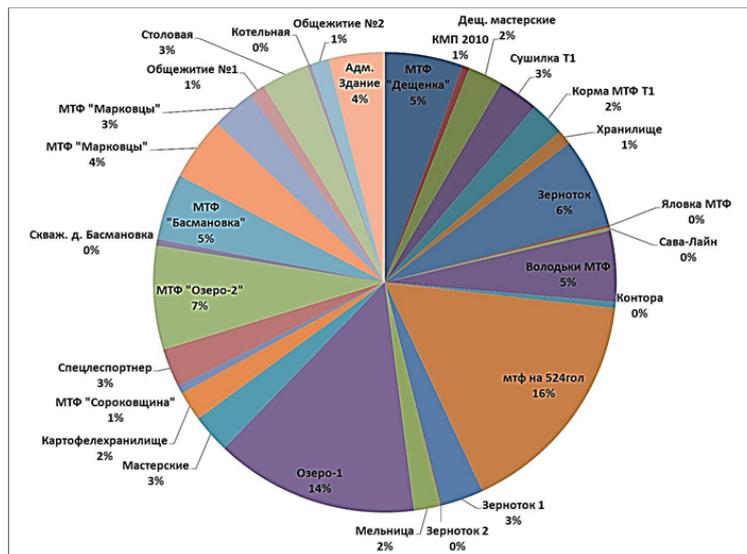


Рис. 2. Структура потребления электрической энергии

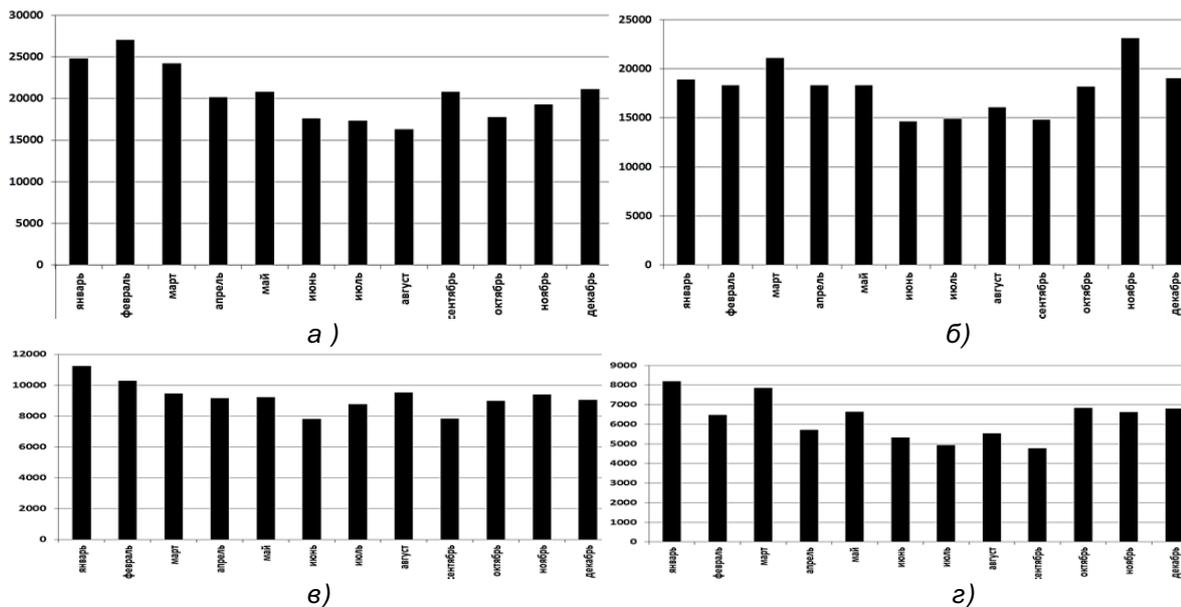
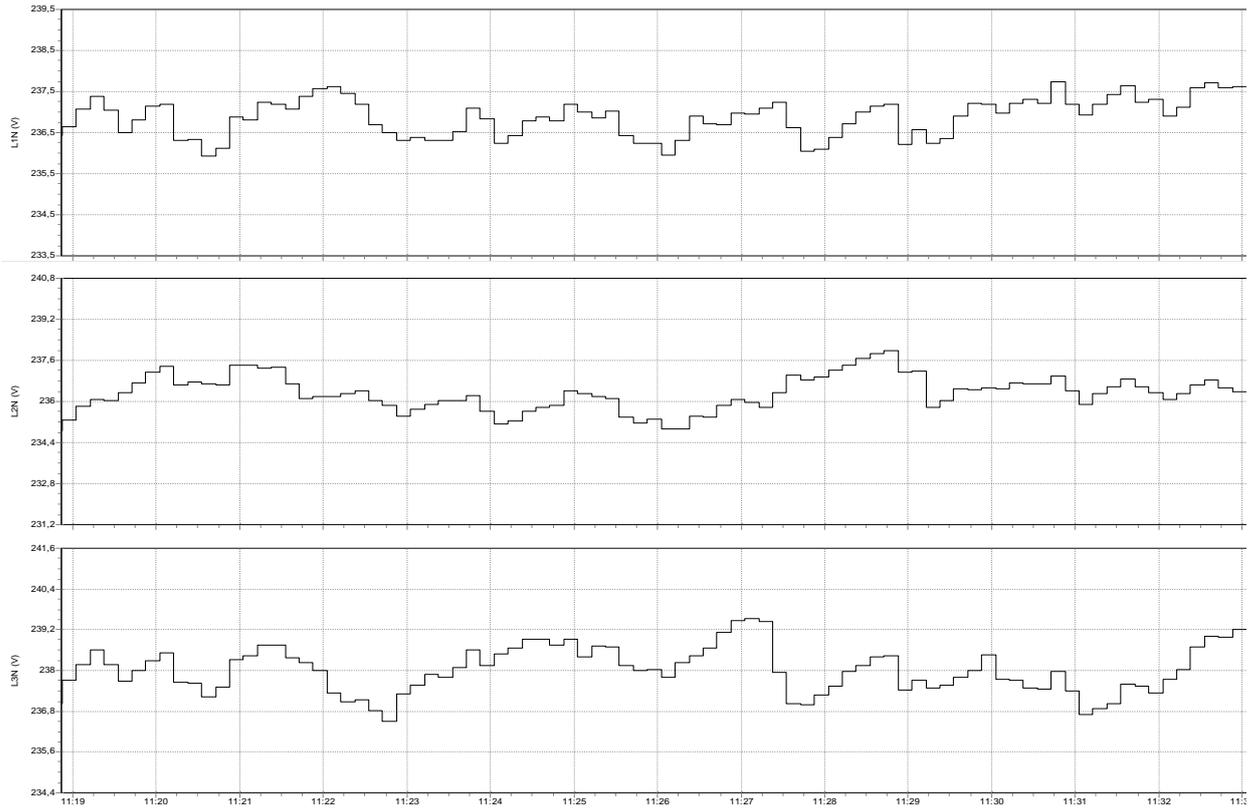
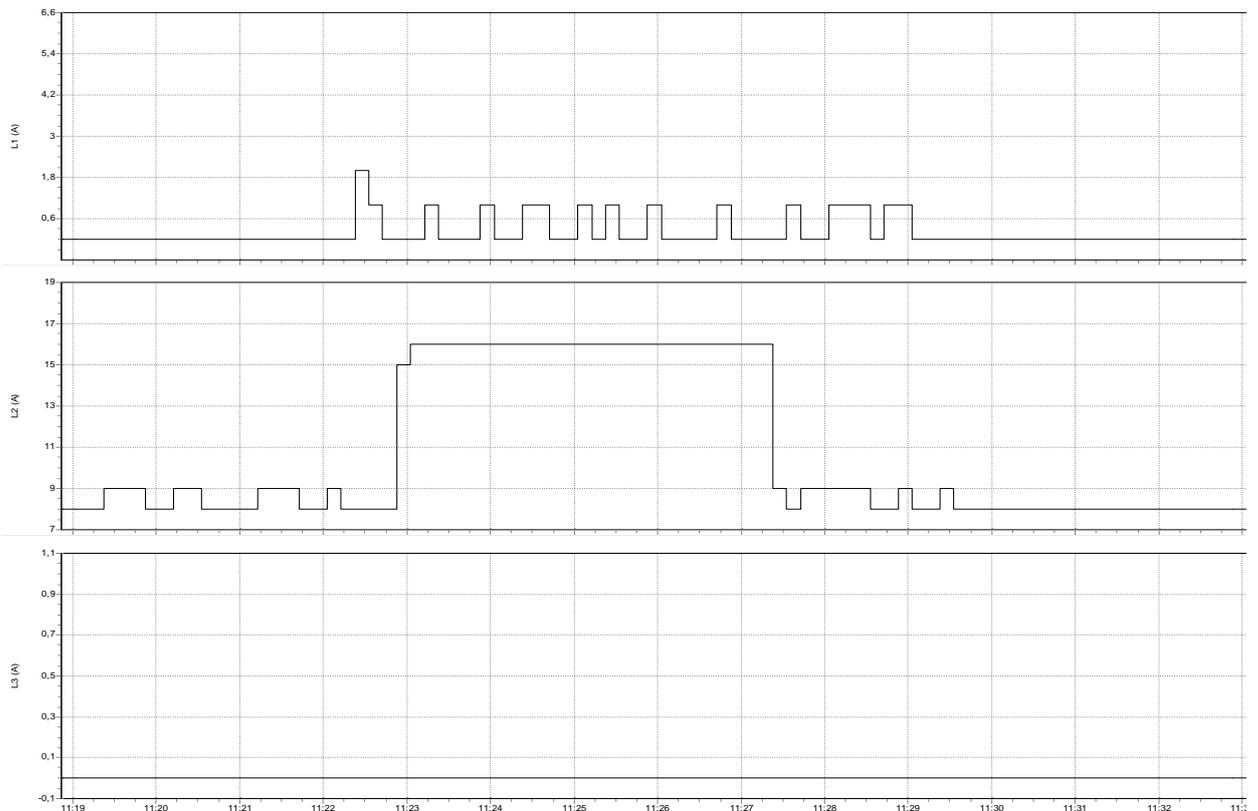


Рис. 3. Потребление электрической энергии (кВт·ч) на молочно-товарных фермах:
а – ферма на 524 головы; б – МТФ «Озеро-1»; в – МТФ «Озеро-2»; г – МТФ «Володьки»

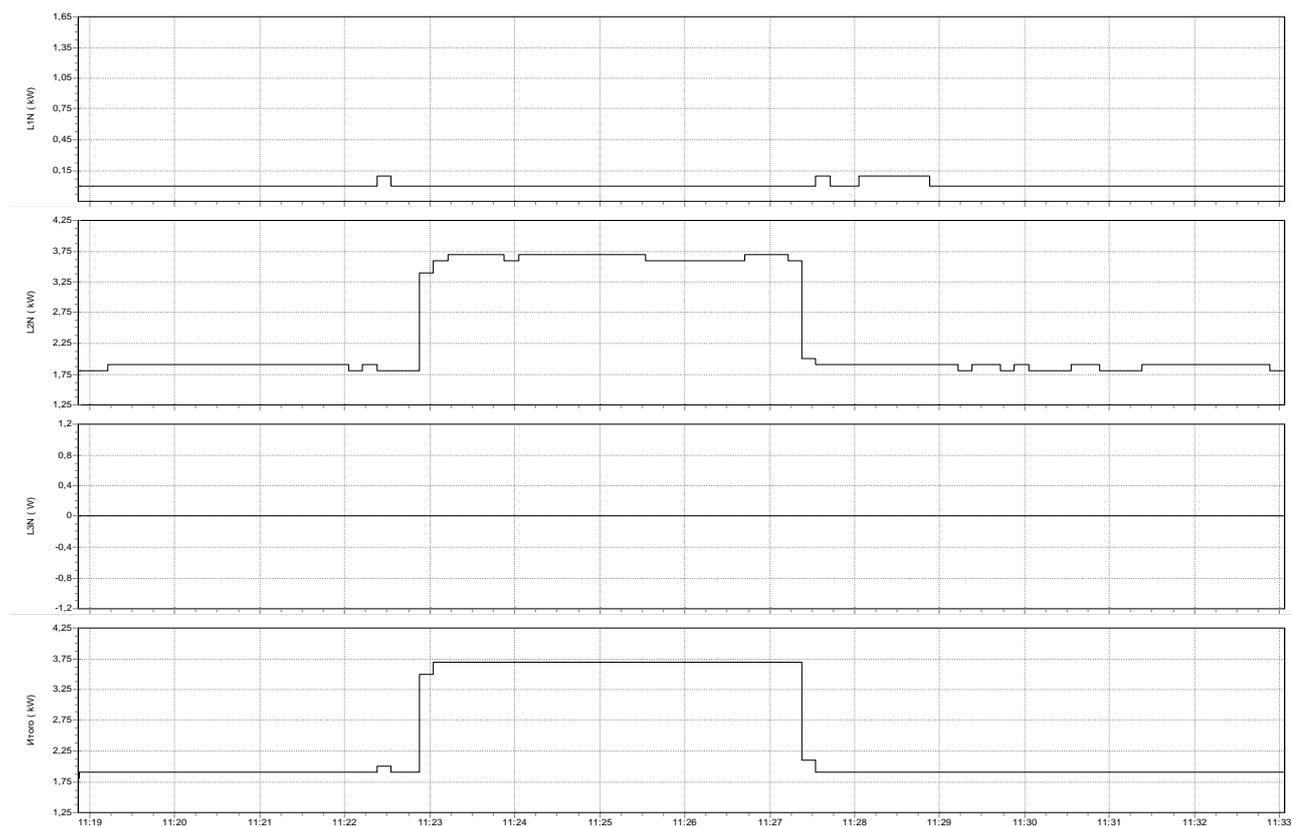


a)

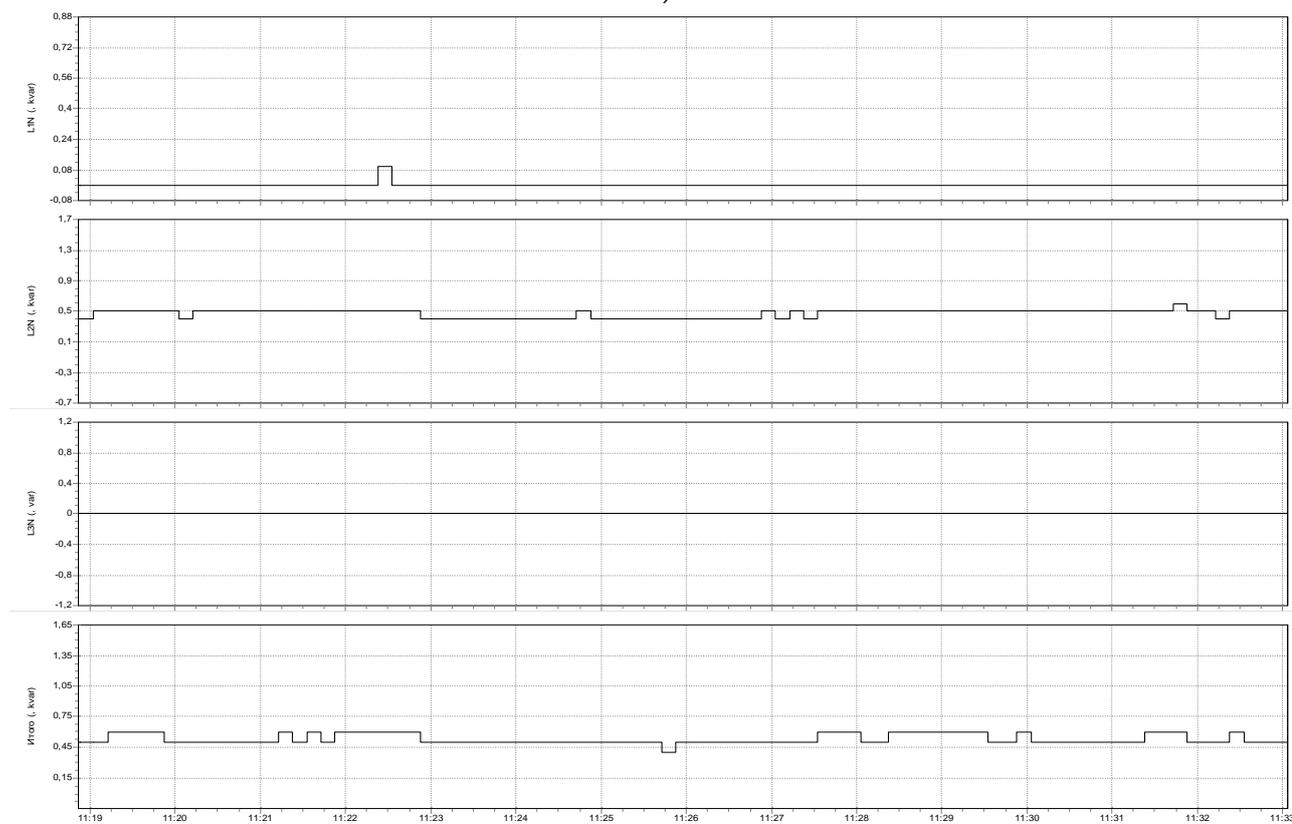


б)

Рис. 4. График изменения напряжений (а) и токов (б) по фазам А, В, С, соответственно

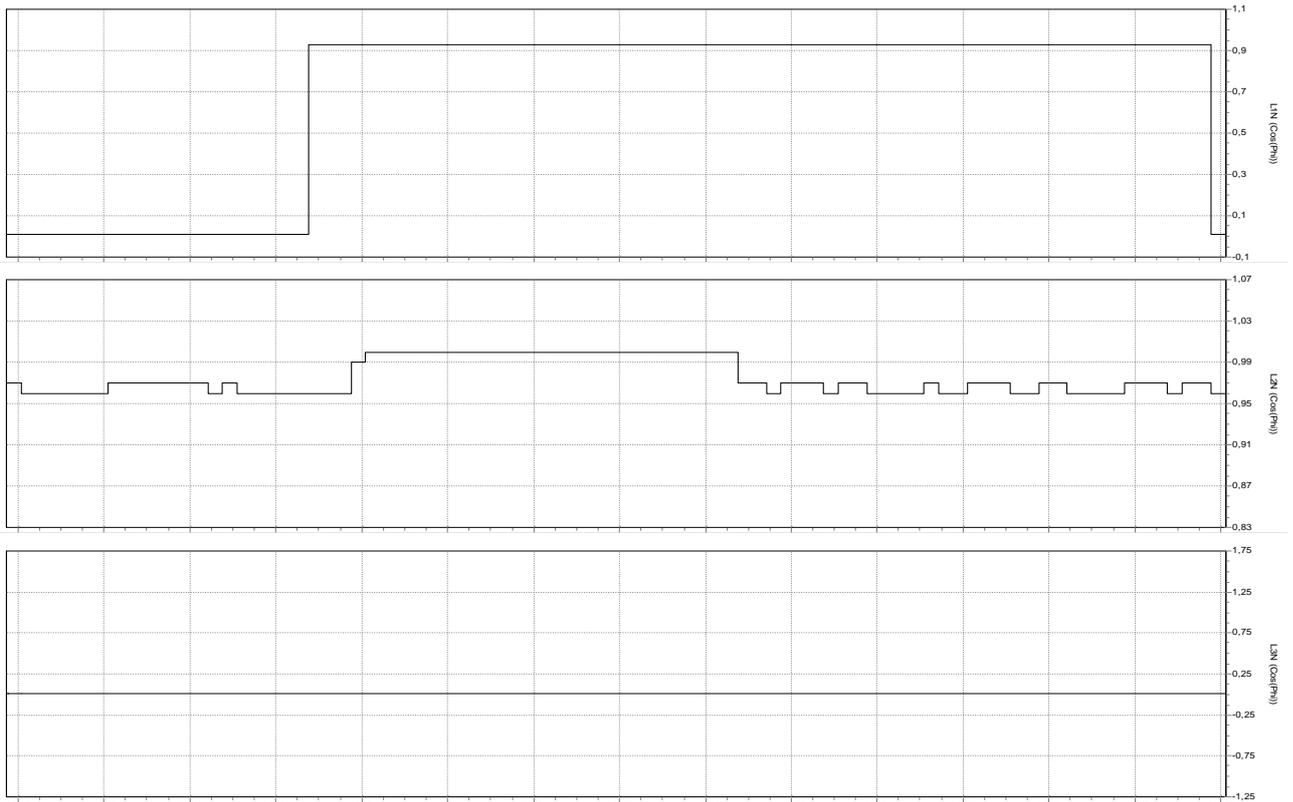


а)

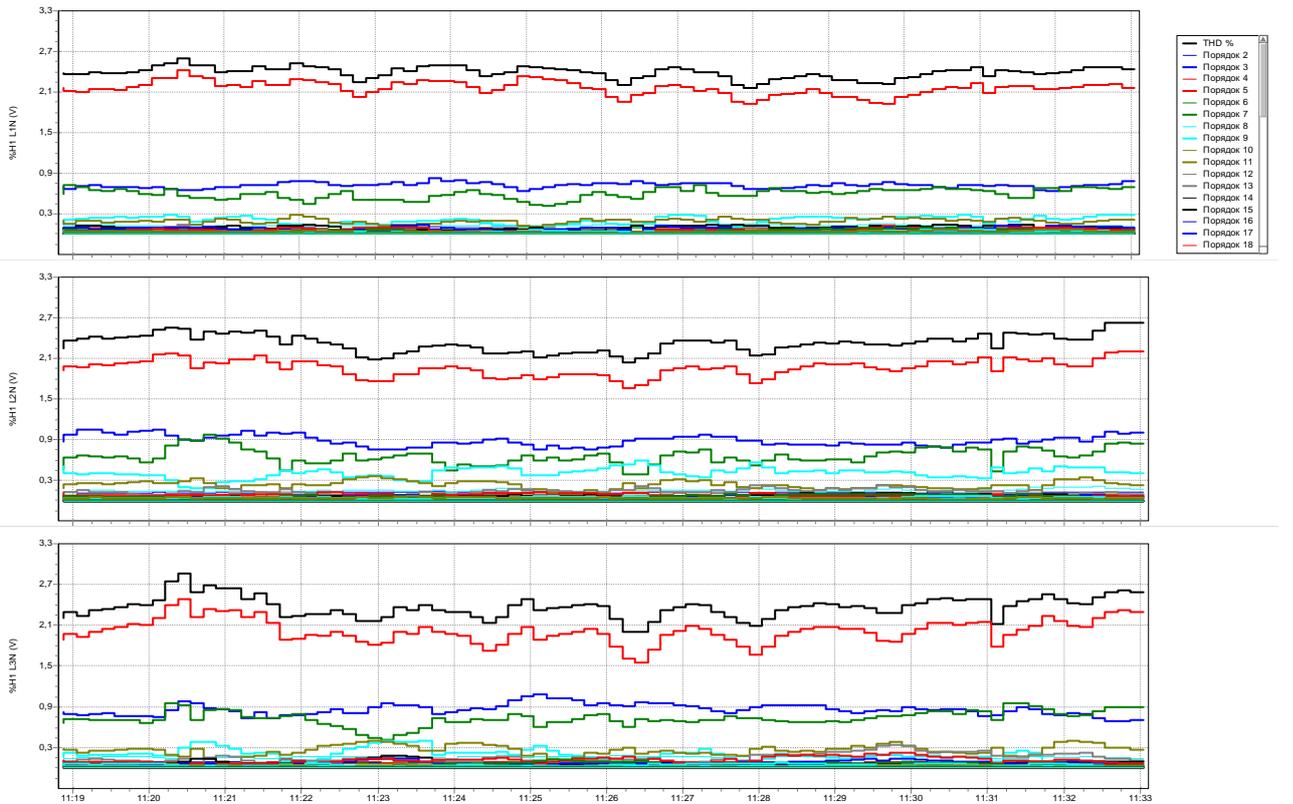


б)

Рис. 5. График изменения активной (а) и реактивной мощности (б) по фазам А, В, С, соответственно



а)



б)

Рис. 6. График изменения коэффициента мощности $\cos\varphi$ (а) и высших гармонических составляющих напряжения (б) по фазам А, В, С, соответственно

Анализ качества напряжения в электрической сети предприятия проводился для определения отклонения напряжения в электрической сети от номинального значения и соответствия качества напряжения установленным требованиям [1].

Измерения электрических параметров проводились с использованием цифрового трехфазного анализатора «Fluke 435» в сетях, напряжением 0,4 кВ, который подключался к первичным цепям: цепи измерения напряжения – непосредственно; цепи измерения тока – с применением комплектных датчиков тока (разъемных гибких трансформаторов тока) с диапазоном измерения тока 0÷3000А.

Анализатор обеспечивает измерение в контролируемой сети следующих величин: фазных и междуфазных напряжений; токов в фазах сети; активной, реактивной и полной мощностей; фазовых углов; коэффициентов мощности; суммарных гармонических искажений кривых напряжений; суммарных гармонических искажений кривых токов; уровней отдельных гармоник напряжения (нечетных и четных); уровней отдельных гармоник токов (нечетных и четных).

Измерения проведены в следующих точках электрической сети:

1. ТП 654 «н.п. Дещенка, линия Л4 на МТФ».
2. ТП 648 «н.п. Дещенка, ВРУ молочно-товарного комплекса (ввод 1)».
3. ТП 648 «н.п. Дещенка, ВРУ молочно-товарного комплекса (ввод 2)».
4. ТП 389 «н.п. Озеро, линия Л2 на МТФ».

Графики изменения напряжений, токов, нагрузок (активной, реактивной и полной), коэффициента мощности, на ТП 648 «н.п. Дещенка ВРУ молочно-товарного комплекса (ввод 1)» приведены на рис. 4-6.

Результаты измерений искажения синусоидальности напряжений в электрических сетях предприятия приведены в табл. 1.

Значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициентов n-й гармонической составляющей напряжения находятся в пределах, нормируемых ГОСТ 32144-2013.

Определены значения отклонения напряжения для основной частоты (табл. 2-4).

Как видно из результатов расчета, максимальная величина отклонения напряжения от номинального значения на шинах 0,4 кВ ТП 10/0,4 кВ и ВРУ не превышает 7%. Так как распределительные линии электропередачи 0,4 кВ от ТП до электрических приемников имеют небольшую длину, то потери напряжения в них малы, а отклонение напряжения на выводах электроприемников не должно выходить за пределы +10%, нормируемых стандартом [1].

Результаты расчета коэффициентов несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательностям приведены в табл. 5.

Величины коэффициентов несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности на ТП 654 «н.п. Дещенка, линия Л4 на МТФ» и ТП 389 «н.п. Озеро, линия Л2 на МТФ» превышают установленные ГОСТ 32144-2013 нормы – 2 %.

Заключение

1. При разработке мероприятий по энергосбережению в ПРУП «ЭБ им. Г.И. Котовского» особое внимание следует уделить молочно-товарным фермам, как наиболее электроемким потребителям.

2. По результатам исследований выявлено, что отклонение напряжения от номинального значения, значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициентов n-й гармонической составляющей напряжения находятся в пределах, нормируемых ГОСТ 32144-2013.

Таблица 1. Значения показателей искажения синусоидальности напряжения на шинах 0,4 кВ

Наименование ввода	Значения коэффициента искажения K_U , %		Значения коэффициента n-ой гармонической составляющей $K_{U(n)}$, %	
	Измеренное значение	Норма	Номер гармоники / Измеренное значение	Номер гармоники / Норма по ГОСТ
ТП 654 «н.п. Дещенка, линия Л4 на МТФ»	2,75	8,0	3 / 1,15 5 / 2,36 7 / 0,81 9 / 0,44 11 / 0,46	3 / 5,0 5 / 6,0 7 / 5,0 9 / 1,5 11 / 3,5
ТП 648 «н.п. Дещенка, ВРУ молочно-товарного комплекса (ввод1)»	2,9	8,0	3 / 1,06 5 / 2,49 7 / 0,96 9 / 0,61 11 / 0,41	3 / 5,0 5 / 6,0 7 / 5,0 9 / 1,5 11 / 3,5
ТП 648 «н.п. Дещенка, ВРУ молочно-товарного комплекса (ввод2)»	2,82	8,0	3 / 1,1 5 / 2,42 7 / 1,13 9 / 0,73 11 / 0,45	3 / 5,0 5 / 6,0 7 / 5,0 9 / 1,5 11 / 3,5
ТП 389 «н.п. Озеро, линия Л2 на МТФ»	3,2	8,0	3 / 0,99 5 / 2,80 7 / 0,69 9 / 0,16 11 / 0,51	3 / 5,0 5 / 6,0 7 / 5,0 9 / 1,5 11 / 3,5

**Таблица 2. Результаты расчета отклонений напряжения ТП 654
«н.п. Дещенка линия Л4 на МТФ»**

Показатель	фаза А	фаза В	фаза С
Измеренное значение напряжения наибольшее, В	242,6	237,8	240,9
Величина отклонения напряжения наибольшая, %	5,48	3,39	4,74
Измеренное значение напряжения наименьшее, В	240,4	233,6	237,1
Величина отклонения напряжения наименьшая, %	4,52	1,57	3,09

**Таблица 3. Результаты расчета отклонений напряжения ТП 648
«н.п. Дещенка ВРУ молочно-товарного комплекса»**

Показатель	Ввод № 1			Ввод № 2		
	фаза А	фаза В	фаза С	фаза А	фаза В	фаза С
Измеренное значение напряжения наибольшее, В	237,7	238	239,5	237,6	236,9	239,9
Величина отклонения напряжения наибольшая, %	3,35	3,48	4,13	3,30	3,00	4,30
Измеренное значение напряжения наименьшее, В	235,9	236,3	238	236,1	235,3	236,9
Величина отклонения напряжения наименьшая, %	2,57	2,74	3,48	2,65	2,30	3,00

**Таблица 4. Результаты расчета отклонений напряжения ТП 389
«н.п. Озеро линия Л2 на МТФ»**

Показатель	фаза А	фаза В	фаза С
Измеренное значение напряжения наибольшее, В	244,4	238,9	246
Величина отклонения напряжения наибольшая, %	6,26	3,87	6,96
Измеренное значение напряжения наименьшее, В	240,5	235	241,4
Величина отклонения напряжения наименьшая, %	4,57	2,17	4,96

**Таблица 5. Значения коэффициентов несимметрии напряжения по обратной
и нулевой последовательностям**

Наименование ввода	Показатель	Значение
ТП 654 «н.п. Дещенка, линия Л4 на МТФ»	Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности, %	0,54
	Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности, %	<u>2,04</u>
ТП 648 «н.п. Дещенка, ВРУ молочно-товарного комплекса (ввод1)»	Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности, %	1,22
	Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности, %	1,77
ТП 648 «н.п. Дещенка, ВРУ молочно-товарного комплекса (ввод2)»	Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности, %	1,28
	Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности, %	1,79
ТП 389 «н.п. Озеро, линия Л2 на МТФ»	Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности, %	0,43
	Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности, %	<u>2,45</u>

3. Максимальные значения коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности составляют 2,45 % при норме 2 %, поэтому необходимы мероприятия по симметрированию нагрузки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 32144-2013 (EN 50160:2010, NEQ); введ. 01.02.2016. – Минск: БелГИСС, 2015. – 16 с.

2. Прищепов, М.А. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при нелинейном характере нагрузки / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленькевич // Агропанорама. – 2018. – № 1. – С. 9-19.

3. Прищепов, М.А. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при несимметричной нагрузке / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленькевич // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 25-31.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 26.03.2019

УДК 631.3

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АГРЕГАТА – ОСНОВА ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

А.В. Мучинский,

доцент каф. экономики и организации предприятий АПК БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Н.Г. Королевич,

зав. каф. экономики и организации предприятий АПК БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

Г.Ф. Добыш,

доцент каф. инновационного развития АПК Института повышения квалификации и переподготовки кадров АПК БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Д.Ю. Ивашкевич,

ОАО «Банк БелВЭБ», магистр экономических наук

В статье отражены вопросы четкого разграничения и определения понятий «производительность агрегата», как основы для нормирования механизированных работ в растениеводстве.

Ключевые слова: производительность, агрегат, объем работ, растениеводство.

The article deals with the issues of a clear distinction and definition of the notions "productivity of the unit" as the basis for the normalization of mechanized work in crop production.

Keywords: crop production, machine and tractor unit, productivity, amount of work.

Введение

В настоящее время недостаточно четко и конкретно разграничены и сформулированы понятия производительности агрегата в отрасли растениеводства.

Производительность агрегата – это объем работы в установленных единицах (га, т, ткм и т. д.), выполненный агрегатом в единицу времени (с, мин, час). В большинстве литературных источников в качестве единицы времени еще приводятся: смена, день, сезон, год. Эти понятия больше отражают какой-то временной период, чем единицу времени. Объем работ, выполненный агрегатом за какой-то период (смену, день, месяц, год и т. д.), является его выработкой или наработкой.

В большинстве источников по эксплуатации машинно-тракторного парка принято различать следующие виды производительности машины: теоретическую (расчетно-конструктивную); техническую (нормативную) и эксплуатационную (фактическую) [1, 2], хотя отдельные авторы различают только теоретическую и техническую (эксплуатационную) производительность агрегата [4]. В расчетах технической производительности одни ученые учитывают коэффициент использования времени смены, другие – не учитывают. Кроме того, в большинстве литературных источников используется показатель «производительность за час сменного времени». Возникает вопрос – это эксплуатационная производительность за час сменного времени (период эксплуатации – смена) или нет. Если нет, тогда что собой представляет час

сменного времени и час эксплуатационного времени? На этот вопрос практически ответа нет.

Авторами публикации предлагается четко разграничить понятия производительности машинно-тракторного агрегата с позиции организации производственных процессов в растениеводстве.

Основная часть

Изучив теоретические материалы по данной проблеме, и используя практический опыт по организации использования машинно-тракторных агрегатов, считаем целесообразным согласиться с теми учеными, которые выделяют три вида производительности агрегата, а именно: теоретическую или расчетно-конструктивную, техническую или нормативную, эксплуатационную или фактическую. Если в плане расчетов с теоретической (расчетно-конструктивной) и технической (нормативной) производительностями более-менее понятно, то на вопрос, как рассчитать эксплуатационную производительность и какие составляющие эксплуатационного времени – у каждого ученого своя точка зрения, вплоть до того, что и обеденный перерыв и простои по метеорологическим условиям включаются в эксплуатационное время.

Теоретическая производительность (расчетно-конструктивная) – это максимально возможное количество объема работ (продукции), производимых (вырабатываемой) в единицу времени непрерывной работы при расчетных скоростях рабочих движений и нагрузках. Теоретическая производительность W_{p-k}

тракторного агрегата или самоходной сельскохозяйственной машины соответствует полному использованию конструктивной ширины захвата B , теоретической

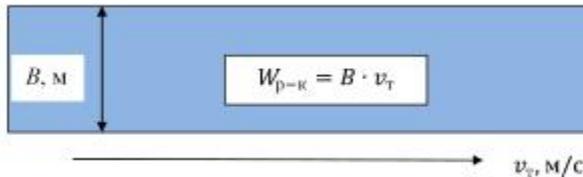


Рис. 1 Схема теоретической производительности

скорости v_T и единицы времени T (рис. 1).

Если конструктивная ширина захвата агрегата выражена в метрах, а теоретическая скорость его движения в м/с, то его теоретическая производительность будет выражена в м²/с. Теоретическая производительность в га/ч соответственно:

$$W_{p-k} = 0,36 \cdot B \cdot v_T \quad (1)$$

Техническая (нормативная) производительность – это количество объема работ (продукции), производимых (вырабатываемых) в единицу времени непрерывной работы машины непосредственно в конкретных производственных условиях при правильно выбранных режимах работы и нагрузках на рабочие органы. То есть это производительность машины за 1 час основного времени.

Из-за необходимости перекрытия рабочих ходов, ограничения по пропускной способности и т. п. фактическая ширина захвата агрегата B_p будет меньше конструктивной B . Исключение составляют пахотные агрегаты, у которых $B_p > B$. Для определения B_p вводится коэффициент использования ширины захвата:

$$\beta = B_p / B \quad (2)$$

Во время работы агрегата отмечается буксование, изменяются радиус качения пневматических колес и частота вращения коленчатого вала, поэтому рабочая скорость движения v_p будет ниже теоретической v_T . Для учета этого вводится коэффициент использования скорости движения:

$$\varepsilon = v_p / v_T \quad (3)$$

С учетом всех вышеназванных обстоятельств, схема для определения технической производительности будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

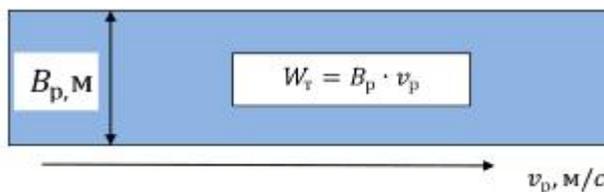


Рис. 2. Схема технической производительности агрегата

Техническая (нормативная) производительность в га/ч соответственно:

$$W_T = 0,36 \cdot B_p \cdot v_p \quad (4)$$

В технических характеристиках на ту или иную машину указывается техническая (нормативная) производительность (производительность машины за час основного времени). На основании технической производительности на сельскохозяйственную технику устанавливается нормативная годовая наработка (загрузка) T_T в часах. Если умножить техническую производительность W_T на годовую наработку T_T в часах, получим годовую нормативную наработку Q_T в гектарах

$$Q_T = W_T \cdot T_T \quad (5)$$

Одним из основных показателей функционирования средств механизации является эксплуатационная (фактическая) производительность, в которой учитываются, как организационные перерывы в работе машины, так и технология выполнения работ в течение рабочего цикла. Основным циклом выполнения сельскохозяйственных работ, с точки зрения организации производства, на наш взгляд, является рабочая смена. В течение определенного периода выполнения работ цикл повторяется. Большинство ученых считают, что цикл состоит из времени чистой работы агрегата плюс время холостых ходов на поворотах и время технологического обслуживания. С технической точки зрения, это правильно. Однако эти составляющие в течение смены, с учетом перерывов, не носят непрерывный и циклично повторяющийся характер, а хаотично повторяются. У некоторых авторов имеется и такая формулировка: «Эксплуатационная производительность за смену называется сменной производительностью» [2]. Это еще раз свидетельствует о том, что основным циклом организации работ агрегата является рабочая смена.

При нормировании полевых механизированных работ баланс времени смены выглядит примерно следующим образом:

$$T_{см} = T_{пз} + T_o + T_x + T_{пер} + T_{техн} + T_{то} + T_{отк} + T_{лн} \quad (6)$$

где $T_{пз}$ – время на подготовительно-заключительные операции (время на проведение ежесменного технического обслуживания, время на получение наряда) (0,2 ч), ч;

T_o – время основной работы, ч;

T_x – время на холостые повороты и заезды в загон, ч;

$T_{пер}$ – время на переезды (обычно принимается равным 0,3 ч), ч;

$T_{техн}$ – время на технологическое обслуживание (заправку или загрузку технологических емкостей агрегата);

$T_{то}$ – время технического обслуживания машин на загоне, ч (не более 0,2 ч);

$T_{отк}$ – время на устранение технологических отказов, ч (не более 0,1 ч);

$T_{лн}$ – время на отдых и личные надобности обслуживающего персонала, ч (обычно принимают равным 0,41...0,47 ч).

Существует такой показатель, как коэффициент использования времени смены (τ). Он представляет отношение основного времени работы агрегата ко времени смены.

$$\tau = \frac{T_o}{T_{см}} \quad (7)$$

С учетом коэффициента использования времени смены эксплуатационная производительность агрегата определяется по формуле:

$$W_э = B_p \cdot v_p \cdot \tau \quad (8)$$

Схема для определения эксплуатационной производительности будет выглядеть следующим образом (рис. 3)

Эксплуатационная производительность в га/ч будет соответственно:

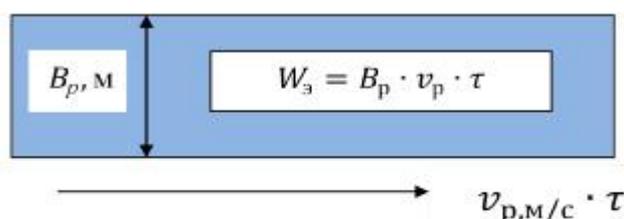


Рис. 3 Схема эксплуатационной производительности агрегата

$$W_э = 0,36 \cdot B_p \cdot v_p \cdot \tau \quad (9)$$

Наработка за смену ($W_{см}$) составит:

$$W_{см} = W_э \cdot T_{см}, \quad (10)$$

где $W_{см}$ – наработка за смену, га;

$W_э$ – эксплуатационная производительность, га/ч;

$T_{см}$ – время смены, ч.

Если годовую наработку в гектарах разделить на наработку за смену, получим количество смен (циклов) $N_{см}$ работы агрегата в году.

$$N_{см} = \frac{Q_r}{W_{см}} \quad (11)$$

Эксплуатационная производительность отличается от технической тем, что при ее определении учитывают дополнительные потери времени, происходящие во время работы машины в течение смены. Техническая производительность выше эксплуатационной. Эксплуатационная производительность является нормобразующей при нормировании работ. Эксплуатационная производительность, рассчитанная на основе регламентированных составляющих баланса времени смены, и является типовой нормой выра-

ботки. С учетом конкретных производственных условий, на основании фотохронометражных наблюдений (возможно, с использованием навигационных систем) и рационального использования времени смены, типовые нормы дифференцируются непосредственно в сельскохозяйственных организациях. Для этого используется обобщенный поправочный коэффициент K_o , который определяется по формуле:

$$K_o = K_a \cdot K_k \cdot K_{из} \cdot K_\phi, \quad (12)$$

где $K_a, K_k, K_{из}, K_\phi$ – соответственно, поправочные коэффициенты на рельеф, каменистость, изрезанность и сложность конфигурации поля. Отклонение от типовых норм не должно быть больше, чем на $\pm 15\%$. Сущность этой системы дифференциации можно представить следующей схемой-формулой:

$$W_{см} \rightarrow W_{см}^T \rightarrow W_{см}^X = W_{см}^T \cdot K_o, \quad (13)$$

где $W_{см}^T$ – типовая норма выработки, га за смену;

$W_{см}^X$ – норма выработки для сельскохозяйственной организации, га за смену.

Заключение

Изложенная методика расчета производительности агрегата позволяет четко и конкретно разграничить и сформулировать понятия производительности агрегата в отрасли растениеводства, что в свою очередь позволяет заводам-изготовителям сельскохозяйственной техники определять техническую (нормативную) производительность машины, а сельскохозяйственным организациям расчетным путем устанавливать нормы выработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пос. / А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 327 с.: ил.
2. Понятие о производительности машин. Определение расчетно-теоретической и эксплуатационной производительности машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studopedia.info/4-17854.html>. – Дата доступа: 27.01.2019.
3. Иофинов, С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов. – М.: Колос, 1974. – 480 с.
4. Попов, Л.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка в агропромышленном комплексе: учеб. пос. / Л.А. Попов. – Сыктывкар, 2004. – 152 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 26.03.2019

УДК 657.6:631.618

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАКЛАДНЫХ ЗАТРАТ ПРИ КАЛЬКУЛИРОВАНИИ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ (РАБОТ, УСЛУГ)

С.К. Матальцкая,

зав. каф. бухгалтерского учета, контроля и финансов БГЭУ, канд. экон. наук, доцент

Н.Н. Киреенко,

зав. каф. учета, анализа и аудита БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

Управление эффективностью деятельности организации невозможно без управления ее затратами (расходами). Одним из важнейших показателей экономической эффективности является себестоимость продукции (работ, услуг), размер которой во многом зависит и от величины затрат, напрямую не связанных с процессом производства. В связи с этим перед экономической службой организации ставятся задачи, связанные с экономическим обоснованием распределения затрат между структурными подразделениями, видами продукции (работ, услуг).

Ключевые слова: затраты, расходы, база распределения затрат, накладные затраты, себестоимость.

Management of the company effectiveness is not possible without cost management (expenditure). One of the most important indicators of economic efficiency is the cost of production (work, services), the size of which depends to a great extent on the amount of costs which are not concerned to the production process. In this regard, the economic service of the company is given the tasks which are connected with the economic justification for the distribution of costs between structural units, types of products (works, services).

Keywords: cost, expences, distribution costs, overhead costs, net cost.

Введение

Эффективное функционирование хозяйствующих субъектов напрямую зависит от организации и функционирования системы управления. Одним из предметов (объектов) управления являются затраты организации во всем их разнообразии. Управление затратами – это процесс целенаправленного формирования затрат по их видам при постоянном контроле за их величиной и стимулировании уменьшения себестоимости.

Основная задача в практике формирования себестоимости видов продукции (работ, услуг) заключается в обосновании организациями, с требуемой степенью детализации, каждого вида затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг), в разрезе экономических элементов и статей калькуляции. Для этого необходимо в учетной политике организации рассмотреть и закрепить классификацию затрат и методы их распределения. Классификация затрат должна обеспечить сбор информации для калькулирования показателя себестоимости.

Цель работы – систематизация подходов классификации затрат для расчета себестоимости продукции (работ, услуг) и обоснования выбора оптимальной базы распределения накладных затрат для организации с учетом специфики ее деятельности.

Основная часть

По действующему законодательству Республики Беларусь для целей бухгалтерского учета и формирования отчетной информации затраты подразделяются:

– затраты, которые признаются активами организации, если от них организация предполагает получение экономических выгод в будущих периодах (затраты на продукт);

– расходы отчетного периода, если от них организация не предполагает получение экономических выгод в будущих периодах (периодические затраты или затраты периода) [1].

Таким образом, разграничение экономического содержания «затраты» и «расходы» основывается на понимании процесса трансформации затрат в расходы в момент реализации продукции, товаров, выполнения работ, оказания услуг.

Согласно динамической концепции учета, расходы признаются только в «Отчете о прибылях и убытках» на основании непосредственной связи между поступлениями дохода (в момент признания выручки от реализации продукции, товаров, выполнения работ, оказания услуг) и произведенными в связи с этим расходами. В этом случае появляется основание для определения себестоимости реализованной продукции, товаров, работ, а затраты, осуществленные в процессе производства, признаются расходами. Следовательно, затраты периода в полной сумме будут влиять на прибыль отчетного периода и находить отражение в «Отчете о прибылях и убытках». Если реализации нет, то затраты, связанные с производством, расходами не признаются, а представляют собой аккумулированные активы, которые отражаются в бухгалтерском балансе как остатки запасов [2].

При калькулировании себестоимости продукции (работ, услуг) поддерживается принцип определения производственной себестоимости, рассчитанной по переменным затратам. Данный принцип означает не только обязательное деление затрат на переменные и постоянные, но и классификацию затрат по способу включения в себестоимость – на прямые и косвенные затраты, а по отношению к производственному процессу – на производственные и непроизводственные.

Учет всей суммы затрат, которые организации несут вне осуществления производственного процесса, напрямую обосновывает выделение в отдельный объект учета накладных затрат (расходов). Накладные затраты (расходы) – это затраты (расходы), которые нельзя прямо, без дополнительного распределения, отнести на выбранный объект. Данное понятие определяет затраты на создание успешных условий по организации и работе субъекта хозяйствования в целом или его структурных единиц.

Производственная себестоимость определяется по значениям прямых и косвенных переменных затрат производственного и непроизводственного характера. В этой связи, с целью определения показателя «себестоимость продукции» (работ, услуг), необходимо рассматривать несколько классификационных признаков группировки затрат:

1. Для целей управления различают **прямые и накладные затраты**. Унифицированной классификации статей затрат на прямые и накладные не существует, их может быть много, так как они относительны к выбранному объекту. Накладные затраты обуславливаются созданием необходимых и достаточных условий организации производства, реализации. Эти условия в значительной степени определяются качеством материально-технической базы, наличием необходимых помещений и современного оборудования широкого спектра использования, созданием условий, позволяющих максимально эффективно использовать рабочее время рабочих и служащих.

Цель данной классификации – определить экономическую эффективность исследуемых объектов. Если распределение накладных затрат с отражением результата данного процесса на счетах бухгалтерского учета позволит принять решение, которое, с одной стороны, снизит затраты (расходы) организации, а с другой – повысит эффективность ее деятельности, то это имеет экономический смысл. Если накладные затраты не являются релевантными (зависящими от принимаемых управленческих решений), то нет смысла в разнесении их по объектам, так как принятие неверных управленческих решений после распределения данных затрат приведет к ухудшению финансового состояния организации. Поэтому организации, принимая решение о распределении накладных затрат, должны учитывать многообразие факторов, влияющих на бизнес в целом и на финансово-экономическое состояние организации.

2. Затраты – **постоянные (условно-постоянные) и переменные (условно-переменные)**. Такая классификация имеет отношение к характеру связи затрат с объемом производства (величиной выпуска).

Переменные затраты – это затраты, величина которых зависит от объема производства продукции, работ, услуг. К переменным можно отнести и расходы, связанные со сбытом продукции, работ, услуг, если их величина изменяется с изменением объема реализации.

К постоянным относятся затраты, не зависящие непосредственно от объема производства (реализации) продукции, работ, услуг и не подвергающиеся значительным изменениям при увеличении (уменьшении) объема производства (реализации).

Условно-переменные (условно-постоянные) затраты содержат как переменные, так и постоянные компоненты. Например, затраты по статье «Амортизация производственного оборудования», могут включать амортизацию, начисленную линейным способом (постоянная часть), и амортизацию, начисленную производственным способом (переменная часть).

3. Затраты – **прямые и косвенные**.

Прямые затраты – это затраты, связанные с производством определенного вида продукции, выполнением определенного вида работ, оказанием определенного вида услуг, которые могут быть прямо включены в себестоимость определенного вида продукции, работ, услуг.

Косвенные затраты – это затраты, связанные с производством нескольких видов продукции, выполнением нескольких видов работ, оказанием нескольких видов услуг, которые включаются в себестоимость определенного вида продукции, работ, услуг по определенной базе распределения. Различают условно-переменные и условно-постоянные косвенные затраты.

Согласно Инструкции по бухгалтерскому учету доходов и расходов, организации, осуществляющие производственную деятельность, условно-постоянные косвенные затраты подразделяют на затраты:

а) связанные с управлением организацией (начисленная амортизация и затраты на ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения, затраты на содержание управленческого персонала, затраты на информационные, аудиторские и другие услуги, аналогичные по назначению затраты);

б) общепроизводственные затраты (на содержание и эксплуатацию машин и оборудования, начисленная амортизация и затраты на ремонт основных средств, используемых в производстве, затраты на оплату труда работающих в организации лиц, занятых обслуживанием производства, другие аналогичные по назначению затраты). Общепроизводственные затраты включаются в себестоимость реализованной продукции, работ, услуг или относятся к управленческим расходам [2, 3].

4. Затраты, **формирующие себестоимость и не включаемые в себестоимость**. Показатели себестоимости в зависимости от полноты включения затрат для их расчета подразделяются на технологическую себестоимость, сокращенную производственную, производственную, коммерческую (полную). Группировка затрат по данной классификации представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Виды себестоимости по полноте включения затрат

Технологическая себестоимость рассчитывается по затратам, величина которых определяется на основании прямого счета. Далее, калькулируя себестоимость продукции (работ, услуг), организации сталкиваются с необходимостью дополнительного распределения затрат, которые нельзя прямо отнести на выбранный объект (продукцию, работы, услуги), то есть с распределением накладных затрат (расходов). Затраты, относящиеся одновременно к нескольким видам продукции (работ, услуг), представляют собой неотъемлемую составляющую совокупных затрат на достижение запланированного результата, и, будучи эффективными, способствуют производству продук-

ции (работ, услуг), реализация которых обеспечивает поступление в организацию дохода.

Таким образом, затраты, связанные с обслуживанием и управлением структурными подразделениями основного и вспомогательных производств организации (общепроизводственные затраты), и затраты, связанные с обслуживанием и управлением организацией (в бухгалтерском учете – общехозяйственные затраты, в бухгалтерской отчетности – управленческие расходы), представляют собой **накладные затраты (расходы)**. Расходы, связанные с реализацией при определении прибыли и рентабельности по отдельным видам реализованной продукции (работ, услуг),

тоже выступают накладными расходами, подлежащими распределению на стадии формирования показателей доходности организации.

В учетно-аналитической практике существует два подхода к распределению (разнесению) накладных затрат по объектам: разнесение по выбранной базе и АВС-метод. Разнесение по выбранной базе является простым и менее трудоемким способом по отношению к АВС-методу, согласно которому все статьи накладных (по отношению к выбранным объектам) затрат разносятся по объектам пропорционально выбранной базе. Причем для каждой статьи накладных затрат может использоваться своя база распределения.

Выбранная база распределения должна отражать причинно-следственную связь накладных затрат, мест возникновения затрат с распределяемой величиной. При определении способа распределения затрат и выборе баз распределения необходимо руководствоваться следующими критериями:

– при выборе какого-либо показателя в качестве базы распределения следует помнить о возможности его измерить и зафиксировать количественное распределение между объектами, на которые будут распределяться накладные затраты;

– выбор базы распределения должен определяться технологией, а также соотношением затрат разного вида в структуре общих затрат организации;

– если значения разных возможных баз распределения для одного места затрат существенно различаются, то использование любой из них в качестве универсальной для распределения накладных затрат этого места затрат приводит к ошибке в распределении. В этом случае имеет смысл выделить более мелкие места – так, чтобы для каждого из них базу распределения можно было выбрать однозначно;

– выгоды от применения детализированного способа распределения накладных затрат должны превосходить затраты на ведение такого учета.

В экономической практике выделяют следующие базы распределения накладных затрат (расходов):

– количественные показатели объема производства, отгрузки и реализации продукции, времени изготовления продукции, площадь помещений, величины веса, технические показатели;

– стоимостные показатели величины прямых затрат на производство, запасов товарно-материальных ценностей, объема выпуска и реализации продукции в стоимостном выражении.

Наиболее распространенным в настоящее время является подход, при котором все накладные затраты (расходы) распределяются по какой-либо одной базе распределения:

1. *Время работы производственных рабочих (человеко-часы)*. Выбор данной базы распределения обуславливается тем, что во-первых, косвенная заработная плата во многих случаях тесно связана с затратами прямого труда. Во-вторых, информация о затраченных человеко-часах на производство конкретной продукции обычно содержится в учетных документах. Принимается во внимание временной фактор, время является главным

причинно-следственным фактором для большей части накладных затрат.

2. *Численность сотрудников центров ответственности*. Такой подход обоснован, если организация внедряет ответственность за результаты деятельности каждого центра ответственности, способных оказывать непосредственное воздействие на прибыльность, а также отвечать перед вышестоящим руководством за реализацию и соблюдение уровней затрат в пределах установленных лимитов.

3. *Заработная плата производственных рабочих*. Теоретически человеко-часы в большинстве случаев лучше отражают причинно-следственные связи, особенно если на аналогичных работах используется труд работников разной квалификации. Использование в качестве базы распределения заработной платы производственных рабочих предпочтительнее, когда большую долю в накладных затратах составляют сопутствующие выплаты. Выбирая данную базу, организации принимают во внимание временной фактор, а также простоту ее определения и экономичность. Считаем, что данная база не совсем корректна для распределения накладных затрат, так как оплата труда работников разной квалификации по различным расценкам, тарифным ставкам и суммы премий могут оказать существенное влияние на себестоимость продукции (работ, услуг), при этом связь между стоимостью трудовых ресурсов и суммой распределяемых затрат не всегда прослеживается.

4. *Машино-часы*. Как база распределения накладных затрат, применима в высокомеханизированных производствах. В этом случае амортизация, смазочные материалы и косвенная заработная плата больше коррелируют со временем работы оборудования, чем с затратами живого труда.

5. *Себестоимость или количество (вес) основных материалов*. Данная база используется на материалоемких производствах при распределении накладных затрат, связанных со снабжением, хранением, контролем и отпуском материалов в организации, а также с управлением запасами. В данном случае накладные затраты распределяются пропорционально фактору, имеющему с ними наибольшую причинно-следственную связь. При обосновании базы распределения организации не принимается во внимание временной фактор.

6. *Количество произведенной продукции*. Данная база распределения накладных затрат применяется в организациях с простым типом производства.

7. *Маржа покрытия*. Использование данного показателя предполагает разделение переменных и постоянных затрат во внутренней управленческой отчетности и анализе в увязке с маржинальным доходом. Маржинальный подход применяется при единовременных решениях, а также в анализе результатов деятельности. Выделение однородных групп косвенных затрат помогает проследить причинно-следственные связи, при этом целесообразно выделять группы затрат по структурным подразделениям (центрам ответственности), чем в целом по организации.

Безусловно, процесс выделения из совокупности накладных затрат значительного количества однородных групп, выбора для каждой из них своего носителя затрат и расчета соответствующих ставок распределения достаточно трудоемок. Однако необходимость проведения достоверного анализа себестоимости и рентабельности отдельных видов продукции и принятия на его основе обоснованных управленческих решений делает подобный подход экономически целесообразным.

Заключение

Выделение прямых затрат позволяет определять прибыль, которую приносит организации каждое подразделение, канал сбыта, продукт и т.д. Для определения полной эффективности объекта необходимо распределять накладные затраты. И в данном случае центральное место отводится обоснованию наиболее оптимальной базы распределения накладных затрат для организации, позволяющей принимать решения, реализация которых уменьшит расходы организации и повысит ее эффективность. Рациональный выбор метода учета затрат распределения накладных затрат, калькулирования себестоимости оказывают влияние на ценовую политику предприятия и другие составляющие

его экономической стратегии, влияющие на финансовое благополучие компании в целом.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Инструкция учета доходов и расходов: утв. пост. Министерства финансов Респ. Беларусь, 30 ноября 2011 г., № 102; в ред. пост. Минфина Респ. Беларусь от 22.12.2018 г., № 74 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2019.
2. Индивидуальная бухгалтерская отчетность: национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности: утв. пост. Министерства финансов Респ. Беларусь, 12 декабря 2016 г., № 104; в ред. пост. Минфина Респ. Беларусь от 22.12.2018 г., № 74 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2019.
3. Инструкция о порядке применения типового плана счетов бухгалтерского учета: утв. пост. Министерства финансов Респ. Беларусь, 29 июня 2011 г., № 50; в ред. пост. Министерства финансов Респ. Беларусь от 22.12.2018 г., № 74 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2019.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 04.04.2019

Навесной оборотный плуг ПНО-3-40/55



Плуг навесной оборотный ПНО-3-40/50 предназначен для гладкой вспашки старопахотных не засоренных камнями почв с удельным сопротивлением до 0,09 МПа. Плуг агрегируется с тракторами класса 2,0 («Беларус 1221»).

Преимущества разработки:

- регулируемая ширина захвата;
- цена на 30-40% ниже зарубежных аналогов.

Производство плугов освоено на ДП «Минийтовский ремонтный завод».
Изготовлено 37 плугов.
В 2010 году на сельскохозяйственной выставке в г. Москве плуг удостоен золотой медали.

Основные технические данные

Тип.....	навесной
Тип корпуса.....	полувинтовой
Производительность за 1 ч сменного времени, га.....	0,65...1,14
Конструкционная ширина захвата корпуса, мм.....	400/450/500/550
Рабочая скорость движения на основных операциях, км/ч.....	7...9
Масса плуга конструкционная, кг.....	не более 1150
Конструкционная ширина захвата плуга, м.....	1,20/1,35/1,50/1,65

УДК 631.3-6

УДАЛЕНИЕ ЧАСТИЦ ЗАГРЯЗНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ ПРИ ОЧИСТКЕ МОТОРНОГО МАСЛА МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

В.М. Капцевич,

зав. каф. технологии металлов БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

В.К. Корнеева,

доцент каф. технологии металлов БГАТУ, канд. техн. наук

И.В. Закревский,

ст. преподаватель каф. технологии металлов БГАТУ

И.Д. Данцевич,

студент БГАТУ

Проведены расчеты процесса улавливания частиц загрязнений различной природы (стали, Al_2O_3 , SiO_2 , сажи, асфальтенов), присутствующих в моторных маслах, при центробежной очистке. Показано, что эффективность работы центрифуги, характеризуемая максимальным размером удаляемых частиц загрязнений, зависит от частоты вращения, толщины масляного слоя и расхода очищаемого масла.

Ключевые слова: моторное масло, частицы загрязнений центробежная очистка, трубчатая центрифуга, максимальный размер улавливаемых частиц

The process of trapping particles of various kinds of pollution (steel, Al_2O_3 , SiO_2 , soot, asphaltenes) present in engine oils during centrifugal cleaning has been calculated. It is shown that the efficiency of the centrifuge, characterized by the maximum size of the removed particles of pollution, depends on the frequency of rotation, the thickness of the oil layer and the consumption of the oil being cleaned.

Keywords: engine oil, dirt particles, centrifugal cleaning, tubular centrifuge, maximum size of particles captured.

Введение

Рациональное использование смазочных материалов при эксплуатации автотракторной и сельскохозяйственной техники приводит к снижению себестоимости сельскохозяйственной продукции, а также уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду.

В процессе работы под воздействием высоких температур и давлений, при контактировании с металлическими поверхностями, водой, топливом и воздухом в смазочных материалах происходит процесс непрерывного накопления загрязнений, приводящий к постепенному ухудшению и потере ими необходимых эксплуатационных свойств [1-3]. Так, по данным в источнике [4] количество отработанных масел, в среднем, составляет около 0,5–0,6 кг на 1 кВт мощности, эксплуатируемой сельскохозяйственной техники в год.

Процесс накопления загрязнений в смазочных материалах начинается уже при их производстве, поставке, хранении, транспортировке, заправке и далее постоянно протекает при эксплуатации. Природа этих загрязнений связана с последствиями износа трущихся деталей, попаданием пыли при всасывании воздуха, разложением и окислением масла в зоне высоких температур и при контактировании с кислородом воздуха, попаданиями продуктов неполного сгорания

топлива и др. [5]. Накапливание загрязнений отрицательно сказывается на работоспособности узлов и агрегатов, приводит к преждевременному износу ответственных и дорогостоящих деталей и, как следствие, к увеличению расхода топлива и смазочных материалов. Очевидно, что своевременная очистка смазочных материалов повышает надежность и долговечность сельскохозяйственной техники, снижает материальные затраты на приобретение дополнительных нефтепродуктов. Кроме того, современные методы очистки позволяют восстанавливать необходимые эксплуатационные свойства отработанных масел и тем самым вторично вовлекать их в эксплуатацию.

Наиболее опасными загрязнениями в моторных маслах являются механические загрязнения, состоящие из пылевых частиц и частиц износа деталей, продуктов срабатывания присадок в маслах и неполного сгорания топлива в виде сажи, сернистых, свинцовистых соединений, а также технологических загрязнений (литейная земля, шлак, металлическая стружка), оставшихся в двигателе после его изготовления и ремонта [2].

При исследовании дисперсного состава загрязнений в пробах моторного масла работающего двигателя [6] установлено, что размеры частиц механических примесей не превышают 2 мкм. Эти частицы загрязнений при попадании воды в масло, а также при

термохимическом воздействии способны коагулировать, образуя частицы, размерами до 30–40 мкм. Кроме того, в работавшем масле можно найти отдельные частицы загрязнений, размером до 100 мкм и более, например, частицы песка.

Анализ способов очистки моторных масел показывает, что для наиболее полного удаления из них механических примесей целесообразно использовать центробежную очистку [7-9]. Центробежные очистители (центрифуги) просты в эксплуатации и обслуживании, обладают высокой улавливающей способностью, работают в широком диапазоне температур масла, имеют практически неограниченный срок службы, а их грязеемкость значительно выше грязеемкости фильтрующих материалов.

Однако, если для фильтрующих материалов тонкость очистки (размер задерживаемых частиц загрязнений) определяется только структурными характеристиками пористой среды и не зависит от природы частиц загрязнений, то при центробежной очистке избирательная способность центрифуг зависит не только от свойств масла, но и от размеров частиц загрязнений и их природы.

Целью настоящей работы является оценка способности трубчатой центрифуги задерживать частицы загрязнений различных размеров и природы при очистке моторного масла.

Основная часть

Трубчатая центрифуга представляет собой вертикальную трубу с большим отношением длины L к диаметру, которая с высокой скоростью вращается вокруг своей вертикальной оси (рис. 1) [10]. Очищаемое масло подводится снизу и под действием центробежной силы образует слой, непосредственно прилегающий к внутренней стенке центрифуги радиусом r_2 . Толщина масляного слоя в рабочей зоне центри-

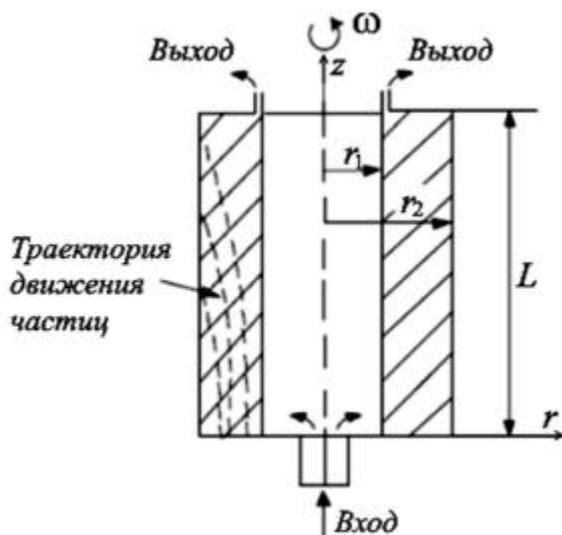


Рис. 1. Схема трубчатой центрифуги

фуги определяется величиной радиального смещения r_1 выпускных отверстий от оси ее вращения.

Предполагаем, что все частицы загрязнений, находящиеся в масле, равномерно распределены в кольцевом пространстве между радиусом r_1 и внутренней стенки центрифуги r_2 , а угловая скорость масла равна угловой скорости вращения центрифуги. Частицы вместе с жидкостью поднимаются вверх и под действием центробежных сил перемещаются к внутренней стенке центрифуги по траекториям, схематично показанным на рис. 1.

Скорость движения частицы в точке относительно оси вращения можно разложить на две составляющие: радиальную v_r – перпендикулярную оси вращения, и осевую v_z – параллельную оси вращения.

Пренебрегая силой инерции частиц, величина радиальной составляющей скорости может быть определена из равенства силы сопротивления (закон Стокса) и центробежной силы:

$$v_r = \frac{dr}{dt} = \frac{\Delta\rho d_3^2 r \omega^2}{18\mu}, \quad (1)$$

где r – радиальное положение частицы, м;

t – время, в течение которого на частицу действует центробежное ускорение, с;

$\Delta\rho$ – разность между плотностями частиц загрязнений ρ_3 и масла ρ_m ($\Delta\rho = \rho_3 - \rho_m$), кг/м³;

d_3 – размер частиц загрязнений, м;

ω – угловая скорость вращения, с⁻¹;

μ – динамическая вязкость масла, Па·с.

Осевая составляющая скорости может быть представлена в виде:

$$v_z = \frac{dz}{dt} = \frac{Q}{\pi(r_2^2 - r_1^2)}, \quad (2)$$

где Q – расход масла, м³/с.

Интегрируя уравнения (1) и (2) при выполнении граничных условий при $r = r_1 - z = 0$ и при $r = r_2 - z = L$, можно определить наименьший радиус r , при котором частица размером d_3 достигнет внутренней стенки центрифуги на длине L . Тогда радиус r можно определить из выражения:

$$\ln\left(\frac{r_2}{r}\right) = \frac{K d_3^2 L \pi (r_2^2 - r_1^2)}{Q}, \quad (3)$$

где K – константа центрифугирования [10], равная

$$K = \frac{\Delta\rho \omega^2}{18\mu}.$$

Из уравнения (3) может быть определен максимальный размер частиц загрязнений $d_{3\max}$, которые будут задерживаться в трубчатой центрифуге длиной L , с начальными координатами своего положения $z = 0$, $r = r_1$:

$$d_{3\max} = \left(\frac{Q \ln(r_2/r_1)}{K \pi L (r_2^2 - r_1^2)} \right)^{1/2}. \quad (4)$$

С учетом уравнения (2), выражение (4) можно представить в виде:

$$d_{3 \max} = \left(\frac{v_z \ln(r_2/r_1)}{KL} \right)^{1/2} \quad (5)$$

Рассчитаем процесс улавливания частиц загрязнений различной природы, присутствующих в моторных маслах, при центробежной очистке.

При проведении расчетов в качестве очищаемой жидкости выбрано моторное масло М-10Г₂ ($\rho_m = 860,9 \text{ кг/м}^3$, $\mu = 0,0095 \text{ Па}\cdot\text{с}$ при температуре $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$), а в качестве частиц загрязнений – асфальтены, сажа, SiO₂, Al₂O₃, сталь, плотность ρ_3 которых представлена в таблице 1.

Таблица 1. Плотность частиц загрязнений, присутствующих в моторном масле

Частицы загрязнений	Асфальтены	Сажа	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Сталь
$\rho_3, \text{ кг/м}^3$	1140	1850	2650	4000	7800

На рис. 2 показана зависимость максимального размера $d_{3 \max}$ задерживаемых частиц загрязнений различной природы от частоты вращения n центрифуги длиной $L = 0,3 \text{ м}$ с внутренним радиусом $r_2 = 0,055 \text{ м}$, толщиной масляного слоя $r_2 - r_1 = 0,03 \text{ м}$ и осевой составляющей скорости $v_z = 0,1 \text{ м/с}$.

Как и следовало ожидать, максимальный размер задерживаемых частиц загрязнений при центробежной очистке зависит от частоты вращения центрифуги и плотности материала загрязнений. Так, при увеличении частоты вращения с 2000 до 7000 об/мин максимальный размер $d_{3 \max}$ задерживаемых частиц загрязнений уменьшается в 3,5 раза. В табл. 2 представлены данные при максимальной частоте враще-

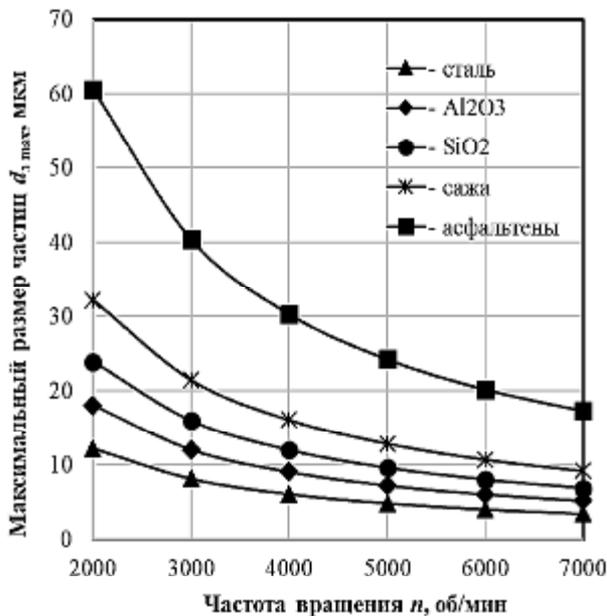


Рис. 2. Зависимость максимального размера $d_{3 \max}$ задерживаемых частиц загрязнений различной природы от частоты вращения n

ния для задерживаемых частиц загрязнений различной природы.

Таблица 2.

Частицы загрязнений	Асфальтены	Сажа	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Сталь
$d_{3 \max}, \text{ мкм}$	17,3	9,2	6,8	5,2	3,5

Дальнейшее снижение величины максимального размера $d_{3 \max}$ задерживаемых частиц загрязнений может быть достигнуто варьированием следующих параметров: увеличением радиуса поверхности масла r_1 (рис. 3) и уменьшением осевой составляющей скорости v_z (рис. 4).

Анализ полученных зависимостей показывает, что с уменьшением толщины масляного слоя от 5 до 30 мм максимальный размер $d_{3 \max}$ задерживаемых частиц загрязнений уменьшается в 2,9 раза (рис. 3), а

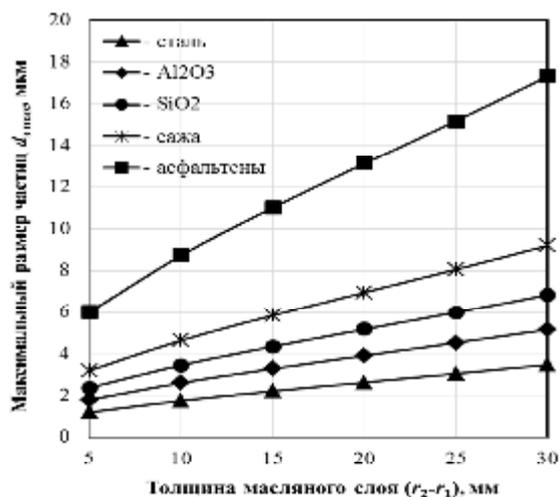


Рис. 3. Зависимость максимального размера $d_{3 \max}$ задерживаемых частиц загрязнений от радиуса поверхности масла r_1

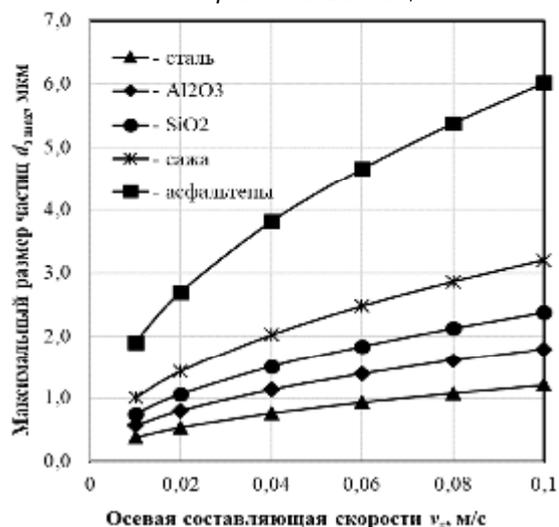


Рис. 4. Зависимость максимального размера $d_{3 \max}$ задерживаемых частиц загрязнений от осевой составляющей скорости v_z

с уменьшением осевой составляющей скорости v_z с 0,1 до 0,01 м/с – в 3,2 раза (рис. 4).

Заключение

На основании проведенных расчетов процесса улавливания частиц загрязнений различной природы (стали, Al_2O_3 , SiO_2 , сажи, асфальтенов), присутствующих в моторных маслах, при центробежной очистке, показано, что эффективность работы центрифуги, характеризуемая максимальным размером удаляемых частиц загрязнений, для заданных геометрических параметров (длины $L = 0,3$ м и радиуса внутренней поверхности $r_2 = 55$ мм) зависит от частоты вращения, толщины масляного слоя и скорости (расхода) очищаемого масла.

Установлено, что при увеличении частоты вращения центрифуги с 2000 до 7000 об/мин максимальный размер $d_{z \max}$ задерживаемых частиц загрязнений уменьшается в 3,5 раза.

Показано, что с уменьшением толщины масляного слоя с 30 до 5 мм максимальный размер $d_{z \max}$ задерживаемых частиц загрязнений уменьшается в 2,9 раза, а с уменьшением осевой составляющей скорости v_z с 0,1 до 0,01 м/с – в 3,2 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленко, В.П. Основы техники очистки жидкости от механических загрязнений / В.П. Коваленко, А.А. Ильинский. – М.: Химия, 1982. – 277 с.
2. Бродский, Г.С. Фильтры и системы фильтрации для мобильных машин / Г.С. Бродский // Горная промышленность. – 2003. – 360 с.

3. Большаков, Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов / Г.Ф. Большаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Недра, 1982. – 350 с.

4. Лихачев, А.Ю. Совершенствование процесса очистки отработанных моторных масел от механических примесей центробежным аппаратом в условиях сельскохозяйственного производства: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / А.Ю. Лихачев; АЧГАА. – Зерноград, 2011. – 19 с.

5. Капцевич, В.М. Очистка и регенерация смазочных материалов в условиях сельскохозяйственного производства: монография / В.М. Капцевич [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2007. – 232 с.

6. Григорьев, М.А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания / М.А. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1983. – 148 с.

7. Замальдинов, М.М. Многоступенчатый способ очистки и частичного восстановления эксплуатационных свойств отработанных моторных минеральных масел / М.М. Замальдинов. – Ульяновск: УГСХА, 2012. – 207 с.

8. Лышко, Г.П. Рациональное использование топлива и смазочных материалов для сельскохозяйственной техники / Г.П. Лышко. – Кишинев: Карте Молдовяско, 1986. – 280 с.

9. Сафаров, К.У. Исследования повышения качества моторных масел / К.У. Сафаров, В.М. Холманов, М.М. Замальдинов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2000. – №3. – С. 65–67.

10. Svarovsky, L. Solid-Liquid Separation / L. Svarovsky. – 4th Edition. – Butterworth-Heinemann, 2000. – 568 p.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 30.04.2019

“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 - 17,77 руб., ведомственная подписка - 21,54 руб.

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 желательно продолжение перенести на следующую строчку;

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

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

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

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

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

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

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

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и

графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

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

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

индекс УДК;

название статьи;

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

аннотацию на русском и английском языках;

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

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

заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

список цитированных источников;

дату поступления статьи в редакцию.

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

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

В разделе «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

Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет»
объявляет прием в аспирантуру в 2019 году
по следующим специальностям:

05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»
05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»
05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»
05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»
05.14.08 «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии»
05.26.01 «Охрана труда (сельское хозяйство и перерабатывающая промышленность в АПК)»
08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)»

Прием документов – с 1 августа по 30 сентября 2019 г.

Вступительные экзамены по специальной дисциплине в объеме учебной программы I ступени высшего образования – с 10 по 21 октября 2019 г.

Начало занятий в аспирантуре – с 1 ноября 2019 г.

Поступающие в аспирантуру представляют в приемную комиссию следующие документы:

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

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



*Подробная информация на сайте БГАТУ:
<http://www.bsatu.by> и по телефону
аспирантуры (017) 385 91 07
Адрес приемной комиссии:*

220023, г. Минск, пр-т Независимости, 99, к. 5-1, каб. 504

