



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 6
декабрь
2021

*Определение усилий в ветвях обвода трактора с
резиноармированной гусеницей и
упругой подвеской*

*Сравнительные исследования технико-экономической
эффективности пахотных агрегатов на
базе загонных и оборотных плугов*

*Динамика растекания и проникновения капли
моторного масла на фильтровальной
бумаге*

*Методологические подходы к определению уровня
налоговой нагрузки в цене реализации отдельных
видов сельскохозяйственной продукции
Республики Беларусь*



С НОВЫМ, 2022 ГОДОМ!

Уважаемые коллеги, друзья!

Приближается Новый год! По сложившейся традиции в это время мы говорим о наших достижениях, подводим итоги уходящего года и строим планы на будущее.

В течение года коллективом Белорусского государственного аграрного технического университета успешно решались поставленные задачи по дальнейшему совершенствованию образовательных технологий, направленных на повышение качества подготовки высококвалифицированных специалистов для агропромышленного комплекса страны.

Прошедший год был отмечен и новыми научными достижениями. В 2021 году учеными, аспирантами и студентами БГАТУ осуществлено 75 внедрений новых научных разработок в производство и образовательный процесс, получено 10 патентов Республики Беларусь на изобретения, издано 7 монографий, защищено 3 кандидатских диссертации.

Большой вклад в уходящем году внесли ученые БГАТУ в выполнение государственных программ. Научные исследования в университете проводились по приоритетным направлениям науки в рамках пяти государственных научно-технических программ, заданий Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, а также прямым договорам с предприятиями и организациями республики.

Динамично развивалось международное сотрудничество университета. Соответствуя современным тенденциям интернационализации высшего образования, университет сотрудничал в научно-образовательной деятельности с более чем 90 ведущими университетами и научными организациями стран СНГ, Евросоюза, Китайской Народной Республики и других государств.

Значительных успехов в прошедшем году достигли наши студенты, ими получены многочисленные дипломы и грамоты на международных и республиканских научных конференциях, олимпиадах и конкурсах научных работ студентов. Более 30 студентов университета удостоены стипендий Президента Республики Беларусь, имени Франциска Скорины, Минского обкома профсоюза и Республиканского комитета белорусского профсоюза работников АПК, персональных стипендий совета университета БГАТУ, а также стали лауреатами премии Специального фонда Президента Республики Беларусь по социальной поддержке одаренных учащихся и студентов.

Уважаемые коллеги! Примите слова искренней благодарности за добросовестный и безупречный труд во благо университета и нашей родной Беларуси.

От всей души поздравляю ученых, преподавателей, аспирантов, студентов и всех работников университета с Новым, 2022 годом и Рождеством!

Желаю всем в Новом году дальнейших успехов в учебе и труде, в научной и педагогической деятельности, новых перспектив, творческих идей, удачи и осуществления всех намеченных планов!

Дорогие друзья! Крепкого здоровья, счастья, мира, добра и благополучия Вам и Вашим близким!

**Н.Н. Романюк,
ректор БГАТУ**

АГРОПАНОРАМА 6 (148) декабрь 2021

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
Николай Николаевич Романюк

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. Карташевич	В.П. Чеботарёв
И.П. Козловская	Н.С. Яковчик

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

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, 99/1, к. 220
Тел. (017) 272-47-71 Факс (017) 258-41-16

Прием статей и работа с авторами:

Минск, пр-т Независимости, 99/5, к. 602, 608
Тел. (017) 385-91-02, 355-22-14
Факс (017) 272-25-71
E-mail: AgroP@bsatu.by

БГАТУ, 2021.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 24.12.2021 г. Зак. № 892 от 23.12.2021 г.

Дата выхода в свет 30.12.2021 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-е п/г 2022 г.:

для индивидуальных подписчиков - 34,92 руб.;

ведомственная - 36,72 руб.;

Цена журнала в киоске БГАТУ - 10,20 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

Ч.И. Жданович, В.Н. Плищ

Определение усилий в ветвях обвода трактора с резиноармированной гусеницей и упругой подвеской.....2

И.М. Швед

Влияние геометрических размеров мешалки миксера на мощность струи жидкого навоза.....7

А.А. Пинчук, Г.И. Белохвостов, В.Г. Андруш

Анализ микроклиматических условий труда в кабинах мобильной сельскохозяйственной техники. Исследование температуры и скорости движения воздуха в кабине трактора «БЕЛАРУС 82.1».....11

В.П. Чеботарев, Н.Д. Лепешкин, Д.А. Яновский, Д.Н. Бондаренко, А.А. Зенов

Сравнительные исследования технико-экономической эффективности пахотных агрегатов на базе загонных и оборотных плугов.....15

Энергетика. Транспорт

Е.А. Городецкая, В.В. Литвяк, Т.А. Непарко

Влияние толщины пленочного покрытия рабочего органа на показатели качества семян при диэлектрической сепарации.....22

Технический сервис в АПК. Экономика

В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, П.М. Спиридович, А.Н. Рыхлик

Динамика растекания и проникновения капли моторного масла на фильтровальной бумаге.....26

Н.Г. Королевич, Н.А. Бычков, Г.В. Хаткевич

Анализ эффективности функционирования акционерных обществ в сельском хозяйстве в условиях финансового оздоровления.....31

М.Н. Карашук

Анализ функционирования мясопродуктового и молочно-продуктового подкомплексов Республики Беларусь.....34

И.А. Войтко

Методологические подходы к определению уровня налоговой нагрузки в цене реализации отдельных видов сельскохозяйственной продукции Республики Беларусь.....40

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В
ЖУРНАЛЕ «АГРОПАНОРАМА»
В 2021 ГОДУ.....46

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ВЕТВЯХ ОБВОДА ТРАКТОРА С РЕЗИНОАРМИРОВАННОЙ ГУСЕНИЦЕЙ И УПРУГОЙ ПОДВЕСКОЙ

Ч.И. Жданович,

доцент каф. тракторов БНТУ, канд. техн. наук, доцент

В.Н. Плищ,

ст. преподаватель каф. тракторов БНТУ

Рассмотрены условия обеспечения устойчивости резиноармированной гусеницы на ведущем колесе трактора с индивидуальной торсионной подвеской. Получены аналитические зависимости для определения усилий в рабочей и свободной ветвях обвода трактора с резиноармированной гусеницей и упругой подвеской на различных режимах движения. Определены усилия в ветвях обвода тракторов «БЕЛАРУС» с резиноармированной гусеницей.

Ключевые слова: гусеничный трактор, устойчивость гусеницы, усилия в ветвях обвода, натяжение гусеницы, резиноармированная гусеница, упругая подвеска.

The conditions for ensuring the stability of a rubber-reinforced caterpillar on the tractor driving wheel with an individual torsion bar suspension are considered. Analytical functions are obtained for determining the forces in the working and free branches of the tractor bypass with a rubber-reinforced track and elastic suspension in various driving modes. The efforts in the branches of the tractors "Belarus" bypass with a rubber-reinforced caterpillar are determined.

Key words: crawler tractor, caterpillar stability, efforts in the bypass branches, caterpillar tension, rubber-reinforced caterpillar, elastic suspension.

Введение

В настоящее время на сельскохозяйственных тракторах широко применяются резиноармированные гусеницы (РАГ) и индивидуальные торсионные подвески [1-4]. Гусеничные обводы таких движителей, как правило, обладают повышенной податливостью. В связи с использованием на тракторах РАГ и индивидуальных торсионных подвесок возникла проблема обеспечения устойчивости (исключения сброса) РАГ в упругом обводе гусеничного движителя. Устойчивость гусеницы на ведущем колесе можно оценить по величинам усилий в свободной и рабочей ветвях гусеничного движителя [5-6].

Определению усилий в ветвях гусеничного движителя тракторов для различных типов гусениц, но без учета параметров подвески, посвящены работы [7-8].

Моделированию работы гусеничного обвода и определению усилий, с учетом параметров подвески, в ветвях движителя военных и транспортных машин, оснащенных гусеницами с резинометаллическими шарнирами, посвящены работы [5; 6; 9; 10], но в них отсутствуют аналитические зависимости, устанавливающие связь между характеристикой подвески, продольной жесткостью РАГ и усилиями в рабочей и свободной ветвях обвода.

Цель настоящей работы – получение аналитических зависимостей и определение усилий в ветвях обвода трактора с РАГ и упругой подвеской в режимах трогания и движения.

Основная часть

Усилия в ветвях обвода с РАГ и упругой подвеской в режиме трогания трактора

Режиму трогания трактора с крюковой нагрузкой присуща малая скорость движения, либо ее отсутствие. Центробежные силы, действующие в обводе в этом режиме движения, малы, либо вообще отсутствуют. Поэтому с достаточной степенью точности можно допустить, что в режиме трогания на величину усилий в ветвях оказывает влияние только усилие на ведущем колесе ($F_{\text{вк}}$, Н):

$$F_{\text{вк}} = \frac{M_{\text{вк}}}{r_{\text{вк}}},$$

где $M_{\text{вк}}$ – момент на ведущем колесе, Н·м;

$r_{\text{вк}}$ – радиус ведущего колеса, м.

При трогании происходит перераспределение сил натяжения в гусенице, которое приводит к изменению положения корпуса машины и геометрии обвода. В общем случае перемещение корпуса может быть задано двумя величинами: вертикальным перемещением центра тяжести поддрессоренной массы и углом поворота корпуса относительно центра тяжести поддрессоренной массы. Согласно исследованиям В.Ф. Платонова [5], наибольшее приращение длины обвода происходит при вертикальном перемещении корпуса. Поэтому допустим, что корпус перемещается только в вертикальной плоскости (рис. 1).

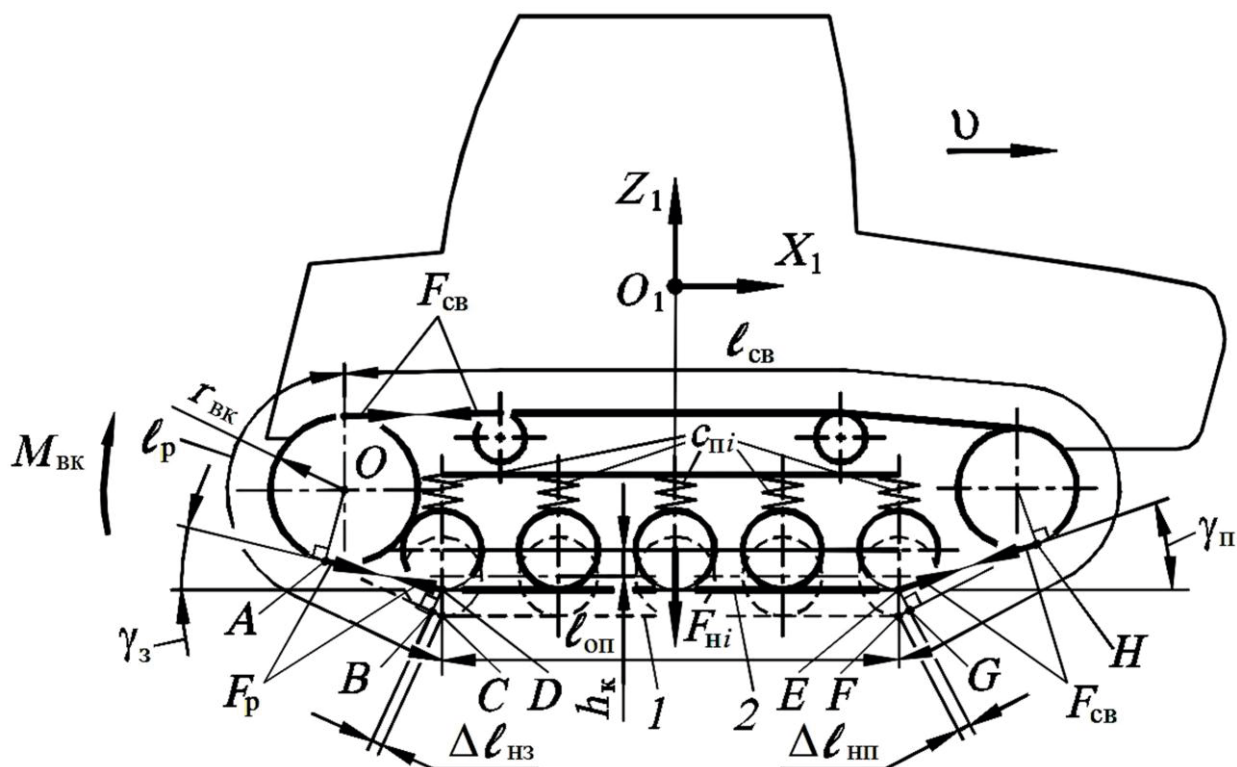


Рисунок 1. Расчетная схема гусеничного трактора:
1 – статическое и 2 – динамическое положения опорной ветви обвода

В результате перераспределения сил натяжения в гусенице и изменения положения корпуса возникает разница между периметром обвода и длиной гусеницы. В общем случае сумма удлинений $\Delta l_p + \Delta l_{св} + \Delta l_n$ при эксплуатационных значениях усилия F_{BK} равна сумме удлинений ветвей от статического натяжения:

$$\Delta l_p + \Delta l_{св} + \Delta l_n = \Delta l_{cp} + \Delta l_{ссв} + \Delta l_{сн}. \quad (1)$$

где Δl_p – упругое удлинение рабочей ветви, м;

$\Delta l_{св}$ – упругое удлинение свободной ветви, м;

Δl_n – удлинение наклонных ветвей гусеничного обвода от перемещения опорных катков относительно остова трактора, м;

Δl_{cp} – упругое удлинение рабочей ветви под действием статического натяжения, м;

$\Delta l_{ссв}$ – упругое удлинение свободной ветви под действием статического натяжения, м;

$\Delta l_{сн}$ – удлинение наклонных ветвей гусеничного обвода под действием статического натяжения от перемещения опорных катков относительно остова трактора, м.

Длины Δl_p , $\Delta l_{св}$, Δl_{cp} , $\Delta l_{ссв}$ определим, используя уравнения механики материалов:

$$\Delta l_p = \frac{F_p}{EA} l_p; \quad \Delta l_{св} = \frac{F_{св}}{EA} l_{св}; \quad \Delta l_{cp} = \frac{F_c}{EA} l_p; \\ \Delta l_{ссв} = \frac{F_c}{EA} l_{св}, \quad (2)$$

где l_p – длина рабочей ветви гусеницы, м;

$l_{св}$ – длина свободной ветви гусеницы, м;

EA – жесткость РАГ при растяжении, Н;

F_p – усилие в рабочей ветви обвода, Н;

$F_{св}$ – усилие в свободной ветви обвода, Н;

F_c – предварительное статическое натяжение гусеницы, Н.

Общее приращение длины обводов наклонных ветвей Δl_n будет равно сумме приращений длин передней (Δl_{np} , м) и задней (Δl_{nz} , м) наклонных ветвей:

$$\Delta l_n = \Delta l_{np} + \Delta l_{nz}. \quad (3)$$

Зависимость для определения общей дополнительной нагрузки на все катки от натяжения гусеницы

($\sum_{i=1}^n F_{Hi}$, Н) получим, спроецировав силы, действующие в гусеничном движителе при трогании трактора на ось O_1Z_1 (рис. 1):

$$\sum_{i=1}^n F_{Hi} = \sum_{i=1}^n c_{\Pi i} h_k,$$

где h_k – вертикальное перемещение опорных катков относительно остова трактора под действием усилий в рабочей и свободной ветвях, м;

$c_{\Pi i}$ – приведенная жесткость подвески i – го опорного катка, Н/м;

При условии, что жесткость подвески всех опорных катков одинакова, получим:

$$F_p \sin \gamma_3 + F_{св} \sin \gamma_{\Pi} = n c_{\Pi} h_k, \quad (4)$$

где c_{Π} – жесткость подвески опорного катка, Н/м;

γ_{Π} – угол наклона передней ветви, град;

γ_3 – угол наклона задней ветви, град;

n – число опорных катков гусеничного движителя.
Тогда h_k для режима трогания с учетом выражения (4) примет вид:

$$h_k = \frac{F_p \sin \gamma_3 + F_{cb} \sin \gamma_n}{nc_n} \quad (5)$$

Для статического режима, когда гусеница находится только под действием F_c , т.е. $F_p = F_{cb} = F_c$, выражение (5) примет вид:

$$h_{ck} = \frac{F_c (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n)}{nc_n} \quad (6)$$

где h_{ck} – вертикальное перемещение опорных катков относительно остова трактора под действием F_c в рабочей и свободной ветвях, м.

Рассмотрев прямоугольные треугольники $\triangle ABD$, $\triangle CBD$, $\triangle HGE$, $\triangle FGE$ (рис. 1), получим приращения длин обводов передней Δl_{np} , м и задней Δl_{nz} , м наклонных ветвей:

$$\Delta l_{nz} = h_k \sin \gamma_3; \quad \Delta l_{np} = h_k \sin \gamma_n \quad (7)$$

Тогда общее приращение длины обводов Δl_n (3) с учетом выражений (7) примет вид:

$$\Delta l_n = h_k (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n) \quad (8)$$

Приращение длин наклонных ветвей выражения (8) для режима трогания Δl_n и статического режима Δl_{ch} с учетом формул (5) и (6) примут вид:

$$\Delta l_n = \left(F_p (\sin^2 \gamma_3 + \sin \gamma_3 \sin \gamma_n) + F_{cb} (\sin^2 \gamma_n + \sin \gamma_3 \sin \gamma_n) \right) \times (nc_n)^{-1} \quad (9)$$

$$\Delta l_{ch} = \frac{F_c (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n)^2}{nc_n} \quad (10)$$

Тогда сумма удлинений ветвей согласно выражению (1), с учетом составляющих (2), (9) и (10) примет вид:

$$\begin{aligned} & \frac{F_p}{EA} l_p + \frac{F_{cb}}{EA} l_{cb} + \left(F_p (\sin^2 \gamma_3 + \sin \gamma_3 \sin \gamma_n) + F_{cb} (\sin^2 \gamma_n + \sin \gamma_3 \sin \gamma_n) \right) \times (nc_n)^{-1} = \\ & = \frac{F_c}{EA} l_p + \frac{F_c}{EA} l_{cb} + \frac{F_c (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n)^2}{nc_n} \end{aligned} \quad (11)$$

Преобразовав формулу (11), получим выражение для определения усилия в рабочей ветви обвода F_p

$$\begin{aligned} F_p = F_c & \frac{nc_n (l_p + l_{cb}) + EA (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n)^2}{nc_n l_p + EA (\sin^2 \gamma_3 + \sin \gamma_3 \sin \gamma_n)} - \\ & - F_{cb} \frac{nc_n l_{cb} + EA (\sin^2 \gamma_n + \sin \gamma_3 \sin \gamma_n)}{nc_n l_p + EA (\sin^2 \gamma_3 + \sin \gamma_3 \sin \gamma_n)} \end{aligned} \quad (12)$$

Решая уравнение (12) относительно F_{cb} , с учетом известного выражения $F_{bk} = F_p - F_{cb}$ и приняв, что для режима трогания F_c имеет значение ($F_{c,т}$, Н), получим выражения для определения усилий в ветвях обвода трактора с РАГ и упругой подвеской при трогании:

– в свободной ветви при трогании

$$F_{cb} = F_{c,т} - F_{bk} \times \left(\frac{nc_n l_p + EA \sin \gamma_3 (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n)}{nc_n (l_p + l_{cb}) + EA (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n)^2} \right); \quad (13)$$

– в рабочей ветви при трогании

$$F_p = F_{cb} + F_{bk} \quad (14)$$

Полученные зависимости (13) и (14) позволяют определить усилия в рабочей и свободной ветвях гусеничного обвода трактора с РАГ в режиме трогания при работающей подвеске в тяговом режиме.

В случае блокировки подвески ее жесткость $c_n \rightarrow \infty$. Тогда усилие в свободной ветви при трогании и заблокированной подвеске ($F_{cb,б}$, Н) для гусеничного обвода с РАГ определится выражением:

$$F_{cb,б} = \lim_{c_n \rightarrow \infty} F_{cb} \quad (15)$$

Вычислив выражение (15), с учетом (13) и уточнив (14), получим зависимости для определения усилий в свободной $F_{cb,б}$ и рабочей ($F_{p,б}$, Н) ветвях обвода трактора при трогании с заблокированной подвеской и РАГ:

$$F_{cb,б} = F_{c,б,т} - F_{bk} \left(\frac{l_p}{l_p + l_{cb}} \right), \quad (16)$$

где $F_{c,б,т}$ – предварительное статическое натяжение при заблокированной подвеске в режиме трогания, Н.

$$F_{p,б} = F_{cb,б} + F_{bk} \quad (17)$$

Следует отметить, что полученные зависимости (16) и (17) совпали с выражениями В.Ф. Платонова [5] для определения усилий в свободной и рабочей ветвях движителя с металлическими гусеницами без учета подвески.

Установлено, что при заблокированной подвеске продольная жесткость РАГ не влияет на перераспределение усилий в ветвях.

Усилия в ветвях обвода с РАГ и упругой подвеской при движении трактора

При движении трактора в тяговом режиме происходит перематывание РАГ относительно остова, и общее натяжение в гусеничном обводе увеличивается за счет возникновения центробежных сил ($F_{ц}$, Н) [9]:

$$F_{ц} = \frac{qv^2}{g},$$

где q – вес единицы длины гусеницы, Н/м;
 v – теоретическая скорость движения трактора, м/с;
 g – ускорение свободного падения, м/с².

Установим взаимосвязь между скоростью движения трактора, предварительным статическим натяжением F_c и статическим натяжением РАГ в движении ($F_{c.v}$, Н).

При отсутствии силы тяги общее натяжение в свободной ветви F_{cb} в состоянии покоя определяется зависимостью:

$$F_{cb} = F_c, \quad (18)$$

натяжение в свободной ветви в движении при отсутствии силы тяги ($F_{cb.v}$, Н) [9, с. 34]:

$$F_{cb.v} = F_{c.v} + F_{ц}, \quad (19)$$

Приращение растягивающих усилий в свободной ветви гусеницы (ΔF_{cb} , Н) определим, как разность усилий в свободной ветви в движении $F_{cb.v}$ (19) и в состоянии покоя F_{cb} (18):

$$\Delta F_{cb} = F_{c.v} + F_{ц} - F_c. \quad (20)$$

С достаточным приближением РАГ может быть заменена лентой с равномерно распределенными по ее длине весом и жесткостью. Подобное допущение позволяет использовать для анализа методы механики материалов и получить точные аналитические зависимости. Тогда жесткость РАГ при растяжении EA для ветвей, находящихся под натяжением, примет вид:

$$EA = \frac{FS_H}{\Delta S}, \quad (21)$$

где F – растягивающее усилие в гусенице, Н;

S_H – номинальная длина ветви при отсутствии растягивающей нагрузки, м;

ΔS – удлинение ветви по сравнению с ее первоначальным состоянием, м.

С достаточной степенью точности при высоких натяжениях и малых стрелах прогиба РАГ свободную ветвь гусеничного обвода трактора можно привести к пролету ветви длиной l_{cb} . Тогда выражение (21) с учетом выражения (20) после преобразований примет вид:

$$\Delta S_{cb} = \frac{l_{cb}}{EA} (F_{c.v} + F_{ц} - F_c), \quad (22)$$

где ΔS_{cb} – удлинение свободной ветви по сравнению с ее первоначальным состоянием, м.

С другой стороны, ΔS_{cb} можно определить, как разность длин свободной ветви при движении трактора ($S_{cb.v}$, м) со скоростью v , когда натяжение определяется выражением (19) и длиной свободной ветви в состоянии покоя (S_{cb} , м), когда натяжение определяется выражением (18):

$$\Delta S_{cb} = S_{cb.v} - S_{cb}. \quad (23)$$

Длина свободной ветви в состоянии покоя S_{cb} согласно [5, с. 33] с учетом (18), определится выражением:

$$S_{cb} = l_{cb} + \frac{q^2 l_{cb}^3}{24 F_c^2}. \quad (24)$$

Длина свободной ветви при движении трактора $S_{cb.v}$ со скоростью v с учетом выражения (19) и при

условии, что натяжение от центробежных сил будет равно нулю, т.к. оно не создает реакции на опорах, и, следовательно, не влияет на изменение геометрии обвода, определится выражением:

$$S_{cb.v} = l_{cb} + \frac{q^2 l_{cb}^3}{24 F_{c.v}^2}. \quad (25)$$

Тогда формула (23) с учетом выражений (24) и (25) примет вид:

$$\Delta S_{cb} = \frac{q^2 l_{cb}^3}{24} \left(\frac{1}{F_{c.v}^2} - \frac{1}{F_c^2} \right). \quad (26)$$

Приравняв правые части уравнений (22) и (26) и проведя алгебраические преобразования, получим нелинейное алгебраическое уравнение 2-го порядка для определения статического натяжения в движении при работающей подвеске $F_{c.v}$ гусеничного обвода с РАГ:

$$F_{c.v} + F_{ц} - F_c = \frac{EA q^2 l_{cb}^2}{24} \left(\frac{1}{F_{c.v}^2} - \frac{1}{F_c^2} \right). \quad (27)$$

Тогда выражения для определения натяжений в свободной ветви в движении с тяговой нагрузкой (19) с учетом выражения (13) и в рабочей ветви в движении при работающей подвеске (F_{pv} , Н) примут вид:

– в свободной ветви в движении при работающей подвеске

$$F_{cb.v} = F_{c.v} - F_{BK} \left(\frac{nc_p l_p + EA \sin \gamma_3 (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n)}{nc_p (l_p + l_{cb}) + EA (\sin \gamma_3 + \sin \gamma_n)^2} \right) + F_{ц}; \quad (28)$$

– в рабочей ветви в движении при работающей подвеске

$$F_{pv} = F_{cb.v} + F_{BK}. \quad (29)$$

В случае отключения подвески выражение для определения статического натяжения в движении при блокированной подвеске ($F_{c.b.v}$, Н) гусеничного обвода с РАГ (27) примет вид:

$$F_{c.b.v} + F_{ц} - F_{c.b} = \frac{EA q^2 l_{cb}^2}{24} \left(\frac{1}{F_{c.b.v}^2} - \frac{1}{F_{c.b}^2} \right).$$

Для режима блокировки подвески ($c_n \rightarrow \infty$) преобразуя выражения (28) и (29), получим зависимости для определения усилий в свободной ($F_{cb.v.b}$, Н) и рабочей ($F_{pv.b}$, Н) ветвях обвода с РАГ в движении при заблокированной подвеске:

– в свободной ветви в движении при заблокированной подвеске

$$F_{cb.v.b} = F_{c.b.v} - F_{BK} \left(\frac{l_p}{l_p + l_{cb}} \right) + F_{ц}; \quad (30)$$

– в рабочей ветви в движении при заблокированной подвеске

$$F_{pv.b} = F_{cb.v.b} + F_{BK}. \quad (31)$$

Следует отметить, что полученные зависимости (30) и (31) совпали с выражениями В.Ф. Платонова [9] для определения усилий в свободной и рабочей ветвях движителя с металлическими гусеницами без учета подвески.

Определение усилий в ветвях обвода с РАГ

Используя полученные зависимости, определены усилия в ветвях РАГ тракторов «БЕЛАРУС 1802», «БЕЛАРУС 2102», «БЕЛАРУС 2103». Усилие на ведущем колесе $F_{вк}$ определяли из условия реализации номинальной мощности двигателя и с учетом ограничений по сцеплению РАГ с опорным основанием.

Результаты расчета приведены на рисунках 2-3 и в таблице 1.

Закключение

В результате проведенных исследований получены аналитические зависимости для определения усилий в рабочих и свободных ветвях тракторов с РАГ от предварительного натяжения гусеницы, усилия на ведущем колесе, центробежных сил в гусеничном обводе, геометрии гусеничного обвода, характеристик подвески, продольной жесткости РАГ, отличающиеся учетом параметров и режимов работы подвески, продольной жесткости РАГ, а также режимов движения трактора.

Получены уравнения для определения статического натяжения РАГ в движении при работающей и заблокированной подвесках.

Установлено, что при реализации номинальной мощности двигателя максимальные значения усилий в рабочих ветвях возникают при трогании и движении со скоростью, не превышающей для тракторов «БЕЛАРУС 1802» – 5,64 км/ч; «БЕЛАРУС 2102» – 5,43 км/ч; «БЕЛАРУС 2103» – 4,67 км/ч.

Минимальные значения усилий в свободных

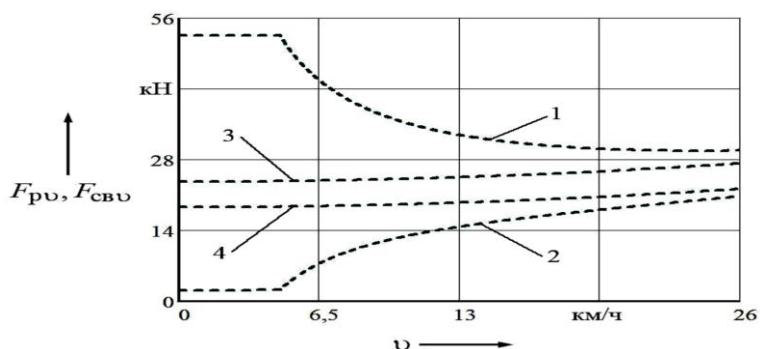


Рисунок 2. Зависимость усилий в рабочей (1, 3) и свободной (2, 4) ветвях гусеничного обвода трактора «БЕЛАРУС 2103» от скорости движения при включенной подвеске:

1, 2 – тяговый режим работы трактора при реализации максимального усилия на ведущем колесе; 3, 4 – режим движения трактора без крюковой нагрузки

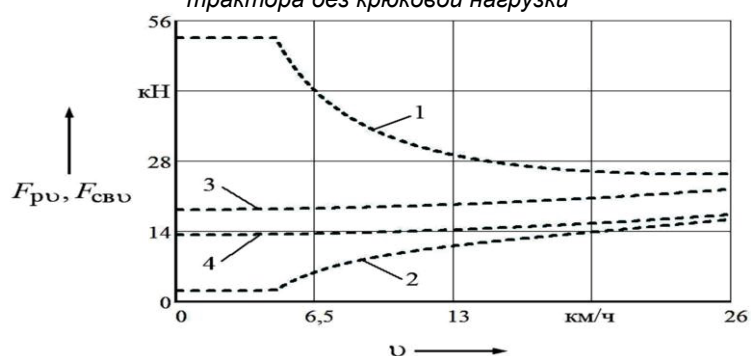


Рисунок 3. Зависимость усилий в рабочей (1, 3) и свободной (2, 4) ветвях гусеничного обвода трактора «БЕЛАРУС 2103» от скорости движения при заблокированной подвеске:

1, 2 – тяговый режим работы трактора при реализации максимального усилия на ведущем колесе; 3, 4 – режим движения трактора без крюковой нагрузки

ветвях обводов при различных режимах работы подвески (включена или заблокирована) при трогании и в движении при выбранном предварительном натяжении РАГ для тракторов «БЕЛАРУС 1802»; «БЕЛАРУС 2102»; «БЕЛАРУС 2103», соответственно, составили 1,628 кН; 1,035 кН; 2,120 кН.

Максимальные значения усилий в рабочих ветвях обводов при различных режимах работы подвес-

Таблица 1. Результаты расчета рекомендуемого предварительного натяжения РАГ по критерию устойчивости на ведущем колесе гусеничного обвода, максимальных усилий в рабочих и минимальных в свободных его ветвях при работе трактора в тяговом режиме

Режим работы подвески	БЕЛАРУС 1802	БЕЛАРУС 2102	БЕЛАРУС 2103
Рекомендуемое предварительное натяжение РАГ по критерию устойчивости в обводе, кН			
включена	15,30	15,05	20,40
заблокирована	10,43	12,11	14,51
Минимальные усилия в свободных ветвях обвода с РАГ, кН			
включена	1,628	1,035	2,120
заблокирована			
Максимальные усилия в рабочих ветвях обвода с РАГ, кН			
включена	37,15	44,41	52,51
заблокирована			

ки (включена или заблокирована) при трогании и в движении при выбранном предварительном натяжении РАГ для тракторов «БЕЛАРУС 1802»; «БЕЛАРУС 2102»; «БЕЛАРУС 2103», соответственно, составили 37,15 кН; 44,41 кН; 52,51 кН.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коробкин, В.А. Гусеничный трактор общего назначения «БЕЛАРУС 1802» / В.А. Коробкин // Международный аграрный журнал. – 2001. – № 9. – С. 46-48.
2. Бойков, В.П. Опыт создания гусеничного трактора «БЕЛАРУС 1802» / В.П. Бойков, Ч.И. Жданович, В.А. Коробкин // Автотракторный факультет на грани столетий: сб. докладов / Под ред. Н.М. Капустина. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – С. 9.
3. Коробкин, В.А. Первый отечественный гусеничный трактор «БЕЛАРУС» / В.А. Коробкин, В.К. Папка // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 8. – С. 10-12.
4. Жданович, Ч.И. Определение характеристик подвески гусеничного трактора / Ч.И. Жданович, В.Н. Плищ // Вестник БНТУ. – 2008. – № 4. – С. 60-64.
5. Платонов, В.Ф. Динамика и надежность гусеничного движителя / В.Ф. Платонов. – М.: Машиностроение, 1973. – 232 с.
6. Теория и конструкция танка: в 10 т. / редкол.: П.П. Исаков (гл. ред.) [и др.]. – М.: Машиностроение, 1982–1990. – Т. 6: Вопросы проектирования ходовой части военных гусеничных машин / Б.А. Абрамов [и др.]. – 1985. – 244 с.
7. Антонов, А.С. Теория гусеничного движителя / А.С. Антонов. – М.: Машгиз, 1949. – 214 с.
8. Федоткин, Р.С. Расчетно-экспериментальные методы оценки нагруженности и долговечности резиноармированных гусениц сельскохозяйственных тракторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Р.С. Федоткин; ОАО «Научно-исслед. институт стали». – М., 2015. – 24 с.
9. Гусеничные транспортеры – тягачи / В.Ф. Платонов [и др.]; под ред. В.Ф. Платонова. – М.: Машиностроение, 1978. – 351 с.
10. Бажуков, А.Е. Расчет параметров ходовой части гусеничной машины / А.Е. Бажуков, С.И. Художников // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнического ун-та. – Санкт-Петербург: Машиностроение. – 2015. – № 4 (231). – С. 189-195.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.11.2021

УДК 621.929:636(476)

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ МЕШАЛКИ МИКСЕРА НА МОЩНОСТЬ СТРУИ ЖИДКОГО НАВОЗА

И.М. Швед,

ст. преподаватель каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

Размыв осадка в навозохранилище осуществляется под слоем жидкой фракции навоза, что может быть сравнимо с подводным гидрорыхлением грунтов, которое осуществляется затопленной струей. Для того чтобы осуществить размыв осадка, необходимо приложить определенное силовое воздействие струи жидкого навоза на уплотненный осадок. Степень этого воздействия можно оценить мощностью струи, внедряемой в осадок при его размыве. В статье приведены результаты теоретических исследований по определению мощности струи потока жидкого навоза, необходимой для размыва осадка.

Ключевые слова: миксер, кожух, диаметр, мощность, скорость струи, сила струи, поток, навоз, перемешивание, сопло.

Sludge washout in the manure storage is carried out under a layer of liq-uid manure fraction, which can be compared with underwater hydraulic loos-ening of soils, carried out by a flooded jet. In order to carry out the sludge washout, it is necessary to apply a certain force effect of a stream of liquid ma-nure on the compacted sludge. the degree of this effect can be estimated by the jet power introduced into the sediment during its washout. The article presents the results of theoretical studies to determine the power of the jet stream of liq-uid manure necessary for the washout of sediment.

Key words: mixer, casing, diameter, capacity, jet speed, jet force, flow, manure, mixing, nozzle.

Введение

В 2021 году постановлением Совета Министров Республики Беларусь утверждена государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы.

Среди основных задач программы – развитие производства органической продукции и снижение негативного воздействия химических препаратов, гормонов роста, антибиотиков на окружающую среду и здоровье людей [1].

Поставленную задачу в животноводческой отрасли можно осуществить постоянной модернизацией эксплуатируемого оборудования, а также внедрением в производство новых или усовершенствованных технологий и технических средств, которые позволят рационально использовать материальные, трудовые и другие ресурсы.

Оборудование для перемешивания навоза в настоящее время является необходимостью для любого животноводческого предприятия. В процессе подготовки перед внесением навоза на поля возникает необходимость в заблаговременном его перемешивании в навозохранилище при помощи стационарного или навешиваемого на трактор миксера. Так, вследствие отсутствия или неправильного подбора оборудования, позволяющего быстро и качественно перемешивать навоз, наблюдается накопление осадка в навозохранилищах. Заполненное осадком навозохранилище повлечет за собой материальные затраты на решение задач по их очистке.

Для полной очистки навозохранилища необходимо в первую очередь осуществить размыв осадка и далее перемешать всю хранящуюся массу во всем ее объеме до однородного состояния. Чтобы увеличить скорость движения жидкого навоза и создать стабильное ядро струи, на миксер устанавливают кожух с коническим соплом.

Установка сопла позволяет, увеличив скорость потока жидкого навоза, создать струю с большей ударной силой, что приведет к увеличению длины участка размыва осадка. При движении струи во всем объеме хранящейся навозной массы изменению подвергаются такие параметры, как скорость потока и мощность потока жидкого навоза, осуществляющего размыв осадка.

Исследованиями, проводимыми с гидравлическими струями, истекающими из насадков в среду жидкости, занимались ученые А.Я. Милович, Г.Н. Абрамович, В.М. Коновалов, В.Я. Чичасов, Л.С. Котоусов и др. [2-5].

Л.С. Котоусов установил, что при истечении из сужающихся насадков, напор и мощность струи жидкости превышает начальные параметры в 4-5 раз [4], что также применимо и для эксплуатируемых в навозохранилище миксеров.

Установка кожуха с коническим соплом на миксер позволяет увеличить мощность струи. Однако, перемещаясь в жидкой фракции навоза, она постепенно теряет свою структуру и ударную силу.

Целью данного исследования является установление зависимости конструктивно-кинематических параметров миксера на мощность струи потока жидкого навоза, необходимую для размыва уплотненного осадка.

Основная часть

Рассмотрим струю жидкого навоза, истекающую из сопла (рис. 1).

Максимальная плотность струи наблюдается на выходе из сопла. При этом пропорционально плотности струи изменяется и площадь ее сечения [3].

Выделяют четыре участка течения струи:

- компактный участок, когда скорость жидкой фракции навоза равна скорости истечения ее из сопла;
- переходной участок, когда начинается торможение струи потока жидкого навоза, за счет трения движущейся жидкой фракции навоза о неподвижную хранящуюся навозную массу. На данном участке скорость жидкой фракции навоза в сохранившемся ядре струи будет равна скорости истечения из сопла;
- участок установившегося движения потока, когда происходит расширение струи жидкой фракции навоза и ее перемешивание с увлекаемыми во вращательное движение частицами навоза, хранящегося в навозохранилище;
- концевой участок, когда струя жидкой фракции навоза распадается, так как ее скорость движения стремится к нулю.

Размыв осадка осуществляется участком струи жидкой фракции навоза с установившимся движением потока навозной массы.

При механическом способе перемешивания жидкого навоза, когда перемешивание осуществляется механическими рабочими органами, в навозохранилище образуется пространственное турбулентное течение. Для выполнения инженерных расчетов описать математически такое течение весьма трудно. Поэтому используются упрощенными моделями перемешивания жидких сред, при которых малые скорости потока жидкости, не оказывающие большого влияния на технологический процесс перемешивания среды, обычно не учитываются [4; 6-8].

При осуществлении рабочего процесса перемешивания навозной массы миксером в погруженном в нее состоянии происходит увеличение радиуса разброса струи, а, следовательно, мощность потока

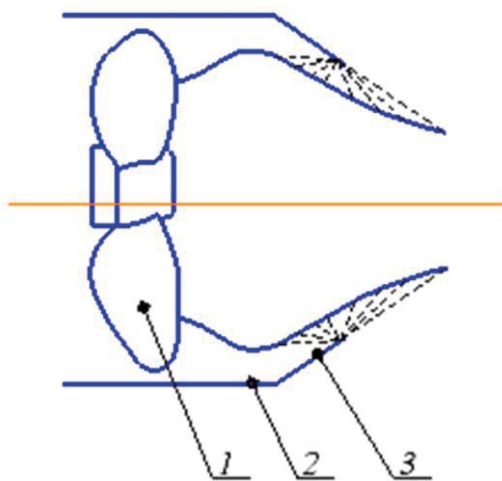


Рисунок 1. Схема формирования струи, истекающей из конического сопла:
1 – мешалка; 2 – кожух; 3 – сопло

струи жидкого навоза уменьшается. Мощность потока струи жидкого навоза в общем виде можно определить по известной формуле:

$$N = F_c v_o, \quad (1)$$

где F_c – сила давления струи на участок размыва осадка навоза, Н;

v_o – осевая скорость потока жидкого навоза на участке размыва осадка, м/с.

В случае перемешивания жидкого навоза в придонной области навозохранилища перемешивающий эффект создается вращательным движением жидкости от мешалки, установленной в кожух. При этом во вращательное движение вовлекается небольшой объем навозной массы вблизи рабочей зоны мешалки, формирующей осевые и окружные скорости потока жидкого навоза. В этом случае окружное течение жидкой фракции навоза не играет заметной роли в процессе размыва осадка. Процесс размыва осадка осуществляется в основном осевой составляющей скорости потока жидкого навоза.

На основании опытов со струями, А.Я. Милович [9] установил, что осевая скорость струи на участке размыва осадка изменяется вдоль струи по гиперболической зависимости

$$v_o = \varphi \frac{v_{стр} d_{стр}}{l}, \quad (2)$$

где φ – опытный коэффициент;

$v_{стр}$ – скорость струи в начальном ее сечении, м/с;

$d_{стр}$ – диаметр струи в начальном сечении, м;

l – расстояние от сопла кожуха до участка размыва, м.

Размыв осадка навоза начинают осуществлять с поверхности струи. Ядро струи в процессе работы находится на некотором расстоянии от нее. По мере размыва ядро струи перемещается вглубь осадка. Чем больше скорость потока навозной массы, тем глубже струя жидкого навоза внедряется в уплотненный осадок. При этом наблюдается искривление струи потока навозной массы, что приводит к необходимости изменять угол наклона сопла кожуха мешалки. По мере размыва осадка ширина размыва увеличивается к его нижнему уровню из-за расширения струи жидкого навоза. На поверхности размыва происходит наплыв небольшой массы навоза.

Сила давления струи на участок размыва осадка навоза определяется по формуле [10]:

$$F_c = \frac{\gamma}{g} Q v_n \sin \alpha, \quad (3)$$

где γ – удельный вес навозной массы, Н/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

Q – расход навозной массы, выходящей из кожуха, м³/с;

v_n – скорость истечения навозной массы в сжатом сечении струи, м/с;

α – угол атаки струи на осадок навоза, град.

Частицы навоза, перемещаемые движущей силой от вращающейся мешалки и приближающиеся к отвер-

стию сопла по радиальным направлениям, по инерции стремятся сохранить свое движение. Приближаясь к отверстию, они огибают его край, что приводит к сжатию струи. Тогда расход навозной массы, выходящей из кожуха, будет равен пропускной способности сопла и может быть определен из выражения:

$$Q = \varepsilon S_o v_n, \quad (4)$$

где ε – коэффициент сжатия струи, равный отношению площади сжатого сечения струи к площади отверстия сопла;

S_o – площадь выходного отверстия в сопле, м².

Жидкий навоз представляет собой многокомпонентную среду. Вязкость ньютоновских жидкостей меняется при разной температуре, а также давлении, и не остается величиной постоянной, а изменяется в зависимости от скорости деформаций сдвига [11].

Распределение компонентов фракций жидкого навоза, как правило, носит случайный характер и является изменяющейся величиной во времени. Так, при концентрации сухого вещества в навозной массе менее 8 %, жидкий навоз является ньютоновской жидкостью, сточные воды представляют собой неньютоновскую псевдопластичную жидкость, а после-спиртовая барда в диапазоне температур от 35° С до 60° С проявляет ньютоновские свойства [12].

Расход жидкого навоза в хранилище происходит при движении навозной массы по замкнутому контуру, при этом в процессе работы миксера жидкая фракция навоза, влажность которой составляет 98 %, внедряется в уплотненный осадок в виде затопленной струи, истекающей из сопла кожуха.

Скорость истечения навозной массы в сжатом сечении струи определяется по формуле [13]:

$$v_n = \mu \sqrt{2gH}, \quad (5)$$

где μ – коэффициент расхода жидкости;

H – напор навозной массы, м.

Преобразуем выражение определения площади выходного отверстия в сопле S_o через его диаметр и подставим формулу (5) в выражение (4). Тогда с учетом преобразований выражение (4) примет вид:

$$Q = \frac{1}{4} \pi \varepsilon \mu d_c^2 \sqrt{2gH}, \quad (6)$$

где d_c – диаметр выходного отверстия сопла, м.

Подставив выражения (5) и (6) в формулу (3), определим силу давления струи на участок размыва осадка навоза:

$$F_c = 0,5 \varepsilon \gamma \pi d_c^2 \mu^2 H \sin \alpha. \quad (7)$$

Из формулы (7) видно, что для увеличения силы давления струи на участок размыва осадка необходимо увеличивать диаметр выходного отверстия сопла или размещать миксер вблизи осадка навоза, что будет приводить к увеличению напора навозной массы.

В процессе размыва осадка, мощность потока струи жидкого навоза будет изменяться с изменением силы давления струи на участок размыва и осевой скорости потока жидкого навоза на рассматриваемом участке размыва. При этом осевая скорость потока

жидкого навоза на участке размыва осадка (т.е. на расстоянии l от сопла кожуха), как видно из формулы (2), будет изменяться с изменением скорости струи в начальном ее сечении. Скорость струи в начальном ее сечении $V_{стр}$ будет равна скорости истечения навозной массы в сжатом сечении струи V_n . Учитывая, что $d_{стр}^2 = \varepsilon d_c^2$, то подставив формулу (5) в зависимость (2), преобразуем ее. Тогда осевая скорость потока жидкого навоза на участке размыва осадка определится из выражения:

$$v_o = \varphi \mu d_c \frac{\sqrt{2 \varepsilon g H}}{l}. \quad (8)$$

Диаметр выходного отверстия сопла определяется по выражению [14]:

$$d_c = 0,2 d_m \cos \gamma_1 \times \sqrt{\frac{d_m \omega \left(10 \pi b - \pi \frac{\alpha_k}{180^\circ} + \sin \alpha_k \right)}{\mu \sqrt{2 g H}}}, \quad (9)$$

где d_m – диаметр мешалки, м;

γ_1 – угол подъема винтовой линии лопасти мешалки, град;

ω – угловая скорость мешалки, c^{-1} ;

b – коэффициент максимальной ширины лопасти в плановой проекции;

α_k – угол дуги сегмента лопасти, град.

Заменим в формуле (7) удельный вес γ навозной массы через ее плотность ρ , и подставив выражение (9) в формулы (7) и (8), преобразуем их. Формула (7) для определения силы давления струи на участок размыва осадка навоза примет вид:

$$F_c = 0,01 \varepsilon \mu \rho \omega d_m^3 \sin \alpha \cos^2 \gamma_1 \times \left(10 \pi b - \pi \frac{\alpha_k}{180^\circ} + \sin \alpha_k \right) \sqrt{g H}. \quad (10)$$

Формула (8) для определения осевой скорости потока жидкого навоза на участке размыва осадка примет вид:

$$V_o = 0,2 \frac{\varphi d_m}{l} \cos \gamma_1 \times \sqrt{\varepsilon \mu \omega d_m \left(10 \pi b - \pi \frac{\alpha_k}{180^\circ} + \sin \alpha_k \right) \sqrt{2 g H}}. \quad (11)$$

Для упрощения формулы (11) введем выражение (коэффициент, характеризующий кривизну лопасти мешалки):

$$k = 10 \pi b - \pi \frac{\alpha_k}{180^\circ} + \sin \alpha_k. \quad (12)$$

Тогда, подставив полученные выражения (10), (11) и (12) в начальную формулу (1), определим мощность потока струи жидкого навоза:

$$N = 2 \cdot 10^{-3} \frac{k \varepsilon \mu \rho \omega d_m^4}{l} \sin \alpha \cos^3 \gamma_1 \times \sqrt{k \varepsilon \mu \omega d_m \sqrt{2 g^3 H^3}}. \quad (13)$$

Из формулы (13) видно, чтобы повысить мощность потока струи жидкого навоза, в процессе размыва осадка нужно увеличивать диаметр и угловую скорость мешалки или уменьшать расстояние от сопла кожуха до участка размыва.

В соответствии с приведенной формулой (13) в дальнейшем будут произведены поисковые исследования для определения мощности потока струи жидкого навоза. Вместе с тем приведенные фундаментальные исследования раскрывают суть вопроса по определению мощности потока струи жидкого навоза.

Закключение

В результате проведенного исследования установлено, что применение конусообразного сопла на кожухе миксера позволяет создать стабильное ядро струи, приводящее к увеличению напора и мощности потока жидкого навоза, необходимого для размыва уплотненного осадка.

Анализ формулы (13) показал, что мощность потока струи жидкого навоза зависит от угла подъема винтовой линии лопасти, диаметра и угловой скорости мешалки. Увеличение диаметра и угловой скорости мешалки приводит к повышению мощности струи потока жидкого навоза.

Из анализа формул (10) и (13) видно, что задавая геометрические размеры мешалки и расстояние от сопла кожуха, можно определить силу давления и мощность струи на участок размыва осадка навоза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь. – Введ. 01.02.2021. – Минск, 2021. – № 59. – 115 с.
2. Абрамович, Г.Н. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 720 с.
3. Гималтдинов, И.К. Расчет теплофизических и кинетических параметров затопленной струи / И.К. Гималтдинов, С.Р. Кильдибаева, Р.З. Ахмадеева // Фундаментальные исследования. – Стерлитамак, 2013. – № 11. – Ч. 7. – С. 1323–1327.
4. Котоусов, Л.С. Исследование скорости водяных струй / Л.С. Котоусов // Журнал технической физики. – Санкт-Петербург, 2005. – № 9 (75). – С. 8–14.
5. Маликов, З.М. Асимптотика затопленной струи и процессы переноса в ней / З.М. Маликов, А.Л. Стасенко // Труды МФТИ. Аэрогидромеханика. – Москва, 2013. – № 2 (5). – С. 59–68.

6. Попкович, Г.С. Система аэрации сточных вод / Г.С. Попкович, Б.Н. Репин. – М.: Стройиздат, 1986. – 133 с.

7. Андреев, Е.И. Основы естественной энергетики / Е.И. Андреев. – СПб: Невская жемчужина, 2004. – 592 с.

8. Краснов, В.Г. Свободнопоточные гидросило-вые установки / В.Г. Краснов // Инновации и инвести-ции. – Москва, 2015. – № 3. – С. 128-130.

9. Милович, А.Я. Вихревая теория направляюще-го аппарата и камеры турбины / А.Я. Милович. – М.: Типография Русского Товарищества, 1912. – 62 с.

10. Артемьева, Т.В. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод / Т.В. Артемьева, Т.М. Лысенко, А.Н. Румянцева, С.П. Стесин. – 2-е изд. – М.: Акаде-мия, 2006. – 336 с.

11. Матвеев, А.Н. Механика и теория относи-тельности: учеб. для студентов вузов / А.Н. Матвеев.

– 3-е изд. – М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2003. – 432 с., ил.

12. Караева, Ю.В. Оценка динамической вязко-сти субстратов, используемых для получения биогаза / Ю.В. Караева, И.А. Трахунова // Технические науки – от теории к практике: материалы XXV междуна-р. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2013. – № 8 (21). – С. 84-90.

13. Плановский, А.Н. Процессы и аппараты хи-мической технологии / А.Н. Плановский, В.М. Рамм, С.З. Каган. – М.: Химия, 1967. – 848 с.

14. Швед, И.М. Определение параметров сопла кожуха миксера для перемешивания навоза / И.М. Швед // Агропанорама. – Минск, 2021. – № 2 (144). – С. 10-13.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.09.2021

УДК 331.451

АНАЛИЗ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТРУДА В КАБИНАХ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В КАБИНЕ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 82.1»

А.А. Пинчук,

аспирант каф. управления охраной труда БГАТУ

Г.И. Белохвостов,

доцент каф. управления охраной труда БГАТУ, канд. техн. наук

В.Г. Андруш,

зав. каф. управления охраной труда БГАТУ, канд. техн. наук

В статье рассматривается влияние микроклиматических условий на организм оператора мобиль-ной сельскохозяйственной техники в процессе его трудовой деятельности. Проанализированы парамет-ры микроклимата, в частности, температура и скорость движения воздуха в кабине трактора «БЕЛАРУС 82.1» согласно методике определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора.

Ключевые слова: охрана труда, микроклимат, температура, скорость воздуха, оператор мобиль-ной сельскохозяйственной техники, кабина, тепловой баланс.

The article examines the influence of microclimatic conditions on the organism of an operator of mobile ag-ricultural machinery in the process of his labor activity. The microclimate parameters are analyzed, in particular, the temperature and air velocity in the «BELARUS 82.1» tractor cab according to the method for determining the characteristics of heating systems and microclimate at the operator's workplace.

Key words: labor protection, microclimate, temperature, air speed, operator of mobile agricultural machin-ery, cabin, heat balance.

Введение

Технический прогресс в любой отрасли экономики приводит к возрастанию роли «человеческого фактора» в управлении техническим средством, которое уже нельзя рассматривать изолированно от оператора.

Обеспечение нормальных микроклиматических условий на рабочем месте является необходимым кри-терием эффективной производственной деятельности

работника в процессе его трудовой деятельности. При благоприятных сочетаниях параметров микроклимата человек испытывает состояние теплового комфорта, что является важным условием предупреждения забо-леваний и высокой производительности труда.

С развитием науки и техники достигнуты опреде-ленные успехи в вопросах создания искусственного микроклимата. Для обеспечения благоприятного мик-

роклимата в кабине мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) решаются задачи более узкого круга. Они по-своему актуальны и должны обеспечивать комфортные условия труда оператора при постоянно меняющихся режимах работы технического средства, а также в различное время дня и периоды года.

Теплотехнические свойства кабин, эффективность средств тепловой защиты, вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха требуют экспериментальных исследований, а также совершенствования расчетных методов [1].

Целью данной работы является анализ параметров микроклимата, в частности, температуры и скорости движения воздуха в кабине трактора БЕЛАРУС 82.1 согласно методике определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора [2].

Основная часть

Анализом климатических условий и средствами нормализации микроклимата в транспортных средствах занимались многие отечественные и зарубежные ученые: Борулько В.Г., Михайлов В.А., Мисун Л.В., Шкрабак В.В., Голдобина Л.А., Шаврова А.В., Голубева Ю.В. [3], Куликов Ю.А., Тарасенко С.Е. [4] и др.

Микроклимат в кабине трактора зависит от особенностей систем отопления, вентиляции, а также ряда конструктивных параметров самой МСХТ (герметичность кабины, расположение двигателя, его теплоизоляция, теплоемкость и теплопроводность материалов, степень остекления кабины). В теплообмене воздуха на рабочем месте оператора МСХТ при нагревающем микроклимате участвуют также потоки инфракрасного излучения от оборудования и ограждений кабины [5].

Европейские производители для определения оптимальных показателей микроклимата салона транспорта используют стандарты по вопросам эргономики тепловой внешней среды. Для нормирования используют следующие показатели: температуру воздуха, среднюю температуру излучения, скорость перемещения воздуха, теплоизоляцию одежды, выделения метаболического тепла, терморегуляцию организма, теплопередачу, уравнение теплового баланса и др.

Работа тракториста-машиниста в зависимости от интенсивности общих энергозатрат организма относится к категории работ IIа. При выполнении работ операторского типа с высоким уровнем ответственности за конечный результат деятельности, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные значения показателей микроклимата: в холодный период года температура воздуха должна составлять 19-21 °С, а температура поверхностей – 18-22 °С; в теплый период года – 20-22 °С, температура поверхностей – 19-23 °С при относительной влажности и скорости движения воздуха 60-40 % и 0,2 м/с соответственно [6].

Перепады температуры воздуха по вертикали и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных значений показателей микроклимата на рабочих ме-

стах не должны превышать 2 °С и выходить за пределы допустимых значений показателей микроклимата. На рабочих местах они составляют:

- перепад температуры воздуха по вертикали не должен превышать 3 °С;

- перепад температуры воздуха по горизонтали для категории работ IIа не должен превышать 5 °С.

Система кондиционирования воздуха должна обеспечивать снижение температуры на рабочем месте оператора до зоны комфорта или не менее чем на 11 °С ниже температуры окружающей среды в интервале температур от 38 °С до наибольшего значения температуры окружающей среды, при которой машина предназначена для эксплуатации. Система отопления должна обеспечивать повышение температуры на рабочем месте оператора до зоны комфорта или не менее чем на 36 °С выше температуры окружающей среды в интервале температур от нижнего значения температуры окружающей среды, при которой машина предназначена для эксплуатации до минус 12 °С [7].

Согласно методике определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора по ГОСТ 12.2.002.5-91 [2], были проведены исследования параметров микроклимата, в частности, температуры и скорости движения воздуха в кабине мобильной сельскохозяйственной техники. Выполнялись следующие требования:

- перед проведением испытаний трактор проработал под нагрузкой свыше двух часов;

- система нормализации микроклимата работала с наибольшей производительностью в режиме, соответствующем периоду года в момент испытаний;

- двери, окна, люки кабины были плотно закрыты.

Оценочные измерения проводились в точках 1...7 (рис. 1) при таком значении температуры воздуха в ка-

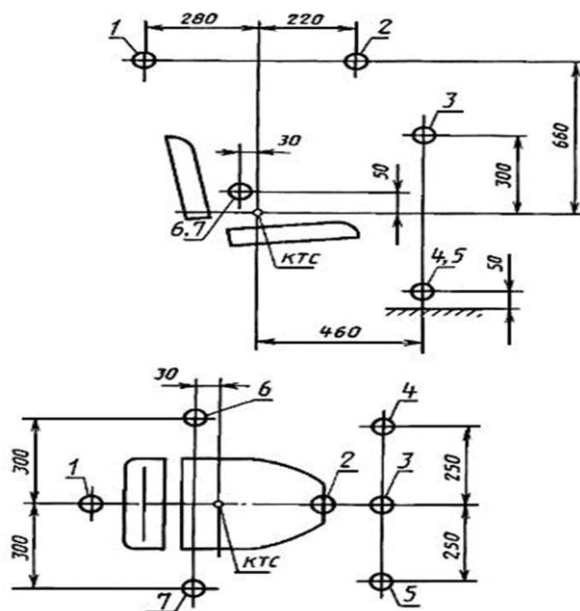


Рисунок 1. Точки измерений: КТС – контрольная точка сиденья по ГОСТ 27715; 1-7 – точки измерений

бине, при котором в точке 2 температура не изменяется более чем на 0,5 °С в течение не менее 30 мин.

Все измерения проводились с помощью комбинированного прибора для измерения температуры и скорости движения воздуха АТТ-1002.

Измерения температуры окружающей среды были выполнены на расстоянии 1...1,5 м впереди трактора и на высоте 1,5 м от поверхности площадки.

Температура воздуха в кабине измерялась в точках 1...7, а скорость движения воздуха – в точках 1 и 2. Перепад температуры воздуха в тракторе между точками измерения на уровне ног и головы оператора не должен превышать 4 °С. Скорость движения воздуха должна быть регулируемой и не должна превышать 1,5 м/с.

Результаты измерений параметров микроклимата трактора «БЕЛАРУС 82.1» в кабине представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследований температуры и скорости движения воздуха в кабине трактора «БЕЛАРУС 82.1»

Показатели	Значения в холодный период года	Значения в теплый период года
Температура окружающего воздуха при проведении испытания	9,9 °С	28,3 °С
Средняя температура в кабине (среднее значение шести точек)	22,7 °С	31,4 °С
Установившаяся температура внутри кабины:		
- у левой ноги водителя (точка 4)	20,6 °С	30,5 °С
- у правой ноги водителя (точка 5)	20,2 °С	30,2 °С
- у левого бедра водителя (точка 6)	23,2 °С	31,1 °С
- у правого бедра водителя (точка 7)	23,5 °С	31,7 °С
- на уровне головы водителя (точки 1,2)	24,6 °С	32,3 °С
- на уровне руки водителя (точка 3)	24,6 °С	32,7 °С
Колебания установившейся температуры внутри кабины:		
- разность температур между левой и правой ногой	0,4 °С	0,3 °С
- разность температур между левой (правой) ногой и головой	4,0 °С (4,4 °С)	1,8 °С (2,1 °С)
Скорость движения воздуха внутри кабины:		
- на уровне головы (точка 1)	0 м/с	0 м/с
- на уровне глаз (точка 2)	0 м/с	0,04 м/с

Из таблицы 1 видно, что имеет место неравномерное распределение температуры по объему кабины, а также повышенная температура в теплый период года, как на уровнях головы и рук оператора МСХТ, так и в кабине трактора в целом.

Важной научной проблемой остается обеспечение допустимых перепадов температуры и влажности воздуха внутри кабины относительно наружного воздуха и на выходе средств нормализации микроклимата. Значительные перепады приводят к возникновению тепловых ударов и сквозняков, действующих на оператора, и являются основными причинами заболеваний, в том числе простудных. Несоблюдение допустимых климатических условий в рабочей зоне оператора приводит к повышенной утомляемости, ухудшению внимания, снижению производительности труда и увеличивает вероят-

ность ошибочных действий при выполнении технологических операций. Очевидно, что от состояния оператора зависит безопасность людей и сохранность материальных ценностей, поэтому технические средства и ряд мероприятий, создающие благоприятный микроклимат в кабинах тракторов и облегчающие труд оператора, имеют важное значение в кабинах современных машин [3].

Заключение

В результате проведенных исследований экспериментально установлена значительная (от 4 до 4,4 °С) и (от 1,8 °С до 2,1 °С) разность температур между левой (правой) ногой и головой оператора в тракторе «БЕЛАРУС 82.1», а также отсутствие скорости движения воздуха внутри кабины на уровне его глаз и головы. Это может отрицательно сказаться на самочувствии оператора в теплый период года.

В Беларуси измерения микроклимата в кабинах тракторов нормируются по ГОСТ 12.2.002.5-91 «Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Метод определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора в холодный период года».

В целях профилактики неблагоприятного воздействия параметров микроклимата могут быть проведены различные защитные мероприятия: совершенствование воздухораспределителей, воздушное душирование, установка системы местного кондиционирования воздуха, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, выдача спецодежды и средств индивидуальной защиты и др.

Система обеспечения микроклимата в кабине трактора «БЕЛАРУС 82.1» требует доработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Смирнов, А.Е. Анализ испытаний микроклимата в кабинах автотракторной и сельскохозяйственной техники / А.Е. Смирнов, И.Н. Орехов // Вестник студенческого научного общества. – 2017. – № 2. – С. 106-108.
2. Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Метод определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора в холодный период года: ГОСТ 12.2.002.5-91. – Введ.

30.07.1991. – М: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 11 с.

3. Голубева, Ю.В. Автоматизированные средства нормализации микроклимата в кабинах мобильных сельскохозяйственных агрегатов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Ю.В. Голубева. – М. – 116 с.

4. Тарасенко, С.Е. Усовершенствование конструкции кабины с улучшением микроклимата для самоходной сельскохозяйственной техники: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / С.Е. Тарасенко. – К., 2005. – 181 с.

5. Анализ требований к микроклимату рабочего места водителя колесного транспортного средства / И.В. Грицук [и др.] // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2014. – № 4. – С. 66-71.

6. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях», гигиеническо-

го норматива «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений» [Электронный ресурс]: постановление Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 30 апреля 2013 г., № 33 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 05.11.2021.

7. Тракторы и самоходные машины для сельскохозяйственных работ и лесоводства. Окружающая среда рабочего места оператора. Метод испытаний и характеристики систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: ГОСТ ИСО 14269-2-2003. – Ч. 2. – Введ. 01.01.2008. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 8 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.11.2021

Система микропроцессорного автоматизированного регулирования положения распределительной штанги относительно обрабатываемой поверхности

Предназначена для повышения равномерности внесения рабочего раствора пестицидов штанговыми опрыскивателями, снижения времени на подготовку агрегата к работе и его регулировки в процессе работы.

Система обеспечивает соблюдение постоянства расстояния между распылителями и обрабатываемой поверхностью в процессе работы опрыскивателя, как на склонах, так и на равнинной местности.



Основные технические данные

Тип механизма изменения угла наклона штанги	Гидравлический
Тип системы	Микропроцессорная
Тип датчиков	Ультразвуковые
Диапазон измерения, м	0,4 – 2,0
Погрешность измерения расстояния между штангой и обрабатываемым объектом, м	0,040
Время готовности системы к работе, мин.	до 1
Напряжение питающей сети, В	$\pm 12 \pm 2,5$
Продолжительность постоянного измерительного сигнала, после которого вырабатывается управляющее воздействие на исполнительный привод, с	2
Масса, кг, не более	40

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАХОТНЫХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ ЗАГОННЫХ И ОБОРОТНЫХ ПЛУГОВ

В.П. Чеботарев,

зав. каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

Н.Д. Лепешкин,

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

Д.А. Яновский,

ассистент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

Д.Н. Бондаренко,

ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

А.А. Зенов,

ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

В статье представлен сравнительный технико-экономический анализ результатов испытаний загонных и оборотных плугов в реальных условиях. В качестве материала были использованы данные, полученные белорусской и российскими машиноиспытательными станциями. В ходе анализа составлено уравнение множественной регрессии с 4-мя факторами, с целью определения влияния каждого из них на моделируемые выходные показатели, такие как расход топлива и производительность пахотного агрегата.

Ключевые слова: плуг, производительность, удельный расход топлива, глубина вспашки, твердость почвы.

The article presents a comparative technical and economic analysis of the test results of corral and reverse plows in real conditions. The data obtained by the Belarusian and Russian machine testing stations were used. During the analysis, a multiple regression equation with 4 factors was compiled in order to determine the impact of each of them, as well as their interacting effects on the simulated output indicators, such as fuel consumption and plow productivity.

Key words: plow, productivity, specific fuel consumption, plowing depth, soil hardness.

Введение

Энергосберегающее производство сельскохозяйственной продукции является приоритетным направлением развития агропромышленного производства Республики Беларусь и неразрывно связано с внедрением новых и совершенствованием применяемых технологий и технических средств в сельском хозяйстве. Одной из наиболее энергозатратных операций в сельском хозяйстве является вспашка. В частности, для вспашки одного гектара пашни необходимо затратить от 14 до 30 кг дизельного топлива [1]. В Республике Беларусь в послеперестроечный период проделана большая работа по созданию отечественных плугов. На ведущих предприятиях (ОАО «Минский завод шестерен», ОАО «Минойтовский ремонтный завод», ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод», ОАО «Оршаагропромаш») освоено производство плугов нового поколения, которые, как показывают сравнительные испытания, по основным эксплуатационным и энергетическим показателям приближаются к лучшим зарубежным аналогам [1]. Однако, несмотря на все достоинства, выпус-

каемые в настоящее время плуги, еще не отвечают в полной мере требованиям качества вспашки для условий Республики Беларусь. Кроме того, важным вопросом эффективного применения плугов является оценка эффективности массово внедренных в последнее время оборотных плугов в сравнении с использовавшимися ранее загонными.

Целью работы является определение влияния рабочей скорости движения, ширины захвата, глубины вспашки и твердости почвы на моделируемые выходные показатели, такие как расход топлива и производительность пахотного агрегата.

Основная часть

В странах Западной Европы, где в системе основной обработки почвы вспашка занимает весомое место, машиностроительные предприятия уделяют большое внимание совершенствованию конструкции плугов. Причина этой ситуации заключается в том, что вспашка является наиболее энергоемким технологическим процессом со значительными трудозатратами. При этом основные усилия ученых и разработчиков направлены на поиск путей снижения тягового

сопротивления, повышения качества работы и эксплуатационной надежности плугов.

На рынке сельскохозяйственной техники широко представлены навесные, полуприцепные, прицепные загонные и оборотные плуги. Причем плуги могут иметь от 2 до 17 корпусов. Как показывает анализ рынка, использование загонных плугов существенно уменьшается, уступая место оборотным плугам. Стоимость оборотных плугов на 40 % выше, однако эти затраты, по заключениям экспертов, компенсируются лучшим качеством обработки почвы, особенно на полях небольших размеров, повышением производительности пахотных агрегатов. Кроме того, также уменьшаются затраты на техническое обслуживание плугов. Однако реальная оценка сравнительной эффективности использования загонных и оборотных плугов в известной научно-технической информации не приводится. Для проведения сравнительного технико-экономического анализа эффективности использования

обоих видов плугов в агрегате с тракторами класса 1,4...8,0 семейства «БЕЛАРУС» и зарубежных аналогов, при вспашке в реальных условиях были использованы данные, полученные в результате испытаний плугов ГУ «Белорусская МИС», ФГБУ «Северо-Западная государственная зональная МИС» и ФГБУ «Государственный испытательный центр» (Российская Федерация). Из протоколов испытаний [2-9] были выбраны следующие показатели: n – количество корпусов, шт; W – часовая производительность за основное время, га/ч; G – удельный расход топлива, кг/га; v – рабочая скорость движения, м/с; B – рабочая ширина захвата плуга, м; h – глубина вспашки, м; P – твердость почвы, МПа.

Данные, полученные из протоколов испытаний пахотных агрегатов на основе загонных плугов, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Данные, полученные из протоколов испытаний пахотных агрегатов на основе загонных плугов

Марка плуга	Количество корпусов, шт.	Расход топлива, кг/га	Производительность за основное время, га/ч	Рабочая скорость движения, м/с	Рабочая ширина захвата, м	Глубина вспашки, м	Твердость почвы, МПа
ПЗН-3-35-01 (Республика Беларусь)	3	13,8	0,79	2,06	1,07	0,2	3,3
ПЗН-3-35-01 (Республика Беларусь)	3	13,6	0,9	2,25	1,11	0,22	3,8
RSPD3/4 -40/081 (Российская Федерация)	3	14,61	0,98	2,22	1,20	0,25	3,7
ПКМП-3-40P (Республика Беларусь)	3	10,9	0,77	1,71	1,25	0,21	2,1
ПКМП-3-40P (Республика Беларусь)	3	15,98	0,98	2,5	1,08	0,22	3,85
ПЗН-4-35-01 (Республика Беларусь)	4	13,8	1,15	2,17	1,47	0,2	3,3
ПЗН-4-35-01 (Республика Беларусь)	4	13,1	1,22	2,31	1,47	0,22	4,5
ПГП-4-40-2A (Республика Беларусь)	4	14,95	1,36	2,28	1,6	0,22	3,85
ПРН-4-35 (Российская Федерация)	4	12,2	1,42	2,53	1,48	0,21	4,25
ПРН-4-35-1 (Российская Федерация)	4	11,9	1,38	2,56	1,46	0,21	3,8
ПСК-4-5-6 (Российская Федерация)	4	14,22	2,06	1,69	3,06	0,23	3,15
ПЗН-5-35-01 (Республика Беларусь)	5	13,5	1,68	2,58	1,81	0,21	3,3
ПЗН-5-35-01 (Республика Беларусь)	5	13,1	1,87	2,72	1,91	0,24	3,7
ПКМ-5-40P (Республика Беларусь)	5	13,37	1,64	2,25	2,00	0,22	3,85

Продолжение таблицы 1

Марка плуга	Количество корпусов, шт.	Расход топлива, кг/га	Производительность за основное время, га/ч	Рабочая скорость движения, м/с	Рабочая ширина захвата, м	Глубина вспашки, м	Твердость почвы, МПа
ПРН-(4+1)-35 (Российская Федерация)	5	15,1	1,65	2,33	1,89	0,21	3,0
ПРН-(4+1)-35-1 (Российская Федерация)	5	13,4	1,63	1,7	2,2	0,24	3
ПКМ-6-40Р (Республика Беларусь)	6	11,69	1,88	2,14	2,4	0,22	4,15
ПНУ-6-35ИП (Российская Федерация)	6	16,1	1,65	2,13	2,19	0,25	3,02
ППН-8-30/50 (Республика Беларусь)	8	11,1	2,91	2,55	3,32	0,21	1,4
ППН-8-30/50 (Республика Беларусь)	8	11,6	2,98	2,72	3,40	0,22	3,85
ВВ-100 (Норвегия)	8	11,6	3,3	2,81	3,2	0,22	3,85
ПНЛ-8-40С (Российская Федерация)	8	16,8	2,07	2,69	3,20	0,24	2,74
ПЛН-8-35 (Российская Федерация)	8	12,94	2,27	2,16	2,91	0,24	2,76
ПСК-8 (Российская Федерация)	8	13,16	3,18	2,08	4,05	0,25	2,75
ПУН-8-40 (Российская Федерация)	8	14,75	2,92	2,53	3,0	0,24	2,4

В ходе анализа, для каждого из блоков данных (пахотные агрегаты на основе оборотных и загонных плугов) составлялось уравнение множественной регрессии с 4-мя факторами, с целью определения влияния каждого из них на моделируемые выходные показатели, такие как расход топлива и производительность пахотного агрегата.

Данные, полученные из протоколов испытаний пахотных агрегатов на основе оборотных плугов, представлены в таблице 2.

Производительность пахотного агрегата и удельный расход топлива определялись в зависимости от рабочей скорости движения, рабочей ширины захвата плуга, глубины вспашки и твердости почвы. Для определения зависимостей и последующего анализа использовались методы регрессионного анализа планирования эксперимента.

Для обработки результатов проведенных экспериментов и дальнейшего определения коэффициентов уравнений регрессии, факторы приводились к одному масштабу. Это достигалось путем кодирования переменных. Уровни варьирования факторов при кодировании для загонных плугов представлены в таблице 3, а для оборотных в таблице 4.

Обработка полученных данных позволила получить следующие регрессионные уравнения:

для пахотных агрегатов на основе загонных плугов:

$$G = 14,931 + 0,514x_1 + 0,031x_2 + 0,735x_3 + 0,694x_4 + 0,187x_1^2 - 1,564x_2^2 - 3,204x_3^2 - 5,68x_4^2 + 2,174x_1x_2 + 0,693x_1x_3 - 1,205x_1x_4 + 3,121x_2x_3 - 5,465x_2x_4 + 2,235x_3x_4; \quad (1)$$

$$W = 1,969 + 0,21x_1 + 1,017x_2 + 0,051x_3 - 0,399x_4 - 0,175x_1^2 + 0,304x_2^2 + 0,721x_3^2 + 0,674x_4^2 - 0,367x_1x_2 - 0,03x_1x_3 + 0,276x_1x_4 - 1,06x_2x_3 + 0,775x_2x_4 - 1,24x_3x_4; \quad (2)$$

для пахотных агрегатов на основе оборотных плугов:

Таблица 2. Данные, полученные из протоколов испытаний пахотных агрегатов на основе оборотных плугов

Марка плуга	Количество корпусов, шт.	Расход топлива, кг/га	Производительность за основное время, а/ч	Рабочая скорость движения, м/с	Рабочая ширина захвата, м	Глубина вспашки, м	Твердость почвы, МПа
ПНО-3-40/55 (Республика Беларусь)	3	16,0	1,21	2,44	1,38	0,21	2,5
ПНО-3-40/55 (Республика Беларусь)	3	16,2	1,27	2,53	1,40	0,23	2,4
ПНГ-4-43 (Республика Беларусь)	4	18,72	1,19	1,94	1,72	0,22	3,85
ПО-4А (Российская Федерация)	4	16,04	1,32	2,03	1,8	0,22	2,2
ES-95 (Норвегия)	4	14,77	1,65	2,58	1,6	0,22	4,15
ППО-5-35/50 (Республика Беларусь)	5	17,5	1,79	2,39	2,08	0,21	3,3
ППО-5-35/50 (Республика Беларусь)	5	14,9	2,32	2,53	2,55	0,23	2,0
ПО-(4+1)-40 (Республика Беларусь)	5	14,7	1,75	2,5	1,94	0,22	3,9
ПО-(4+1)-40 (Республика Беларусь)	5	15,5	1,64	2,0	1,98	0,20	3,6
ППО-5-40 (Республика Беларусь)	5	18,1	1,54	2,22	2,0	0,22	4,15
ЕМ-85-200 (Норвегия)	5	16,55	1,35	1,87	2,0	0,19	1,35
EuroOral 7x4+1 (Германия)	5	14,97	1,88	2,52	2,0	0,22	2,0
ППО-6-35/50 (Республика Беларусь)	6	17,2	2,29	2,67	2,38	0,23	3,9
ППО-6-35/50 (Республика Беларусь)	6	15,9	2,41	2,81	2,39	0,20	1,9
PG-100-7 (Норвегия)	7	15,7	1,96	2,01	2,7	0,21	2,25
ППО-7-40К (Республика Беларусь)	7	16,6	2,05	2,03	2,8	0,20	2,55
VIS XLS 6+1 (Польша)	7	14,76	3,02	2,91	2,88	0,22	3,4
НА-160-8-8-80 (Германия)	8	14,29	3,23	2,86	3,20	0,22	4,1
ППОВ-12-40/50К (Республика Беларусь)	12	17,8	4,6	2,39	5,38	0,21	4,8
ППОВ-12-40/50К (Республика Беларусь)	12	15,8	5,6	2,72	5,74	0,22	3,8
ППРО-12-01 (Республика Беларусь)	12	16,2	4,69	2,72	5,15	0,21	4,1
ППРО-12-01 (Республика Беларусь)	12	16,5	5,2	2,53	5,31	0,21	4,5
ПО-(8+4)-40 (Республика Беларусь)	12	16,6	4,87	2,64	5,13	0,21	4,1

Таблица 3. Уровни варьирования факторов для загонных плугов

Наименование варьируемого фактора	v , м/с	B , м	h , м	P , МПа
Кодированное обозначение	x_1	x_2	x_3	x_4
Основной уровень ($x_i = 0$)	2,25	2,56	0,23	2,95
Интервал варьирования (Δx_i)	0,56	1,49	0,03	1,55
Нижний уровень ($x_i = -1$)	1,69	1,07	0,20	1,4
Верхний уровень ($x_i = +1$)	2,81	4,05	0,26	4,5

Таблица 4. Уровни варьирования факторов для оборотных плугов

Наименование варьируемого фактора	v , м/с	B , м	h , м	P , МПа
Кодированное обозначение	x_1	x_2	x_3	x_4
Основной уровень ($x_i = 0$)	2,39	3,56	0,21	3,35
Интервал варьирования (Δx_i)	0,52	2,18	0,02	1,45
Нижний уровень ($x_i = -1$)	1,87	1,38	0,19	1,9
Верхний уровень ($x_i = +1$)	2,91	5,74	0,23	4,8

$$G = 17,427 - 1,449x_1 + 0,195x_2 + 0,73x_3 + 0,757x_4 - 1,297x_1^2 - 1,794x_2^2 + 1,056x_3^2 - 2,322x_4^2 + 0,95x_1x_2 - 1,002x_1x_3 - 1,865x_1x_4 - 1,044x_2x_3 + 3,256x_2x_4 + 3,035x_3x_4; \quad (3)$$

$$W = 3,027 + 0,489x_1 + 1,911x_2 - 0,001x_3 + 0,07x_4 + 0,109x_1^2 + 0,196x_2^2 + 0,051x_3^2 + 0,054x_4^2 + 0,034x_1x_2 - 0,02x_1x_3 + 0,037x_1x_4 + 0,23x_2x_3 - 0,112x_2x_4 - 0,195x_3x_4. \quad (4)$$

Для упрощения проведения анализа уравнений (1) – (4) путем уменьшения количества факторов в уравнениях решено зафиксировать фактор x_3 (глубина вспашки) на верхнем уровне для обоих видов плугов. Фактор x_4 (твердость почвы) принят на уровне средних значений по опытам:

для загонных плугов $x_4 = +0,242$ ($P = 3,325$ МПа);

для оборотных $x_4 = -0,053$ ($P = 3,274$ МПа).

После соответствующих преобразований, уравнения (1) – (4) в окончательном виде будут иметь следующий вид:

для пахотных агрегатов на основе загонных плугов:

$$G = 12,838 + 0,915x_1 + 1,83x_2 + 0,187x_1^2 - 1,564x_2^2 + 2,174x_1x_2; \quad (5)$$

$$W = 2,383 + 0,247x_1 + 0,145x_2 - 0,175x_1^2 + 0,304x_2^2 - 0,367x_1x_2; \quad (6)$$

для пахотных агрегатов на основе оборотных плугов:

$$G = 19,01 - 2,352x_1 - 1,022x_2 - 1,297x_1^2 - 1,794x_2^2 + 0,95x_1x_2; \quad (7)$$

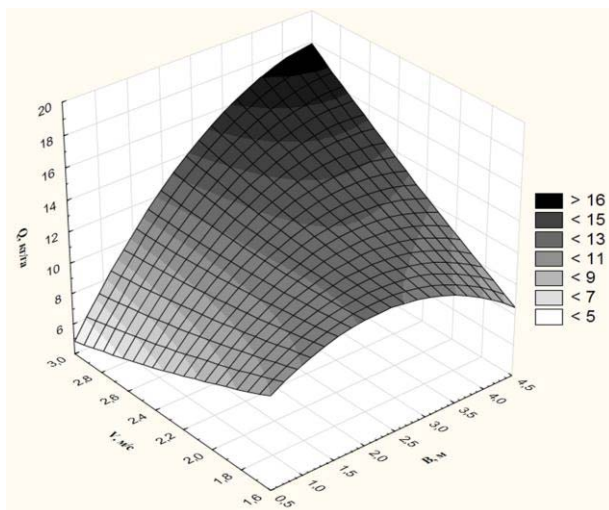
$$W = 3,083 + 0,467x_1 + 2,147x_2 + 0,109x_1^2 + 0,196x_2^2 + 0,034x_1x_2. \quad (8)$$

Заключительным этапом математической обработки полученных данных являлось определение изменений областей значений исследуемых факторов на основании анализа поверхностей отклика, полученных методом двухмерных сечений. Поверхности отклика и их сечения, построенные по уравнениям регрессии (5) – (8), представлены на рисунках 1 и 2.

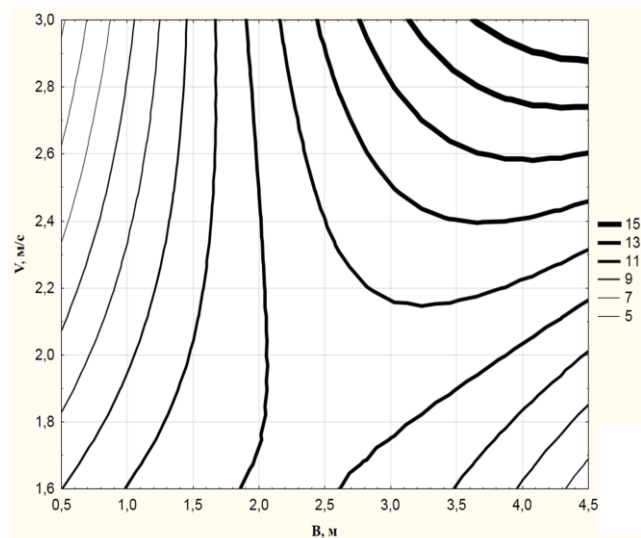
Анализ уравнений (5) и (6), а также графических зависимостей удельного расхода топлива сравниваемых пахотных агрегатов (рис. 1) показал, что у загонных плугов максимальный расход колеблется в пределах 16...18 кг/га и существенно ниже, чем у оборотных, у которых расход составляет 20...22 кг/га.

Однако при этом резкое повышение удельного расхода топлива у пахотных агрегатов на основе загонных плугов происходит с возрастанием рабочей скорости с 2,4 м/с при одновременном увеличении ширины захвата свыше 3 м (рис. 1а и 1б). Поэтому повышение рабочих скоростей и рабочей ширины захвата загонных плугов лимитируется резким возрастанием удельного расхода топлива. Работа загонного плуга на рабочих скоростях от 1,6 до 3 м/с будет лимитироваться рабочей шириной захвата до 2,0 – 2,5 м. У пахотных агрегатов на основе оборотных плугов (рис. 1в и 1г), наоборот, с повышением рабочей скорости свыше 2,5 м/с и рабочей ширине захвата более 4,0 м удельный расход топлива снижается до 14...16 кг/га.

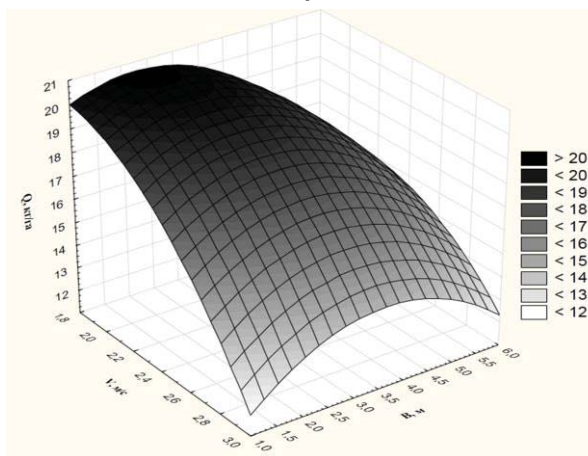
Производительность пахотных агрегатов на основе загонных плугов не превышает 3,5 га/ч даже при наибольшей рабочей скорости 3,3 м/с и максимальной ширине захвата 4,5 м (рис. 2а и 2б) в реальных условиях с учетом твердости и влажности почвы. Кроме того, при работе загонного плуга с максимальной рабочей шириной захвата, при повышении рабочей скорости свыше 2,5 м/с производительность пахотного агрегата падает с 3,2 до 2,4 га/ч. Производительность пахотных агрегатов на базе оборотных плугов (рис. 2в и 2г) достигает 6,5...7,0 га/ч.



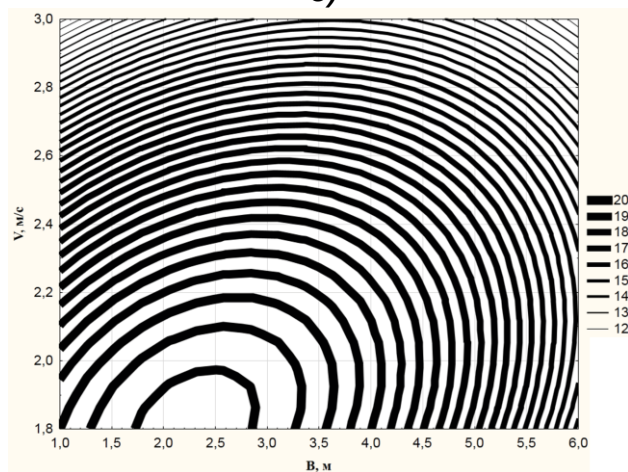
а)



б)

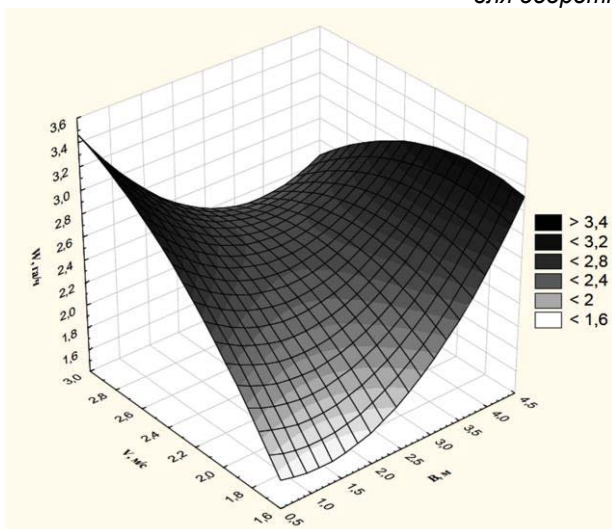


в)

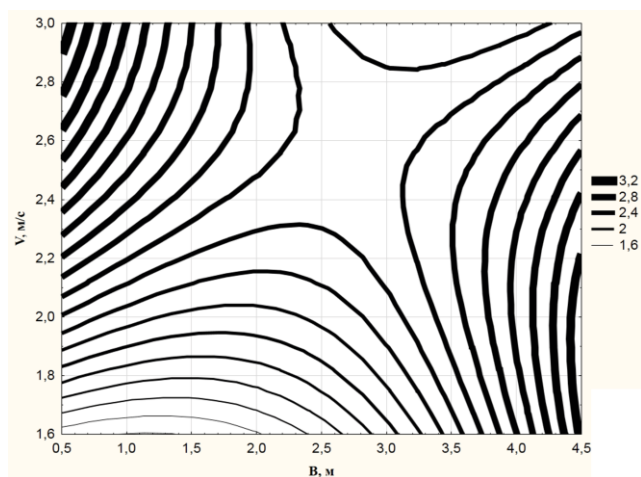


г)

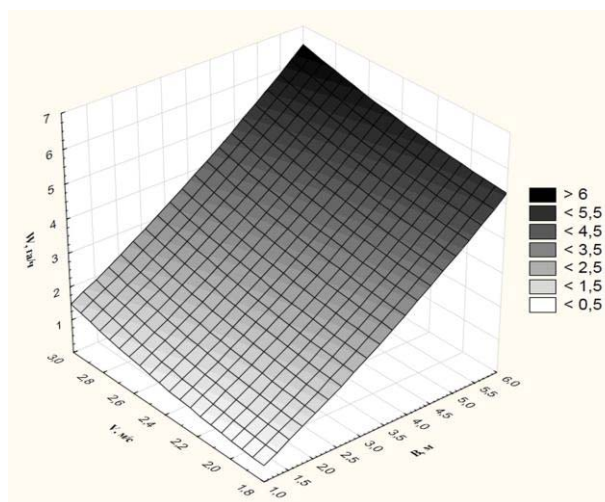
Рисунок 1. Поверхности отклика и их двухмерные сечения зависимостей удельного расхода топлива пахотных агрегатов от рабочей скорости и рабочей ширины захвата: для загонного (а, б); для оборотного плугов (в, г)



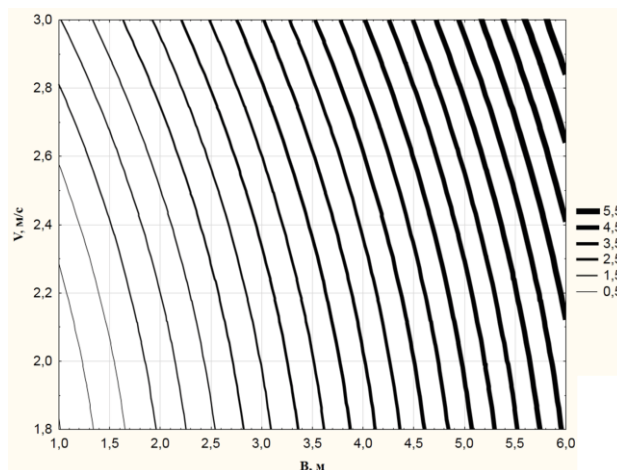
а)



б)



а)



б)

Рисунок 2. Поверхности отклика и их двухмерные сечения зависимостей производительности пахотных агрегатов от рабочей скорости и рабочей ширины захвата: для загонного (а, б); для оборотного плугов (в, г)

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что удельный расход топлива пахотного агрегата на базе загонного плуга составляет в среднем 15...18 кг/га, что несколько ниже, чем у оборотного плуга – 18...20 кг/га. Однако с повышением рабочей скорости свыше 2,5 м/с и рабочей ширины захвата более 4 м удельный расход топлива пахотного агрегата на базе оборотного плуга снижается до уровня показателей загонного и составляет 14...16 кг/га. Производительность пахотных агрегатов на базе оборотных плугов достигает 6,5...7 га/ч, что почти в два раза выше, чем у загонных. При этом увеличение производительности агрегата на базе оборотного плуга увеличивается прямо пропорционально увеличению рабочей скорости и рабочей ширины захвата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Точицкий, А.А. Чем пахать родную. Сравнительная оценка плугов отечественного и зарубежного производства / А.А. Точицкий, Н.Д. Лепешкин, Е.Я. Грек // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. – №9. – С. 5-8.
2. Протокол № 026 Б 3/2-2020ИЦ (от 24 июля 2020 г.) квалификационных испытаний плуга оборотного навесного ППОВ-12-40/50К / Бел. МИС. – Пос. Привольный, 2020.
3. Протокол № 129 Д 2/2-2018ИЦ (от 21 декабря 2018 г.) периодических испытаний плуга навесного

оборотного ПНО-3-40/55 / Бел. МИС. – Пос. Привольный, 2018.

4. Протокол № 093 Б 1/2-2016ИЦ (от 27 декабря 2016 г.) приемочных испытаний опытного плуга 12-корпусного оборотного ПО-(8+4)-40 / Бел. МИС. – Пос. Привольный, 2016.

5. Протокол № 112 Б 3/2-2018ИЦ (от 7 декабря 2018 г.) квалификационных испытаний плуга прицепного оборотного 12-корпусного ППРО-12-01 / Бел. МИС. – Пос. Привольный, 2018.

6. Протокол № Б 1/2-2016 ИЦ (от 16 декабря) приемочных испытаний плуга загонного навесного ПЗН-5-35-1 / Бел. МИС. – Пос. Привольный, 2016.

7. Протокол № 014 Д 2/2-2016ИЦ (от 11 марта 2016 г.) периодических испытаний плуга четырех-пятикорпусного оборотного полунавесного ПО-(4+1)-40 / Бел. МИС. – Пос. Привольный, 2016.

8. Обзор результатов испытаний и особенностей конструкции плугов [Электронный ресурс] / ФГБУ «Северо-Западная государственная зональная МИС» (Российская Федерация). – Режим доступа: <https://szmis.ru/obzor-rezultatov-ispytaniy-i-osobennostey-konstrukcii-plugov/> – Дата доступа: 06.12.2021.

9. Сравнительный анализ технического уровня плугов по результатам испытаний на МИС [Электронный ресурс] / ФГБУ «Государственный испытательный центр» (Российская Федерация). – Режим доступа: <http://www.sistemamam.ru/protocols/> – Дата доступа: 06.12.2021.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 08.12.2021

УДК 631.531.011.3:53

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ПЛЕНОЧНОГО ПОКРЫТИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СЕМЯН ПРИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ

Е.А. Городецкая,

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

В.В. Литвяк,

ведущ. науч. сотр. Всероссийского научно-исследовательского института крахмалопроductов – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, докт. техн. наук, доцент

Т.А. Непарко,

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

Приведены результаты исследований влияния некоторых технологических параметров диэлектрического сепаратора на показатели качества обработанных семян пряно-ароматических культур.

Ключевые слова: семена пряно-ароматических культур, диэлектрический сепаратор, бифилярная обмотка, полиэтиленовое покрытие, эффективность разделения, повышение пищевой ценности продуктов.

Research results of the influence of some technological parameters of the dielectric separator on the quality indicators of processed seeds of spicy-aromatic crops are presented.

Key words: seeds of aromatic crops, dielectric separator, bifilar winding, polyethylene coating, separation efficiency, the product nutritional value increasing.

Введение

В работах многих российских и белорусских ученых (В.И. Тарушкин, П.М. Заика, В.В. Андреев и др.) в области диэлектрической сепарации и классификации семян показано технологическое преимущество диэлектрических сепарирующих устройств (ДСУ) на операции очистки семян после обмолота и при подготовке их к закладке на хранение, либо для использования в растениеводстве [1-9].

Сепаратор диэлектрический успешно применяется при разделении семян зерновых и многих овощных культур. Однако при обработке семян пряно-ароматических культур (укроп, кориандр, тмин) обнаруживаются определенные недостатки: в получаемых фракциях наблюдается взаимный подсор, что является главным недостатком при сепарации семян для пищевых целей. Подробный анализ показал, что межвитковое пространство бифилярной обмотки перекрывается семенами и разделение носит нечеткий характер.

Целью работы является повышение качества разделения семенного вороха семян пряно-ароматических растений.

Для достижения данной цели необходимо найти и определить толщину пленочного покрытия, которое не давало бы семенам занимать межвитковое пространство и сделало эффективной калибровку семян пряно-ароматических культур. В этой связи предложено использование полиэтиленовых пленок с условием исследования их оптимальной толщины, при которой показа-

тели качества семян первой фракции будут соответствовать требованиям пищевого назначения.

Основная часть

Изучение морфологических особенностей поверхности семян кориандра, укропа и тмина под микроскопом [10] выявило очень высокую разнородность поверхности одинаковых и гладких семян. На поверхностях наблюдались чешуйки, ворсинки и волоски, бугорчатость и впадинки, огромное количество неровностей и усиков. Все это присуще семенам пряно-ароматического семейства – как приспособления для размножения и сохранения свойственных им ароматических масел, находящихся в специальных масляных канальцах, видимых как бугорчатости и неровности. Таким строением поверхности они существенно отличаются от семян зерновых или, к примеру, семян редиса – полностью гладких. Из-за своей негладкой поверхности семена укропа, тмина и кориандра заполняли межвитковый зазор и сепарация прекращалась. Устройство работало, семена подавались на рабочий орган, но разделение на фракции было нечетким.

Установление пленочного покрытия на барабане диэлектрического сепаратора показало высокую эффективность на очистке мелких семян [11]. В исследовании покрытия рабочего органа использовались тонкие полиэтиленовые пленки, изготавливаемые по ГОСТ 10354-82 из гранул полиэтилена марки 15803-020

(прозрачная полиэтиленовая пленка, получаемая методом экструзии из полиэтилена высокого давления (низкой плотности) и композиций на его основе, содержащих пигменты (красители), стабилизаторы, скользящие, антистатические и модифицирующие добавки).

Толщину пленки измеряли тестером CHY-CA производства компании Labthink, соответствующим требованиям стандартов ASTM и ISO. Для исследования пленочного покрытия рабочего органа сепаратора был разработан строгий алгоритм: выполняли демонтаж загрузочного узла и крышки сепаратора, вынимали барабан (рабочий орган) и натягивали на его обмотку очередные образцы пленки толщиной 0,030... 0,080 мм, плотно закрепляли их. Затем барабан монтировали в корпус сепаратора, закрывали и крепили крышку с загрузочным бункером. Обязательно проверяли надежность всех подсоединений, в том числе электрических, правильность работы конечных блокираторов. После 10...15-минутного вращения барабана на холостом ходу, засыпали партию семян для исследований. Для опробования следующего образца пленки, необходимо повторить всю работу по демонтажу, натяжению нового образца пленки, монтажу всех узлов и запуску в работу сепаратора.

Фракционирование исходной партии семян с примесями проводилось по следующей методике. Семенной ворох в количестве 35 г засыпали в приемный бункер сепаратора, и изменением напряжения на рабочем органе подбирали два режима сепарации: минимального напряжения (когда под щетку попадает около 3...5 % семян) и максимального (под щетку сепаратора попадает около 60...65 % семян). Это диапазон крайних (0,2...2,0 кВ), неудовлетворительных величин напряжения, внутри которого нужно определить оптимальное напряжение для данной культуры. Данный диапазон разделяли на 5...10 рав-

ных шаговых значений и на каждом напряжении проводили разделение семенной смеси для получения чистых фракций. Условия в помещении соответствовали стандартам для проведения исследований семян (ГОСТ 28676.8). Влажность семян составляла 12...14 %.

Образцы пленок средней толщины (0,04...0,06 мм) оказались оптимальными, они выдерживали вращение рабочего органа и нахождение на нем семян разного размера, хорошо прилегали к обмотке, не оказывали негативного влияния на сепарацию, но и не давали семенам занимать межвитковое пространство. При визуальной оценке в первую фракцию попали все хорошие семена. На рабочем органе с пленками большей толщины процесс разделения значительно ухудшался и наблюдался значительный взаимный подсор фракций (рис. 1).

В результате обработки данных были выполнены генерализованные модели для содержания основных биохимических показателей (белка, углеводов, клетчатки, кальция и др.) в семенах тмина, как показатели их качества. Приведем пример только для содержания белка в семенах тмина.

Матрица планирования эксперимента включала в себя значения напряжения $((1,0...1,3) \pm 0,2 \text{ кВ})$ и толщины пленочного покрытия $((0,03...0,08) \pm 0,01 \text{ мм})$. В качестве плана регрессионного анализа была выбрана регрессия поверхности отклика. Получено уравнение регрессии:

$$P = \exp(2,696378 - 0,013609 \cdot S - 0,000111 \cdot S^2 - 0,265181 \cdot U + 0,117748 \cdot U^2 + 0,00014 \cdot S \cdot U),$$

где P – содержание белка, %;

S – толщина пленки, мкм;

U – напряжение на обмотке, кВ.

Все коэффициенты уравнения являются статистически значимыми ($p < 0,05$). Результаты оценки

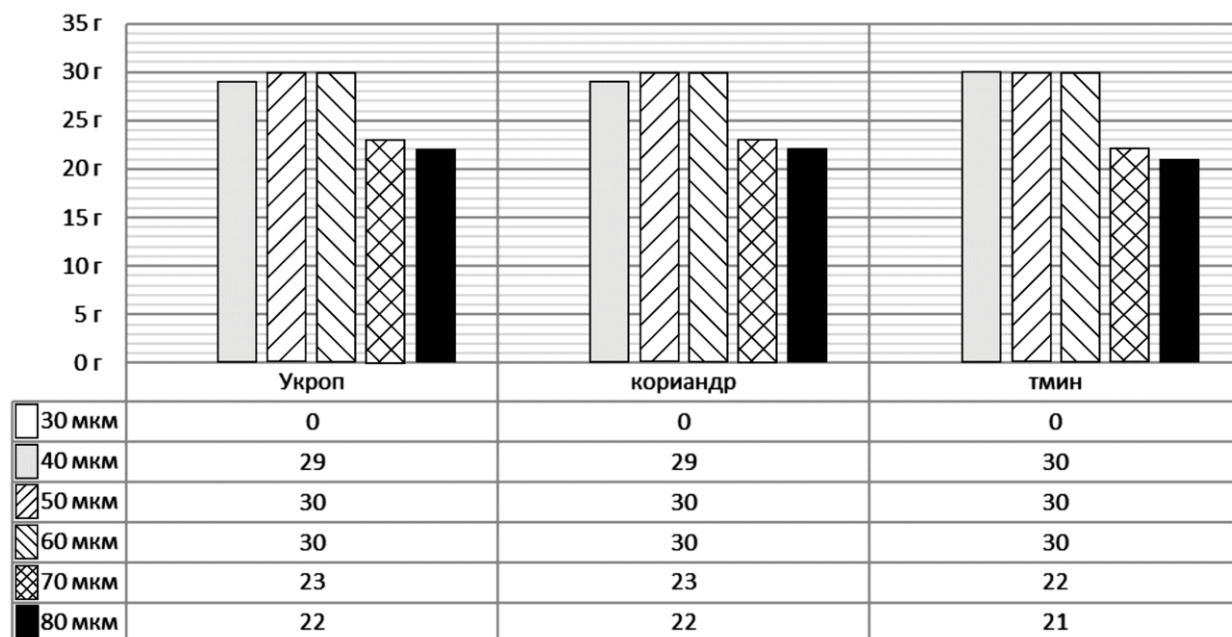


Рисунок 1. Результат исследования влияния пленок различной толщины на степень разделения семян

параметров уравнения приведены в таблицах 1-3.

ция и др.) также выделяют приведенные технологи-

Таблица 1. Оценка параметров по белку в семенах тмина

	Оценка	Стандартная ошибка	Статистика Вальда	p
Свободный коэффициент	2,696378	0,015460	30417,22	0,000000
S	0,013609	0,000177	5920,36	0,000000
S ²	-0,000111	0,000001	6165,15	0,000000
U	-0,265181	0,019536	184,25	0,000000
U ²	0,117748	0,006384	340,19	0,000000
S·U	0,000140	0,000068	4,21	0,040199

Таблица 2. Дисперсионный анализ для содержания белка (в тмине)

	Сумма квадратов отклонений SS	Степени свободы df	Средний квадрат MS	F	p
Свободный коэффициент	36557,98	1	36557,98	7388995	0,00
Толщина пленки	84,70	2	42,35	8560	0,00
Напряжение	20,89	2	10,44	2111	0,00
Error	0,47	94	0,00		

Таблица 3. Тест SS для всей модели против остаточной SS

Множество R	Множество R ²	Скорректированный R ²	SS модели	df модели	MS модели	остаточный SS	остаточный f	Остаточный MS	F	p
0,997805	0,995615	0,995428	105,5930	4	26,39825	0,465077	94	0,004948	5335,539	0,00

Для анализа результатов (табл. 1-3) использовались стандартные методы расчета и оценки достоверности полученных данных [12]. Свободные коэффициенты и стандартные ошибки говорят о достоверности уравнения регрессии. Одномерный тест на статистическую значимость и тест SS для всей модели подтверждают достоверность модели. Также были проработаны графические зависимости содержания белка в семенах тмина от толщины пленки и напряжения на обмотке, которые показали, что при толщине пленочного покрытия бифилярной обмотки барабана диэлектрического сепарирующего устройства, находящейся в пределах 0,03...0,06 мм, и при напряжении от 1,2 кВ и выше, происходит четкое разделение семенного вороха. В результате в первую фракцию попадают чистые семена. Биохимический анализ этой фракции показал высокое содержание белка, что полностью соответствует значениям литературных данных [13]. Другие полученные показатели качества (содержание углеводов, клетчатки, каль-

цие и др.) также выделяют приведенные технологические показатели. Содержание полезных веществ в этой фракции семян выше, чем в исходной, за счет того, что сепарация происходила более качественно и получена чистая фракция семян, без иных включений (пыль, остатки упаковки, мусор, растительные остатки после обмолота).

Закключение

Приведенные результаты исследования отчетливо демонстрируют целесообразность выполнения пленочного покрытия толщиной 0,030...0,060 мм, изготавливаемого по ГОСТ 10354-82 из гранул полиэтилена, на рабочем органе диэлектрического сепаратора для получения чистой фракции семян пряно-ароматических растений. При этом напряжение на рабочем органе принимали в диапазоне 1,0...1,6 кВ, что является эффективным режимом работы устройства для получения чистых семян пряно-ароматических культур. Показатели качества семян тмина (содержание белка, углеводов, клетчатки, кальция) в полученной после сепарации первой фракции достигали стандартных значений.

Экспериментальные данные получены впервые, обладают научной и практической значимостью, так как позволяют разрабатывать пищевые технологии с использованием семян тмина, получаемых на таком диэлектрическом сепарирующем устройстве, в качестве пищевого ингредиента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Заика, П.М. Динамика вибрационных зерноочистительных машин / П.М. Заика. – М.: Машиностроение, 1977. – 277 с.
2. Андреев, В.В. Совершенствование технологического процесса очистки семян мелкосеменных культур: дис.... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.В. Андреев. – Курск, 2006. – 156 с.
3. Корко, В.С. Электрофизические методы стимуляции растительных объектов: монография / В.С. Корко, Е.А. Городецкая. – Минск: БГАТУ, 2013. – 189 с.
4. Тарушкин, В.И. Машины для отбора биологически ценных семян / В.И. Тарушкин // Техника в сельском хозяйстве. – 1994. – № 6. – С. 18-19.

5. Буранов, Н.А. Повышение эффективности предпосевной обработки семян / Н.А. Буранов // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 18-21 февр. 2020 г. / Ижевская гос. с.-х. академия. – Ижевск, 2020. – Т. 3. – С. 11-13.

6. Установка для предпосадочной обработки овощных культур комплексным воздействием электрофизических факторов / А.И. Котин [и др.] //

Электротехнологии и электрооборудование в АПК / Федер. науч. агроинженер. центр ВИМ. – М., 2020. – № 1(38). – С. 48-53. 7. Городецкий, Ю.К. Технологические преимущества диэлектрической сепарации при получении гомогенных фракций семян / Ю.К. Городецкий, В.В. Литвяк // Агропанорама. – 2019. – № 1. – С. 24-27.

8. Диэлектрический сепаратор для получения чистой фракции семян пряно-ароматических растений: пат. 22195 Респ. Беларусь, МПКВ03С7/ 02, А01С1/00 / Е.А. Городецкая, Ю.К. Городецкий, Е.Т. Титова, В.П. Степанцов; заяв. Белор. гос. аграрн.-технич. ун-т. – № а 20170003 // Афіцыйны бюл. / Нац цэнтр інтэлект. уласнасці. – 2018. – № 5. – С. 58-59.

9. Электротехнология: учеб. пособие для вузов / В.А. Карасенко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 304 с.

10. Городецкий, Ю.К. Исследование морфологических особенностей поверхности семян кориандра, укропа и тмина / Ю.К. Городецкий, В.В. Литвяк // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2020. – № 2. – С. 72-82.

11. Диэлектрический сепаратор – высокоэффективное устройство получения однородных партий семян / Ю.К. Городецкий [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник науч. статей Междун. науч.-практ. конф., Минск, 26 – 27 ноября 2020 года / редкол.: Н.Г. Серебрякова [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2020. – 660 с.

12. Жижин, К.С. Медицинская статистика: учеб. пособие / К.С. Жижин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 160 с.

13. Городецкий, Ю.К. Методики исследования рабочего органа диэлектрического сепаратора при получении чистых семян пряно-ароматических растений / Ю.К. Городецкий, В.В. Литвяк // Техника и технология пищевых производств: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23 – 24 апреля 2020 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2020. – С. 41-42

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 01.11.2021

Радиоволновой влагомер зерна

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

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



Основные технические данные

Диапазон измерения влажности зерна
Основная абсолютная погрешность
Температура контролируемого материала
Цена деления младшего разряда блока индикации
Напряжение питания
Потребляемая мощность

от 9 до 25 %
не более 0,5 %
от +5 до +65 °С
0,1 %
220 В 50 Гц
30 ВА

УДК 631.3-6

ДИНАМИКА РАСТЕКАНИЯ И ПРОНИКНОВЕНИЯ КАПЛИ МОТОРНОГО МАСЛА НА ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ БУМАГЕ

В.К. Корнеева,

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

В.М. Капцевич,

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

И.В. Закревский,

ст. преподаватель каф. технологии металлов БГАТУ

П.М. Спиридович,

магистрант каф. технологии металлов БГАТУ

А.Н. Рыхлик,

магистрант каф. технологии металлов БГАТУ

В статье представлены результаты проведенных экспериментальных исследований динамики растекания капли нового, используемого и отработанного моторного масла по поверхности фильтровальной бумаги и проникновение масла в ее поровые каналы.

Ключевые слова: капельная проба, новое, используемое и отработанное моторное масло, фильтровальная бумага, стадии растекания и проникновения, загрязненность.

Experimental studies of the spreading dynamics of a drop of newly used and waste engine oil over the surface of filter paper and the penetration of oil into its pore channels have been carried out.

Key words: drop sample, newly used and waste engine oil, filter paper, spreading and penetration stages, contamination.

Введение

В настоящее время одновременно с ростом энергонасыщенности отраслей АПК возникает острая необходимость не только контроля качества используемых новых моторных масел, но и отслеживания изменений свойств работающих масел непосредственно в процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники. В моторном масле в процессе эксплуатации непрерывно происходят как количественные, так и качественные изменения – масло «стареет». Старение масла обусловлено тесно взаимосвязанными между собой термическими, физико-химическими и трибологическими процессами, протекающими в масляной системе ДВС. Под действием этих процессов старение моторного масла происходит в результате его загрязнения пылью, продуктами износа, водой или охлаждающей жидкостью, топливом, продуктами разложения самого масла и срабатывания присадок.

Одним из наиболее распространенных и простых методов оценки состояния работающего моторного масла является метод «капельной пробы» – метод *Blotter Spot*, заключающийся в нанесении капли масла на фильтровальную бумагу и последующем анализе полученного масляного пятна [1]. Метод «капельной пробы» является наиболее информативным органолептическим методом, позволяющим по бумажной хроматограмме масляного пятна выделить кольцевые зоны и оценить моюще-диспергирующие свойства, наличие

воды и топлива, а также загрязненность моторного масла нерастворимыми примесями. Метод позволяет определить критическое состояние моторного масла, а именно: потерю моюще-диспергирующих свойств, предельно допустимое содержание воды, топлива и нерастворимых примесей, что в конечном итоге дает возможность сделать заключение о целесообразности дальнейшего использования масла.

В работах [1-5] приведена методика проведения метода «капельной пробы» с последующим анализом полученных хроматограмм, в том числе с использованием компьютерных технологий, описаны характерные особенности получаемых кольцевых зон, показаны расчеты общей загрязненности масла и его диспергирующих свойств. Однако данные о процессе формирования кольцевых зон, связанном с поведением капли масла на фильтровальной бумаге, динамике ее растекания и впитывания, в литературе отсутствуют.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование динамики поведения капли нового, используемого и отработанного моторного масла на фильтровальной бумаге.

Основная часть

Процесс растекания капли и проникновения жидкости на тонкой пористой подложке носит сложный характер. Исследователи в работах [6-8] считают, что этот процесс протекает в три стадии (рис. 1).

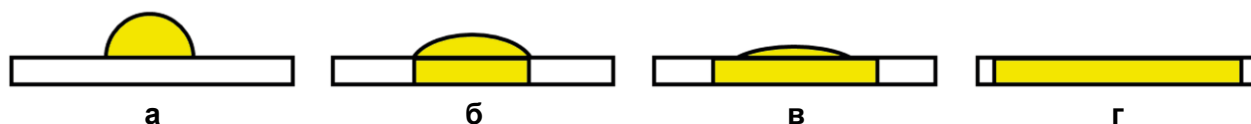


Рисунок 1. Стадии процесса растекания капли и проникновения жидкости на тонкой пористой подложке: а – падение капли на подложку; б – I стадия; в – II стадия; г – III стадия

На первой стадии, после попадания капли на подложку (рис. 1а), происходит ее растекание по поверхности с увеличением диаметра основания и уменьшением высоты капли. Одновременно происходит проникновение жидкости в поровые каналы подложки в вертикальном направлении до момента их полного заполнения по толщине подложки (рис. 1б). На второй стадии продолжается уменьшение высоты капли, а диаметр ее основания остается постоянным. При этом проникновение жидкости в поровые каналы подложки осуществляется в радиальном направлении (рис. 1в). Начало третьей стадии можно охарактеризовать полным исчезновением капли, а дальнейшее проникновение масла в мелкие и большие поровые каналы подложки в радиальном направлении продолжается (рис. 1г).

Рассмотрим растекание и проникновение капель моторных масел марки 10W40 различной загрязненности (свежее, работающее (30 ч); отработанное (230 ч)) на фильтровальной бумаге «синяя лента» (размер пор 3–5 мкм, толщина 0,16 мм, пористость 0,78–0,8).

Для нанесения капли масла на фильтровальную бумагу собиралась установка (рис. 2), состоящая из капельницы 1, закрепленной вертикально на штативе 2, с возможностью регулирования объема и высоты падения капли. Объем капли выбирался равным 15 мкл, высота падения – 25 мм.

В процессе проведения эксперимента, при помощи камеры мобильного телефона фиксировалось видеоизображение поведения капли (вид сбоку и вид сверху) с момента нанесения ее на фильтровальную

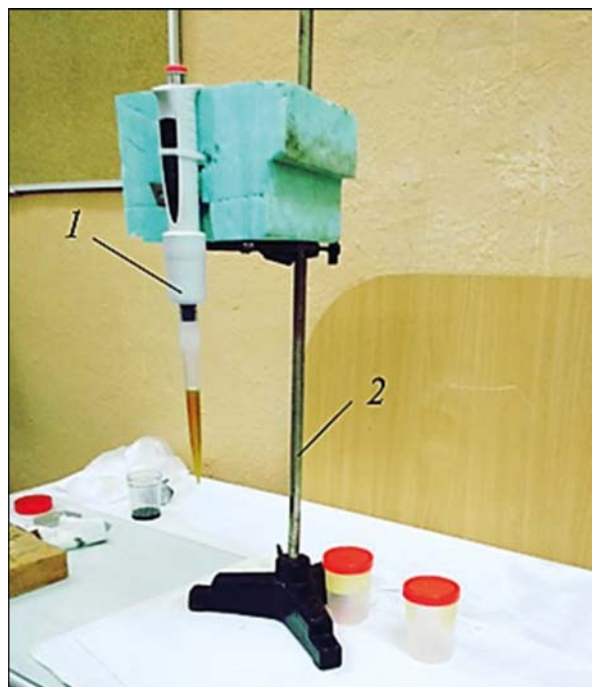


Рисунок 2. Внешний вид установки для нанесения капли на фильтровальную бумагу

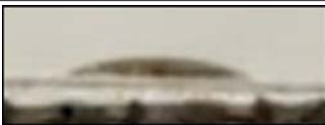
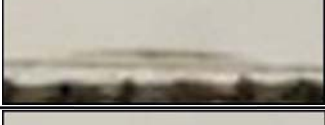
бумагу и в процессе последующего растекания и проникновения в течение 100 с.

Результаты проведения исследований динамики изменения формы капель при растекании на фильтровальной бумаге приведены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение формы капель при растекании (вид сбоку)

Время, t, с	Моторное масло		
	новое	используемое	отработанное
0			
1			
2			
3			

Продолжение таблицы 1

Время, t, с	Моторное масло		
	новое	используемое	отработанное
4			
5			
10			
20			
50			
100			

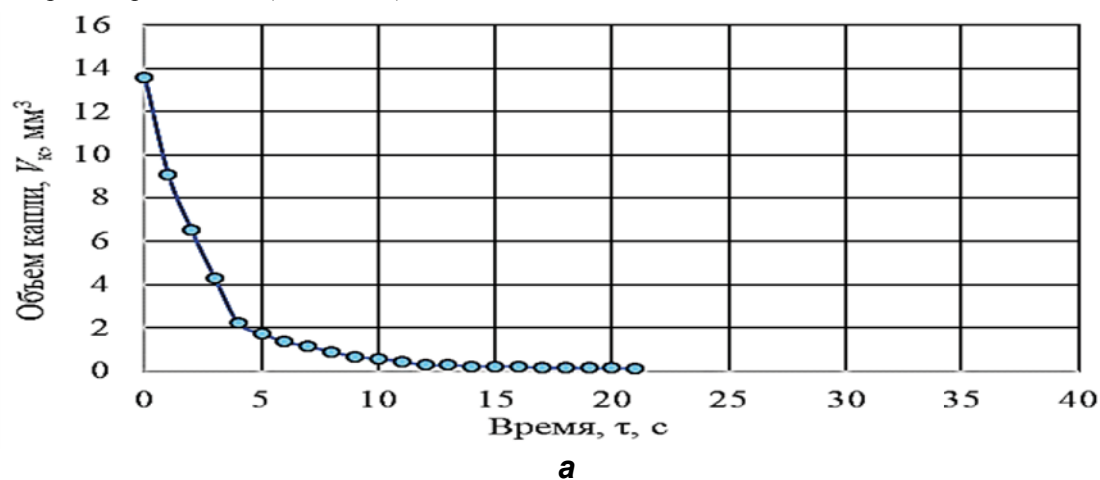
По полученным фотографиям были измерены изменения во времени геометрических параметров каплей (диаметры оснований и высота), а также произведен расчет их объема. Для оценки трех характерных стадий динамики поведения каплей нового моторного масла и масел различной степени загрязненности были построены зависимости изменения объема каплей V_k от времени τ (рис. 3).

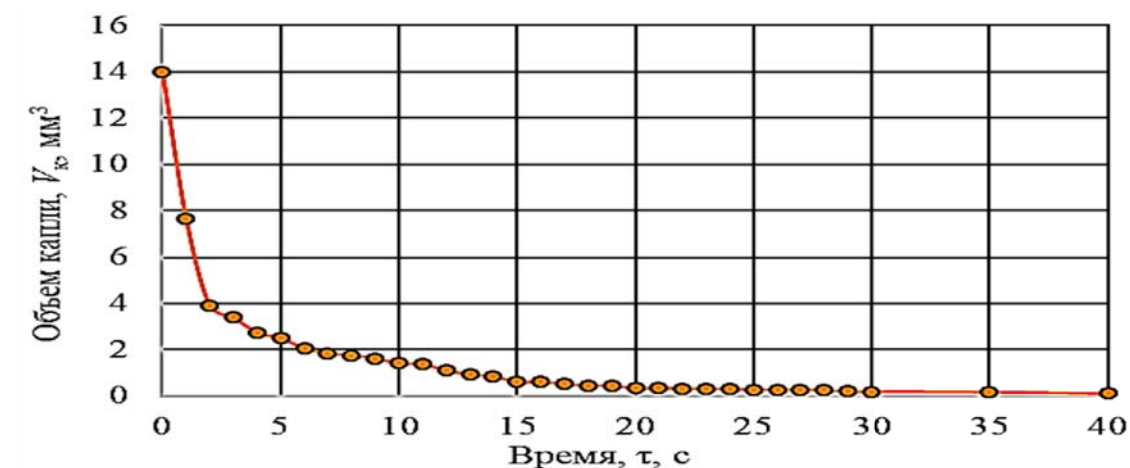
Анализ полученных графических зависимостей подтверждает наличие трех стадий динамики поведения каплей, как нового, так и загрязненных масел. Однако время протеканий (окончаний) стадий для

рассмотренных масел различно (табл. 2).

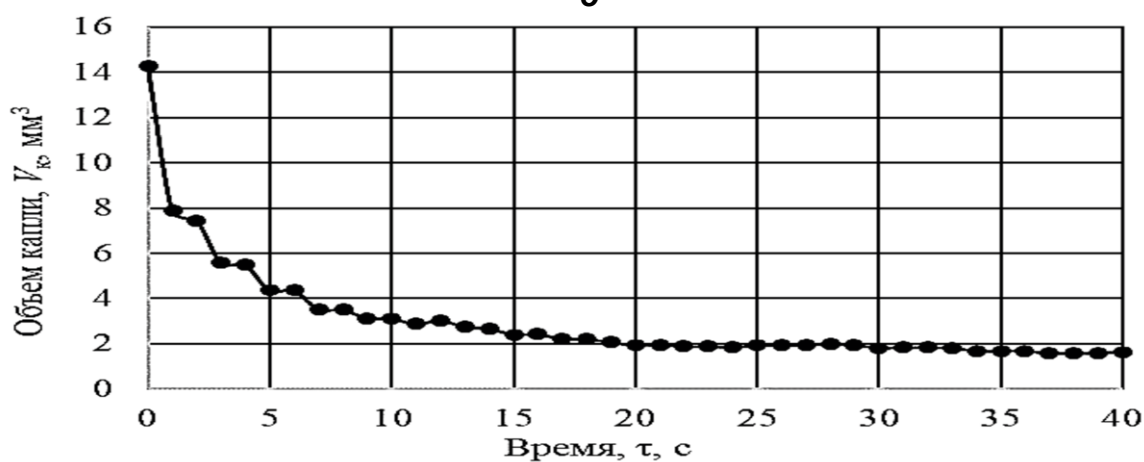
Следует отметить, что для отработанного масла на третьей стадии капля не исчезает, и на протяжении всей стадии ее объем практически не уменьшается. Последнее может свидетельствовать о том, что на поверхности бумаги длительное время сохраняется гелеобразный слой нерастворимых продуктов деградации самого моторного масла.

Фотографии каплей масел (вид сверху) на фильтровальной бумаге на различных стадиях процесса представлены на рисунке 4.





б



в

Рисунок 3. Зависимости изменения объема капель V_k от времени τ протекания стадий процесса динамики растекания и проникновения капель: а – новое масло; б – используемое масло; в – отработанное масло

Таблица 2. Время протекания стадий динамики поведения капель

Состояние масла	Время окончания стадий, с		
	I	II	III
Свежее	0–4	4–12	Свыше 12
Работающее	0–2	2–20	Свыше 20
Отработанное	0–1	1–20	Свыше 20

свежее



работающее



отработанное



а

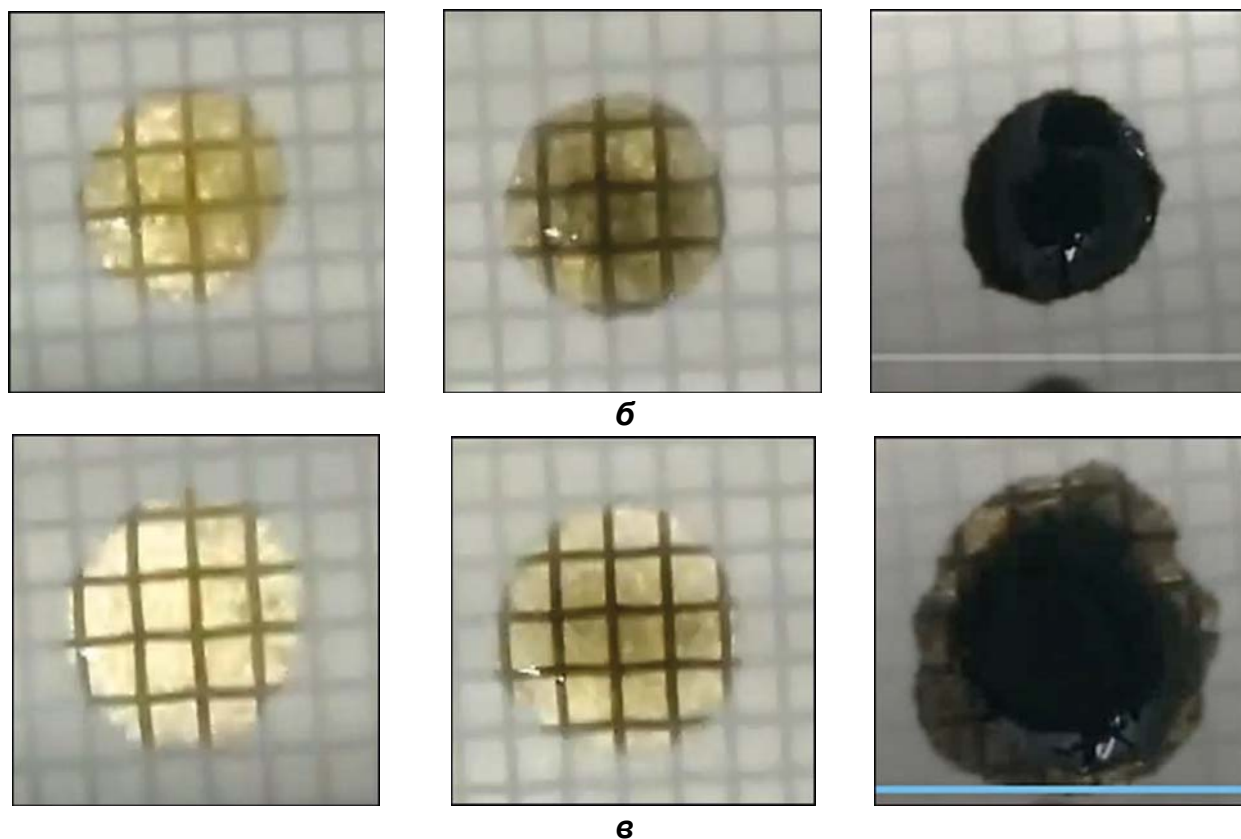


Рисунок 4. Фотографии каплей масел (вид сверху) на различных стадиях процесса динамики поведения капель: а – I стадия (0 с); б – II стадия (5 с); в – III стадия (новое и используемое масло – 20 с, отработанное – 100 с)

Заключение

Проведены экспериментальные исследования динамики растекания капли нового, используемого и отработанного моторного масла по поверхности фильтровальной бумаги и проникновение масла в ее поровые каналы. Подтверждено наличие трех стадий динамики поведения капель, как нового, так и загрязненных моторных масел. Установлено, что время протеканий (окончаний) стадий для рассмотренных масел различно. Выявлено, что для отработанного масла на третьей стадии капля не исчезает, и на протяжении всей стадии ее объем практически не уменьшается. Последнее свидетельствует о том, что на поверхности бумаги длительное время сохраняется гелеобразный слой нерастворимых продуктов деградации самого моторного масла.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Standard Test Method for Measuring the Merit of Dispersancy of In-Service Engine Oils with Blotter Spot Method: ASTM D7899-19. – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019. – 7 p.
2. Розбах, О.В. Экспресс-диагностика качества высокощелочных моторных масел способом «капель-

ной пробы»: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / О.В. Розбах. – Омск, 2006. – 137 л.

3. Способ экспресс-оценки рабочих свойств работающих моторных масел в полевых условиях методом «масляного пятна»: пат. RU 2 563 206 / А.В. Дунаев, С.А. Соловьев. – Опубл. 20.09.2015.

4. Серков, А.П. Совершенствование обслуживания автотранспортных средств за счет диагностики технического состояния эксплуатационных материалов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А.П. Серков. – Омск, 2018. – 189 л.

5. Хорстмейер, Г. Способ и устройство для анализа масел и технических рабочих жидкостей и для квалифицированной оценки рабочих состояний элементов: пат. RU 2 649 095/ Г. Хорстмейер. – Опубл. 29.03.2018.

6. Spreading of liquid drops over porous substrates / V.M. Starov [et al] // Advances in Colloid and Interface Science. – 2003. – № 104. – P. 123-158.

7. Rosenholm, J.B. Liquid spreading on solid surfaces and penetration into porous matrices: Coated and uncoated papers / J.B. Rosenholm // Advances in Colloid and Interface Science. – 2015. – № 220. – P. 8-53.

8. Chebbi, R. Absorption and spreading of a liquid droplet over a thick porous substrate / R. Chebbi // ACS Omega. – 2021. – № 6. – P. 4649-4655.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.11.2021

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ В УСЛОВИЯХ ФИНАНСОВОГО ОЗДОРОВЛЕНИЯ

Н.Г. Королевич,

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

Н.А. Бычков,

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

Г.В. Хаткевич,

ст. преподаватель каф. экономики и организации предприятий АПК БГАТУ

Организация агропромышленного производства в современных условиях предполагает укрепление экономики убыточных, устойчиво неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций с использованием широкого круга инструментов, недопущения негативных социальных последствий, обеспечения единой государственной политики в области поддержки сельскохозяйственных производителей, их реабилитации, привлечения инвестиций. Участие государства в осуществлении данного процесса находит свое отражение в подготовке и принятии органами управления комплекса организационно-правовых мер по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций, привлечению потенциала других сфер экономики, отечественных и зарубежных инвесторов, а также развитию предпринимательства на основе и в рамках, так называемого, делегированного управления. Данные меры позволяют заметно снизить давление на государственный бюджет, поскольку переориентация на потенциальных инвесторов, эффективных управляющих проблемными организациями в сельском хозяйстве дает экономию бюджетных средств.

Ключевые слова: неплатежеспособность, неэффективные (убыточные) организации, финансовое оздоровление, открытые акционерные общества.

The organization of agro-industrial production in modern conditions assumes the economy strengthening of unprofitable, insolvent agricultural organizations using a wide range of tools, preventing negative social consequences, ensuring a unified state policy in the field of agricultural producers support, their recovery, and attracting investment. The state participation in the implementation of this process is reflected in the preparation and adoption of a set of organizational legal measures by the management bodies for the financial recovery of agricultural organizations, attracting the potential of other sectors of the economy, domestic and foreign investors, as well as the development of entrepreneurship on this basis and within the framework of the so-called delegated management, which can significantly reduce the pressure on the state budget, since reorientation on potential investors, effective managers of problematic organizations in agriculture gives budget savings.

Key words: insolvency, inefficient (unprofitable) organizations, financial recovery, stock companies.

Введение

В соответствии с Указами Президента Республики Беларусь от 4 июля 2016 г. № 253 «О мерах по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций» [1] и от 2 октября 2018 г. № 399 «О финансовом оздоровлении сельскохозяйственных организаций» [2], в процедуре финансового оздоровления по состоянию на 1 января 2021 года в Беларуси находилось 403 организации, из которых 264 (или 66 %) являются акционерными обществами.

Снижение количества неплатежеспособных организаций и повышение эффективности их работы – актуальная задача для агропромышленного комплекса. Оценка результатов деятельности акционерных обществ в сельском хозяйстве в условиях финансового оздоровления позволит выявить сложившиеся за-

кономерности и тренды, сильные и слабые стороны хозяйственных обществ, их преимущества и недостатки в сравнении с другими организационно-правовыми формами.

Основная часть

Анализ эффективности работы акционерных обществ (АО) в условиях проведения финансовой реструктуризации свидетельствует о их более устойчивом положении в сравнении с коммунальными унитарными предприятиями (КУП) и другими организациями АПК, находящимися в процедуре финансового оздоровления.

За период с 2016 по 2020 гг. выручка от реализации продукции, товаров, работ и услуг в АО была выше, чем в среднем по всей совокупности организаций финансового оздоровления. В 2020 году она

составила 41 тыс. руб. на одного работника или на 10% выше.

Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, в АО выше, чем в иных организациях на 6,9 %, среднемесячная заработная плата выше на 5,8 %. Отмечается положительная рентабельность реализованной продукции и восстановление показателей платежеспособности.

Авторами исследована эффективность работы АО в зависимости от доли государства в уставном фонде. Следует отметить, что в 2020 году более высокие значения имели показатели урожайности зерновых, производства молока и удоя молока на одну корову в год в группе АО без доли государства в уставном фонде. Здесь же отмечался и более низкий размер просроченной кредиторской задолженности (рис. 1).

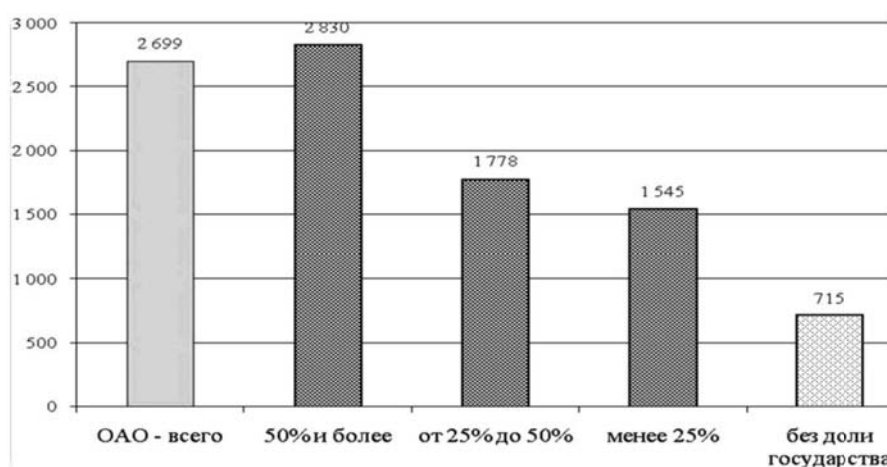


Рисунок 1. Просроченная кредиторская задолженность в расчете на один объект в зависимости от доли государства в уставном фонде, тыс. руб

Как показывают проведенные исследования, более объективно и обоснованно о платежеспособности организаций свидетельствует показатель отношения суммы просроченных обязательств к среднемесячной выручке от реализации продукции, товаров, работ, услуг. Предлагается следующая авторская методика расчета показателя ($K_{по}$) на основании данных годовых отчетов организаций:

$$K_{по} = \left(\Pi_{дк} + \Pi_{кк} + \Pi_{дсз} + \Pi_{ксз} + \Pi_{иг} + \Pi_{пкз} + \Pi_{кз} \right) \times (B_p)^{-1}, \quad (1)$$

где $\Pi_{дк}$ – просроченные долгосрочные кредиты (форма № 5, лист 2, код строки 160, графа 7);

$\Pi_{кк}$ – просроченные краткосрочные кредиты (форма № 5, лист 2, код строки 170, графа 7);

$\Pi_{дсз}$ – просроченные долгосрочные ссуды и займы (форма № 5, лист 2, код строки 180, графа 7);

$\Pi_{кз}$ – просроченные краткосрочные ссуды и займы (форма № 5, лист 2, код строки 190, графа 7);

$\Pi_{иг}$ – просроченная задолженность по исполненным гарантиям (форма № 5, лист 2, код строки 210, графа 7);

$\Pi_{пкз}$ – просроченные проценты по кредитам и займам (форма № 5, лист 2, код строки 230, графа 7);

$\Pi_{кз}$ – просроченная кредиторская задолженность (форма № 5, лист 3, код строки 250, графа 4);

B_p – выручка от реализации продукции, товаров, работ, услуг (приложение 2, код строки 010, графа 3/12).

Значение $K_{по}$ и его соотношение с другими показателями для экспресс-диагностики финансового состояния по группе организаций, находящихся в процедуре финансового оздоровления, свидетельствуют о том, что к группе платежеспособных организаций можно отнести предприятия, где рассматриваемый

коэффициент находится в диапазоне от 0 до 5 и положительно коррелирует с иными показателями финансового состояния. Все остальные организации следует отнести к группе неплатежеспособных и предполагающих использование процедур реформирования, привлечения эффективных пользователей, владельцев. Применение указанного показателя позволяет оценить своевременность платежей предприятия, его возможности погашения просроченных обязательств и проведения процедуры

реформирования.

К числу несостоятельных организаций следует относить объекты, которые не способны обеспечить погашение просроченных обязательств ($K \geq 5$) в течение 12-16 месяцев со дня наступления установленного срока для их исполнения. В отношении данной группы организаций целесообразно применять меры реабилитации в контексте законодательства.

Расчеты, проведенные применительно к акционерным обществам, находящимся в процедуре финансового оздоровления, представлены на рисунке 2.

Данные рисунка 2 свидетельствуют, что с 2016 по 2020 гг. отмечаются улучшения финансового состояния акционерных обществ в сельском хозяйстве. Это характеризуется рядом факторов, один из которых заключается в том, что в организационно-правовой форме акционерного общества образуется мощная смычка «собственник – наблюдательный совет (совет директоров) – менеджмент», в результате чего формируется управленческое ядро, выполняю-

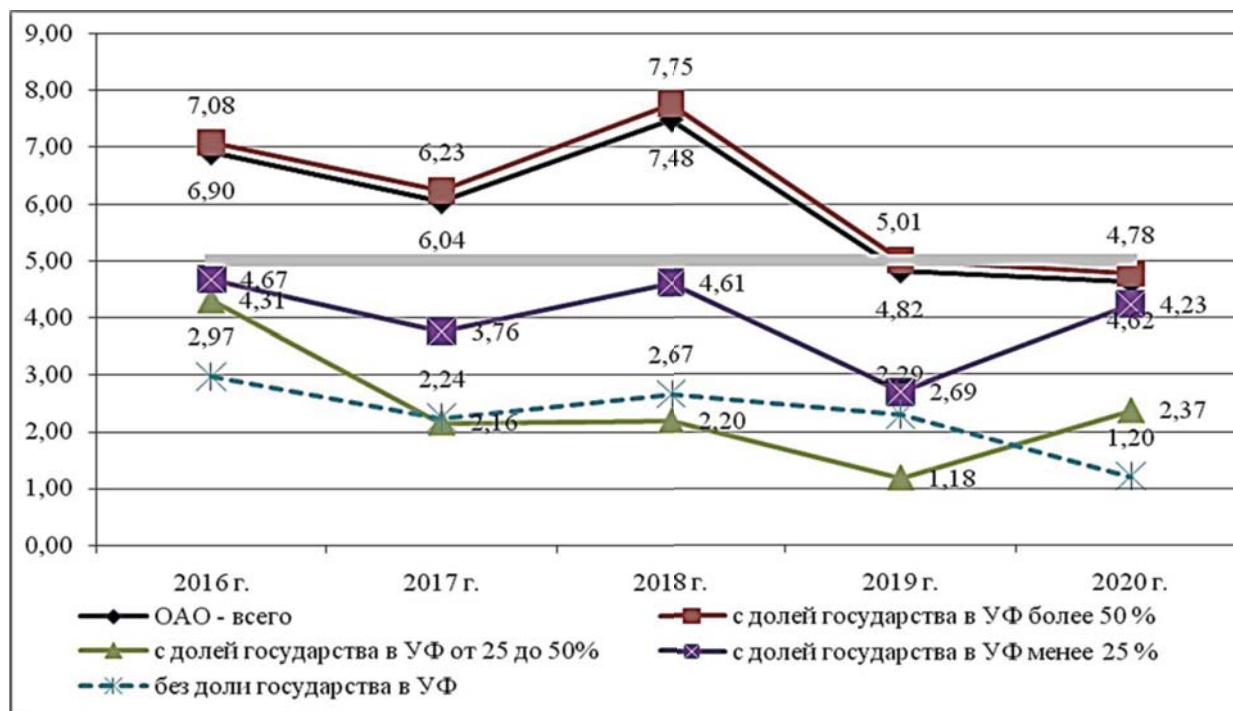


Рисунок 2. Динамика изменения коэффициента отношения суммы просроченных обязательств к среднемесячной выручке от реализации продукции, товаров (работ, услуг) в акционерных обществах, в зависимости от доли государства в уставном фонде

щее «предпринимательскую функцию» и действующее в рамках сложившихся норм и установленных правил рыночных инструментов функционирования.

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 января 2021 г. № 95-З «Об изменении законов по вопросам хозяйственных обществ», возникли новые инструменты, направленные на повышение эффективности работы акционерных обществ.

Заключение

В современных условиях, по решению общего собрания участников, в ОАО предоставляется возможность зачесть денежные требования кредиторов и (или) участников АО к самому обществу, как внесение дополнительного вклада в уставный фонд общества, приводящему к получению доли в обществе кредитором (или увеличению доли действующего участника). Таким образом, долг АО перед таким лицом трансформируется в долю (увеличение доли) в таком обществе.

Предусматривается возможность внесения вкладов в имущество общества его участниками, которые не изменяют размер уставного фонда и размер акций участников. Такую финансово-экономическую поддержку обществу можно оказывать на основании отдельного договора. Указанный механизм упрощает финансирование и предоставление необходимых ресурсов обществу. Обычно оно осуществляется двумя путями – предоставлением займа или внесением до-

полнительного вклада в уставный фонд. Преимущество безвозмездной передачи по сравнению с предоставлением займов состоит в том, что общество не будет отягощено обязательствами по возврату полученного займа. Преимущество, по сравнению с внесением вклада в уставный фонд, состоит в том, что в дальнейшем общество будет менее подвержено возможной необходимости уменьшения уставного фонда, если сумма чистых активов будет ниже величины уставного фонда. Такое уменьшение уставного фонда влечет, среди прочего, уведомление кредиторов, которые имеют право в такой ситуации потребовать досрочного исполнения обязательств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О мерах по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций: Указ Президента Респ. Беларусь, 04 июля 2016 г., № 253 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр»; Национальный центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
2. О финансовом оздоровлении сельскохозяйственных организаций: Указ Президента Респ. Беларусь, 02 октября 2018 г., № 399 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр»; Национальный центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.11.2021

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЯСОПРОДУКТОВОГО И МОЛОЧНОПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М.Н. Карашук,

мл. науч. сотр. отдела экономики АПК и лесного хозяйства
ГНУ «НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь»

В статье представлен анализ динамики объемов производства молока и мяса в организациях, относящихся к системе Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Показан рейтинг крупнейших животноводческих комплексов по критериям среднесуточного привеса и среднегодового удоя молока от коровы. Представлены данные по экспорту мясной и молочной продукции в натуральном и стоимостном выражении, изучена география поставок.

Ключевые слова: мясопродуктовый подкомплекс, молочнопродуктовый подкомплекс, объем производства, эффективность функционирования.

The article presents an analysis of the dynamics of milk and meat production volumes in the organizations of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus. The rating of the largest live-stock complexes is shown. It is accomplished according to the criteria of average daily weight gain and average annual milk yield from a cow. Export data on meat and dairy products in physical and monetary terms are presented, the sales territory is studied.

Key words: meat products subcomplex, dairy products subcomplex, production volume, functioning efficiency.

Введение

В Республике Беларусь мясопродуктовый и молочнопродуктовый подкомплексы занимают ведущее положение, которое определяется, с одной стороны, ценностью производимой продукции, с другой – производственным потенциалом сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, позволяющим обеспечить мясной и молочной продукцией не только внутренний рынок, но и расширить их экспортный потенциал.

Рынки мясной и молочной продукции являются самым крупным сегментом рынка продовольственных товаров, как по емкости, так и по числу участников. Организации мясной и молочной промышленности республики выпускаются продукты в широком ассортименте, их качество не уступает импортным аналогам. В насыщении потребительского рынка республики приоритеты отданы продукции отечественных производителей.

В структуре товарной сельскохозяйственной продукции в организациях, относящихся к системе Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, суммарно на долю мяса и молока приходится 71,3 %, в том числе на мясо – 30,4 %, молоко – 40,9 %.

Целью работы является определение значимости мясопродуктового и молочнопродуктового подкомплексов и анализ их функционирования в Республике Беларусь.

Основная часть

Мясопродуктовый подкомплекс

Мясо и мясопродукты являются одной из важнейших составляющих в питании человека. Их высокая пищевая ценность обусловлена в первую очередь количеством и качеством белков, а также содержанием в этих продуктах крайне необходимых для нормальной жизнедеятельности человека жиров и входящих в их состав ненасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов, ряда витаминов и других пищевых веществ, обеспечивающих в совокупности высокие вкусовые достоинства и усвояемость продукта.

Ежегодно на мировом рынке увеличиваются объемы производства мяса. Беларусь, как государство, обладающее необходимым потенциалом, также стремится отвечать современным требованиям рынка мясной продукции. Производство мяса и мясопродуктов в стране с каждым годом увеличивается. Объем производства скота и птицы в хозяйствах всех категорий в 2020 г. возрос по сравнению с 2016 г. на 71 тыс. т. или на 4 %, в том числе в сельскохозяйственных организациях страны было произведено 1767 тыс. т скота и птицы или 102,4 % к предыдущему году (рис. 1).

Развитый производственный потенциал позволил стране в 2020 г. произвести 137 кг мяса на душу населения, что на 38 % выше уровня потребления (99 кг) (рис. 2). Республика Беларусь занимает первое место среди стран СНГ по производству мяса и мясопродуктов в расчете на душу населения (по итогам 2019 г.).

Основу мясopодуктового подкомплекса в Беларуси составляют сельскохозяйственные организации (СХО), удельный вес которых в производстве скота и птицы составляет 95,3 %. Разведением скота мясных пород в республике занимаются 170 СХО, в 153 из которых скот содержат на отдельных фермах. Ежегодно увеличивается численность чистопородного маточного поголовья специализированных мясных пород. На 1 января 2021 г. она достигла 15,2 тыс. голов, что на 9 % выше прошлогоднего показателя и на 27 % за последние пять лет.

В мясном скотоводстве существенно выросли среднесуточные привесы крупного рогатого скота и свиней, составив в 2020 г. 600 и 622 г соответственно. Среднесуточный привес крупного рогатого скота вырос на 1,4 % по сравнению с 2016 г. Рост среднесуточного привеса свиней в 2020 г. составил 9 % к 2016 г. или увеличился на 50 г (рис. 3).

Высоких результатов по величине среднесуточного привеса КРС на выращивании и откорме в 2020 г. добились Несвижский (832 г), Брестский (793 г), Гродненский (788 г) и Мозырский районы (783 г). В 14 сельскохозяйственных организациях на комплексах по выращиванию и откорму крупного рогатого скота показатель суточной продуктивности на выращивании и откорме превысил 900 г при расходе кормов 6,3-7,7 ц к. е. В таблице 1 представлен список 20 лучших комплексов по выращиванию и откорму КРС в республике за 2020 г. [1].

Птицеводство и свиноводство в общественном секторе экономики страны полностью переведены на промышленную основу, которая подразумевает концентрацию поголовья, строгое соблюдение технологии кормления и содержания, а также использование в воспроизводстве стада свиней с высокими откормочными качествами.

Поголовье свиней размещено на 117 комплексах, на которых в 2020 г. было произведено 453,1 тыс. т

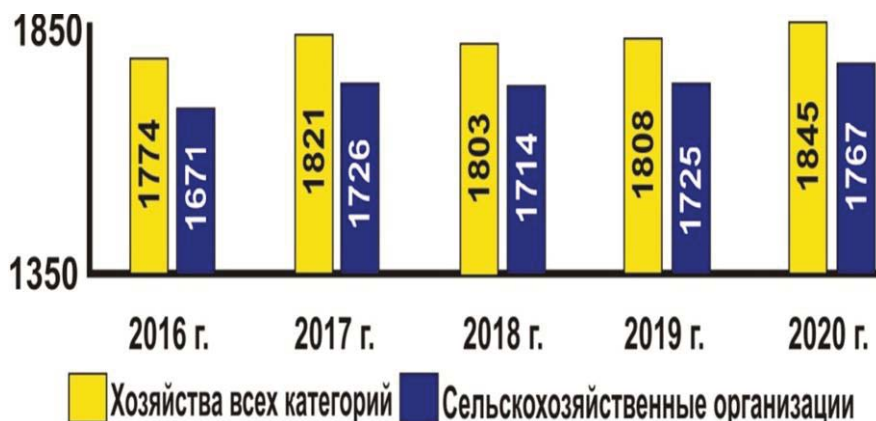


Рисунок 1. Производство скота и птицы в разрезе категорий хозяйств, тыс. т



Рисунок 2. Производство и потребление мяса на душу населения, кг/чел.

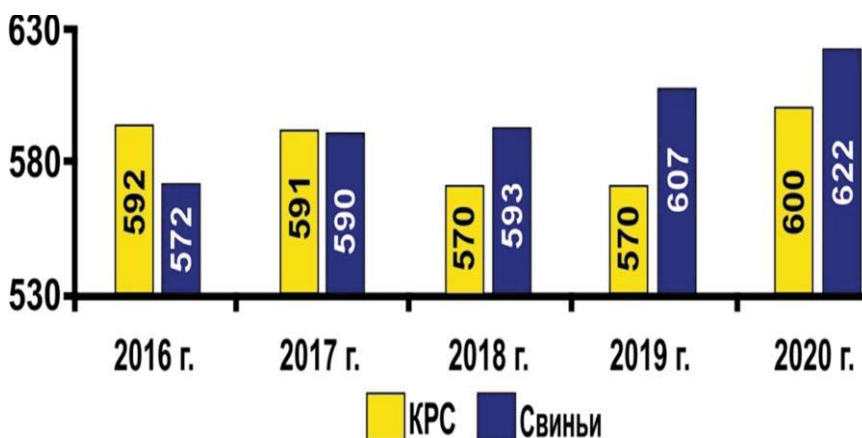


Рисунок 3. Среднесуточные привесы скота на выращивании и откорме в сельскохозяйственных организациях Беларуси, г

свиней в живом весе (106,8 % к 2019 г. и 107,8 % к 2016 г.). Лучшим свиноплексом страны по среднесуточному привесу по итогам 2020 г. стал СК «Бокинич» ОАО «Пинский КХП» [2]. Среднесуточный привес живой массы здесь достиг 988 г на голову при расходе кормов на 1 ц привеса 2,6 ц к. е. Вместе с СК «Бокинич» лидерами по среднесуточному привесу являются следующие свиноводческие комплексы:

**Таблица 1. Рейтинг лучших комплексов по выращиванию и откорму КРС
за 2020 г. по критерию среднесуточного привеса**

Хозяйство, район	Среднее поголовье	Валовой привес, т	Получено привеса на одну среднюю голову, кг	Средне-суточный привес, г
РСУП «Олекшицы», Берестовицкий	4728	1796	379,9	1039
СПУ «Протасовщина» ферма «Громовичи», Щучинский	1361	553	406,6	1028
ОАО «Василишки» комплекс «Трайги», Щучинский	4189	1536	366,8	1021
СПК «Сынковичи» комплекс «Ярнево», Зельвенский	5175	1826	352,9	981
СПК «Остромечево», Брестский	8785	3134	356,7	973
СПК «Федорский», Столинский	7874	2761	350,6	967
СПК «Прогресс-Вертелишки» комплекс «Борки», Гродненский	4604	1627	353,4	961
ОАО «Парохонское», Пинский	13235	4592	347,0	951
СПК «Городея», Несвижский	5934	2035	342,9	949
ОАО «Демброво» комплекс «Старовщина», Щучинский	5297	1885	355,9	944

ОАО «Ружаны-Агро» Пружанского района, ОАО «СК «Заболоть» Любанского района, филиал «Заря» ЗАО «Витебскагропродукт» Чашницкого района и СПК «Маяк-Заполье» Кореличского района (табл. 2).

по сравнению с предыдущим годом, и составил почти 973 млн долларов, по сравнению с 2016 г. рост экспорта составил 26 %. Самым емким продуктом в структуре экспорта мясной продукции по итогам 2020 г. стала

**Таблица 2. Рейтинг лучших свинокомплексов за 2020 г.
по критерию среднесуточного привеса**

Хозяйство, район	Расход кормов на 1 ц привеса, ц к. е.	Валовой привес, т	Получено привеса на одну среднюю голову, кг	Средне-суточный привес, г
СК «Бокиничи» ОАО «Пинский КХП», Пинский	2,6	4624	277	988
ОАО «Ружаны-Агро», Пружанский	2,7	5139	242	901
ОАО «СК «Заболоть», Любанский	2,9	4085	224	889
Филиал «Заря» ЗАО «Витебскагропродукт», Чашницкий	2,6	15400	290	878
СПК «Маяк-Заполье», Кореличский	3,0	2128	320	868
ИООО «Белдан», Слонимский	2,9	8789	216	863
СПК им. И.П. Сенько, Гродненский	2,8	7171	235	850
СПК им. Денщикова, Гродненский	3,5	4840	248	850
УП «Агрокомбинат «Ждановичи», Минский	2,8	4781	259	800
ОАО «Большевик-Агро», Солигорский	2,9	2899	152	792

По итогам 2020 г. в топ-5 птицефабрик мясного направления вошли ОАО «Птицефабрика «Дружба», ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика», ОФО «Агрокомбинат «Дзержинский», филиал «Серволукс Агро» СЗАО «Серволукс», СООО «Витконпродукт». Среднесуточный прирост цыплят-бройлеров на лучших птицефабриках мясного направления составил 54,6-62,5 г при затратах корма на 1 кг привеса 1,59-1,72 кг к. е. [3].

Беларусь в полной мере обеспечивает потребность внутреннего рынка в мясных продуктах за счет собственного производства (уровень самообеспеченности в 2019 г. составил 143 %, в 2015 г. – 136 %), при этом наполняется и внешний рынок. Экспорт мяса и мясопродуктов в целом по стране в 2020 г. возрос на 11 %

говядина – свыше 52 % от его общего объема. Вторую и третью позиции заняли мясо птицы и колбасные изделия. Мясо и мясопродукты в объеме 400 тыс. т экспортировались в 24 страны мира. Следует отметить, что Беларусь сохранила свои лидерские позиции в мировом рейтинге ведущих поставщиков мяса: по результатам 2020 г. по говядине охлажденной страна находится на девятой строчке рейтинга, по мясу птицы – на двенадцатой [4].

Проанализировав географию поставок, можно видеть, что большая доля приходится на традиционные рынки сбыта – страны СНГ.

По-прежнему нашим самым крупным торгово-экономическим партнером остается Россия. Однако ее доля за пятилетку сократилась почти на 30 п. п. и составила в 2020 г. 64,4 %. В то же время существенно выросло присутствие отечественных организаций на мясных рынках других стран СНГ. Наиболее активными покупателями белорусского мяса, преимущественно говядины, стали: Казахстан (экспорт по итогам 2020 г. составил 97357 тыс. долл. США), Узбекистан (45614,7 тыс. долл. США), Украина (10099,6 тыс. долл. США). Необходимо отметить, что за 2020 г. освоено шесть новых рынков, среди которых Малайзия, Сингапур, Экваториальная Гвинея, Афганистан, Ливан, Саудовская Аравия [5].

Немалый объем поставок мяса пришелся на страны Азии. Здесь следует отметить одно из перспективных направлений – экспорт в Китайскую народную республику. Мясо птицы и говядину в Китай поставляют 26 белорусских предприятий. В 2020 г. по сравнению с 2019 г. объем продаж вырос вдвое, и в стоимостном выражении составил 114 млн долл. США.

Молочнопродуктовый подкомплекс

Молоко по пищевым достоинствам занимает первое место среди всех животноводческих продуктов. Оно относится к незаменимым продуктам питания человека, так как в нем в сбалансированном состоянии содержатся все необходимые для организма пищевые и биологически активные вещества. Пищевая ценность молочных продуктов характеризуется оптимальной сбалансированностью его компонентов, легкой усвояемостью и высокой используемостью в рационе.

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, молоко в стране производят 1170 сельскохозяйственных организаций. Республика по-прежнему занимает уверенную позицию на рынке молочных продуктов, ежегодно увеличивая объемы производства молока. В хозяйствах всех категорий в 2020 г. объем производства молока вырос на 625 тыс. т по сравнению с 2016 г. и составил 7765 тыс. т. В сельскохозяйственных организациях страны за прошедшую пятилетку производство молока увеличилось на 11 % (рис. 4).

По данным 2019 г. Беларусь входит в топ-25 стран мира по объему производства коровьего молока. В рейтинге из 186 стран республика занимает 23 место.

В рейтинге Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь по итогам 2020 г. лидером по производству сырого молока в Беларуси стало ОАО «Журавлиное» Пружанского района. Предприятие потеснило с первого места еще одно хозяйство из самого молочного района Беларуси – ОАО «Ружаны-Агро» (табл. 3) [6].

Кроме того, в расчете на душу населения Рес-

Таблица 3. Топ-15 крупнейших производителей молока в Беларуси

Предприятие	Район	Объем производства молока в 2020 г., т	Объем производства молока в 2019 г., т
ОАО «Журавлиное»	Пружанский	49 243	39 694
ОАО «Ружаны-Агро»	Пружанский	47 324	46 749
ОАО «Беловежский»	Каменецкий	43 680	31 160
ОАО «Парохонское»	Пинский	40 725	39 043
ОАО «Василишки»	Щучинский	38 697	37 806
ОАО «Александрийское»	Шкловский	33 839	34 381
ОАО «Тихиничи»	Рогачевский	33 461	29 022
ОАО «Остромечево»	Брестский	32 820	27 258
ОАО «Агрокомбинат «Снов»	Несвижский	31 442	30 830
ОАО Витебская бройлерная птицефабрика	Витебский	31 231	26 948
ОАО «Савушкина пуца»	Каменецкий	29 124	25 251
ОАО «Смолевичи Бройлер»	Смолевичский	28 842	25 996
Сельскохозяйственный филиал Слуцкого сыродельного комбината	Слуцкий	28 803	25 251
ОАО «Агро-Колядичи»	Пружанский	26 624	26 010
ОАО «Великосельское-Агро»	Пружанский	26 284	24 307

публика Беларусь (по итогам 2019 г.) занимает 4 место в мировом рейтинге, уступая лишь Новой Зеландии, Ирландии и Дании (табл. 4) [7].

В 2020 г. в стране произвели 828 кг молока в расчете на душу населения, что в 3,4 раза превысило его потребление (244 кг). Данные по производству и потреблению молока и молочных продуктов в республике представлены на рисунке 5.

Наращивание валового производства молока в республике в основном происходит за счет максимальной реализации потенциала продуктивности коров молочного стада. Средний удой молока от коровы в сельскохозяйственных организациях страны в 2020 г. составил 5314 кг, что выше уровня



Рисунок 4. Производство молока в разрезе категорий хозяйств, тыс. т

**Таблица 4. Рейтинг стран по количеству
произведенного молока в расчете на
душу населения**

Место в мире	Страна	Производство молока на душу населения, кг/чел.
1	Новая Зеландия	4 374
2	Ирландия	1 675
3	Дания	974
4	Беларусь	785
5	Люксембург	686

Источник: составлено автором на основе данных
ФАО.



Рисунок 5. Производство и потребление молока на душу населения, кг/чел.

2019 г. на 271 кг. По сравнению с 2016 г. этот показатель увеличился на 9,5 %. Лучшие результаты достигнуты в Брестской области, где удой на корову составил 6453 кг, Гродненской – 6149 кг и Минской – 5804 кг. Среди районов лидируют Гродненский, Несвижский, Смолевичский, Дзержинский и Брестский. Продуктивность дойного стада в этих районах достигла 8000 кг. Среди предприятий на первом месте УП «Молодово-Агро» Ивановского района, средний удой на корову здесь достиг 11835 кг (табл. 5) [8].

Благодаря внедрению современных технологий производства молока, молочное скотоводство является одной из самых эффективных отраслей в агропромышленном комплексе Республики Беларусь. За период 2010-2020 гг. в Беларуси построено 1635 молочно-товарных ферм, на 1621 из которых по результатам 2020 г. было произведено почти 5 млн т молока (из более чем 7,5 млн т по республике), что на 9,4 % выше уровня 2019 г. В среднем показатель продуктивности дойного стада там достиг 5811 кг, превысив средний по республике на 497 кг.

Новые технологии не только обеспечивают мак-

**Таблица 5. Рейтинг 20 лучших сельскохозяйственных организаций Беларуси
по среднему надою молока от коровы**

Место в рейтинге по итогам 2020 г.	Место в рейтинге по итогам 2019 г.	Название организации	Район	Число коров на 1 января 2021 г.	Средний удой от одной коровы, кг	
					2020 г.	± к 2019 г.
1 (+2) ¹	3	УП «Молодово-Агро»	Ивановский	955	11 835	947
2 (0)	2	СПК им. Деньщикова	Гродненский	2 100	11 750	745
3 (-2)	1	СПК «Лариновка»	Оршанский	770	11 422	380
4 (-2)	6	Филиал «Фалько-Агро» ОАО «Агрокомбинат Дзержинский»	Дзержинский	1784	11 084	588
5 (0)	5	СПК «Агрокомбинат «Снов»	Несвижский	2850	10 903	278
6 (-1)	7	СПК «Свислочь»	Гродненский	1 160	10 841	350
7 (-3)	4	Филиал СХЗ ЗАО «Витэкс»	Узденский	490	10 707	-42
8 (+2)	10	ОАО «Боровое-2003»	Дзержинский	1 389	10 650	725
9 (+4)	13	КФХ Шруба М.Г.	Житковичский	1 000	10 605	1 054
10 (+7)	17	УП «Ханчицы-Неман»	Свислочский	901	10 409	1 083
11 (-3)	8	ГП «Совхоз-комбинат «Заря»	Мозырский	1 000	10 244	134
12 (+33)	45	СХК «Трайпл-агро» ОАО «Трайпл»	Логойский	722	10 151	1 370
13 (-2)	11	СПК «Свитязянка-2003»	Кореличский	1 800	10 090	477
14 (+10)	24	Филиал «Правда-Агро» ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский»	Дзержинский	1 763	10 059	1 021
15 (+7)	22	ОАО «Гастелловское»	Минский	1 735	9 950	827
16 (+2)	18	СПК им. И.П.Сенько	Гродненский	2 000	9 915	622
17 (+10)	27	Филиал «Пятигорье» ОАО «Агрокомбинат Дзержинский»	Дзержинский	1 980	9 901	900
18 (-6)	12	ОАО «Птицефабрика «Рассвет»	Гомельский	301	9 846	238
19 (-3)	16	ПК им. Кремко	Гродненский	2 120	9 826	492
20 (+5)	25	ОАО «Рогозьянский»	Жабинковский	1 430	9 822	791

¹ На сколько позиций изменилось место в рейтинге по сравнению с 2019 г.

симальную реализацию потенциала продуктивности коров молочного стада, но и позволяют значительно улучшить качественные показатели молока. Доля молока сорта «экстра» в общем объеме реализованного молока увеличилась с 44,8 % в 2016 г. до 59,5 % в 2020 г. Качественное молоко позволяет сельскохозяйственным организациям улучшить финансовое состояние, обеспечить эффективность производства и нарастить экспортный потенциал [9].

В структуре экспорта сельскохозяйственной продукции и продуктов питания наибольший удельный вес – 41,6 % приходится на молоко и молокопродукты. По сравнению с 2019 г. экспорт молочной продукции вырос более чем на 5 % и составил 2405,3 млн долл. США. Проведенная модернизация молокоперерабатывающих предприятий и реконструкция молочнотоварных ферм позволили Беларуси войти в пятерку главных экспортеров молочной продукции в мире, вместе с Новой Зеландией, ЕС, США и Австралией. Белорусские молочные продукты поставляются на рынки 57 стран, но основным направлением по-прежнему остается Россия, экспортные поставки в которую превысили по итогам 2020 г. 856,9 тыс. т на общую сумму, превысившую 2 млрд долл. Вместе с Россией в число крупнейших импортеров белорусской молочной продукции в 2020 г. вошли Казахстан, осуществивший закупки 49,4 тыс. т (107,8 млн долл.), Украина (26,9 тыс. т на сумму 63,8 млн долл.) и Китай (85,9 тыс. т на сумму 90,1 млн долл.).

Следует отметить, что за прошедшую пятилетку удалось существенно диверсифицировать экспортные рынки молочной продукции: поставки начали осуществляться в Монголию, Литву, Малайзию, Японию, Сирию, Саудовскую Аравию, Бангладеш, Вьетнам, Йемен и др.

Заключение

Совершенствование технологической дисциплины, обновление материально-технической базы, полноценное кормление – все это позволяет стране ежегодно наращивать объемы производства молока и мяса. В 2020 г. объем производства молока в хозяйствах всех категорий вырос почти на 9 % – с 7140 тыс. т в 2016 г. до 7765 тыс. т в 2020 г. Объем выращивания скота и птицы в хозяйствах всех категорий в 2020 г. возрос на 4 % по сравнению с 2016 г. или на 71 тыс. т. Вместе с ростом объемов производства растет и качество производимой продукции. Так, доля молока сорта «экстра» в общем объеме реализованного молока увеличилась с 44,8 % в 2016 г. до 59,5 % в 2020 г.

Республика является лидером среди стран СНГ по производству молока и мяса на душу населения. В 2020 г.

данный показатель по молоку возрос на 10,3 % по сравнению с 2016 г. и составил 828 кг, по мясу – на 11,4 % и составил 137 кг. По итогам 2019 г. по количеству произведенного молока в расчете на душу населения страна находится на 4 месте в мировом рейтинге, уступая лишь Новой Зеландии, Ирландии и Дании.

Основная доля в товарной структуре экспорта продукции АПК приходится на молочную и мясную продукцию – 41,6 % и 16,8 % соответственно. По сравнению с 2019 г. экспорт мясной продукции вырос на 11 % и составил 973 млн долл. США, молочной – на 5 % и в стоимостном выражении составил 2405,3 млн долл. США. Белорусская молочная продукция поставляется на рынки 57 стран, мясная – 24 стран. Беларусь входит в пятерку главных экспортеров молочной продукции в мире. Всего на страну приходится около 6 % мировой молочной торговли.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ерошенко, Е. Рейтинг работы комплексов по выращиванию и откорму КРС / Е. Ерошенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 34-35.
2. Ерошенко, Е. Итоги работы 50 свинокомплексов Беларуси за 2020 год / Е. Ерошенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 36-37.
3. Ерошенко, Е. Лучшие птицефабрики Беларуси за 2020 год / Е. Ерошенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 38.
4. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/>. – Дата доступа: 19.05.2021.
5. Интернет-портал Новости Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/>. – Дата доступа – 17.05.2021.
6. Сайт белорусских исследований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://thinktanks.by/>. – Дата доступа: 26.02.2021.
7. Белорусский сельскохозяйственный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agronews.com/by/>. – Дата доступа – 22.04.2021.
8. Ерошенко, Е. Топ-500 производителей молока в Беларуси за 2020 год / Е. Ерошенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 20-33.
9. Департамент ветеринарного и продовольственного надзора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dvnp.gov.by/>. – Дата доступа: 05.04.2021.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.07.2021

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УРОВНЯ НАЛОГОВОЙ НАГРУЗКИ В ЦЕНЕ РЕАЛИЗАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

И.А. Войтко,

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

В статье проведен анализ основных законодательных актов в сфере налогообложения в сельском хозяйстве Республики Беларусь, динамики объемов и структуры уплаченных налогов и платежей. Для производителей сельскохозяйственной продукции предусмотрена возможность либо перехода на особый режим налогообложения, либо применение предусмотренных льгот в рамках общего режима. Выявлено, что, несмотря на наличие различного рода налоговых послаблений, уровень налоговой нагрузки в выручке и добавленной стоимости все еще высок и дифференцирован в зависимости от вида продукции. Предложена авторская методика оценки уровня налоговой нагрузки в цене реализации отдельных видов сельскохозяйственной продукции (зерновые и зернобобовые культуры, рапс, картофель, сахарная свекла, прирост КРС (живая масса), свиней (живая масса), молоко, овощи), представляющая собой поэтапный алгоритм действий по расчету нагрузки по трем основным платежам, занимающим более 90 % в структуре налогов и сборов.

Ключевые слова: сельское хозяйство, налоги и платежи, налогообложение, аграрная политика, сельскохозяйственная продукция, государственная программа, эффективность.

The article analyzes the main taxation legislative acts in the field agriculture of the Republic of Belarus, the volume and structure dynamics of paid taxes and payments. For producers of agricultural products, it is possible to switch to a special taxation regime, or to apply the benefits from the general regime. It is revealed that despite the presence of various types of tax exemptions, the level of revenue taxes and value added taxes is still high and is differentiated depending on the product type. The author's method of assessing the taxation level in the selling price of certain types of agricultural products (grain, legumes, rape, potatoes, sugar beets, cattle growth (live weight), pig growth (live weight), milk, vegetables) is proposed. It is a step-by-step algorithm for calculating the taxation level in three main payments, which takes up more than 90% in the structure of taxes and fees.

Key words: agriculture, taxes and payments, taxation, agricultural policy, agricultural products, state program, efficiency.

Введение

Аграрная сфера для подавляющего большинства стран мира сохраняет свою значимость как отрасль, призванная обеспечить национальную продовольственную безопасность, а также как сфера человеческой жизнедеятельности, способная в наибольшей степени сохранить уникальную национальную культуру и традиции. При этом сельское хозяйство по сравнению с промышленностью остается менее привлекательным местом приложения труда. Основными причинами этого являются следующие факторы: доходность производства подвержена большему воздействию природно-климатических рисков; менее развитая социальная и производственная инфраструктура на селе; условия труда предусматривают ненормированный рабочий день; требуется более широкая квалификация работников аграрной сферы вследствие сезонности производства и другие.

Учитывая это, подавляющее большинство стран стремятся поддержать отечественного производителя

сельскохозяйственной продукции. Как показывает практика, для поддержки агропромышленного комплекса (АПК) могут использоваться различные инструменты государственного регулирования, направленные на стимулирование деловой активности и поддержание доходности, включая льготы в области налогообложения.

В ходе исследования изучены международные и национальные нормативно-правовые акты в сфере налогообложения в сельском хозяйстве. Использованы методы – системного и сравнительного анализа, расчетно-конструктивный, монографический.

Основная часть

Основные положения налогообложения в сельском хозяйстве содержатся в Налоговом кодексе Республики Беларусь [1, 2]. Кроме того, производители сельскохозяйственной продукции обязаны уплачивать взносы в фонд социальной защиты населения, порядок расчета и уплаты которых отражен в Законе Республики Беларусь от 29 февраля 1996 г. № 138-

ХIII «Об обязательных страховых взносах в бюджет государственного внебюджетного фонда социальной защиты населения Республики Беларусь» [3].

Производителям сельскохозяйственной продукции предоставлено право использовать особый режим налогообложения, который предусматривает уплату следующих основных налогов и платежей:

- единый налог для производителей сельскохозяйственной продукции;
- налог на добавленную стоимость;
- отчисления в фонд социальной защиты населения;
- налог за пользование природными ресурсами (экологический налог);
- акцизы (в случае ввоза и (или) реализации под-акционной продукции).

Право перейти на уплату налогов по особому режиму имеют организации, у которых за предыдущий календарный год сумма выручки от реализации произведенных ими сельскохозяйственной продукции, продукции первичной переработки льна и выручки от реализации продукции, изготовленной этой организацией из произведенной ею сельскохозяйственной продукции, в части, приходящейся на такую сельскохозяйственную продукцию, составляет не менее 50 % общей суммы выручки организации, а также организации в части деятельности филиала, у которого за предыдущий календарный год сумма выручки от реализации произведенных им сельскохозяйственной продукции, продукции первичной переработки льна и выручки от реализации продукции, изготовленной этим филиалом из произведенной им сельско-

хозяйственной продукции, в части, приходящейся на такую сельскохозяйственную продукцию, составляет не менее 50 % общей суммы выручки филиала [2].

По данным сельскохозяйственных организаций системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, в 2019 г. 950 организаций (или 97,8 % от общего количества организаций) уплачивали налоги по особому режиму.

Как показывает практика, наличие возможности снизить количество рассчитываемых и уплачиваемых налогов и платежей, становится определяющим фактором при принятии решения о переходе на особый режим налогообложения. Динамика и структура налогов и платежей приведена в таблице 1 [4-7].

Как видно из приведенных данных, сельскохозяйственные организации Республики Беларусь уплачивают все налоги и платежи, предусмотренные действующим налоговым законодательством. Это объясняется тем, что не все организации перешли на уплату налогов по особому режиму и есть группа предприятий, которые уплачивают налоги по общему режиму с применением всех льгот, предусмотренных для производителей сельскохозяйственной продукции. Наибольший удельный вес в структуре налогов и платежей приходится на отчисления в фонд социальной защиты населения.

Наряду с невысокой эффективностью деятельности, такой большой размер подлежащих к уплате отчислений в фонд социальной защиты населения, приводит к тому, что сельскохозяйственные организации Республики Беларусь несут довольно высокую налоговую нагрузку (табл. 2).

Таблица 1. Динамика начисленных налоговых платежей и взносов во внебюджетные фонды в сельскохозяйственных организациях системы Минсельхозпрода в целом по Республике Беларусь¹

Показатели	2016		2017		2018		2019	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Налог на прибыль	714	0,13	1311	0,21	1149	0,17	1187	0,16
Прочие налоги и сборы, исчисляемые из прибыли (дохода)	372	0,07	426	0,07	113	0,02	76	0,01
Прочие платежи, исчисляемые из прибыли (дохода)	344	0,06	248	0,04	374	0,05	255	0,03
Налог на доходы – всего		0,00	3	0,00	426	0,06	175	0,02
Налог на добавленную стоимость ²	17547	3,22	36974	5,92	26281	3,86	21568	2,92
Акцизы	18763	3,45	18639	2,98	21264	3,12	17706	2,40
Единый налог для производителей сельскохозяйственной продукции	62034	11,39	72669	11,63	75680	11,11	83866	11,36
Единый налог при упрощенной системе налогообложения	8	0,00	11	0,00	72	0,01		0,00
Налог на недвижимость	442	0,08	976	0,16	668	0,10	540	0,07
Земельный налог	482	0,09	701	0,11	587	0,09	866	0,12
Налог за пользование природными ресурсами (экологический налог)	498	0,09	458	0,07	522	0,08	813	0,11
Местные налоги и сборы	204	0,04	244	0,04	114	0,02	139	0,02
Отчисления в фонд социальной защиты населения	443236	81,38	492171	78,77	554081	81,32	611044	82,77
ИТОГО	544644	100	624831	100	681331	100	738235	100
Подоходный налог с физических лиц	147395		164116		188863		214428	

Примечание. Таблица составлена автором на основе данных сельскохозяйственных организаций, подчиненных Министерству сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

¹ Приведены данные по сумме налогов и платежей, причитающихся по расчету.

² Определялась как разница между суммой, причитающейся по расчету, и суммой, принятой к зачету.

**Таблица 2. Основные показатели, характеризующие налоговую нагрузку
в сельском хозяйстве Республики Беларусь¹**

Показатели	Период			
	2016	2017	2018	2019
Выручка от реализации продукции, товаров, работ, услуг, тыс. руб.	5988380	7064170	7425207	8178852
Совокупный размер налогов и платежей, причитающихся к уплате сельскохозяйственными организациями, тыс. руб. (таблица 1)	544644	624831	681331	738235
Налоговая нагрузка в выручке сельскохозяйственных организаций, %	8,22	8,0	8,29	8,15
Основные налоги (единый сельскохозяйственный налог, НДС, отчисления в ФСЗН), тыс. руб.	522817	601814	656042	716478
Налоговая нагрузка по трем основным налогам в выручке сельскохозяйственных организаций, %	7,9	7,7	8,0	7,9
Валовая добавленная стоимость ² , тыс. руб.	2159203	2734090	2800214	3386436
Налоговая нагрузка в добавленной стоимости сельскохозяйственных организаций, %	25,2	22,9	24,3	21,8
Налоговая нагрузка по трем основным налогам в добавленной стоимости сельскохозяйственных организаций, %	24,2	22,0	23,4	21,2
<i>Примечание. Таблица составлена автором на основе данных сельскохозяйственных организаций, подчиненных Министерству сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.</i>				
¹ По данным сельскохозяйственных организаций системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.				
² Рассчитано как сумма прибыли до налогообложения (отчет о прибылях и убытках) и затрат на оплату труда с отчислениями, амортизации основных средств и нематериальных активов (форма № 8-АПК).				

Как видно, средняя налоговая нагрузка в выручке сельскохозяйственных организаций достигает 8 %, в валовой добавленной стоимости – превышает 22 %, что является довольно высоким показателем, несмотря на применяемые льготы.

В то же время, производство и реализация отдельных видов сельскохозяйственной продукции имеет различную налоговую нагрузку. Учитывая то, что наибольшую долю в совокупном размере налогов и платежей занимают отчисления в фонд социальной защиты населения, очевидно, что чем больше доля затрат на оплату труда в цене продукции, тем более высокую нагрузку предприятия несут при производстве и реализации такой продукции [6, 7].

В ходе проведения исследований была предпринята попытка расчета налоговой нагрузки в выручке по отдельным видам сельскохозяйственной продукции. Учитывая то, что в доступе исследователей имелся ограниченный набор статистических данных, была разработана методика расчета налоговой нагрузки в цене реализации отдельных видов сельскохозяйственной продукции.

Цель разработки. Формирование методологической базы для расчета налоговой нагрузки в цене реализации отдельных видов сельскохозяйственной продукции с использованием данных годового отчета сельскохозяйственной организации(ий).

Особые условия

1. Методика предусматривает проведение расчета по сельскохозяйственным организациям по трем основным налогам и платежам, которые занимают 95-96 % в совокупном размере налогов и платежей (единый налог для производителей сельскохозяйственной продукции, НДС, отчисления в ФСЗН).

2. Все расчеты, предусмотренные методикой, выполняются отдельно по каждому виду продукции (зерновые и зернобобовые, рапс, картофель, сахарная свекла, прирост ж.м. КРС, прирост ж.м. свиней, молоко и др.)

3. При расчете налоговой нагрузки используются различные подходы в части определения размера отчислений в фонд социальной защиты населения по продукции растениеводства и животноводства. Это обусловлено тем, что часть продукции растениеводства (зерно, картофель) не проходит стадию реализации и используется в животноводстве на корм скоту. При этом, в затратах на производство продукции животноводства учитываются затраты на корма собственного производства и отдельно расходы на оплату труда не выделяются. Это требует выработки подхода по определению той части отчислений в фонд социальной защиты населения, которая приходится на производство собственных кормов, используемых в организации для нужд животноводства.

Исходная информация. Данные годового отчета сельскохозяйственной организации (ий), действующее налоговое законодательство Республики Беларусь.

Условные обозначения показателей, участвующих в расчетах:

ОТЧ_{ФСЗН} – сумма отчислений в фонд социальной защиты населения, причитающийся на реализованную продукцию (по видам), тыс. руб.;

ФОТ_{реал} – затраты на оплату труда с начислениями по видам продукции, скорректированные на реализованную продукцию, тыс. руб.;

ФОТ_{нереал} – затраты на оплату труда с начислениями по видам продукции растениеводства, приходящиеся на нерезализованную продукцию (условно – зерно, картофель, переданные на корм скоту), тыс. руб.;

D_3 – доля себестоимости реализованной продукции (по видам) в общей сумме затрат на производство этого вида продукции;

$Z_{пр}$ – затраты на производство продукции (по видам) всего (форма 9-АПК – по растениеводству, форма 13-АПК – по животноводству), тыс. руб.;

$Z_{реал}$ – полная себестоимость реализованной продукции (форма 7-АПК), тыс. руб.;

$ФОТ_{доп}^{жив}$ – фонд оплаты труда по продукции растениеводства (по видам), переданной минуя реализацию на корм скоту и приходящийся на производство продукции животноводства (по видам), тыс. руб.;

$ДФОТ_{прод}^{жив}$ – доля затрат на оплату труда по каждому виду производимой продукции животноводства в общей сумме затрат на оплату труда при производстве всей продукции животноводства, тыс. руб.

$ОТЧ_{ФСЗН}^{доп}$ – дополнительная сумма отчислений в фонд социальной защиты населения по реализации продукции животноводства (по видам продукции), но понесенных в растениеводстве, тыс. руб.

$E_{с/х}$ – сумма единого налога для производителей сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.

$V_{реал}$ – выручка от реализации продукции (по видам), тыс. руб.

НДС – сумма налога на добавленную стоимость, причитающаяся на реализованную продукцию (по видам продукции), тыс. руб.

$НДС_{расч}$ – сумма налога на добавленную стоимость, причитающаяся по расчету (форма № 5);

$Д_{НДС}$ – фактическая доля налога на добавленную стоимость к уплате к налогу, причитающемуся по расчету (в целом по предприятию);

$Н_{абс}$ – совокупная сумма основных налогов (отчисления в фонд социальной защиты населения, налог на добавленную стоимость, единый налог для производителей сельскохозяйственной продукции), тыс. руб.

Алгоритм проведения расчета

Этап 1. Расчет размера отчислений в фонд социальной защиты населения по каждому виду продукции.

По продукции растениеводства и животноводства (до корректировки):

$$ОТЧ_{ФСЗН} = ФОТ_{реал} * 0,35,$$

$$ФОТ_{реал} = ФОТ_{пр} * D_3$$

$$D_3 = Z_{реал} / Z_{пр},$$

где 0,35 – фактическая сложившаяся в период 2016–2019 гг. доля отчислений в фонд социальной защиты населения, причитающихся по расчету (форма 5) в совокупных затратах на оплату труда (форма № 8-АПК).

По животноводству:

Корректировка. Расчет отчислений в ФСЗН по продукции животноводства на начальном этапе производится по формулам 1–3. Затем делается корректировка, которая обусловлена тем, что часть произведенной продукции растениеводства (зерновые, картофель) направляется напрямую на корм скоту, минуя

процедуру реализации. Если часть отчислений, которая была начислена и уплачена на нереализованную продукцию, не принята в расчеты, налоговая нагрузка в целом по предприятию будет существенно отличаться в большую сторону от расчетной налоговой нагрузки по отдельным видам реализации продукции. Это снизит объективность проводимых расчетов, так как часть отчислений в ФСЗН не будет отнесена в налоговую нагрузку какого-либо отдельно взятого вида продукции (будут учтены в части затрат на корма собственного производства, но не как платеж в бюджет).

Поэтому отчисления в ФСЗН, приходящиеся на нереализованную продукцию растениеводства, следует отнести на продукцию животноводства (прирост живой массы КРС, свиней, молоко и пр.) пропорционально доле затрат на оплату труда, приходящуюся на каждый вид продукции в общей сумме затрат на оплату труда в производстве продукции животноводства. Для этого следует рассчитать ту часть затрат на оплату труда, которая фактически была понесена в растениеводстве, но явилась составной частью производства продукции животноводства:

$$ФОТ_{доп}^{жив} = ФОТ_{нереал}^{раст} * ДФОТ_{прод}^{жив}$$

$$ДФОТ_{прод}^{жив} = ФОТ_{прод}^{жив} / ФОТ_{всего}^{жив}$$

$$ОТЧ_{ФСЗН}^{доп} = ФОТ_{доп}^{жив} * 0,35$$

$$ОТЧ_{ФСЗН} = ОТЧ_{реал} + ОТЧ_{ФСЗН}^{доп},$$

Этап 2. Расчет суммы единого налога для производителей сельскохозяйственной продукции.

$$E_{с/х} = V_{реал} * 0,01,$$

где 0,01 – ставка налога (1 % от выручки от реализации продукции);

Этап 3. Расчет суммы налога на добавленную стоимость, приходящейся на реализацию отдельных видов продукции (по видам).

В Республике Беларусь принят зачетный метод расчета и уплаты налога на добавленную стоимость, что требует особого подхода при расчете суммы НДС, приходящейся на реализацию отдельных видов продукции (по видам). Такой особый подход предусматривает необходимость выделения той суммы налога, которая уплачена предприятием и которая может быть отнесена на выручку от реализации отдельных видов продукции (в рамках имеющейся отчетности).

$$НДС = V_{реал} * 0,107 * Д_{НДС},$$

где 0,107 – фактическая сложившаяся в период 2016–2019 гг. доля налога на добавленную стоимость (как разница между суммой налога, причитающегося по расчету и суммой налога, принятого к зачету, что отражено в форме № 5) в выручке от реализации продукции без налога (форма № 7-АПК);

Этап 4. Расчет совокупной суммы основных налогов (отчислений в фонд социальной защиты населения, налог на добавленную стоимость, единый налог для производителей сельскохозяйственной продукции).

$$Н_{абс} = НДС + E_{с/х} + ОТЧ_{ФСЗН}$$

Этап 5. Расчет налоговой нагрузки в выручке от реализации продукции.

Корректировка. Учитывая то, что размер выручки от реализации продукции в форме № 7-АПК отражен без налога на добавленную стоимость, для объективности расчета налоговой нагрузки, в знаменателе размер выручке от реализации продукции следует увеличить на сумму налога на добавленную стоимость:

$$N_{\text{выр}} = \frac{N_{\text{абс}}}{V_{\text{реал}} + \text{НДС}_{\text{расч}}} * 100 \%$$

Практическая реализация методики. Методика может быть использована Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь при выработке приоритетных направлений проводимой аграрной политики, субъектами хозяйствования при разработке бизнес-планов развития и принятии управленческих решений, учреждениями образования аграрного профиля – в образовательном процессе.

Расчеты, проведенные по разработанной методике (табл. 3), показали, что наибольший уровень нало-

2. Важность расширения практики льготного налогообложения в сельском хозяйстве, а также то, что мировой опыт свидетельствует об усилении со стороны правительств развитых стран мира поддержки производства и реализации отдельных видов продукции, обусловила необходимость проведения оценки налоговой нагрузки в том числе по видам продукции. В ходе исследований была разработана и апробирована методика оценки уровня налоговой нагрузки в цене реализации отдельных видов сельскохозяйственной продукции (зерновые и зернобобовые культуры, рапс, картофель, сахарная свекла, прирост КРС (живая масса), прирост свиней (живая масса), молоко, овощи), представляющая собой поэтапный алгоритм действий по расчету трех основных платежей, занимающих более 90 % в структуре налогов и сборов. Предлагаемые методологические подходы могут быть использованы при выработке стратегий и программ развития АПК в части проводимой аграрной политики, а также непосредственно субъектами бизнеса при разработке планов развития и принятии других управленческих решений, учреждениями образования – в образовательном процессе.

Таблица 3. Налоговая нагрузка в выручке отдельных видов сельскохозяйственной продукции, %

Продукция	Годы			
	2016	2017	2018	2019
Зерновые и зернобобовые, всего	4,83	4,91	4,88	4,69
Рапс	3,64	3,82	4,14	3,82
Сахарная свекла	2,79	3,13	3,39	3,16
Картофель	8,43	7,28	7,00	6,92
Овощи открытого грунта	6,87	8,55	9,10	7,35
Овощи защищенного грунта	7,05	6,84	8,10	7,26
Прирост ж.м. КРС	9,70	9,91	9,79	10,96
Прирост ж.м. свиней	4,94	4,80	4,96	4,67
Молоко	7,09	6,69	6,55	6,54

Примечание. Показатели в таблице рассчитаны с использованием авторской методики на основе данных сельскохозяйственных организаций, подчиненных Министерству сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

говой нагрузки в выручке (цене) от реализации продукции имеют такие продукты, как прирост живой массы КРС, овощи открытого и защищенного грунта, а также картофель. Самая низкая налоговая нагрузка была выявлена на реализации сахарной свеклы и рапса.

Заключение

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Все большее внимание в нашей стране и в зарубежных странах уделяется применению косвенных мер поддержки, основной из которых является льготное налогообложение. Эта мера вызывает особый интерес в условиях усиления экономического кризиса, когда возможности бюджета по финансированию отрасли снижаются, а требуется выработка подходов по поддержке посредством мер, не требующих прямого перевода денежных средств. В этой связи автором была проведена оценка величины предоставляемых налоговых льгот, которая показала, что в последние годы размер такой поддержки составлял порядка 50 % прямой бюджетной поддержки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Налоговый Кодекс Республики Беларусь (общая часть) [Электронный ресурс]: 29 декабря 2009 г., № 71-3: принят Палатой представителей 15 ноября 2002 г. : одобр. Советом Респ. 2 декабря 2002 г.: в ред. Законов Республики Беларусь от 30.12. 2018 г. № 159-3, от 29.12.2020 № 72-3 / Национальный центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
2. Налоговый Кодекс Республики Беларусь (особенная часть) [Электронный ресурс]: 29 декабря 2009 г., № 71-3: принят Палатой представителей 11 декабря 2009 г. : одобр. Советом Респ. 18 декабря 2009 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 29.12.2020 г. № 72-3 / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
3. Об обязательных страховых взносах в бюджет государственного внебюджетного фонда социальной защиты населения Республики Беларусь: Закон Респ. Беларусь от 29 февраля 1996 г. № 138-ХІІІ: в ред. от 09 января 2017 г. № 14-3. – Минск: Консультант-Плюс, 2021.
4. Бельский, В.И. Экономический механизм государственного регулирования сельскохозяйственного производства: теория, методология, практика / В.И. Бельский. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2018. – 265 с.
5. Войтко, И.А. Изучение основных методических подходов к формированию системы прямого бюджетного субсидирования АПК в условиях меж-

дународной интеграции / И.А. Войтко, Л.В. Шабуня // Механизмы эффективного регулирования развития АПК в современных условиях: вопросы теории и методологии; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2019. – С.85–95.

6. Войтко, И.А. Государственная поддержка сельского хозяйства в условиях международной экономической интеграции / А.Л. Ломакина, И.А. Войтко // Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь; редкол. В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. / Нац. акад. наук Беларуси; Министерство

сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: Беларуская навука, 2020. – С. 107-111.

7. Войтко, И.А. Налогообложение в аграрной сфере / И.А. Войтко // Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь; редкол. В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. / Нац. акад. наук Беларуси; Министерство сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: Беларуская навука, 2020. – С. 111–116.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 16.12.2021

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

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

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



Основные технические данные

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

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «АГРОПАНОРАМА» В 2021 ГОДУ

№ 1/2021

И.С. КРУК, Ф.И. НАЗАРОВ, Ю.В. ЧИГАРЕВ	Снижение удельных энергозатрат на обработку почвы катковыми приставками с кольчато-прутковыми рабочими органами
Т.А. ВАРФОЛОМЕЕВА	Определение вертикальной нагрузки на ведущие колеса трактора
А.М. КРАВЦОВ, Д.С. ШАХРАЙ	Совершенствование дождевальных машин применением дождеобразующих устройств с регулируемыми гидравлическими характеристиками
Н.Н. ВЕЧЕР, Т.М. ДАЙНЕКО	Особенности возделывания амаранта метельчатого (<i>Amaranthus paniculatus</i> L.) на зеленую массу
Е.В. ТАРАЗЕВИЧ	Изучение репродуктивных показателей самок радужной форели и оценка пищевой ценности икры и мяса
В.С. КОРКО	Влияние формы и размеров корнеплодов на характер распространения ультразвуковых колебаний в жидких средах
В.А. КОРОТИНСКИЙ, В.Ф. КЛИНЦОВА	Исследование эффективности инновационной системы энергообеспечения агрогородков с использованием биогазовых комплексов
С.С. НЕФЕДОВ, В.И. ЕПИФАНОВ, К.В. ГАРКУША	Методика расчета концентраторной системы с многоугловыми жалюзийными гелиостатами
Н.А. ПЕТРИЩЕВ, И.М. МАКАРКИН, В.С. ГЕРАСИМОВ, А.О. КАПУСТКИН, А.С. САЯПИН, Д.А. ЖДАНКО	Рекомендации по использованию агрегатов вторичного рынка в многофункциональных стендах для контроля качества ремонта агрегатов трансмиссии и гидропривода
И.П. КОЗЛОВСКАЯ	Проблемы и направления развития рынка тепличных овощей в Республике Беларусь

№ 2/2021

А.Ф. БЕЗРУЧКО, Н.И. ЗЕЗЕТКО	Виброизоляция кабины трактора
В.В. ПОДДУБИЦКИЙ, В.П. ЧЕБОТАРЕВ	Результаты экспериментальных исследований неравномерности распределения твердого топлива
И.М. ШВЕД	Определение параметров сопла кожуха миксера для перемешивания навоза
М.А. ПРИЩЕПОВ, Ан. СИЛЬЧЕНКО, Ю.Н. СИЛКОВИЧ, Ал. А. СИЛЬЧЕНКО	Разработка моделей и программных средств для расчета общей динамики агрегата на базе одноосного мобильного энергетического средства тягового типа
Е.В. ТАРАЗЕВИЧ	Репродуктивные показатели тремлянской породы карпа 9-10 селекционных поколений и факторы, влияющие на них
М.А. ПРИЩЕПОВ, А.И. ЗЕЛЕНЬКЕВИЧ, В.М. ЗБРОДЫГА	Технико-экономическая оптимизация конструктивных параметров трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом»
Н.С. ЯКОВЧИК, Е.В. САДЫКОВ	О радиологических аспектах мясного коневодства
Д.А. ЖДАНКО, Т.А. НЕПАРКО, Д.И. СУШКО, П.С. ХМЕЛЬНИЦКИЙ	Методика оценки технического состояния гидростатической трансмиссии мобильных энергетических средств
Н.В. КИРЕЕНКО, К.Г. МЕЛЕШКО	Тенденции и направления развития товаропроводящей сети в системе продвижения сельскохозяйственных товаров на внешний рынок
Н.Н. КИРЕЕНКО, Л.К. ГОЛУБ	Совершенствование методики контроля расчетов по возмещению ущерба работниками организации

№ 3/2021

Г.И. ГЕДРОИТЬ, С.В. ЗАМЕМОНСКИЙ	Объемы работ и условия эксплуатации транспортных средств
С.Н. БОНДАРЕВ, А.В. КИТУН	Зависимость удельной энергоемкости процесса машинного доения от конструктивных и технологических параметров доильного аппарата

Н.С. ЯКОВЧИК, А.Ж. ДОСУМОВА, Б.Ж. КУБЕКОВА	Основы селекции коров голштинской породы разных генотипов
Д.К. НАЙМАНОВ, Н.С. ЯКОВЧИК, Н.В. ПАПУША, Б.Ж. КУБЕКОВА, А.Ж. ДОСУМОВА	Влияние генотипов коров черно-пестрой породы на молочную продуктивность и качественные показатели молока в условиях Костанайской области Северного Казахстана
М.А. ПРИЩЕПОВ	К вопросу о расчете параметров схемы замещения асинхронных двигателей по каталожным данным
К.В. ЩУРИН, Д.А. ЖДАНКО	Магнитная активация топлива как эффективный способ повышения энергетических и экологических показателей двигателей внутреннего сгорания
Л.В. КОРБУТ	Теоретико-методологические подходы к исследованию проблем развития сельской экономики
Г.И. ГАНУШ, А.А. БУРАЧЕВСКИЙ, В.В. ЛИПНИЦКАЯ	Совершенствование системы обеспечения крупнотоварных свиноводческих комплексов племенным молодняком на основе межхозяйственной кооперации
А.П. ШКЛЯРОВ, И.В. КУЛАГА	Приоритетные направления импортозамещения на рынке овощной продукции
Е.М. БОРОДИНСКАЯ, Л.П. КВАЧУК	Повышение профессионального уровня работников сельскохозяйственных организаций как фактор инновационного развития аграрного сектора Республики Беларусь

№ 4/2021

Н.Н. РОМАНЮК, К.В. САШКО, П.Н. ЛОГВИНОВИЧ, В.А. АГЕЙЧИК, А.В. ГОРНЫЙ, Д.Н. ГРИЩЕНКО	Обоснование технологических и кинематических параметров очесывающего устройства машины для уборки топинамбура
В.А. БУРДЕЙКО, В.Б. ЛОВКИС	Расчет технологических параметров машины для сбора колорадского жука
Д.И. КОМЛАЧ, А.С. ВОРОБЕЙ, И.А. БАРАНОВСКИЙ, Н.Л. РАКОВА, Ж.И. ПАНТЕЛЕЕВА, М.Н. ТРИБУНАЛОВ	Обоснование кинематических параметров автоматической установки для удаления некондиционных клубней картофеля струей сжатого воздуха
А.В. КРУТОВ, И.А. ШИХАРЕВ	К вопросу промышленного выращивания шампиньонов в Республике Беларусь
В.А. ДАЙНЕКО, Ж.Г. ЮРКОВЕЦ	Методы диагностики асинхронных электродвигателей в рабочих режимах и перспективы их применения
О.А. ЛЮБЧИК	Использование древесной биомассы в качестве топлива как направление укрепления энергетической безопасности Республики Беларусь: оценка и прогноз потенциала
Г.И. ГАНУШ, В.С. ПЫЛ	Методологические подходы к выбору направлений специализации предпринимательской деятельности в отрасли пчеловодства
И.А. КОНТРОВСКАЯ	Стимулирование развития предпринимательства в сельской местности Республики Беларусь
И.А. ВОЙТКО	Роль государственных программ развития аграрного бизнеса в обеспечении бюджетной поддержки сельского хозяйства Республики Беларусь
С.Д. ЮДИЦКАЯ	Концептуальные подходы к оценке устойчивости развития сельских территорий

№ 5/2021

А.И. БОБРОВНИК, Т.А. ВАРФОЛОМЕЕВА, М.М. ДЕЧКО, Н.Н. ЗЕЗЕТКО,	Определение глубины колеи под сдвоенными задними колесами трактора «БЕЛАРУС 2022.5» на суглинке
И.Н. ШИЛО, В.М. ПОЗДНЯКОВ, С.А. ЗЕЛЕНКО	Анализ результатов экспериментальных исследований сортирования семян льна
М.А. ПРИЩЕПОВ, Е.М. ПРИЩЕПОВА	Расчет предельных механических и электромеханических характеристик при частотном регулировании скорости в разомкнутой системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель

С.М. БАРАЙШУК, И.А. ПАВЛОВИЧ, М.Х. МУРОДОВ, Х. АБДУЛХАЕВ, А.Н. СКРИПКО	Снижение сопротивления заземляющих устройств применением обработки грунта неагрессивными к материалу заземлителя стабилизирующими влажностью добавками
Д.А. ЖДАНКО, О.О. МУХЛЯ	Оценка технического состояния форсунок топливной системы COMMON RAIL на примере трактора «БЕЛАРУС» с двигателем Д-243.5S3B
Т.А. ТЕТЕРИНЕЦ	Интегральная оценка рисков развития человеческого капитала в проекции городского и сельского населения Беларуси
К.В. БОРЕЛЬ	Тенденции развития производства и реализации картофеля в Республике Беларусь

№ 6/2021

Ч.И. ЖДАНОВИЧ, В.Н. ПЛИЩ	Определение усилий в ветвях обвода трактора с резиноармированной гусеницей и упругой подвеской
И.М. ШВЕД	Влияние геометрических размеров мешалки миксера на мощность струи жидкого навоза
А.А. ПИНЧУК, Г.И. БЕЛОХВОСТОВ, В.Г. АНДРУШ	Анализ микроклиматических условий труда в кабинах мобильной сельскохозяйственной техники. Исследование температуры и скорости движения воздуха в кабине трактора «БЕЛАРУС 82.1»
В.П. ЧЕБОТАРЕВ, Н.Д. ЛЕПЕШКИН, Д.А. ЯНОВСКИЙ, Д.Н. БОНДАРЕНКО, А.А. ЗЕНОВ	Сравнительные исследования технико-экономической эффективности пахотных агрегатов на базе загонных и оборотных плугов
Е.А. ГОРОДЕЦКАЯ, В.В. ЛИТВЯК, Т.А. НЕПАРКО	Влияние толщины пленочного покрытия рабочего органа на показатели качества семян при диэлектрической сепарации
В.К. КОРНЕЕВА, В.М. КАПЦЕВИЧ, И.В. ЗАКРЕВСКИЙ, П.М. СПИРИДОВИЧ, А.Н. РЫХЛИК	Динамика растекания и проникновения капли моторного масла на фильтровальной бумаге
Н.Г. КОРОЛЕВИЧ, Н.А. БЫЧКОВ, Г.В. ХАТКЕВИЧ	Анализ эффективности функционирования акционерных обществ в сельском хозяйстве в условиях финансового оздоровления
М.Н. КАРАЩУК	Анализ функционирования мясопродуктового и молочнопродуктового подкомплексов Республики Беларусь
И.А. ВОЙТКО	Методологические подходы к определению уровня налоговой нагрузки в цене реализации отдельных видов сельскохозяйственной продукции Республики Беларусь

“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 2022 года: для индивидуальных подписчиков - 34,92 руб., ведомственная подписка - 36,72 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 строку;

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

Дополнительно в структуру статьи может быть включен перечень принятых обозначений и сокращений.

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

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

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

8. Авторы несут ответственность за направление в редакцию статей, опубликованных ранее или принятых к печати другими изданиями.

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

10. Право первоочередного опубликования статей предоставляется лицам, осуществляющим послевузовское обучение (аспирантура, докторантура, соискательство), в год завершения обучения.

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

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

Система поддержки принятия решений по оптимизации структуры сырьевого конвейера для обеспечения хозяйств кормами

В составе программного комплекса имеются следующие приложения:

- расчет годовой потребности хозяйства в кормах;
- оптимизация структур посевов кормовых культур;
- отображение информации о заготовке, хранении и расходовании кормов;
- расчет кормового баланса хозяйства;
- оптимизация загрузки машинно-тракторного парка;
- модуль работы с картографическими данными.

Разработанный программный комплекс позволяет автоматизировать работу по планированию и производству кормов в хозяйстве.

Перспективные рынки: отечественные сельскохозяйственные организации.

Расчет сбалансированного суточного рациона

Новый рацион | Копировать рацион | Взять заготовку из базы | Закрыть рацион | Сохранить в базу | Печать

Расчет 1

Название рациона: Рацион молочные коровы 550кг удой 14к лактирующие нормы РБ

Группа: молочные коровы | Стадия лактации: Лактирующая

Нормы кормления: РБ | Масса животного: 550 | Удой суточный: 14

Число голов: 1 | Планируемая масса: | Удой за лактацию: |

Начало кормления: 11.05.2017 | Структура рациона: по СВ

Окончание кормления: 11.05.2017 | Отображение масс кормов: в кг, сук. в-ва

Корма	% структура	Масса СВ, кг
Сено бобовых культур, клеверное	15,4	4,000
Сенаж из злаковых культур, ежа сборная	26,9	7,000
Барда ржаная, сушеная	3,8	1,000
Зерно кукуруза	7,7	2,000
Комбикорм для выращивания и откорма КРС КР-3	46,2	12,000

Питательность | Показатели дополнительные

Компонент	Норма	В рационе	Отклонение
Корм. ед.	18,15	17,165	-0,9848 -5,4 %
ОЗ, МДж	216	179,82	-36,183 -16,8 %
Сук. в-во, кг	22,5	26	3,5 15,6 %
Сыр. прот., г	2782,5	2111,7	-670,79 -24,1 %
Перев. прот., г	1827	1466,2	-360,82 -19,7 %
Сыр. жир, г	589,5	529,25	-60,25 -10,2 %
Сыр. клетч., г	5475	1769,4	-3705,6 -67,7 %
Крахмал, г	3220,5	5068,8	1848,3 57,4 %
Сахар, г	1215	432,81	-782,19 -64,4 %
Кальций, г	123	126,75	3,752 3,1 %
Фосфор, г	87	75,12	-11,88 -13,7 %

Корма

Включить в рацион | Исключить из рациона

(Весь список) | Зеленые | Зерно | Комбикорма | Корнеклубнеплоды | Микроэлементы | Минеральные добавки | Молочные корма | Не определена | Отходы производства | Сенаж | Сено | Силос | Солома

Название	Цена, р./кг.СВ	Корм. ед.	СВ, кг.	ОЗ, МДж	Сыр. прот., г.	Перев. прот., г.
Сено злаково-бобовое	0	0,38226	0,831	6,01644	81,6042	51,4389
Сено бобовых культур, клеверное	0	0,406	0,812	5,67588	110,432	68,4516
Сено бобовых культур, клеверо-тимофеечное	0	0,34486	0,802	5,46162	75,9434	49,0022
Сено бобовых культур, люцерновое	0	0,41307	0,843	6,17076	127,293	83,2884
Сено злаковое	0	0,35552	0,808	5,55904	54,944	28,28
Сено злаковых культур, ежа сборная	0	0,3348	0,837	5,36517	70,308	35,991
Сено злаковых культур, лисохвост	0	0,33374	0,814	5,50264	67,562	34,188
Сено злаковых культур, овсяницы луговой	0	40,373	0,859	6,03018	83,323	42,95

