



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 3
июнь
2018

*Биологический консервант «Биоплант» при
силосовании злаково-бобовых трав*

*Эффективность использования механического
способа диспергирования жидкого навоза*

*Построение оптимальной структуры многослойных
фильтрующих материалов для очистки моторного
масла после обкатки двигателя*

*Определение величины вакуума в присоске сосковой
резины доильного аппарата*



28-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА «БЕЛАГРО – 2018»



С 7 по 10 июня в Беларуси проходила 28-я Международная специализированная выставка «БЕЛАГРО», на которой новейшие достижения в области сельского хозяйства и сельхозмашиностроения продемонстрировали белорусские и зарубежные аграрии, ученые и промышленники. В работе выставки приняли участие более 500 организаций, фирм и компаний из 28 стран.

Белорусский государственный аграрный технический университет постоянный участник выставки. С каждым годом на нашей экспозиции увеличивается количество разработок, которые предлагают ученые БГАТУ для предприятий АПК. В

этом году на стенде университета были представлены баннеры и мультимедийная презентация с информацией о научно-исследовательской работе и научных разработках БГАТУ, образцы деталей, приборов и машин, созданных в университете, монографии, учебники и учебные пособия, авторами которых являются работники университета. Наибольший интерес посетителей экспозиции БГАТУ был проявлен к разработкам: «Агрегат универсальный для возделывания овощных, бахчевых, лекарственных культур и картофеля в системе экологического земледелия», «Технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин» и «Компьютерная программа поддержки принятия решений по оптимизации структуры сырьевого конвейера для обеспечения хозяйств кормами».

В рамках выставки состоялась встреча работников БГАТУ с представителями фирмы «AMAZONE», дилером которой в Республике Беларусь является ООО «ШТОТЦ Торговый Дом». В формате круглого стола обсуждались вопросы сотрудничества нашего университета с немецкими фирмами – производителями сельскохозяйственной техники, проблемы точного земледелия в сельском хозяйстве Германии и Республики Беларусь, а также вопросы подготовки высококвалифицированных специалистов для АПК. По итогам встречи университету переданы демонстрационные стенды и вручены сертификаты на них. Данные стенды будут использоваться в образовательном процессе БГАТУ при изучении дисциплины «Сельскохозяйственные машины».

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

Традиционно, с целью совершенствования профессионального мастерства обучающихся и мастеров производственного обучения, а также выявления и поддержки одаренной и талантливой сельской молодежи, наш университет провел конкурс «Лучший пахарь», участниками которого стали 11 команд, представивших БГАТУ, Белорусскую государственную сельскохозяйственную академию и 9 колледжей аграрно-технического профиля. Команда БГАТУ заняла 1 место. В рамках «БЕЛАГРО» состоялось награждение победителей.

Экспозицию университета посетили – начальник Главного управления образования, науки и кадров Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь В.А. Самсонович, а также ряд отечественных и зарубежных делегаций.

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

АГРОПАНОРАМА 3 (127) июнь 2018

Издается с апреля 1997 г.

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

Учредитель
*Белорусский государственный
аграрный технический университет*

Главный редактор
Иван Николаевич Шило

Заместитель главного редактора
Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

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

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

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:

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

Прием статей и работа с авторами:

Минск, пр-т Независимости, 99/5, к. 602, 608
Тел. (017) 385-91-02, 267-22-14

Факс (017) 267-25-71

E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2018.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 21.06.2018 г. Зак. № 502 от 19.06.2018 г.

Дата выхода в свет 28.06.2018 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 2-е п/г 2018 г.:

для индивидуальных подписчиков - 17,61 руб.;

ведомственная - 19,29 руб.;

Цена журнала в киоске БГАТУ - 5,34 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

Н.О. Петровиченко, А.С. Мезга, С.Р. Белый, Г.А. Радишевский
Анализ закономерностей изменения скоростей резания режущих аппаратов зерноуборочных комбайнов.....2

И.А. Осадчий, В.И. Кардаков, А.Н. Вырский, А.С. Пусев, Л.В. Веппер
Методика диагностики соломотряса зерноуборочного комбайна в процессе его доводки.....5

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

Е.П. Ходаренко, А.А. Курепин
Биологический консервант «Биоплант» при силосовании злаково-бобовых трав.....10

Технологии переработки продукции АПК

О.В. Бондарчук, И.И. Гургенидзе, В.А. Пашинский
Применение установки для интенсификации процесса производства солода на пивоваренном предприятии.....14

Ресурсосбережение, экология

В.А. Колос, Ю.Н. Сапьян, В.В. Михеев, В.Б. Ловкис
Повышение энергоэффективности выращивания биомассы для переработки в биотопливо.....18

Ю.И. Томкунас, А.А. Гончарко, В.Н. Кецко, Т.М. Чумак, Ю.Н. Рогальская, Д.С. Кононович
Машиноиспользование и расход топливо-смазочных материалов.....21

Технический сервис в АПК. Экономика

И.В. Кулага, Л.А. Лопатнюк
Аналитический обзор современного состояния производства продукции картофелепродуктового подкомплекса.....25

С.А. Матох
Совершенствование методологии программно-целевого регулирования социально-экономического развития сельских территорий.....31

А.В. Китун, И.М. Швед
Эффективность использования механического способа диспергирования жидкого навоза.....35

В.М. Капцевич, А.А. Тиунчик, В.К. Корнеева, А.Н. Рыхлик
Построение оптимальной структуры многослойных фильтрующих материалов для очистки моторного масла после обкатки двигателя.....38

С.Н. Бондарев, А.В. Китун, В.И. Передня
Определение величины вакуума в присоске сосковой резины доильного аппарата.....45

УДК 631.3.01-8

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ РЕЖУЩИХ АППАРАТОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Н.О. Петроченко,

студент агромеханического факультета БГАТУ

А.С. Мезга,

студент агромеханического факультета БГАТУ

С.Р. Белый,

ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

Г.А. Радишевский,

доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье рассмотрены закономерности изменения скорости резания режущими аппаратами зерноуборочных комбайнов. Исследована закономерность изменения скорости режущего аппарата с планетарным механизмом.

Ключевые слова: режущий аппарат, кривошипно-шатунный механизм, механизм качающейся шайбы, планетарный механизм, резание, нож.

In the article regularities of change of cutting speed by cutting machines of combine harvesters are considered. The regularity of the change in the speed of the cutting device with the planetary mechanism is studied.

Keywords: cutting device, crank mechanism, mechanism of swinging washer, planetary mechanism, cutting, knife.

Введение

В 2017 году в Республике Беларусь намолочено 7 миллионов 361 тысяча тонн зерна, а с учетом рапса и кукурузы – около 10 миллионов тонн [1]. Процесс уборки зерновых является наиболее затратным и энергоемким, что отражается на себестоимости производимой продукции. Кроме того, увеличение сроков уборки оказывает влияние на потери зерна. Установлено, что с наступлением фазы полной спелости, в первые 5...6 дней потери зерна минимальны, а затем интенсивно увеличиваются [2]. Одним из факторов, влияющих на качество уборки, является работа режущего аппарата зерноуборочного комбайна.

На кафедре сельскохозяйственных машин БГАТУ проведен анализ работы режущего аппарата зерноуборочного комбайна КЗС-7 с шириной захвата жатки – 6 метров, при уборке овса урожайностью – 34 ц/га и рабочей скорости – 0,67 м/с. Аналогично выполнен анализ работы режущего аппарата зерноуборочного комбайна КЗС-10К, при урожайности пшеницы – 32 ц/га, ширине захвата жатки – 6 метров и рабочей скорости – 1,17 м/с. Установлено, что на процесс срезания хлебной массы режущим аппаратом КЗС-7 затрачивается мощность 3,7 кВт, а для КЗС-10К – 5,8 кВт.

В 2017 году в Республике Беларусь на уборке было задействовано более 9000 комбайнов различных моделей. Уборка зерновых заняла в среднем 20 дней [2]. Время рабочей смены составляет 10 часов, коэф-

фициент использования времени смены при уборке зерновых – 0,6 [3]. Усредненные затраты мощности на процесс срезания хлебной массы режущим аппаратом составляют 4,5 кВт, а на весь период уборки с учетом наличия и времени работы комбайнов – порядка 4860000 кВт·ч. Средний удельный расход топлива для двигателей комбайнов КЗС-7 и КЗС-10К составляет 225 г/кВт·ч. Следовательно, в период уборки только на срезание стеблей затрачивается около 1093500 кг топлива, что в денежном выражении составит около 1213128 рублей. Таким образом, снижая мощность, затрачиваемую на процесс резания, можно значительно снизить себестоимость продукции.

Целью данной работы является исследование закономерности изменения скорости ножа режущего аппарата в зависимости от его перемещения.

Основная часть

В настоящее время в приводах режущих аппаратов зерноуборочных комбайнов широко используются кривошипно-шатунные механизмы, механизмы качающейся шайбы и планетарные.

В зерноуборочных комбайнах, производимых как в Республике Беларусь (ПО «Гомсельмаш», ОАО «Лидагропромаш»), так и за рубежом (John Deere, Claas, New Holland, Case), широкое применение получил планетарный привод режущего аппарата.

При работе режущего аппарата на нож действуют следующие силы: сила сопротивления срезу рас-

тений, силы инерции масс ножа, сила трения ножа по пальцевому брусу. При этом силы инерции масс ножа возникают за счет непостоянства скорости перемещения ножа. Закономерность изменения скорости перемещения ножа зависит непосредственно от типа механизма привода.

Рассмотрим закономерности изменения скорости перемещения ножа различных типов приводов режущих аппаратов.

Скорость движения ножа с кривошипно-шатунным приводом изменяется в соответствии с выражением (1), а графическое изображение представлено на рисунке 1 [3].

$$U_H = \omega \sqrt{r^2 - x^2} = \omega \cdot y, \quad (1)$$

где ω – угловая частота вращения коленчатого вала, c^{-1} ;

r – радиус кривошипа, м;

x – ход ножа, м;

y – ордината перемещения точки кривошипа, м.

Скорость движения ножа при использовании в приводе режущего аппарата механизма качающейся шайбы изменяется в соответствии с зависимостью (2), а график может быть представлен кривой 2 (рис. 1):

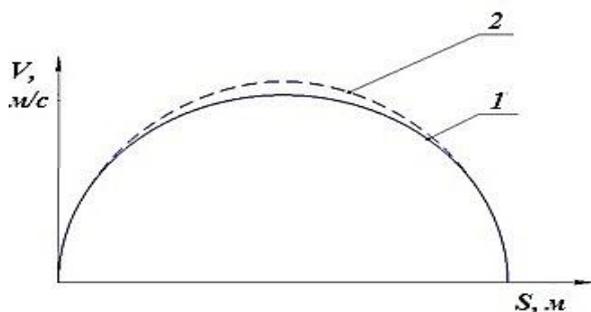


Рис. 1. График зависимости изменения скорости резания: 1 – ножом, приводимым в движение механизмом качающейся шайбы; 2 – ножом с кривошипно-шатунным приводом

$$U_{H\text{кш}} = \mu \omega \sin \omega t = \mu \omega \sqrt{r^2 - x^2}, \quad (2)$$

где μ – параметр, учитывающий отличие в изменении скорости ножа с приводом через механизм качающейся шайбы от кривошипно-шатунного привода.

Из рисунка 1 следует, что скорость перемещения ножа не постоянная, вначале возрастает, а затем замедляется, что свидетельствует о возникновении инерционных нагрузок.

Закономерность изменения скорости ножа с планетарным механизмом (рис. 2) отличается от закономерности изменения скорости с механизмом качающейся шайбы и с кривошипно-шатунным приводом.

Из рисунка 2 следует, что до точки a происходит возрастание скорости перемещения ножа, от точки a до точки b скорость ножа постоянна, от точки b происходит уменьшение скорости ножа. На промежутке от a до b , так как скорость перемещения ножа постоянна, сила инерции будет равна нулю, а, следовательно

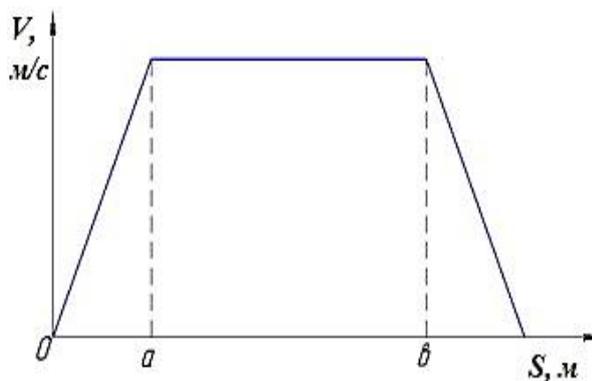


Рис. 2. График изменения скорости резания с планетарным механизмом

но, не возникают инерционные нагрузки в приводе. Однако данную закономерность следует поставить под сомнение, так как в точках a и b ускорения снижаются до нуля, что вызывает в данный момент времени ударные нагрузки.

В источнике [4] предполагается, что скорость движения ножа на участке резания (участок $a-b$) (рис. 2) изменяется в соответствии с выражением:

$$U_H = (30\omega V_p) / \pi n, \quad (3)$$

где V_p – скорость резания, м/с;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} .

Н.И. Кленин [5] предполагает, что закономерность изменения скорости ножа для планетарного механизма (рис. 3) изменяется по зависимости:

$$U_H = -2\omega r \sin \varphi, \quad (4)$$

где φ – угол поворота водила.

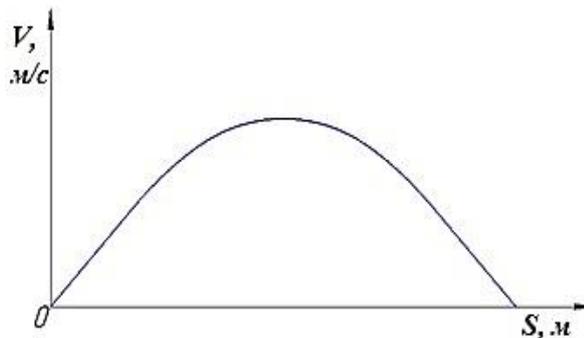


Рис. 3. График изменения скорости резания с планетарным механизмом

Информация, представленная в разных источниках, различается. Некоторые авторы утверждают, что скорость перемещения ножа изменяется по синусоиде, а другие, что данная зависимость имеет вид трапеции.

С целью определения кинематических параметров планетарного механизма привода ножа и размеров его элементов, был демонтирован данный механизм и составлена его кинематическая схема (рис. 4).

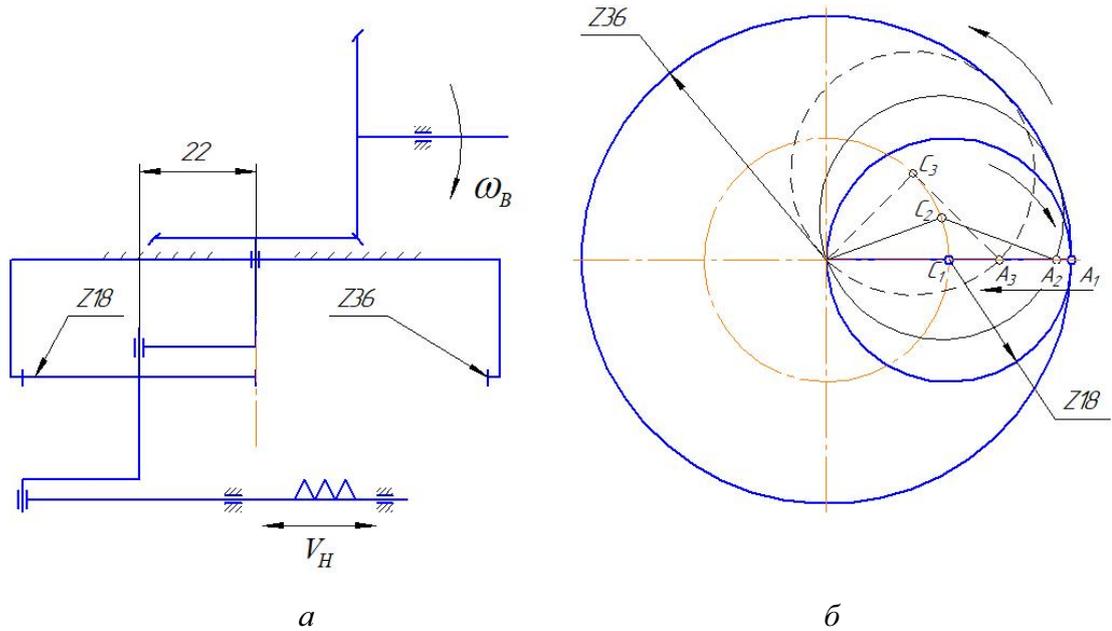


Рис. 4. Кинематическая схема планетарного механизма (а) и фрагмент, обосновывающий движение ножа (б)

Определение закономерности изменения скорости перемещения ножа провели графоаналитическим методом с помощью программы КОМПАС 3D V16. Для этого зубчатое зацепление заменили на два многогранника, обкатывающихся друг о друга, количество граней которых соответственно равно количеству зубьев Z_{18} и Z_{36} , и соответственно составляет 18 и 36 граней. На малом многограннике была принята точка, соответствующая оси приводного пальца. При обкатке многогранников отслеживалось перемещение оси пальца, при этом поворот многогранника на одну грань соответствует повороту шестерни на один зуб или на 10° . Разделив перемещение на время поворота одной грани, получим скорость на данном участке.

Результат исследования представлен на рисунке 5, из которого видно, что зависимость изменения скорости движения ножа отличается от синусоиды и трапеции, что является предпосылкой к проведению дальнейших исследований закономерности изменения скорости резания режущего аппарата с планетарным механизмом привода ножа.

Заключение

В настоящее время в зерноуборочных комбайнах для привода режущего аппарата в основном применяются кривошипно-шатунный механизм, механизм качающейся шайбы и планетарный механизм. Зависимость изменения скорости в механизме с кривошипно-шатунным приводом представляет собой полуокружность, для механизма качающейся шайбы зависимость имеет вид параболы. Для планетарного привода информация противоречива. Так, в методических указаниях [4] данная зависимость представлена в виде трапеции, а в учебнике [5] она имеет вид синусоиды. При проведенном исследовании было

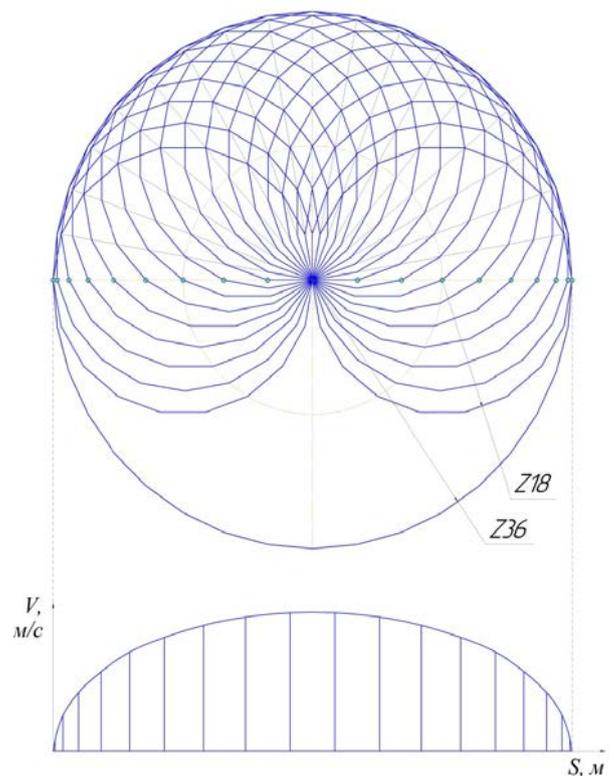


Рис. 5. Результат исследования закономерности изменения скорости движения ножа

выявлено, что данная зависимость не подтвердилась. Для получения объективной информации необходимо детальное исследование закономерности изменения скорости ножа и сил, действующих в данном механизме, а также мощности, затрачиваемой на привод режущего аппарата. Так, снизив мощность, затрачи-

ваемую на процесс резания, в масштабах Республике Беларусь можно значительно сократить расход топлива при уборке зерновых культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В Беларуси намолочено 7 миллионов 361 тысяча тонн зерна. О результатах уборочной доложили Президенту [Электронный ресурс]. – 2018 – Режим доступа: https://www.tvr.by/news/prezident/v_belarusi_namolocheno_7_millionov_361_tysyacha_tonn_zerna/. – Дата доступа 01.02.2018.

2. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства / А.В. Новиков [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2012. – С. 306.

3. Организация производства: учеб.-методич. пос. / А.А. Зеленовский [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2012. – С. 109.

4. Ходосевич, В.И. Сельскохозяйственные машины: учеб.-методич. пос. / В.И. Ходосевич, Г.А. Радишевский, А.В. Кузьмицкий. – Минск: БГАТУ, 2010. – 60 с.

5. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. – С. 448-452.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 26.03.2018

УДК 631.1

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ СОЛОМОТРЕСА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ДОВОДКИ

И.А. Осадчий,

преподаватель каф. радиотехники Военной академии Республики Беларусь

В.И. Кардаков,

профессор каф. тактики и вооружения радиотехнических войск факультета противовоздушной обороны Военной академии Республики Беларусь, канд. техн. наук, доцент

А.Н. Вырский,

заведующий конструкторско-исследовательским отделом динамики, прочности, аналитической надежности Научно-технического центра комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»

А.С. Пусев,

начальник экспериментального производства Научно-технического центра комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»

Л.В. Веппер,

доцент каф. автоматизированного электропривода ГГТУ им. П.О. Сухого, канд. техн. наук, доцент

Статья посвящена проблеме организации и проведения экспериментальных исследований, связанных с измерением уровня вибраций в процессе доводки машин. Представлены результаты натурных испытаний вращающихся механизмов, проведенных в ОАО «Гомсельмаш», с использованием новой методики измерения вибраций.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, соломотряс, мгновенный центр вращения, вибродиагностика.

The article is devoted to a problem of organization and realization of the experimental researches connected to level measurement of vibration in the course of a machines finishing. The results of natural experiment of the spinner in Open Society "Gomselmash", with usage of the new measuring technique of vibration are presented.

Keywords: grain harvester, straw shaker, the instant centre of rotation, vibration-based diagnostics.

Введение

В настоящее время одной из важнейших задач, стоящих перед промышленными предприятиями, является выход их продукции на зарубежный рынок. Современные предприятия, активно конкурирующие не только на отечественном, но и зарубежном рын-

ках, вынуждены находиться в состоянии постоянного проектирования новых продуктов. Оптимальной является работа на опережение, т.е. если предприятие будет проектировать продукцию на основе существующего спроса, то до стадии промышленного производства дойдет морально устаревший продукт. В условиях жестких ограничений по срокам и затра-

там на разработку нового изделия, а также высоких требований к качеству выпускаемой техники важную роль играет процесс экспериментальных исследований и доводки опытных образцов новых или модернизируемых изделий.

При доводке опытного образца необходимо обеспечить не только требуемое функционирование каждого из его узлов, но и их взаимодействие в составе изделия. Высокая трудоемкость процесса доводки объясняется во многих случаях необходимостью многократного повторения этапов работ (измерение, диагностика, настройка, доработка) при доводке узлов нового (модернизируемого) изделия. Снижение затрат на доводку машин возможно за счет использования современных методов и средств диагностики, поскольку от качества ее проведения зависит количество итераций всего цикла процесса доводки.

Одним из основных условий достижения высокой экономичности эффективности используемых средств диагностики является качественное выявление диагностической информации. Анализ источников [1-4] показывает, что большинство современных методов диагностики технического состояния машин и механического вращающегося оборудования базируется на обработке и анализе их вибрационных параметров. Широкое распространение методов вибродиагностики обусловлено их высокой эффективностью в оценке состояния машин и возможностью прогнозировать возникновение отказов. В последние годы практическое внедрение достижений этого направления дает настолько хорошие экономические результаты, что стало в развитых странах естественной частью деятельности каждого современного предприятия [5]. Качество проведения вибрационной диагностики определяется применяемыми методами и техническими средствами. Зачастую для этих целей требуется закупка дорогостоящего специализированного диагностического оборудования. Далеко не все предприятия имеют возможность своевременного обновления оборудования. В настоящее время на предприятиях промышленности широко применяются пьезоэлектрические акселерометры. Это обусловлено их высокими метрологическими свойствами и высокой надежностью, сравнительно низкой стоимостью, а также наличием большого опыта работы с пьезодатчиками у инженерно-технического персонала заводов и предприятий.

Таким образом, целью настоящей работы является повышение эффективности применения имеющегося диагностического оборудования за счет модернизации его алгоритмического обеспечения.

Основная часть

Качество диагностики у конкретного вида машин или оборудования существенно зависит от методов получения вибрационного сигнала и его первичной обработки еще до выявления диагностических признаков. Поэтому, используя спектральные методы вибродиагностики можно с высокой точностью выявить дефект, но не всегда этого достаточно для вы-

работки рекомендаций по его устранению. Достаточно высокой информативностью обладают графоаналитические методы диагностики на основе анализа траекторий движения измерительных точек, фазовых портретов (траекторий колебаний), вибропортретов, годограмм [1, 6-9]. Графоаналитические методы позволяют диагностировать дисбаланс, несоосность валов, потерю жесткости опор и прочее. Применение данных методов предполагает наличие информации об амплитуде виброперемещения (виброскорости или виброускорения) и его фазовой составляющей. Во многих случаях при исследовании динамики объекта удобно использовать виброперемещение, для измерения которого используют соответствующие датчики (например, оптические). На практике для решения ряда задач диагностики с помощью графоаналитических методов можно использовать акселерометры линейной вибрации, что подтверждено экспериментально на базе Научно-технического центра комбайностроения ОАО «Гомсельмаш».

Разработана методика диагностики, основанная на анализе параметров траектории движения мгновенного центра вращения (МЦВ). По данной методике проведены экспериментальные исследования виброколебаний опор коленчатых валов соломотряса зерноуборочного комбайна КЗС-1218. Исследования проводились с целью определения допустимых отклонений от параллельности осей коленвалов, проходящих через центры их опор. Непараллельность коленвалов приводит к возникновению поперечных колебаний соломотряса, что требует выработки решений по необходимому повышению точности изготовления ответственных элементов. В общем виде процесс диагностики можно представить, как показано на рисунке 1.

Диагностика соломотряса проводилась следующим образом.

В двух точках на каждой боковине очистки комбайна (всего 2 пары точек) устанавливались пьезоэлектрические датчики ускорений. Положение датчиков для первой пары точек показано на рисунках 2 и 3. Для синхронизации каналов записан сигнал с дополнительно установленного датчика. Частота вращения коленвалов соломотряса составила 190-195 об/мин.

Проведены измерения ускорений в горизонтально-продольном (X), горизонтально-поперечном (Y) и вертикальном (Z) направлениях в четырех точках. Запись виброускорений велась в режиме реального времени в двух точках на каждой боковине очистки комбайна (всего 4 точки) в продольном, поперечном и вертикальном направлении. При этом информация записывалась одновременно по 6 каналам: в 2-х точках на одной боковине (с направлением по X , Y и Z) и в 2-х точках на второй боковине. Временные диаграммы выходных сигналов датчиков представлены на рисунках 4-6.

Из теоремы Эйлера следует, что произвольное движение закрепленного в точке твердого тела в каждый момент времени может быть представлено как движение некоторой точки и вращение тела с



Рис. 1. Общий вид вибродиагностики объекта по МЦВ



Рис. 2. Датчики, установленные в точке 1, для измерения ускорения в направлениях Ox , Oy и Oz соответственно



Рис. 3. Датчики, установленные в точке 2 для измерения ускорения в направлениях Ox , Oy и Oz соответственно

мгновенной угловой скоростью, проходящее через эту точку [10]. Это означает, что произвольное движение твердого тела, закрепленного в некоторой точке, в каждый момент времени можно описать через угловые перемещения. Для этого произведен пересчет ускорений в перемещения, и для каждого момента времени были рассчитаны угловые колебания ψ в точках установки датчиков в соответствии с выражениями:

в плоскости XOY

$$\psi_{XOY} = \arctg \left(\frac{\Delta x_A - \Delta x_B}{l - \Delta y_A - \Delta y_B} \right); \quad (1)$$

в плоскости XOZ

$$\psi_{XOZ} = \arctg \left(\frac{\Delta z_A - \Delta z_B}{\Delta x_A - \Delta x_B} \right), \quad (2)$$

где l – расстояние между точками измерений, м; $\Delta x_A, \Delta x_B, \Delta y_A, \Delta y_B, \Delta z_A, \Delta z_B$ – рассчитанные амплитуды линейных перемещений по сигналам датчиков, закрепленных в точках A и B соответственно, м (рис. 7).

После чего произведен расчет положений проекций мгновенного центра вращения в плоскостях относительно точек измерения в соответствии с выра-

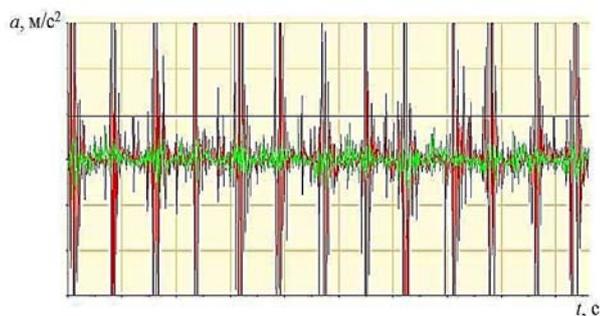


Рис. 4. Выходные сигналы датчиков 1, 2 в направлении X

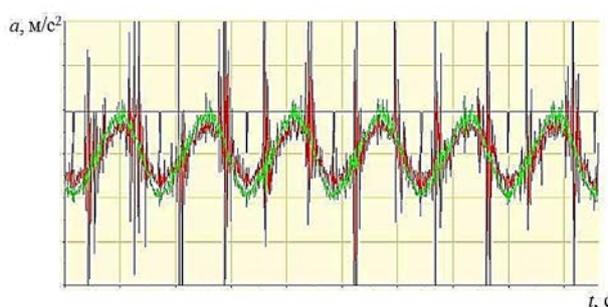


Рис. 5. Выходные сигналы датчиков 1, 2 в направлении Y

жениями (приведены для датчиков, установленных в точках A и B):

$$\Delta x_A = r_A \cdot \sin \alpha; \Delta x_B = r_B \cdot \sin \beta;$$

$$\Delta y_A = \frac{r_A^2 + l^2 - r_B^2}{2l}; \Delta y_B = \frac{l^2 + r_B^2 - r_A^2}{2l},$$

где r_A, r_B – радиусы углового перемещения, относительно точек крепления датчиков A и B соответственно, м;

α, β – вспомогательные углы с вершинами в точках крепления датчиков, град.

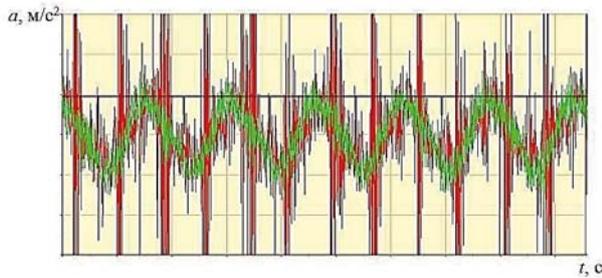


Рис. 6. Выходные сигналы датчиков 1, 2 в направлении Z

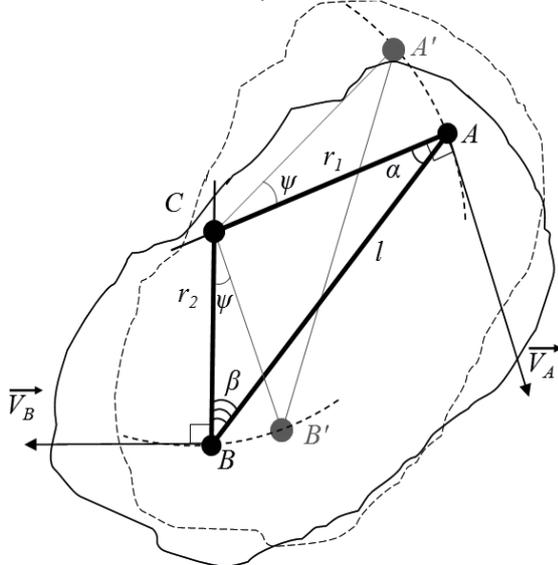


Рис. 7. МЦВ вибрирующего объекта в точке C

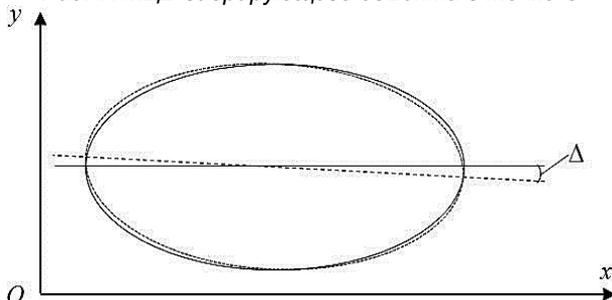


Рис. 8. Динамика положения МЦВ коленчатых валов соломотряса в плоскости XOY

Следует отметить, что снятие данных с датчиков производилось с частотой 10000 Гц. При условии вращения коленвалов с рабочей частотой 180 об/мин,

на каждый их оборот приходится 3222 измерений. Такое количество измерений позволяет получить положение МЦВ за каждые $0,11^\circ$ вращения коленвалов. За одну минуту каждое из 3222 измерений повторяется 180 раз. Эти данные используются для исключения грубой погрешности измерений и оценки действительного значения положения МЦВ.

По рассчитанным значениям МЦВ построены графики динамики его положения в горизонтальной плоскости для обоих коленвалов (рис. 8).

Сравнение положений главных больших осей эллипсов графиков динамики МЦВ позволило выявить отклонение Δ коленвалов от параллельности в горизонтальной плоскости, которое составило $0,5^\circ$.

На основе проведенных экспериментальных исследований соломотряса зерноуборочного комбайна КЗС-1218 определены допустимые отклонения от параллельности коленвалов и их перпендикулярности боковинам, разработаны рекомендации по регулировке его элементов.

Общая основа физических процессов, происходящих при вибрации вращающихся механизмов машин позволяет использовать МЦВ для решения широкого круга задач посредством графоаналитических методов диагностики. Амплитуда разброса точек положения МЦВ относительно некоторого центрального значения, а также форма плоскостной фигуры траектории движения МЦВ и ее параметры могут быть использованы в качестве диагностических признаков для объектов, содержащих вращательное движение.

Применение разработанной методики наиболее актуально для вращающихся деталей машин и механизмов, например, преобразователей синхронной частоты. Они находят широкое применение в составе систем энергообеспечения и выполняют преобразование трехфазного электрического тока промышленной частоты (50 Гц) в трехфазный электрический ток повышенной частоты 200 (400) Гц при синхронной частоте вращения. Причем, данный агрегат используется в составе как стационарных, так и автономных систем электропитания различного высокочастотного оборудования: станков, инструментов, систем контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, систем связи и другого оборудования.

Заключение

Таким образом, предложенная методика диагностики позволяет по параметрам траектории МЦВ определить состояние клавишного соломотряса зерноуборочного комбайна. Методика может найти применение при оценке дисбаланса, неуравновешенности опор валов, жесткости опор, вибрационной устойчивости объекта.

Высокая информативность разработанного способа виброизмерений с помощью пьезодатчиков исключает необходимость использования других средств виброизмерений, а также позволяет применять методики диагностики, недоступные ранее. Следует отметить, что методика является унифицированной для всех типов вибродатчиков с дипольным выходным

сигналом и может быть реализована не только с помощью пьезодатчиков.

Поскольку для получения информации о положении МЦВ осуществляется вычисление перемещений путем интегрирования соответствующих ускорений, то методику диагностики целесообразно применять на объектах с высоким уровнем вибраций на низких частотах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинов, А.П. Анализ методов вибродиагностики асинхронных двигателей / А.П. Калинов, О.В. Браташи // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ – Энергетика. – 2012. – № 5. – С. 44-52.

2. Сидоров, В.А. Основные этапы развития и становления вибрационной диагностики / В.А. Сидоров // Вибрационная диагностика. – 2014. – № 1. – С. 64-72.

3. Скворцов, О.Б. Современные тенденции развития стационарных систем контроля вибрации / О.Б. Скворцов // Вибрационная диагностика. – 2006. – № 2. – С. 10-14.

4. Барков, А.В. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: учеб. пос./ А.В. Барков, Н.А. Баркова. – Спб.: СПбГМТУ, 2004. – 156 с.

5. Барков, А.В. Задачи внедрения технологий контроля состояния и диагностики работающих машин / А.В. Барков, Н.А. Баркова // Контроль. Диагностика. – 2009. – № 5. – С. 32-35.

6. Кобяков, И.Б. Трехкомпонентный виброакселерометр для систем вибрационной диагностики технических систем. / И.Б. Кобяков // Контроль. Диагностика. – 2001. – № 10. – С. 17-18.

7. Куменко, А.И. Вибрационные испытания опор турбоагрегата с использованием трехкомпонентных виброакселерометров нового поколения / А.И. Куменко, С.В. Калинин, И.Б. Кобяков // Теплоэнергетика. – 2003. – № 6. – С. 36-43.

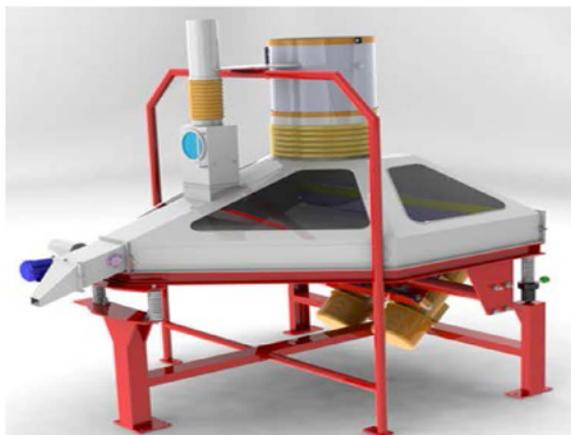
8. Кобяков, И.Б. Проекты, инновации. Российский векторный вибродатчик – мечта зарубежных компаний / И.Б. Кобяков // Вестник научно-технического развития. – 2009. – № 1. – С.16-20.

9. Кобяков, И.Б. Использование векторных виброакселерометров в энергетике / И.Б. Кобяков // Вестник научно-технического развития. – 2008. – № 3. – С.15-20.

10 Яблонский, А.А. Курс теоретической механики: учеб. для вузов / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. – М.: Интеграл-пресс, 2006. – 608 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 26.02.2018

Сепаратор вибропневматический



пластин, снижающих потери годного зерна с отходами.

Предназначен для очистки зерновой массы от трудноотделимых примесей на зерноперерабатывающих предприятиях, элеваторах, комбикормовых заводах. Также может быть использован для подготовки семенного материала с целью предотвращения заражения спорыньей зерна будущего урожая на семенных станциях и в фермерских хозяйствах.

Применение в технологических линиях очистки зерна разработанного сепаратора позволит повысить эффективность очистки зерна от трудноотделимых примесей за счет системы периодического вывода фракции примесей, а также комплекта отражающих и отбойных

Основные технические данные

Производительность, т/ч до	6
Коэффициент очистки, % до	95
Площадь ситовой поверхности, м ²	3,16
Диапазон регулировки угла наклона деки, град	2-8
Амплитуда колебаний, мм	2,5-3
Расход воздуха, м ³ /ч	10000
Установленная мощность привода, кВт	2×0,18
Диапазон регулировки частоты вращения электровибраторов, мин ⁻¹	800-1650
Разрежение в рабочей камере, Па	500-700
Габаритные размеры, мм (д ш в)	2240 2100 1960
Масса сепаратора, кг, не более	510

БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНСЕРВАНТ «БИОПЛАНТ» ПРИ СИЛОСОВАНИИ ЗЛАКОВО-БОБОВЫХ ТРАВ

Е.П. Ходаренок,

науч. сотр. РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

А.А. Курепин,

заведующий лабораторией РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», канд. с.-х. наук

*В статье приведены результаты исследований качества силосованных кормов из злаково-бобовых трав с использованием биологического консерванта «Биоплант» на основе лиофильно высушенных штаммов *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*.*

*Ключевые слова: биологический консервант, молочная продуктивность, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*.*

*The results of quality researches of the silo forages from cereal-bean grasses with use of the biological preservative "Bioplant" on the basis of lyophilized dried strains *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* are presented in the article.*

*Keywords: biological preservative, milk productivity, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*.*

Введение

Насыщение рынка полноценными продуктами питания – важная задача сельского хозяйства страны. Развитие животноводства требует значительного повышения качества кормов при одновременном снижении их расхода за счет более рационального использования. Укрепление кормовой базы предусматривается путем роста урожайности всех кормовых культур, а также внедрения прогрессивных технологий заготовки, консервирования и хранения кормов, повышающих их питательную ценность.

Силосование – сложный микробиологический и биохимический процесс, являющийся в то же время одним из самых простых и недорогих способов консервирования кормов в больших масштабах. Силосованный корм составляет основу рационов крупного рогатого скота. Основу силосования составляет бактериальный процесс молочнокислого брожения. Благодаря традиционной технологии силосования, обеспечиваются анаэробные условия, в которых преимущественно развиваются молочнокислые бактерии. За короткое время рН растительной массы снижается за счет накопления молочной, уксусной и пропионовой кислот. При таких условиях подавляется развитие плесневелых грибов, гнилостных и маслянокислых бактерий.

Наиболее рациональный путь улучшения биологической полноценности кормов – максимально полное сохранение питательных веществ в вегетативной массе растений. Для этого необходимо использовать химические и биологические препараты, особенно в производстве сенажа и силоса, которые являются основой зимних рационов крупного рогатого скота [1-3].

Общие потери при заготовке сенажа составляют 20-23 %, силоса из провяленных трав – 21-24 %, а силоса, обработанного химическими консервантами, – 17-20 % вместо 45-50 % при существующих традиционных способах заготовки [4].

Применение консервантов позволяет приготовить высококачественный силос из любых кормовых культур, в том числе из трудносилосуемых. Причем заготавливать силос можно при неблагоприятных условиях. В процессе консервирования в растительной массе подавляются вредные микроорганизмы [5, 6].

Особый практический интерес представляют биологические консерванты. Консервирование зеленых кормов с использованием бактериальных консервантов отличается экологической чистотой, так как они не оказывают токсического действия на окружающую среду и не угнетают микрофлору желудочно-кишечного тракта животных, не требуют применения защитных средств при их внесении в консервируемое сырье. Биологическое консервирование растительных кормов бактериальными заквасками – это микробиологический синтез в силосе из сбраживаемых сахаров молочной и уксусной кислот для интенсификации образования водородных ионов в жидкой фазе силоса, направленных на подавление активности гнилостных и маслянокислых бактерий. Биологические консерванты (молочнокислые бактерии) ускоряют процесс превращения углеводов в молочную кислоту, снижая потери питательных веществ и угнетая нежелательные ферментативные процессы.

Бактериальный препарат желателен должен содержать не один, а несколько штаммов молочнокислых бактерий, обладающих различными требованиями

ми к условиям культивирования, что обеспечивает необходимую пластичность препарата. Особенно важно обеспечить доминирование культурных штаммов молочнокислых бактерий на всех стадиях брожения в силосе. Как известно, молочнокислое брожение в силосе протекает в две стадии: вначале преобладают кокковые, а затем палочковидные формы.

Эффективность бактериальных препаратов зависит от большого числа факторов – размера эпифитных популяций молочнокислых бактерий, вида бактерий и их активности, дозы и способа внесения бактериального препарата, равномерности обработки силосуемой массы, вида силосуемого сырья и т.д. [7, 8].

Использование биологических консервантов при заготовке силосованных кормов является в настоящее время целесообразным, так как консерванты не только улучшают сохранность силоса, но и уменьшают потери при силосовании, улучшают переваримость силоса, повышают его потребление животными.

Целью настоящей работы является изучение эффективности применения биологического консерванта «Биоплант» отечественного производства при заготовке консервированных кормов.

Основная часть

В РУСП «Заречье» Смолевичского района Минской области для изучения эффективности применения биологического консерванта «Биоплант» при заготовке силосованных кормов была проведена производственная проверка. Для этого в хозяйстве заготовлено 1000 тонн силоса с использованием данного препарата. В качестве контрольного варианта было заложено 1000 тонн силоса из злаково-бобовых травосмесей без консерванта.

Биологический консервант «Биоплант» представляет собой специальный консорциум лиофильно высушенных штаммов молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* и предназначен для силосования растительных кормов. Норма внесения консерванта составляет 10 г на тонну силосуемой массы из злаково-бобовых трав.

В опытах изучали:

– химический анализ кормов и продуктов обмена по схеме зоотехнического анализа: зола – по ГОСТ 26226-95;

– содержание влаги, общий азот, сырая клетчатка, сырой жир, кальций, фосфор – в соответствии с ГОСТ 13496.3-92; 13496.4-93; 13496.2-91; 13496.15-97; 26570-95; 26657-97;

– рН, сухое и органическое вещество, безазотные экстрактивные вещества (БЭВ), содержание органических кислот [9, 10];

– учет молочной продуктивности, съеденных кормов, а также отбор средних образцов (молока, корма) для лабораторных исследований – по методи-

ке М.Ф. Вижа, А.В. Томмэ [9]. Химический состав молока определен на «Милкоскане 605».

Данные, полученные в ходе проведения опытов, обработаны методом вариационной статистики по П.Ф. Рокицкому [11].

Одним из важных показателей, характеризующих качество силоса, является активная кислотность (рН). По величине рН можно судить о доброкачественности силоса, приготовленного из свежескошенных растений. Интересно, что быстрое подкисление корма до рН 4,2-4,3 исключает развитие маслянокислых бактерий. Многие нежелательные бактерии утрачивают способность размножаться при рН 4,2. Можно с уверенностью утверждать, что при таком уровне рН в корме преобладает молочная кислота, а масляной кислоты или нет вообще, или количество ее ничтожно мало.

В ходе проведенных авторами исследований установлено, что рН злаково-бобового силоса спонтанного брожения составляло 4,4, в варианте с консервантом «Биоплант» активная кислотность находилась на уровне 4,2.

Внесение консерванта Биоплант при заготовке злаково-бобового силоса оказало положительное влияние на кислотный состав силоса. В силосе с биологическим консервантом содержалось на 7,95 % больше молочной кислоты и на 7,92 % меньше уксусной, чем в контроле. В силосе спонтанного брожения отмечено наличие масляной кислоты в количестве 0,03 %.

На основании проведенных биохимических исследований злаково-бобовых силосов следует отметить, что корма имели достаточную концентрацию органических кислот. Применение биологического препарата позволило улучшить соотношение молочной и уксусной кислот, при этом в опыте с использованием препарата «Биоплант» отсутствовала масляная кислота, что говорит об ограничении в силосе маслянокислого брожения.

Сравнительное изучение химического состава силосов показало (табл. 1), что злаково-бобовый силос с консервантом содержит больше сырого протеина на 12,95 % , сухого вещества – 8,6%, сырого жира – 6,3 % и меньше сырой клетчатки на 8,2 % по сравнению с силосом спонтанного брожения.

Таблица 1. Химический состав и питательная ценность силосов

Показатели	Контроль	Опыт
Сухое вещество, %	30,85	33,51
Содержится в 1 кг сухого вещества:		
Кормовых единиц	0,91	0,96
Обменной энергии, МДж	9,42	9,78
Сырого протеина, г	125,1	141,3
Сырого жира, г	39,6	42,1
Сырой клетчатки, г	261,3	239,8
БЭВ, г	487,5	512,3

Увеличение содержания протеина в опытном силосе явилось следствием протекания биохимических процессов в силосуемой массе по принципу гомоферментативного брожения, что негативно сказалось на жизнедеятельности аминотрофов, а также других возбудителей нежелательного брожения. Следствием этого явилось сокращение срока созревания силоса и соответственно потерь протеина в процессе хранения.

Изучение энергетической питательности заготовленных кормов показало, что концентрация обменной энергии силоса, заготовленного с использованием биологического консерванта «Биоплант», составила 9,78 МДж в 1 кг сухого вещества, что на 3,8 % выше в сравнении с контрольным силосом.

Использование штаммов молочнокислых бактерий при заготовке силосованных кормов способствует сокращению потерь при их хранении. Так, в злаково-бобовом силосе произошло сокращение потерь сухого вещества по сравнению с контрольным на 5,9 %, сырого протеина – на 7,7 %.

Низкие потери сухого вещества при заготовке и хранении силоса с внесением консерванта происходят из-за сокращения срока участия в микробиологических процессах гнилостной, маслянокислой микрофлоры, ускоряя при этом интенсивное размножение и развитие молочнокислых бактерий и подкисление среды.

С целью изучения влияния скармливания злаково-бобового силоса, заготовленного с использованием биологического консерванта «Биоплант», на молочную продуктивность, проведен научно-хозяйственный опыт на коровах черно-пестрой породы с удоем 5-5,5 тысяч кг молока за законченную лактацию.

Согласно учетным данным, поедаемость коровами сена, свеклы, патоки и комбикорма была полной в обеих группах. Животные опытной группы лучше поедали опытный силос – на 7,6 %. В контрольной группе наблюдался больший расход кукурузного силоса – на 6,7 %, комбикорма – на 9,6 %.

Структура рациона контрольной группы была следующей:

- силос злаково-бобовый – 30,3 %;
- силос кукурузный – 24,8;
- сено разнотравное – 7,7;
- пивная дробина – 5,4;
- комбикорм – 31,8;

опытной группы:

- силос злаково-бобовый, заготовленный с консервантом – 36,1%;
- силос кукурузный – 22,7;
- сено разнотравное – 7,5;
- пивная дробина – 5,3
- комбикорм – 28,3%.

Анализ среднесуточных рационов показал, что по питательности рационы обеих групп соответствовали потребностям животных. Животные опытной группы потребляли сырого протеина на 3,9 % больше, чем контрольные аналоги.

Содержание переваримого протеина на 1 кормовую единицу в рационах составило: в контрольной группе – 98,57 г, в опытной – 101,13 г. Концентрация обменной энергии в сухом веществе опытного рациона составила 9,82 МДж, контрольного – 9,74 МДж.

Уровень продуктивности коров обусловлен величиной концентрации обменной энергии и всех питательных веществ рациона. Введение в состав рациона коров опытной группы силоса, заготовленного с использованием биологического консерванта «Биоплант», способствовало достоверному повышению молочной продуктивности лактирующих коров на 5,6 % ($P < 0,01$) (табл. 2). В пересчете на 4 %-е молоко разница между опытной и контрольной группами составила 11,7 % ($P < 0,01$).

Таблица 2. Молочная продуктивность и химический состав молока подопытных животных

Показатели	Группы	
	контроль	опыт
Среднесуточный удой за опыт, кг	18,96±0,29	20,02±0,21**
Удой 4%-го молока, кг	16,96±0,26	18,94±0,19**
Массовая доля жира, %	3,58±0,03	3,76±0,02
Массовая доля белка, %	3,13±0,03	3,25±0,02
**$P < 0,01$		

По содержанию массовой доли жира молоко животных опытной группы превосходило контрольных на 0,18 п.п., по содержанию белка – на 0,12 п.п.

Анализ полученных данных свидетельствует, о том что скармливание лактирующим коровам силоса с биологическим препаратом оказывает положительное влияние на потребление кормов, переваримость, использование питательных веществ и энергии рационов, что отразилось, в свою очередь, на производстве молока.

Заключение

Заготовка силосованных кормов из злаково-бобовых трав с использованием биологического консерванта «Биоплант» на основе лиофильно высушенных штаммов *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* позволила получить корм с питательной ценностью 9,78 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества, снизить потери сухого вещества – на 5,9 %, сырого протеина – на 7,7 %.

Использование злаково-бобового силоса, обработанного консервантом «Биоплант», в составе рациона повысило молочную продуктивность коров на 5,6 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пенькова, И.Н. Использование силоса, заготовленного с консервантом «Бишокон-идеал», в кормлении лактирующих коров / И.Н. Пенькова,

Т.Т. Ривняк, Н.В. Онистратенко // Кормопроизводство. – 2011. – №2. – С. 46-48.

2. Разумовский, Н.П. Качество травяных кормов – здоровье и продуктивность животных / Н.П. Разумовский // Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 32-38.

3. Отрошко, С.А. О внесении консервантов в силосуемую массу многолетних бобовых трав / С.А. Отрошко, Ю.Д. Ахламов, А.В. Шевцов // Кормопроизводство. – 2008. – №9. – С. 28-29.

4. Пиуновский, И.И. Как снизить потери при заготовке кормов из трав / И.И. Пиуновский // Агронарама. – 2002. – № 3. – С. 13-16.

5. Капустин, Н.К. Переваримость питательных веществ в рационах с злаково-бобовыми силосами и баланс азота, кальция и фосфора / Н.К. Капустин, А.Л. Зиновенко // Международный аграрный журнал. – 2000. – №12. – С. 37-39.

6. Абраскова, С.В. Резервы улучшения качества травяных кормов / С.В. Абраскова, В.Н. Шлапунов // Зямляробства і ахова раслін. – 2009. – № 1. – С. 22-24.

7. Давидюк, Д.С. Лактофлор – первый белорусский консервант / Д.С. Давидюк // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – №5. – С.43-44.

8. Добрук, Е.А. Использование биоконсервантов «Лактофлор» и «Лабоксил Дуо» при консервировании травянистых кормов / Е.А. Добрук [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. ГГАУ. – Гродно: ГГАУ. – 2006. – С. 159-162.

9. Мальчевская, Е.Н. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов / Е.Н. Мальчевская, Г.С. Миленская. – Мн.: Урожай, 1981. – 143 с.

10. Петухова, Е.А. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессабарова, Л.Д. Холенева. – М.: Агрпромиздат, 1989. – 239 с.

11. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика. – 3-е изд. / П.Ф. Рокицкий. – Мн.: Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 08.05.2018

Технологическая линия для производства рассады овощных культур

Линия *предназначена* для удаления древесных остатков из торфа, приготовления субстрата, включая измельчение и просеивание торфа, увлажнение, смешивание торфа с минеральными удобрениями, известковым материалом и перлитом, заполнение кассет субстратом, уплотнение его в ячейках, формирование лунок в субстрате, однозерновыи высев, заделку семян и их увлажнение.



Линия осуществляет однозерновыи высев семян капусты, редиса, томата, перца и др. культур и выполнена в трехмодульном варианте, каждый из них может работать в отдельности.

Производство технологической линии осваивается на ПООО «Техмаш»

Основные технические данные

Производительность (по заполнению кассет), шт./час.....	360
Производительность (по высеву семян):	
- в кассеты на 64 ячейки, тыс. шт./час	23
- в кассеты на 144 ячейки, тыс.шт./час	52
Потребляемая мощность, кВт	6
Тип высевашего аппарата	вакуумный

УДК 663.43

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА НА ПИВОВАРЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

О.В. Бондарчук,

ст. преподаватель каф. электротехнологии БГАТУ

И.И. Гургенидзе,

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

В.А. Пашинский,

зав. каф. энергоэффективных технологий МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, канд. техн. наук, доцент

В статье приведены результаты расчетов внедрения установки для интенсификации процесса производства солода на пивоваренном предприятии. Установлено, что при данном способе интенсификации происходит увеличение выхода товарного пива на 1,2 %.

Ключевые слова: интенсификация, солод.

The article presents the results of calculations for the introduction of an installation for the intensification of the malt production process at a brewery. It has been found that with the given method of intensification, the output of commercial beer increases by 1.2%.

Keywords: intensification, malt.

Введение

Технологические расчеты производства пива на высокопроизводительном оборудовании на заводах имеют одно общее направление: технологический процесс, по возможности, должен быть сокращенным, для чего подбирается конкурентоспособное технологическое оборудование и технологические приемы, позволяющие уменьшить длительность процесса. Предлагается способ интенсификации процесса производства солода, вследствие чего увеличивается выход товарного пива и сокращаются сроки получения солода.

Целью данной работы является обоснование эффективного применения установки для интенсификации процесса производства солода на пивоваренном предприятии.

Основная часть

На некоторых пивоваренных предприятиях имеется оборудование для производства не только пива, но и солода. Именно на таких предприятиях предлагается внедрить установку для интенсификации процесса производства солода, что позволит увеличить выход товарного пива. В технологический процесс она включается на этапе подготовки пивоваренного ячменя перед солодоращением. Внедрение данной установки позволяет повысить содержание массовой доли экстракта в сухом веществе солода и вследствие этого увеличить выход конечной продукции – пива, а также сократить сроки получения солода [1].

Для производства солода может быть использован очищенный или неочищенный ячмень. Норма расхода очищенного ячменя на 1 т солода, кг [2] рассчитывается по формуле:

$$C_0 = \frac{1000 \cdot (100 - a) \cdot 100}{B \cdot (100 - \delta)} = \frac{1000 \cdot (100 - 4,8) \cdot 100}{88 \cdot (100 - 14)} = 1258 \text{ кг}, \quad (1)$$

где a – влажность готового солода – 4,8 %;
 δ – влажность расходуемого ячменя – 14 %;
 B – плановый выход солода в пересчете на сухое вещество – 88 %.

Следовательно, в солодовенном цехе на производство 1000 кг солода расходуется 1258 кг очищенного пивоваренного ячменя [3].

Для производства пива в размере 500 тыс. дал в год на предприятии необходимо переработать 1258 тонн ячменя.

Суточный расход зернопродуктов составляет, т:

$$Q_{сут} = \frac{Q_{год} \cdot a}{n_{мес}} = \frac{1258 \cdot 0,1}{28,5} = 4,41 \text{ т}, \quad (2)$$

где $Q_{год}$ – количество зернопродуктов, перерабатываемых за год, т;

a – доля максимального месячного выпуска пива от годового ($a=0,1$);

$n_{мес}$ – число дней работы в месяце ($n_{мес} = 28,5$).

Для интенсификации процесса производства солода применяем установку со следующими

техническими параметрами:

- производительность – от 1,1 до 1,76 т/ч;
- потребляемая мощность – от 1,5 до 1,7 кВт;
- допустимая влажность материала – 14 %;
- напряжение питания – 400 (230) В;
- частота – 50 Гц.

Производительность установки для обработки пивоваренного ячменя в автоматическом режиме, т/ч:

$$q_i = q_o \cdot k_a, \quad (3)$$

где q_o – производительность установки при стандартном режиме работы, т/ч;

k_a – коэффициент, учитывающий применение автоматического регулирования режимами обработки.

$$k_a = \frac{1}{m_{gw}}, \quad (4)$$

где m_{gw} – коэффициент производительности, который можно найти по таблице коэффициентов перевода объема продукции из физических тонн в плановые ($m_{gw} = 0,98$).

$$k_a = \frac{1}{0,98} = 1,02,$$

$$q = 1,76 \cdot 1,02 = 1,8 \text{ т/ч}$$

Время работы установки, ч/год:

$$\tau_o = \frac{Q_{сут} \cdot n_{мес} \cdot 12}{q_o} = \frac{4,41 \cdot 28,5 \cdot 12}{1,76} = 857 \text{ ч/год} \quad (5)$$

Действительный фонд времени работы оборудования, ч/год:

$$\tau_n = \tau_o / k_a = 857 / 1,02 = 840 \text{ ч/год} \quad (6)$$

Производим расчет выхода товарного пива с применением установки для интенсификации процесса производства солода и без нее.

Исходные данные для расчета годового объема производства 500 дал пива [4]:

- выпускаемая продукция – 12 %-е пиво, $e = 12$ %;
- масса солода $Q' = 1000$ т;
- потери при полировке $П_n = 0,5$ %;
- потери экстракта $П_э$ составляют 2,7 %;
- потери сусла $П_{хд}$ равняются 6 %;
- потери в отделении главного брожения $П_б = 2,3$ %;
- потери при дображивании $П_д = 1$ %;
- потери сусла в отделении дображивания и фильтрования $П_{дф} = 2,7$ %;
- потери товарного пива при розливе в бутылки $П_p = 2$ %;
- экстрактивность солода $\mathcal{E}_o' = 78,2$ % / $\mathcal{E}_n' = 79,1$ %;
- важность $W' = 4,8$ %.

Отходы солода при полировке при данном объеме производства, т

$$Q_n = Q' \cdot \frac{П_n}{100} \quad (7)$$

Количество полированного солода, т

$$Q_{nc} = Q' \cdot \frac{100 - П_n}{100} \quad (8)$$

Количество сухих веществ в солоде, т

$$Q_{св} = Q_{nc} \cdot \frac{100 - W'}{100} \quad (9)$$

Содержание сухих веществ в солоде, т

$$Q'_{св} = Q_{св} \cdot \frac{\mathcal{E}'}{100} \quad (10)$$

Потери экстракта в варочном цехе, т

$$Q'_{мэ} = Q' \cdot \frac{П_э}{100} \quad (11)$$

Количество экстрактивных веществ, переходящих в горячее сусло, т

$$\mathcal{E}_c = Q'_{св} - Q'_{мэ} \quad (12)$$

Масса сусла, т

$$Q_c = \mathcal{E}_c \cdot \frac{100}{e} \quad (13)$$

Объем сусла при 20°C, м³

$$V_c = \frac{Q_c}{d} \quad (14)$$

где d – плотность сусла при 20°C (1,04835 кг/л).

Коэффициент объемного расширения при нагревании сусла до 100°C равен 1,04. С учетом этого коэффициента объем горячего сусла, м³

$$V_{zc} = V_c \cdot 1,04 \quad (15)$$

Объем холодного сусла, м³

$$V_{xc} = V_{zc} \cdot \frac{100 - П_{хд}}{100} \quad (16)$$

Объем молодого пива, м³

$$V_{м.н.} = V_{xc} \cdot \frac{100 - П_б}{100} \quad (17)$$

Объем нефильтрованного пива, м³

$$V_{нф} = V_{м.н.} \cdot \frac{100 - П_д}{100} \quad (18)$$

Объем фильтрованного пива, м³

$$V_{фн} = V_{нф} \cdot \frac{100 - П_{дф}}{100} \quad (19)$$

Предполагается, что 100 % пива разливается в бутылки. Таким образом, количество товарного пива, м³

$$V_{тн} = V_{фн} \cdot \frac{100 - П_p}{100} \quad (20)$$

Рассчитанные данные приведены в таблице 1.

Дополнительный выход товарного пива в год составит, м³:

$$\begin{aligned} \Delta V_{тн} &= V_{тнн} - V_{тнб} = 5228,833 - 5167,116 = \\ &= 61,717 \text{ м}^3 = 6171,7 \text{ дал} \end{aligned} \quad (21)$$

Таблица 1. Данные расчета выхода товарного пива с применением установки для интенсификации процесса производства солода и без нее

Параметр	Без применения установки	С применением установки
Отходы солода при полировке при данном объеме производства, т	5	5
Количество полированного солода, т	995	995
Количество сухих веществ в солоде, т	947,24	947,24
Содержание сухих веществ в солоде, т	740,74	749,27
Потери экстракта в варочном цехе при данном объеме производства, т	27	27
Количество экстрактивных веществ, переходящих в горячее сусло, т	713,74	722,23
Масса сусла, т	5947,84	6018,89
Объем сусла при 20 °С, м ³	5673,532	5741,299
Объем горячего сусла, м ³	5900,473	5970,950
Объем холодного сусла, м ³	5546,445	5612,693
Объем молодого пива, м ³	5418,877	5483,602
Объем нефильтованного пива, м ³	5364,688	5428,765
Объем фильтрованного пива, м ³	5272,567	5335,544
Объем товарного пива, м ³	5167,116	5228,833

Учитывая, что годовой объем производства пива – 500 тыс. дал, то применение установки для интенсификации процесса производства солода позволяет увеличить выход товарного пива на 6171,7 дал, что составляет 1,2 % от общего годового объема производства.

Применение установки для интенсификации процесса производства солода увеличивает расход электроэнергии на величину годового потребления электроэнергии данной установкой, кВт·ч/год, что составляет:

$$W_n = \frac{P \cdot k_3}{\eta} \cdot t = \frac{1,7 \cdot 0,82}{0,8} \cdot 840 = 1463,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год} \quad (22)$$

В модернизированном варианте увеличивается годовое потребление воды за счет содержания более высокой массовой доли экстракта в солоде. Водопотребление увеличивается на величину дополнительного выхода горячего сусла, м³

$$V_{в.год} = \Delta V_{zc} = 5970,95 - 5900,473 = 70,477 \text{ м}^3 \quad (23)$$

Из произведенных расчетов видно, что при изменении такого показателя качества солода, как экстрактивность, изменяется выход горячего сусла и, соответственно, выход товарного пива. Выполненные исследования показали, что даже при незначительном увеличении экстрактивности солода, увеличивается выход горячего сусла и, соответственно, товарного пива.

В результате произведенных расчетов и оценки рисков, представлена графическая зависимость (рис. 1).

Заключение

1. Данный способ обработки пивоваренного ячменя в нынешних экономических условиях можно применить только на пивоваренных предприятиях, которые имеют собственные солодовни. В отличие от солодовенных предприятий, которые продают солод, основываясь на физических показателях, рационально брать в расчет качественные показатели при поставке продукции и производить продажу не в кг, а реализовать переход к условным единицам, а именно: к условным кг.

2. Экономический эффект от внедрения установки для интенсификации процесса производства солода состоит в увеличении выхода товарного пива.

3. При оценке эффективности не учтено, что сокращается время получения солода и это ускоряет технологический цикл. Аналогичное явление происходит и с показателями: увеличивается энергия прорастания, что, в конечном счете, обеспечивает повышение технологического эффекта и отражается на показателях экономического эффекта и экономической эффективности инвестиций в инновационный проект.

4. Наряду с экономической целесообразностью предлагаемого проекта модернизации, существует также экологический эффект от применения установки для интенсификации процесса производства солода. Это объясняется такими преимуществами, как отсутствие ингибиторов, ускорителей роста, ферментов.

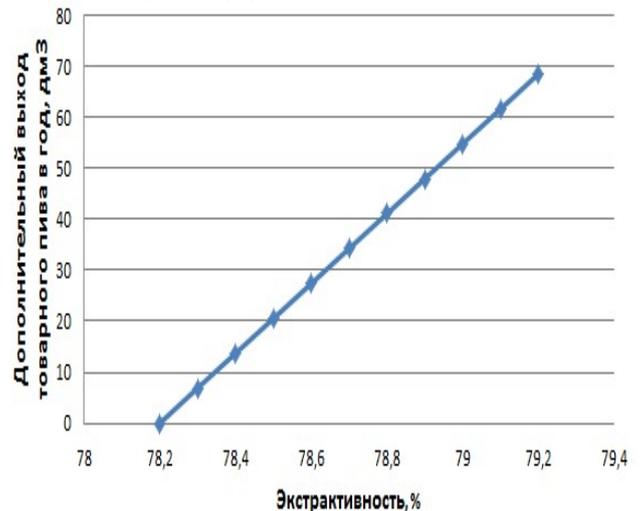


Рис. 1. Величина дополнительного выхода 12 %-го товарного пива в зависимости от экстрактивности солода при годовом объеме производства пива 500 тыс. дал с первоначальной

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашинский, В.А. Влияние обработки пивоваренного ячменя переменным электрическим полем на экстрактивность солода / В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь, О.В. Бондарчук // Агропанорама. – 2013. – №4. – С. 28-30.
2. Нормы технологического проектирования предприятий малой мощности пивоваренной промышленности: Консорциум кодекс ВНТП-10М-93 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа:

- <http://docs.cntd.ru/document/1200031821>. – Дата доступа: 02.02.2018.
3. Книги для всех [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://lib4all.ru/base/B2576/B2576Part44-215.php>. – Дата доступа: 06.06.2017.
 4. Studwood [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: https://studwood.ru/1594146/tovarovedenie/raschyot_produktov. – Дата доступа – 01.06.2017.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 02.04.2018

Автоматизированная микропроцессорная система очистки воздуха от микрофлоры на предприятиях АПК

Предназначена для очистки и обеззараживания воздуха от микрофлоры в помещениях, к которым предъявляются повышенные требования по предельному уровню содержания бактерий, вирусов плесени, грибов и других вредных микроорганизмов.



Основные технические данные

тип облучателя	закрытый (рециркуляционный)
производительность установки, м ³ /ч	900
подаваемое напряжение, V	220 ± 22
частота питания, Гц	50 ± 2
источник ультрафиолетового излучения (УФИ)	разрядная лампа высокого давления ДРТ-400
облучённость в эффективном спектральном диапазоне 220-400 нм, Вт/м ²	45 ± 15
ресурс работы УФИ (не более), ч	2500
срок службы (не менее), лет	5
управление установкой	дистанционное (пульт ДУ)
снижение обсемененности воздуха на выходе из установки	95 %

Применение установки позволяет эффективно в автоматическом режиме по заданной программе очищать воздух в производственных помещениях предприятий, к которым предъявляются повышенные требования к чистоте воздуха.

УДК 631.17:635.21

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ БИОМАССЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ В БИОТОПЛИВО

В.А. Колос,

ведущ. науч. сотр. ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», канд. техн. наук
(Россия, г. Москва)

Ю.Н. Сапьян,

зав. лабораторией ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Россия, г. Москва)

В.В. Михеев,

зав. лабораторией ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», канд. техн. наук
(Россия, г. Москва)

В.Б. Ловкис,

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

В статье рассмотрены методические вопросы энергосберегающей оптимизации технологий выращивания энергетических сельскохозяйственных растений, перерабатываемых в биотопливо, путем рационального сочетания производственных ресурсов, почвенно-климатических условий, физиологических, биохимических и технологических свойств растительной биомассы. На примере картофеля, для производства биоэтанола выявлены регулируемые факторы, влияющие на энергозатраты его возделывания и энергопотенциал биомассы, как основы разработки входных данных для повышения оптимизации применяемой технологии.

Ключевые слова: технология, биомасса, энергоэффективность, энергопотенциал, энергозатраты, энергосодержание, урожайность, картофель.

The article deals with methodical questions of the energy saving optimization of cultivation technologies of power agricultural plants processed into biofuel by means of rational combination of production resources, soil climatic conditions, physiological, biochemical and technological properties of vegetable biomass. On the example of potatoes for bioethanol production the adjustable factors influencing energy consumption of cultivation and power potential of biomass as a basis of development of entrance data to increase optimization of the applied technology are revealed.

Keywords: technology, biomass, energy efficiency, energy potential, energy consumption, productivity, potatoes.

Введение

В условиях неустойчивых мировых цен на первичные энергоносители, снижающих конкурентоспособность биотоплива из растительного сырья (картофеля, топинамбура, рапса и т.п.), особое значение приобретает повышение энергоэффективности его производства, в том числе выращивания исходной биомассы. Исследования Всероссийского института механизации и Белорусского государственного аграрного технического университета показали, что для решения этой проблемы необходима энергосберегающая оптимизация применяемых технологий по критериям, обеспечивающим учет влияния регулируемых природно-производственных факторов [1-3]. Интегральным критерием является коэффициент энергоэффективности ($KЭЭ$) технологии:

$$KЭЭ = \left[\frac{\sum_s E_s}{\sum_s Q_s} > 1 \right] \rightarrow \max, \quad (1)$$

где E_s – энергопотенциал s -й биомассы (основной, побочной, отходов, примесей), МДж;

Q_s – производственные энергозатраты, МДж.

Второй критерий – индекс уровня энергоэффективности ($ИЭЭ$) позволяет выбрать адекватный вариант технологии из нескольких альтернативных и должен отвечать условию:

$$ИЭЭ = 100(KЭЭ / KЭЭ_0 - 1) > 0. \quad (2)$$

Символом «б» отмечен показатель варианта, принятого за базовый.

Энергосберегающая оптимизация технологии выращивания биомассы по критериям (1) и (2) должна предусматривать минимизацию энергозатрат и (или) максимизацию энергопотенциала продукции применительно к условиям соответствующего агропредприятия в рамках существующих ограничений.

Целью данной работы является анализ регулируемых факторов, влияющих на $KЭЭ$ и $ИЭЭ$ техноло-

гий, как основы формирования массивов входных данных алгоритма оптимизационных вычислений.

Основная часть

К постоянным входным данным относятся нормативно-технические, технологические и энергетические характеристики используемых ресурсов (МТА и стационарного оборудования, сооружений, посевного материала, топлива, электроэнергии, удобрений, пестицидов, воды, стимуляторов роста растений) и биомассы возделываемой культуры. Вариативные данные для вычисления энергозатрат обобщаются в погектарных расходах ресурсов, формализуемых в виде аналитических зависимостей от действующих факторов, в том числе урожайности основной и побочной продукции. Так, расход топлива МТА является функцией топливно-мощностных показателей двигателя трактора и чистой производительности на гоне, вычисляемым по техническим характеристикам и параметрам взаимодействия с почвой ходовой системы трактора и рабочих органов сельхозмашины. На расход топлива влияет баланс времени смены, существенно зависящий от пространственно-технологических характеристик участков полей: длины гона, угла склона, удельного сопротивления и влажности почвы, засоренности камнями, изрезанности препятствиями, удаленности от центра хозяйства. Например, КЭЭ возделывания картофеля с урожайностью 220 ц/га при длине гона 1000 м, угле склона 10°, удаленности 1 км составляет 1,66, а при длине гона 100 м, угле склона 30°, удаленности 5 км – 0,71. Для кормовых корнеплодов с урожайностью 400 ц/га получен КЭЭ соответственно 1,81 и 0,74. При изменении удаленности посевов на 1-5 км он снижается на 30-55 % из-за роста энергозатрат на транспортировку ресурсов и продукции [4]. Расход удобрений по видам определяется исходя из агрономически обоснованных доз элементов питания растений и их содержания в туке. Расход пестицидов в форме препарата рассчитывается по нормам, указанным в регламентах применения, расход семян – по массовой норме высева.

Урожайность биомассы обуславливается такими факторами, как бонитет земель, культура – предшественник, продуктивность сорта, параметры систем подготовки почвы, применения удобрений и средств защиты растений, подработки и хранения продукции. Например, высокие урожаи картофеля при минимальных энергозатратах получают на хорошо окультуренных почвах легкого или среднего гранулометрического состава, с благоприятным водным, воздушным и тепловым режимами. Оптимальная плотность почв для произрастания картофеля составляет:

- супесчаных – 1,3-1,4 г/см³;
- легкосуглинистых – 1,2-1,3 г/см³;
- среднесуглинистых – 1,1-1,2 г/см³.

Увеличение плотности среднесуглинистой почвы до 1,4 г/см³ приводит к снижению урожая на 40-50 % и более [5].

Энергозатраты определяются по расходам, энергосодержанию и энерго-эквивалентам ресурсов для соответствующей урожайности и минимизируются методом сравнительного анализа [1], при котором выявляются нерациональные элементы технологических операций, проводится поиск энергосберегающих технико-технологических решений, корректируются входные данные и выполняется итеративная процедура вычисления КЭЭ и ИЭЭ технологии до достижения максимумов, отвечающих условиям (1) и (2), с учетом существующих ограничений.

Энергопотенциал биомассы зависит от ее энергосодержания и урожайности. Прогнозируемое значение энергосодержания основной биомассы ($e_s = e_1$) рассчитывается по калорийности и долям энергетических веществ (белков, жиров и жирных кислот, углеводов, пищевых волокон и т.д.) в химическом составе посевного материала, определяемых лабораторными методами, а побочной биомассы ($e_s = e_2$) – по формуле, МДж/кг:

$$e_2 = e_1 e_{2cp} \lambda_{2cp} / e_{1cp} \lambda_{21}, \quad (3)$$

где λ_{21cp} и λ_{21} – соотношения урожайности основной и побочной биомассы, соответственно, среднестатистическое [1] и потенциальное [6];

e_{1cp} и e_{2cp} – среднестатистические значения энергосодержания, МДж/кг [1].

Взаимосвязь энергопотенциала биомассы с природно-климатическими и технико-технологическими факторами рассмотрим применительно к картофелю, используемому для производства этилового спирта (биоэтанола). В клубнях картофеля имеются белки, жиры, углеводы и пищевые волокна, в среднем, соответственно 2,0 %; 0,1 %; 17,0 % и 2,2 %, обеспечивающие энергосодержание 3,3 МДж/кг. Более 80 % его обусловлено углеводами, главным образом, крахмалом, составляющим 95-98 % их массы, при этом крахмалистость клубней значительно отличается в зависимости от сортов и условий возделывания. Расчеты показали, что, например, использование семян крахмалистого сорта «Оредежский» с энергосодержанием на 22 % большим, чем базового сорта «Невский», и применение МТА с тракторами «Беларус 1522», менее топливно- и металлоемких, чем с Т-150К, обеспечит значения ИЭЭ технологии 32,6 % [3].

Известно, что количество крахмала в картофеле зависит от влажности почвы в период клубнеобразования: наибольший сбор с одного растения соответствует 60-70 % влажности. Снижение влажности до 30-40 % увеличивает относительное содержание крахмала, но резко уменьшает урожай, а повышение

до 90 % уменьшает оба показателя. Картофель интенсивно потребляет питательные вещества: на 100 ц клубней ранних сортов затрачивается 50-60 кг N, 16-20 кг P₂O₅ и 70-90 кг K₂O, поздних, соответственно 40-45, 13-15 и 60-70 кг, средних сортов – промежуточные дозы. Характерно, что применение удобрений изменяет химический состав клубней. Например, сульфат калия стимулирует образование в них углеводов, при этом среднее количество крахмала может достигать 20 %, если избегать внесения хлористых солей. Крахмалистость повышают умеренные дозы азота, а также фосфора, особенно на его фоне. Накоплению крахмала способствуют глубокая вспашка, загущенная посадка, яровизация клубней. Установлено, что урожайность и крахмалистость положительно коррелированы для 4 групп сортов – от раннеспелых до среднепоздних [7].

Для промышленной переработки рекомендуются технические сорта картофеля, в основном поздние, крахмалистостью более 18%, районированные во многих областях Российской Федерации и Республики Беларусь. Однако фактическое содержание крахмала в картофеле, поступающем на спиртзаводы, колеблется в широких пределах (8-30 %), поскольку клубни, как правило, смешанных сортов и некондиционные (мелкие, поврежденные, подгнившие, подмороженные и т.д.). При таком сырье, с учетом энергозатрат на его доставку от разных производителей, энергоэффективность всей биотопливной технологии может оказаться низкой. Поэтому необходимо предусмотреть оценку качества картофеля, а также подбор сортов с прогнозируемыми уровнями урожайности, крахмалистости, лежкости и сбраживаемости, в т.ч. на этапе оригинального семеноводства.

Таким образом, для максимизации энергопотенциала продукции необходимо возделывать энергетическую культуру в наиболее подходящих почвенно-климатических условиях с применением районированных высококалорийных сортов семян, рациональных агроприемов и средств механизации, обоснованных доз и способов внесения удобрений, средств защиты растений. Это повлечет изменение энергозатрат, причем, непропорциональное, которое должно быть учтено путем пересчета их первоначального значения по откорректированным входным данным.

Энергоэффективность технологии существенно зависит от варианта использования побочной биомассы и отходов, например, в виде попутного биотоплива для сушки основной продукции или органического удобрения, запахиваемого в почву, корма для животных и т.д. Зависимости для вычисления критериев (1) и (2) в этих случаях, в т.ч. при сжигании побочной биомассы на поле, представлены в источнике [8].

Заключение

Повышение энергоэффективности технологий выращивания биомассы, перерабатываемой в биотопливо, необходимо осуществлять на принципах целенаправленного сочетания техногенных ресурсов, климатических факторов, ландшафтно-технологических характеристик полей, физико-механических свойств и плодородия почвы, физиологических, биохимических и технологических свойств растений, обеспечивающих формирование и формализацию адекватных входных данных для вычисления и анализа оценочных критериев.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика топливно-энергетической оценки производства продукции растениеводства / В.П. Елизаров [и др.]. – М.: ВИМ, 2012. – 84 с.
2. Колос, В.А. Алгоритмы оценки энергоэффективности производства биотоплива из растительной биомассы / В.А. Колос, Ю.Н. Сапьян // Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства: сб. докладов Международ. науч.-технич. конф.: в 2 ч. – М.: ВИМ, 2011. – Ч. 2. – С. 90-94.
3. Колос, В.А. Анализ энергетической эффективности технологии производства картофеля в Северо-Западном регионе России / В.А. Колос, В.Б. Ловкис // Картофелеводство: сб. науч. трудов. – Минск: РУП «НПЦ НАНБ по картофелеводству и плодоовощеводству», 2009. – Т. 16. – С. 292-297.
4. Колмыков, А.В. Оценка влияния пространственных факторов и производительных свойств земли на энергозатраты в земледелии / А.В. Калмыков // Вестник БГСХА. – 2011. – № 2. – С. 110-118.
5. Кидин, В.В. Агрехимия: учеб. / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – М.: Проспект, 2016. – 608 с.
6. Каюмов, М.К. Программирование урожая сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
7. Ильчук, Р. В. Урожайность и крахмалистость клубней картофеля в зависимости от группы спелости сорта и погодно-климатических условий / Р.В. Ильчук // Вестник БСХА. – 2014. – № 2. – С. 81-84.
8. Колос, В.А. Зависимость энергоэффективности технологии от вариантов использования побочной продукции / В.А. Колос, Ю.Н. Сапьян, Е.Н. Кабакова // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации государственной программы развития сельского хозяйства: сб. докладов Международ. науч.-технич. конф. в 2 ч. – М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. – Ч. 2. – С. 111-114.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.02.2018

МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЕ И РАСХОД ТОПЛИВО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ю.И. Томкунас,

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

А.А. Гончарко,

ст. преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ

В.Н. Кецко,

ст. преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ

Т.М. Чумак,

ст. преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ

Ю.Н. Рогальская,

инженер каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

Д.С. Кононович,

студент агроmechanического факультета БГАТУ

Представлен анализ факторов, влияющих на расход топливо-смазочных материалов при неправильном использовании машинно-тракторных агрегатов, недогрузки тракторов, межсменных переездах и технических неисправностях.

Ключевые слова: загрузка двигателя, топливо, смазочные материалы, экономия, перерасход.

Provided analysis of factors influencing the consumption of fuel and lubricants in case of incorrect use of machine and tractor aggregates, tractors underload, mishmannah crossings, technical faults.

Keywords: download engine, fuel, lubricants, economy, overspending.

Введение

Экономичность, надежность и долговечность работы техники в наибольшей степени зависят от эксплуатационных свойств, качества применяемых топлив, смазочных материалов, технических и технологических жидкостей, а также от их рационального использования, технически обоснованного нормирования расхода, правильного транспортирования, хранения и выдачи. В связи с внедрением в сельскохозяйственное производство более мощных тракторов, комбайнов, большегрузных автомобилей, зависимость работы машин от свойств используемых нефтепродуктов значительно возрастает. С их качеством неразрывно связаны эксплуатационные затраты, трудоемкость технического обслуживания, расход запасных частей, токсичность продуктов сгорания.

В соответствии с Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы [1], машинно-тракторный парк сельскохозяйственных организаций должен комплектоваться высокопроизводительными машинами. Его основа – энергонасыщенные тракторы, широкозахватные почвообрабатывающие и почвообрабатыва-

юще-посевные агрегаты, машины для внесения минеральных и известковых материалов, косилки блочно-модульного типа, большегрузные машины для внесения твердых и жидких органических удобрений. Отсюда ясно, какое большое внимание должно уделяться экономии, бережному использованию топлива и смазочных материалов. Рациональное ведение хозяйства возможно только при условии грамотной эксплуатации машин, поддержании их в хорошем техническом состоянии.

Энерговооруженность труда в сельском хозяйстве к концу 2020 года составит не менее 75 л. с. в расчете на 1 человека, против 66,2 л. с. в 2014 году [2].

Целью настоящей работы является оценка факторов, влияющих на расход топливо-смазочных материалов и определение путей их снижения для повышения технических показателей работы машинно-тракторных агрегатов (МТА).

Основная часть

Высокая производительность машин в свою очередь зависит от их надежности, то есть свойства выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в установленном диапазоне в течение

требуемого времени (требуемой наработки) при заданных производственных условиях.

Известно, что если трактор приспособлен к разным операциям и хорошо подобраны оптимальные режимы работы двигателя, он эффективно работает в различных условиях. Причем, если мощность двигателя используется не менее чем на 80 %, а частота вращения коленчатого вала соответствует наименьшему расходу топлива, трактор работает экономично с высокой производительностью [3, 4].

В сельскохозяйственных предприятиях многие тракторные агрегаты укомплектованы без обоснованной методики и оценки оптимальных режимов двигателей, чаще всего работают с частичной нагрузкой, нерационально расходуя топливо.

Наиболее полно загружаются тракторы, работающие с культиваторами, сеялками, катками на хорошо подготовленных почвах, так как в этом случае тяговое сопротивление агрегатов более равномерно [5]. При работе с плугами, луцильниками, дисковыми боронами тракторы целесообразно загрузить на 85-90 %. Тогда запаса мощности будет достаточно для преодоления временных сопротивлений без перехода на пониженные передачи.

Развиваемую мощность можно проверить по часовому расходу топлива в процессе работы агрегата, используя при этом оборудование (системы контроля расхода топлива (СКРТ)). Контроль расхода топлива осуществляется по датчику уровня топлива (ДУТ) в баке и (или) по проходному датчику расхода дизельного топлива в двигателе (ДРТ) [6].

Большую часть от общего объема годовых работ выполняют тракторы тягового класса 1,4 с загрузкой двигателя 45-50 %, на транспортных работах и междурядной обработке – 50 %, на заготовке кормов – 47 %, культивации – 45 %, внесении удобрений – 47 %. Посев и внесение удобрений занимают в среднем 19,7 % от всего объема работ [7].

Частые изменения загрузки тракторов приводят к изменению режимов работы двигателя и топливного насоса. С уменьшением частоты вращения коленчатого вала увеличиваются потери дизельного топлива из-за неравномерности топливоподачи по секциям. При выполнении технологических операций с частотой вращения коленчатого вала $0,5n_{ном}$ неравномерность подачи топлива по секциям составляет 25-35 % в зависимости от типа двигателя [8].

Резерв экономии топлива связан с контролем состояния рабочих органов сельхозмашин. При затуплении лезвий лемехов, лап культиваторов, дисков сеялок и луцильников, возрастают тяговое усилие и расход топлива. Сопротивление машинно-тракторных агрегатов зависит от влажности почвы, поэтому механизированные работы следует выполнять в установившиеся для данного района агротехнические сроки.

Перерасход топлива бывает в тех случаях, когда агрегат работает в неподготовленных загонах, с большими переездами, холостыми проходами. Если борозда непрямолинейна, то расход топлива возрастает на 2...3 %. На коротких гонах возрастает время, затрачиваемое на разворот. При длине гона 300 м расход топлива на 15...20 % больше, чем при 1500 м. Совершенно недопустимо использовать на коротких гонах мощные тракторы.

Велики непроизводительные потери топлива при холостых переездах тракторов при смене участков и полей, на которые за смену тратится до 6 % времени. При движении с прицепными агрегатами тракторы расходуют 1...2 кг топлива на 1 км. В крупных сельскохозяйственных предприятиях с большими полями за год переезды составляют 300...350 км, а с мелкими полями – до 600 км. Подсчитано, что на переезды, во многих случаях неоправданные, неэффективно расходуется 6...7 % годового потребления топлива. Чтобы уменьшить это количество, необходимо составлять план-маршрут работ, для чего нужно определять очередность и время обработки полей, расстояние холостых переездов [9].

Экономия топлива зависит от исправности всех механизмов и узлов МТА. В целом, за счет правильных регулировок расход топлива можно снизить примерно до 10 %.

Значительный перерасход топлива бывает при использовании в трансмиссиях тракторов и самоходных машин высоковязких масел. Это приводит к повышению не только износа деталей, но и затрат на преодоление внутреннего трения, что снижает КПД.

В процессе эксплуатации техники наблюдается значительный перерасход масел. В первую очередь неизбежен их угар. При работе двигателей масло поступает в цилиндропоршневую группу, часть его попадает в камеру сгорания, где происходит его угар, который может достигать 2...3 % от расхода топлива, то есть ежемесячно, в зависимости от мощности двигателя, в картер доливают от 1 до 10 кг масла. У некоторых современных двигателей расход на угар значительно снижен (до 0,6...0,8 %).

Надежная и эффективная эксплуатация двигателей внутреннего сгорания в агропромышленном комплексе требует использования качественных моторных масел, которые должны обладать высокими моющедиспергирующими, противоизносными, противозадирными и защитными свойствами и обеспечивать снижение расхода топлива двигателем за счет уменьшения потерь на внутреннее трение.

При использовании двигателей со сроком службы более 3-4 лет, наибольший эффект можно получить от применения антифрикционных, противоизносных, а также эксплуатационно-восстановительных

препаратов при введении их в качестве присадок (добавок) к моторным маслам при их замене.

Для оценки эффективности применения присадок, авторами статьи проведены экспериментальные исследования [10] на двигателях Д-240 (заводской №155020 и 155262), прошедших капитальный ремонт на Дзержинском мотороремонтном заводе, и на двигателе Д-240 (заводской №389998) после 500 моточасов наработки. Перед началом испытаний отремонтированные двигатели были обкатаны по заводской программе на стенде КИ-5543 ГОСНИТИ с использованием масла М-10Г₂. После обкатки проведено их техническое обслуживание с промывкой системы смазки двигателей и последующим заполнением свежим маслом. Исследования проводились на том же стенде, оборудованном приборами для замеров показателей (табл. 1).

Программой исследований предусматривалось снятие показателей двигателей на стандартном масле М-10Г₂, М-10Г₂ с добавлением присадки «Ультра-Алмаз», масле М-10Г₂, с добавлением присадки «Римет», М-10Г₂ с добавлением присадки «Универсаль-

ный модификатор». Работа двигателей на каждом этапе составляла 3 часа.

Из представленных данных следует, что номинальная эффективная мощность при работе двигателя Д-240 на стандартном масле составила 57,1 кВт, а с присадкой «Римет» – 59,6 кВт, т.е. увеличилась на 2,5 кВт при снижении удельного расхода топлива с 256 до 235 г/кВт·ч.

При применении масла с присадкой «Ультра-Алмаз» мощность увеличилась на 0,9 кВт, а удельный расход топлива снизился на 4,1 % по сравнению с работой двигателя на стандартном масле М-10Г₂. Применение присадки «Универсальный модификатор» к маслу М-10Г₂ позволяет увеличить мощность двигателя на 1,4 кВт и снизить часовой расход топлива на 0,7 кг/ч при снижении удельного расхода топлива на 8,3 %.

Механические потери двигателей были определены на испытательном стенде в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Механические потери холодного двигателя

Таблица 1. Результаты стендовых испытаний присадок (добавок) к моторному маслу М-10Г₂ двигателей Д-240

Наименование показателя	Ед. изм.	Заводские номера двигателей					
		155262		155020		989998	
		М-10Г ₂	М10Г ₂ +Римет	М-10Г ₂	М10Г ₂ +Ультра-Алмаз	М-10Г ₂	М-10Г ₂ +Универсальный модификатор
Номинальная мощность	кВт	57,1	59,6	56,8	57,7	56,2	57,6
Повышение мощности	кВт	-	2,5	-	0,9	-	1,4
Часовой расход топлива при номинальной мощности	кг/ч	14,6	14,2	14,2	13,7	13,3	12,6
Снижение часового расхода топлива	кг/ч	-	0,4	-	0,5	-	0,7
Удельный расход топлива при номинальной мощности	г/кВт*ч	256	235	247	237	288	264
Снижение удельного расхода топлива	г/кВт*ч	-	21	-	10	-	24
Часовой расход топлива на холостом ходу двигателя	кг/ч	4,0	3,9	4,3	4,0	3,4	3,0
Снижение часового расхода топлива на холостом ходу двигателя	кг/ч	-	0,1	-	0,3	-	0,4
Частота вращения коленчатого вала двигателя	мин ⁻¹						
- на холостом ходу		2370	2380	2370	2370	2360	2360
- при номинальной мощности		2230	2240	2220	2230	2195	2200
Минимально устойчивая частота вращения на холостом ходу	мин ⁻¹	600	580	600	590	600	600
Суммарный зазор в КШМ	мм	0,23	0,19	0,13	0,11	0,195	0,18
Вакуумметрическое давление при n=400 мин ⁻¹	мПа	0,78	0,80	0,70	0,71	0,75	0,77

Таблица 2. Механические потери двигателей

Частота вращения, мин ⁻¹	Температура масла в двигателе t=18-20 °С		Температура масла в двигателе t=75-80 °С		
	Момент сопротивления, Н·м		Момент сопротивления, Н·м		
	Масло М-10Г ₂	Масло М-10Г ₂ + Ультра-Алмаз	Масло М-10Г ₂	Масло М-10Г ₂ + Ультра-Алмаз	Масло М-10Г ₂ + Римет
500	126	71,3	72	62	58
800	128	71,5	74	70	66
1000	134	72,0	80	73	67

(t=18-20°C) на стандартном масле М-10Г₂ составили от 126 до 134 Н·м в диапазоне частоты вращения от 500 до 1000 мин⁻¹. При работе с присадкой «Ультра-Алмаз» механические потери снизились до 71-72 Н·м.

Для прогретого двигателя (t=75-80°C) механические потери при работе на масле М-10Г₂ составили 72-80 Н·м в диапазоне частоты вращения 500-1000 мин⁻¹, а с присадкой «Ультра-Алмаз» – 62-73 Н·м и с присадкой «Римет» – 58-63 Н·м, т.е. снижение составило от 19 до 21 %.

Необходимо внедрять в сельское хозяйство системно-аналитические методы управления производством и выбора оптимальных решений для работы МТА предприятий. Любое хозяйство должно иметь подробную количественную и качественную оценку своего природно-климатического потенциала, рационального состава и технического состояния МТП, что позволит определить резервы роста и повысить эффективность сельскохозяйственного производства [11].

Заключение

Для обеспечения рационального использования топливно-смазочных материалов необходимо соблюдение комплекса мер и правил:

- поддержание технически исправного состояния всех механизмов, узлов и рабочих органов МТА;
- выбор оптимальных режимов работы двигателя в различных условиях;
- выполнение механизированных работ в установленные агротехнические сроки на подготовленных участках с небольшими переездами за смену;
- использование высококачественных масел.

С целью снижения расхода топлива при эксплуатации машинно-тракторных агрегатов, необходимо чтобы двигатель был загружен не менее чем на 80-90 %. Для проверки текущих значений расхода топлива желательно использовать системы контроля расхода топлива (СКРТ).

При использовании двигателей со сроком службы более 3-4 лет, к моторным маслам при их замене следует вводить присадки (добавки), что позволяет снизить расход топлива на 0,4-0,7 кг/ч.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 гг. Государ-

ственная программа инновационного развития. Концепция ГПИР на 2016-2020 годы.

2. Кукреш, Л.В. Программное развитие АПК Беларуси: этапы и результаты / Л.В. Кукреш, П.П. Казакевич // Аграрная экономика. – 2016. – №5. – С. 2-10.

3. Оценка нагруженности двигателя при эксплуатации трактора / А. Янулявичюс [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – №4. – С. 45-48.

4. Коваль, А.А. Крюковая нагрузка и основные технико-экономические показатели колесного трактора на вспашке / А.А. Коваль, В.Б. Самородов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – №6. – С. 15.

5. Интинская, Н.И. Автотракторные эксплуатационные материалы / Н.И. Интинская, Н.А. Кузнецов. – 3-е изд. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.

6. Новиков, А.В. Об эффективности использования современных технических средств для учета расхода дизельного топлива / А.В. Новиков, Ю.И. Томкунас, В.П. Полторан, А.А. Мажей // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: матер. Междунар. научн.-практич. конф., Минск, 12-13 июня 2008 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т; редкол.: А.В. Кузьмицкий [и др.]. – Минск, 2008. – Ч.1. – С. 369-371.

7. Режимы работы двигателя и расход топлива / П.А. Лебедев [и др.] // Сельский механизатор. – 2011. – № 12. – С. 30-31.

8. Чечет, В.А. Резервы ресурсосбережения при эксплуатации ДВС / В.А. Чечет, А.М. Алиев // Сельский механизатор. – 2010. – №10. – С. 29.

9. Зангиев, А.А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев, Т.П. Лышко, А.Н. Скороходов. – М.: Колос, 1996. – 320 с.

10. Влияние присадок (добавок) к моторному маслу на эксплуатационные показатели дизельного двигателя / Ю.И. Томкунас [и др.] // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: матер. Междунар. научн.-практич. конф., Минск, 23-24 октября 2009 г.: в 2 ч. – Минск: БГАТУ, 2009. – Ч. 2. – С. 12-15.

11. Жалнин, Э.В. Десять правил требований высокоэффективного машиноиспользования / Э.В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2016. – № 6. – С. 6-8.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 19.01.2018

УДК 664. 83 (476)

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА

И.В. Кулага,

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

Л.А. Лопатнюк,

доцент каф. информационных технологий и моделирования экономических процессов БГАТУ, канд. экон. наук

В статье обоснована значимость производства картофеля и продуктов его переработки. Представлен рейтинг его крупнейших производителей в мире; анализ динамики размеров посевных площадей, объемов валовых сборов и урожайности культуры в различных категориях хозяйств, уровень удовлетворения спроса на продукцию картофелепродуктового подкомплекса АПК Беларуси.

Ключевые слова: рынок, картофель, картофелепродукты, спрос, предложение, эффективность, посевные площади, урожайность, валовой сбор.

The article substantiates the importance of the production of potatoes and products of its processing. The rating of its largest producers in the world is presented; the analysis of the dynamics of the size of sown areas, the volume of gross yields and crop yields in various categories of farms, the level of meeting the demand for products of the potato-products of the agroindustrial sub-complex of Belarus.

Keywords: market, potatoes, potato products, demand, supply, efficiency, sown areas, yield, gross yield.

Введение

Императивом дальнейшего развития страны является объективная необходимость социальной ориентации экономики, ее направленности на повышение уровня жизни населения. Концептуально главная задача продовольственной политики заключается в создании системы эффективного производства, нацеленной на обеспечение населения качественной продукцией, а промышленности – соответствующим сырьем в объемах, необходимых для экономического роста. Важная роль в решении указанной задачи отводится круглогодичному обеспечению населения картофелем – продуктом, входящим в перечень из восьми групп товаров, обеспечивающих продовольственную безопасность Республики Беларусь и заслуженно называемым «вторым хлебом», а также продукцией, получаемой при его переработке.

Цель данного исследования состояла в анализе современного состояния производства продукции основных отраслей картофелепродуктового подкомплекса республики, выявлении его векторной направленности.

Основная часть

Картофель – одна из важнейших продовольственных культур, занимающих по питательной ценности четвертое место после риса, пшеницы и кукурузы (энергетическая ценность на 100 г продукта – около 70 ккал, 305 кДж). Его потребляет почти каждый пятый житель планеты, а для каждого десятого он является одним из основных продуктов питания. В клубнях

картофеля содержатся белки (до 2 %), углеводы (крахмал – 13,1-36,8 %, моно- и полисахариды: глюкоза, фруктоза, сахароза), витамины и минеральные соли. Основным витамином является аскорбиновая кислота. В клубнях найден практически весь комплекс витамина В: В1, В2, В6, фолиевая и никотиновая кислоты. Кроме того, обнаружены каротиноиды (альфа- и бета-каротин, виолаксантин, лютеин и др.). Из минеральных солей преобладают соли калия и фосфора, но есть и другие микро- и макроэлементы – железо, кальций, магний, марганец, никель, кобальт, йод. Из органических кислот – лимонная, щавелевая, яблочная [1].

Картофель культивируется в умеренной климатической зоне по всему земному шару и составляет значительную часть пищевого рациона народов Северного полушария (белорусов, поляков, канадцев). К началу XX века этот овощ уже считался «вторым хлебом», то есть одним из основных продуктов питания. На рынке овощной продукции картофель занимает первое место и играет значимую роль в решении мировой продовольственной проблемы. В мире выращивают около 385 млн т картофеля при средней урожайности около 150 ц/га. Картофельводство в мире переживает определенные изменения. До начала 1990-х годов большая часть картофеля выращивалась и потреблялась в Европе, Северной Америке и странах бывшего Советского Союза. Позднее увеличился спрос и его производство в странах Азии, Африки и Латинской Америки в связи с высокими темпами прироста населения, прежде всего в азиатских странах. Увеличение населения и желание отдельных стран защитить себя от негативной конъюнктуры ми-

ровых товарных рынков способствуют росту производства картофеля. По данным ФАОСТАТ, на данный момент Китай является крупнейшим производителем картофеля. Почти треть мирового урожая убирается в Китае и Индии (табл. 1).

Таблица 1. Рейтинг стран по производству картофеля

Крупнейшие производители картофеля в мире	Среднее за 2010 – 2016 гг., млн т
Китайская Народная Республика	96,1
Индия	46,4
Россия	32,0
Украина	24,9
США	20,1
Германия	11,6
Франция	8,1
Польша	7,7
Нидерланды	7,1
Беларусь	6,3
Всего в мире	385
<i>Примечание: [2]</i>	

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), на фоне роста доходов населения во многих развивающихся странах происходит «пищевая революция», направленная на потребление продуктов с большой энергетической ценностью. Одна из составляющих этого процесса – повышение спроса на картофель, производство которого в мире растет и, по мнению аналитиков, в будущем эта векторная направленность не изменится.

В Республике Беларусь производство картофеля является традиционным направлением растениеводства, одной из отличительных особенностей национального жизненного уклада. За прошедшее десятилетие предложение по картофелю превышало внутриреспубликанский спрос в 1,8 – 2 раза. В то же время,

проведенный анализ показал, что в последние годы в стране наблюдается тенденция к сокращению посевных площадей культуры. Картофельное поле за 2000 – 2016 гг. сократилось более чем в 2 раза (с 661 тыс. га до 294,6 тыс. га). В 2016 году по отношению к предыдущему его площадь уменьшилась на 6,1 % (табл. 2).

Около половины пахотных земель в республике отведено под зерновые и зернобобовые культуры, более трети – под производство кормов. Остальные занимают картофель, овощи и технические культуры (рис. 1). В 2016 г. по отношению к 2010 г. удельный вес картофеля в посевных площадях хозяйств всех категорий снизился на 1,6 % и составил 5,0 %.

Среди областей республики по посевным площадям картофеля лидируют Брестская и Гродненская области (табл. 3).

Следует отметить, что в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь с 2010 года посевная площадь картофеля остается фактически неизменной, составляя в структуре сельскохозяйственных земель 0,6 – 0,7 % [3]. По данным за 2016 г., по этому показателю лидирует Минская область (табл. 4).

Анализ данных по урожайности и валовому сбору культуры, представленных на рисунке 2, позволяет сделать вывод, что в хозяйствах всех категорий с 2013 года тренд фактически не изменен и сохраняется на уровне 200 ц/га и 6 млн т соответственно.

При этом в сельскохозяйственных организациях векторная направленность по данным показателям с 2012 года была изменчивой (рис. 3).

Лидирующие позиции по валовому сбору картофеля в 2016 году занимала Минская область, по урожайности в хозяйствах всех категорий – Гродненская (223 ц/га), в сельскохозяйственных организациях – Минская (275 ц/га) (табл. 5).

В целом по республике наблюдается рост урожайности в сельскохозяйственных предприятиях, но

Таблица 2. Посевные площади картофеля в хозяйствах всех категорий, (тыс. га)

Показатели	Годы								2016 г. в % к 2015 г.	2016 г. в % к 2000 г.
	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Вся посевная площадь	6154,9	5599,0	5738,3	5826,9	5739,2	5860,1	5869,2	5845,1	99,5	94,9
Посевная площадь картофеля	661,0	371,0	344,7	335,2	308,6	310,3	313,8	294,6	93,9	44,6
<i>Примечание: [2, С. 74; 7]</i>										

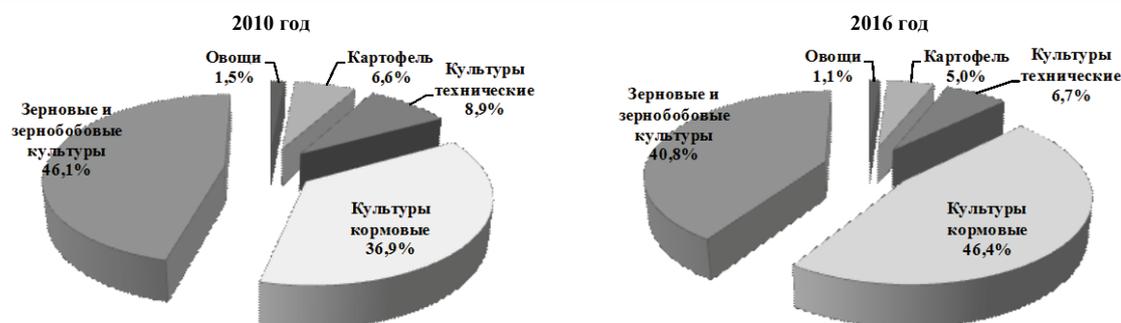


Рис. 1. Структура посевных площадей в хозяйствах всех категорий организаций Республики Беларусь в 2010 и 2016 гг. (в % к итогу)

Таблица 3. Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур по областям республики в хозяйствах всех категорий в 2016 г.

Область	Культуры					Итого
	зерновые и зернобобовые	кормовые	технические	картофель	овощи	
Гродненская	43,3	38,8	11,3	5,6	1,0	100
Минская	42,9	41,9	8,7	5,4	1,1	100
Могилевская	41,6	48,3	4,5	4,6	1,0	100
Брестская	41,1	44,7	6,2	6,5	1,5	100
Гомельская	39,0	53,4	1,6	4,7	1,3	100
Витебская	36,7	51,3	7,9	3,4	0,7	100

Таблица 4. Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по областям в 2016 г.

Область	Культуры					Итого
	зерновые и зернобобовые	кормовые	технические	картофель	овощи	
Гродненская	45,5	41,5	12,1	0,7	0,1	100
Минская	45,0	44,7	9,3	0,9	0,1	100
Могилевская	44,1	48,3	6,8	0,7	0,2	100
Брестская	42,5	51,9	4,8	0,7	0,2	100
Гомельская	40,6	56,9	1,7	0,6	0,2	100
Витебская	37,3	53,7	8,7	0,3	0,04	100

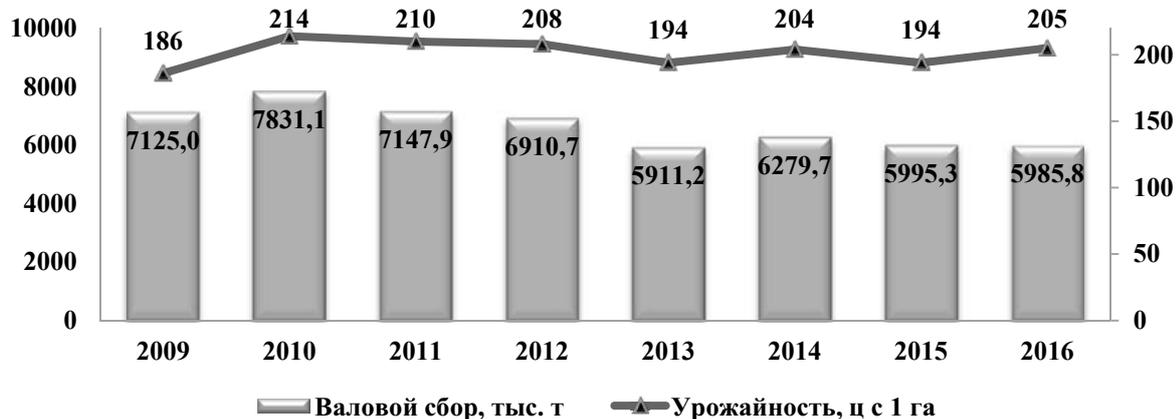


Рис. 2. Динамика урожайности и валового сбора картофеля в хозяйствах всех категорий

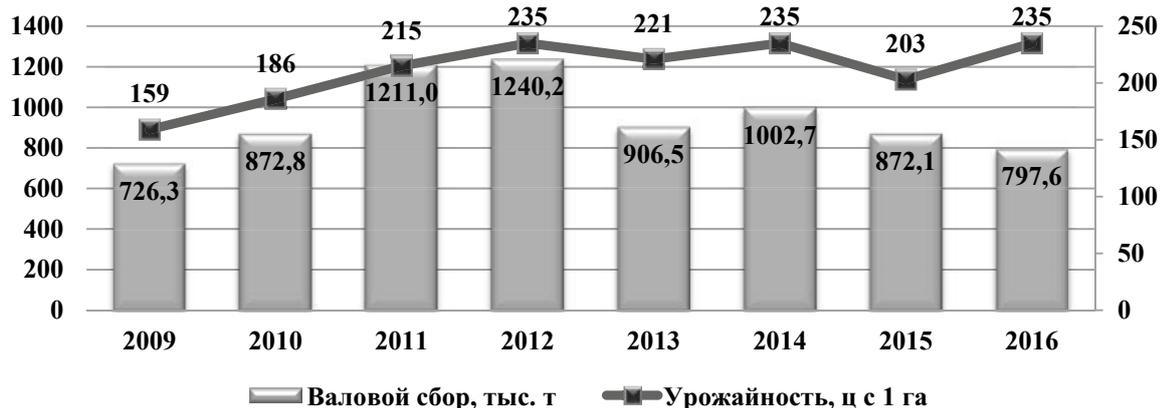


Рис. 3. Динамика урожайности и валового сбора картофеля в сельскохозяйственных организациях

в результате снижения ее уровня в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ), урожайность во всех категориях хозяйств практически не меняется. Урожайность кар-

тофеля в крестьянских хозяйствах ниже, чем в сельскохозяйственных предприятиях, что обусловлено сложностью ведения севооборота на малых площа-

Таблица 5. Валовой сбор и урожайность картофеля по областям в 2016 г.

Показатель	Область					
	Минская	Брестская	Гродненская	Гомельская	Могилевская	Витебская
	В хозяйствах всех категорий					
Валовой сбор, тыс. т	1560,4	1171,9	1006,2	821,1	804,7	621,5
Урожайность, ц/га	221	197	223	172	210	199
	В сельскохозяйственных организациях					
Валовой сбор, тыс. т	284,7	124,1	135,8	93,9	93,1	66,0
Урожайность, ц/га	275	228	251	171	202	257

дах, отсутствием у фермеров денег на закупку семян, удобрений, технических ресурсов, поэтому ожидать возрастания роли крестьянских хозяйств в валовом производстве картофеля в ближайшее время не приходится.

Картофель, выращенный в частном секторе, идет в основном на продовольственные цели, семена и корм скоту, а в сельхозорганизациях – как товарная продукция на внутренний и внешний рынки. Ежегодные объемы производства картофеля позволяют в полном объеме обеспечивать внутренние потребности республики и выполнять договорные обязательства по экспортным поставкам. При этом, для завоевания лидирующих позиций на внешнем рынке, белорусские аграрии должны не только получать высокие урожаи картофеля, но и обеспечивать себе возможность установления конкурентоспособной цены, в структуру которой обоснованно (благодаря качественным характеристикам) может быть заложен высокий уровень добавленной стоимости.

Товарное картофелеводство характеризуется высокой экономической эффективностью. В хозяйствах, где урожайность этой культуры превышает 200 ц/га, ее производство рентабельно, а при урожайности 300 ц/га рентабельность достигает 100 %. Вместе с тем выращивание картофеля требует больших материальных (около 6 млн руб. на 1 га) и трудовых (300 – 400 чел.-ч/га) затрат. Чтобы его выращивание приносило хозяйствам высокую прибыль, при строгом соблюдении технологических требований, необходимо получать 300 ц/га и более качественной товарной продукции [4].

Картофель относят к числу важнейших сельскохозяйственных культур, имеющих разносторонние направления использования: продовольственное, техническое, кормовое. Профессор П.М. Жуковский, оценивая универсальное значение этой культуры в жизни человека, в свое время писал: «Картофель – наиболее универсальное благо из всего, что нам дало открытие Колумба». Основное направление его использования в мире – продовольственное, с прослеживающейся тенденцией увеличения потребления в виде картофелепродуктов. К примеру, в странах Западной Европы перерабатывается 20 – 40 %, в США – до 60 % урожая. В обеспечении продовольственной безопасности нашей страны значительная роль отводится повышению эффективности производства и использования картофеля. Возрастающее значение приобретает его переработка, способствующая рациональному использованию сырья, сокращению затрат на хранение и транспортировку, получению разнообразных, ценных и удобных в употреблении продуктов питания.

В Республике Беларусь, как и в Европе, картофель является одним из наиболее распространенных видов сырья для производства крахмала, поскольку имеет преимущество по сравнению с кукурузой и пшеницей – обеспечивает выработку сухого крахмала с высококачественными потребительскими свойствами. Картофельный крахмал применяют при производстве продукции пищевой, бумажной, химико-фармацевтической, текстильной, строительной, нефтегазодобывающей отраслей. Его трудно заменить при производстве многих видов продукции, а если и есть аналоги, то они не обеспечивают требуемое конечное качество.

На внутреннем рынке республики наблюдается относительно стабильный спрос на крахмал. По данным концерна «Белгоспищепром», в настоящее время он составляет около 19 тыс. т/год и более чем на 80 % удовлетворяется за счет собственного производства. Для нужд общественного питания и розничной торговли требуется до 5 тыс. т/год, для предприятий различных отраслей промышленности – 13-14 тыс. т/год.

Объемы производства картофельного крахмала в Беларуси в течение 2012 – 2016 гг. варьировались от 10,8 до 24,1 тыс. т (табл. 6).

Значимость дальнейшего развития предприятий по переработке картофеля на готовые продукты питания и полуфабрикаты также бесспорна, поскольку их выходная продукция востребована и, в ряде случаев, имеет преимущества по сравнению со свежими клубнями: более длительный срок хранения (сухие и замороженные картофелепродукты), лучшая питательная ценность за счет введения добавок – белков, жиров, витаминов (обжаренные картофелепродукты). Промышленная переработка картофеля позволяет существенно сократить емкость хранилищ (в 5-6 раз) и снизить транспортные перевозки более чем на 50 %, так как 1 кг сухого полуфабриката эквивалентен 7-8 кг свежего картофеля [4]. При этом уменьшаются потери картофеля при хранении, имеется возможность создания государственных резервов в виде продуктов длительного хранения. Использование полуфабрикатов из картофеля повышает производительность труда работников общественного питания, облегчает труд и экономит время домохозяйек, расширяет ассортимент продуктов питания.

Предприятия республики по производству готовых продуктов и полуфабрикатов из картофеля занимаются производством сухого картофельного порока и картофелепродуктов (чипсов, крекеров, клецек, и др.). Ассортимент продукции, вырабатываемый в

Таблица 6. Объемы производства картофельного крахмала в Республике Беларусь в 2011-2015 гг. (тонн)

Наименование областей и организаций	Объемы производства по годам				
	2012	2013	2014	2015	2016
Брестская область ОАО «Верховичский крахмальный завод»; ОАО «Отечество»; РПУП Брестский ЛВЗ «Белалко», структурное подразделение «Бродницкий крахмальный завод»	3187	3441	1437	1162	1380
Витебская область РУП «Толочинский консервный завод»	1399	1548	625	500	1233
Гомельская область ОАО «Жгунское»; Государственное предприятие «Дзержинский-агро»; ОАО «Гомельский жировой комбинат», Краснобережский участок	997	2492	1364	476	282
Гродненская область ОАО «Рогозницкий крахмальный завод»; ОАО «Борковский крахмальный завод»; ОАО «Гольшанский крахмальный завод»; ОАО «Лидапищеконцентраты», Радунский овощесушильный участок	5960	9561	8847	6111	8652
Минск и Минская область РУП «Минск Кристалл», обособленное структурное подразделение производственный цех «Любанский крахмальный завод»; РУП «Минск Кристалл», обособленное структурное подразделение производственный цех «Сновский крахмальный завод»; ОАО «Пищевой комбинат «Веселово»	4588	6149	2787	2177	3572
Могилевская область ОАО «Новая Друть»	906	931	523	370	234
Итого:	17037	24122	15585	10796	15353

Примечание: составлено по данным [5, С.102]

рамках одного картофелеперерабатывающего завода, относительно небольшой и меняется редко. Каждое предприятие обычно специализируется на выпуске одного-двух видов продукции.

По данным концерна «Белгоспищепром», потребность внутреннего рынка республики в готовой продукции и полуфабрикатах из картофеля составляет около 14-15 тыс. т/год, в том числе: сухом картофельном пюре – 4,0-5,0 тыс. т/год; картофелепродуктах: экструзионных (способных набухать и растворяться в холодной

воде, приобретая требуемые форму и структуру), замороженных и обжаренных – около 10 тыс. т/год.

На основе проведенного анализа выявлено, что спрос в указанных видах продукции за счет собственного производства не удовлетворяется. В 2016 г. в республике ее произведено 7,3 тыс. т. Доля продукции предприятий, входящих в структуру концерна «Белгоспищепром» и обллищепромов, составила 69,8 % от общего объема производства – 5,1 тыс. т (табл. 7).

Дальнейшее развитие картофелепродуктового под-

Таблица 7. Объемы производства картофелепродуктов в Республике Беларусь в 2011-2015 гг. (тонн)

Наименование организаций	Объемы производства по годам				
	2012	2013	2014	2015	2016
Брестская область					
1. ОАО «Отечество»	500	510	10	20	50
2. ОАО «Восход-Каменец»	–	–	–	–	10
3. ОАО «Агро-Мотоль»	–	–	–	–	10
Итого:	500	510	10	20	70
Витебская область					
4. РУП «Толочинский консервный завод»	–	–	–	–	50
5. Колхоз «Ольговское»	–	–	–	–	20
Итого:	–	–	–	–	70
Гомельская область					
6. КСУП «Комбинат «Восток»	–	–	–	10	50
Гродненская область					
7. ОАО «Лидапищеконцентраты», Радунский овощесушильный участок	35	35	15	20	30
Минская область					
8. ОАО «Машпищепрод»	5 000	5 300	4 300	4 500	5 100
Могилевская область					
9. УКСП «Присожье»	380	410	300	350	–
10. СПК «Гигант»	–	–	–	–	10
Итого:	380	410	300	350	410
11. Иные организации	1 000	1 520	3 575	4 000	2 000
Итого по организациям концерна «Белгоспищепром»:	5035	5335	4315	4520	5130
Всего:	6915	7775	8200	8900	7330

Примечание: составлено по данным концерна «Белгоспищепром»

комплекса должно осуществляться с учетом мировых тенденций и накопленного отечественного опыта в соответствии с основными направлениями по реализации Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 гг., Государственной комплексной программы развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства, включающими:

- обеспечение в полном объеме потребности Республики Беларусь в картофеле высокого качества и продуктах его переработки;

- повышение эффективности и конкурентоспособности отрасли картофелеводства (производство к концу 2020 года картофеля в объеме 5,6 млн т в хозяйствах всех категорий, из них в общественном секторе – 1,6 млн т (площадь посадки – 54 тыс. га при средней урожайности 291 ц с гектара);

- увеличение объемов экспорта картофеля до 300 тыс. т;

- обеспечение площади посадки картофеля на одну организацию, включенную в Государственную программу, не менее 150 га;

- укрепление материально-технической базы картофелеводческих и перерабатывающих организаций за счет технического оснащения перспективной сельскохозяйственной техникой и оборудованием, что обеспечит снижение затрат труда при выращивании и переработке картофеля на 30 – 70 %;

- строительство, реконструкцию и модернизацию специализированных картофелехранилищ на основе проекта картофелехранилищ модульного типа с установкой оборудования микроклимата, послеуборочной и предреализационной подготовкой картофеля;

- продолжение работ по реконструкции и техническому переоснащению картофелеперерабатывающих организаций в части проведения работ по поддержанию технического состояния действующих производств и утилизации отходов крахмального производства;

- создание нового высокотехнологичного производства (полуфабрикат замороженный, картофель сульфидированный, модифицированный крахмал) по выпуску конкурентоспособной и импортозамещающей продукции;

- ежегодное производство оздоровленного и сертифицированного семенного материала под полную потребность республики и на экспорт в объеме не менее 15,6 тыс. т;

- создание в каждой области по 2 – 3 интеграционных комплекса по производству, хранению, переработке и реализации картофеля и картофелепродуктов.

Заключение

Картофель относится к числу важнейших продовольственных культур, производство которого в мире растет и, по мнению аналитиков, в будущем эта векторная направленность не изменится. Что касается Республики Беларусь, то при том, что она обеспечивает себя собственным картофелем, экспортирует часть данной продукции, состояние производства характеризуется нестабильностью по годам. Основной причиной этого является его перераспределение между категориями хозяйств и регионов, недостаточно развитая и неэффективная сфера картофелепереработки. Дальнейшее развитие картофелепродуктового подкомплекса должно осуществляться с учетом мировых тенденций, отечественного опыта в соответствии с основными направлениями соответствующих программных документов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Писарев, Б.А. Книга о картофеле / Б.А. Писарев. – М.: Моск. рабочий, 1977. – 232 с.

2. Картофель – страны-производители (тонны) [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://ru.actualitix.com/country/wld/ru-potato-producing-countries.php/> – Дата доступа: 03.12.2017.

3. Валовой сбор и урожайность картофеля [Электронный ресурс]. – 2017 / Официальный интернет-портал национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: www.belstat.gov.by/ofitsialnaya...3/valovoi-sbor-i-urozhainost-kartofelya/. – Дата доступа: 08.12.2017.

4. Кулага, И.В. Направления повышения эффективности производственной деятельности картофелеперерабатывающих предприятий Беларуси: автореф. ...дис. канд. экон. наук: 08.00.05 / И.В. Кулага; БГЭУ. – Минск, 2010. – 24 с.

5. Агропромышленный комплекс (сельское хозяйство): статистич. сб. / Мин-во сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2017. – Т. 1. – 279 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.01.2018

УДК 338.43 (476)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

С.А. Матох,

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

В статье рассмотрена методология программно-целевого регулирования социально-экономического развития сельских территорий. Раскрыты концептуальные подходы к формированию механизма устойчивого развития сельских территорий.

Ключевые слова: концепция, устойчивое развитие, механизм, сельские территории, целевое регулирование.

The article considers the methodology of the program-target regulation of the social and economic development of rural areas. Conceptual approaches to the formation of a mechanism for the sustainable development of rural areas are revealed.

Keywords: concept, sustainable development, mechanism, rural areas, targeted regulation.

Введение

В процессе перехода к рыночным отношениям в республике произошел ряд существенных трансформаций социально-экономического развития сельских территорий, содержание которых состояло в следующем: во-первых, изменились формы регулирования (переход от полного патернализма к децентрализованной форме управления); во-вторых, государство осуществило передачу части регулирующих функций по обеспечению социально-экономического развития сельских территорий местным органам власти; в третьих, сфера государственного регулирования социального развития сократилась до обеспечения социальных стандартов, что значительно повысило роль нормативно-правовых, административных (связано с необходимостью формального закрепления новых норм и правил функционирования социально-производственной сферы) и бюджетных (обусловлено реформированием в системе финансирования социальной сферы) методов и инструментов регулирования.

Цель исследования состоит в обосновании теоретико-методологических положений и разработке практических рекомендаций по программно-целевому регулированию и дальнейшему совершенствованию механизма развития сельских территорий как социально-экономической сферы аграрного производства, адаптированной к рыночным условиям хозяйствования.

Основная часть

Без кардинальных перемен невозможно вывести сельскохозяйственное производство на самоокупаемость и самофинансирование, обеспечить привлекательность сельского труда, образа жизни и привлекательности проживания в сельской местности. Все это в большей степени зависит не только от эффективной

работы субъектов хозяйствования, но и степени развития сельских территорий, так как именно их устойчивое развитие является одним из условий экономического и социального благополучия сельского населения, и должно стать приоритетным направлением развития государства. В силу указанных обстоятельств особую роль приобретают инструменты программно-целевого регулирования, позволяющего наиболее полно охватить весь объем задач, решение которых может обеспечить повышение уровня развития аграрного производства, нормальные условия жизнедеятельности населения, повышение уровня и качества его жизни.

Методология программно-целевого регулирования является наиболее приемлемым основанием для работы по согласованию процессов выработки и реализации управленческих решений, связанных с задачами проблемного характера. Высокая эффективность реализации целевых программ достигается только в том случае, если стимулируя производство и обеспечивая занятость, программа не противоречит концепции рыночных отношений. Поэтому разрабатываемые программы должны быть ориентированы на сочетание социально-бюджетной и коммерческой эффективности, а, следовательно, на максимальную отдачу вкладываемых ресурсов, критерием которой служит полнота возврата финансовых средств.

Практика применения программно-целевого подхода в преодолении проблем развития АПК характеризуется наличием значительных недостатков. Это проявляется в ориентации на решение частных региональных вопросов без увязки их с приоритетными целями развития экономики – в частности, создания благоприятных условий для воспроизводственной деятельности отстающих регионов, решения иных проблем, выходящих за рамки отдельной отрасли или региона. Объективное несовершенство рыночных механизмов и ограниченность финансовых

ресурсов, направляемых на развитие сельских регионов, обуславливает целесообразность выбора наиболее перспективных центров (точек) развития в качестве основы общего повышения эффективности территориальных социально-экономических систем.

Изучение теоретических основ программно-целевого регулирования позволяет уточнить понятие «целевая программа», которую следует понимать как целереализующую систему увязанных между собой по содержанию, срокам, исполнителям, обеспеченной ресурсами и взаимосвязанных мероприятий и последовательных действий, направленных на достижение эффективного и устойчивого развития агропромышленного комплекса. Как отмечает А.Г. Гранберг, программно-целевой подход позволяет реализовать потребность в осуществлении интеграционных процессов в экономике, обусловленную, с одной стороны, сложностью комплексных проблем экономического развития, требующих для своего решения эффективного межотраслевого и межрегионального взаимодействия, и, с другой – высокой дифференциации уровня развития отдельных элементов экономической системы [1].

Важной особенностью программ развития сельских территорий является то, что они проходят стадию формирования на региональном уровне, а их реализация осуществляется, как правило, на уровне субъекта хозяйствования. То есть, для обеспечения эффективности их реализации программы должны сочетать общерегиональные интересы и интересы субъектов хозяйствования и местного населения. Поэтому при формировании целевых программ социально-экономического развития сельских территорий следует учитывать:

- необходимость согласования интересов государства, сельских территорий, хозяйствующих субъектов и местного населения, тогда как при разработке республиканских целевых программ приоритет отдается общегосударственным интересам;

- относительное сокращение (при росте абсолютных значений инвестиций) финансовых ресурсов, выделяемых для реализации программных мероприятий в централизованном порядке. К ним относятся бюджетные средства, доля которых должна сокращаться, составляя по республиканскому бюджету 10-20 %, а по местным – 20 %. Что же касается собственных средств товаропроизводителей, то их размер, с учетом кредитов банков должен составлять не менее 60-70 % [2];

- предоставление местным органам власти и руководителям субъектов хозяйствования реальной возможности определять, как стратегические цели, так и программу последовательных действий по социально-экономическому развитию;

- при финансировании права на участие в программах должны иметь те субъекты хозяйствования, продукция которых соответствует конкурентным условиям, и которые могут взять на себя обязательства по выполнению установленных требований, в первую очередь по нормативам издержек производства и повышения качества продукции.

Методология программно-целевого регулирования применительно к сельским территориям основывается на понимании программно-целевого метода как совокупности научных подходов, принципов, специфических методов, методик, проведение которых призвано содействовать сбалансированному социально-экономическому развитию сельских территорий, укреплению внутри- и межрегиональных хозяйственных связей. Обеспечение взаимодействия различных форм и видов регулирования призвано способствовать поддержанию общих методологических основ и определенной организации и координации действий.

Для того чтобы оценить влияние элементов регулирования и определить, как это связано с внешними и внутренними факторами, инвестициями, демографическими условиями, а также темпами научно-технического прогресса, очень важно учитывать имеющиеся ресурсы самих территорий, использование которых должно соответствовать общенациональным интересам и отражать общую стратегию государства, поскольку сельская территория несет в себе тот необходимый потенциал, способный обеспечить его конкурентоспособность. Учитывая, что экономика аграрной сферы переходит на инновационный путь развития, что обусловило необходимость проведения экономических реформ, разработка и реализация программно-целевого регулирования позволяет органам исполнительной власти выбирать из применяемых методов и инструментов те, которые являются адекватными задачам развития сельских территорий и обеспечивают достижение поставленных целей, успешность которых в значительной мере определяется программно-целевой деятельностью, являющейся одним из действенных методов государственного регулирования народного хозяйства, в том числе и АПК. По мнению В. Я. Узуна, оно содействует правильному выбору целей функционирования сельских территорий, преодолению ведомственных барьеров и местных интересов, подчинению деятельности министерств и ведомств целям достижения максимальных конечных народно-хозяйственных результатов, выбору такой структуры регулирования, которая максимально способствует реализации этих целей [3].

Высокая эффективность реализации целевых программ достигается только в том случае, если, стимулируя производство и обеспечивая занятость, программа не противоречит концепции рыночных отношений. Поэтому разрабатываемые программы должны быть ориентированы на сочетание социальной, бюджетной и коммерческой эффективности, а, следовательно, на максимальную отдачу инвестиций, критерием которой служит полнота возврата финансовых средств, возможность дальнейшего развития программы без дополнительного привлечения ресурсов.

Следует отметить, что в условиях рыночных отношений государственное регулирование приобретает принципиально новые черты в сравнении с тем, каким оно было при распределительно-административном управлении экономикой. Прежде всего, речь идет о преимущественно экономических методах регулирова-

ния, а не административных, что принципиально важно, поскольку не является возвратом к прошлому. Во вторых, имеется в виду переход на индикативные методы регулирования, дающие право выбора предлагаемых условий и программ. Кроме этого, переход на демократические принципы принятия решений по регулированию осуществляется на основе согласия сторон.

Наряду с перечисленными выше методами, особое значение имеет повышение ответственности исполнителей программных мероприятий, так как это призвано обеспечить эффективную работу всей системы в рамках программно-целевого подхода и выступает организационной основой для функционирования всех элементов системы.

Для совершенствования государственного регулирования социально-экономического развития АПК, повышения эффективности и решения финансово-экономических проблем сельскохозяйственного производства, реализации мероприятий по развитию социальной сферы села, в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь № 343 от 1 августа 2011 г., была разработана и утверждена «Государственная программа устойчивого развития села на 2011 – 2015 годы». Она стала продолжением «Государственной программы возрождения и развития села на 2005 – 2010 годы», основные усилия которой были направлены на реализацию как социальной, так и производственной сфер. Меры, принятые в рамках указанной программы, создали предпосылки для ускорения экономического роста, развития инфраструктуры сельских территорий, повышения уровня жизни сельского населения.

Так, в среднем за 2006 – 2010 гг. в сельскохозяйственных организациях республики в сравнении с 2001 – 2005 гг. урожайность зерновых и зернобобовых культур выросла на 17,3 %, сахарной свеклы – на 36,3%, картофеля – на 37,9 %. Значительно увеличились среднегодовые удои от одной коровы: на 53,7 %, среднесуточные приросты КРС – на 28,1 %, свиней – на 20,1 %. Выручка от реализации сельскохозяй-

ственной продукции, работ и услуг за этот период в сопоставимых ценах выросла в 1,9, а чистая прибыль – в 1,8 раза. На базе сельских советов и центральных усадеб сельскохозяйственных организаций сформировано около 1,5 тыс. агрогородков. Начисленная среднемесячная заработная плата работников сельского хозяйства выросла в 2,1 раза. Однако она пока значительно уступает среднереспубликанским показателям в 1,5 раза [4].

Не отмечено улучшение и финансового состояния субъектов хозяйствования, о чем свидетельствует рост задолженности. Все это вызвало необходимость разработки новых программных мероприятий, получивших воплощение в Государственной программе развития села на 2011 – 2015 годы. Ее главная цель – обеспечение устойчивости социально-экономического развития села и улучшение его демографической ситуации на основе повышения экономической эффективности, развития предпринимательской инициативы, наращивание экспортного потенциала, повышения уровня жизни сельского населения, а также социально-бытового и инженерного обустройства сельских населенных пунктов и др. Государственное регулирование предполагается осуществлять преимущественно на основе методов и рычагов экономического характера.

Сравнительная эффективность ведения сельского хозяйства за 2011 – 2014 гг. свидетельствует о том, что, несмотря на неравномерное развитие по годам отраслей растениеводства и животноводства, динамика в целом была удовлетворительной. Это особенно заметно при оценке производства, реализации скота и птицы, выручке от реализации продукции, работ, услуг, производительности труда (табл. 1).

Характерно, что в республике за 2011 – 2014 гг. наблюдался ярко выраженный экспортно-ориентированный характер агропромышленного производства, который стал приоритетом национального АПК. Так, выручка от реализации имела положительную динамику роста и за указанные годы выросла в

Таблица 1. Динамика показателей деятельности сельскохозяйственных организаций

Показатели	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Продукция сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий, млн долл. США	9925,4	11376,0	11916,7	12788,0	8620,0
Производство основных видов продукции, тыс. т.					
зерновые и зернобобовые	8272,9	9226,0	7599,7	9564,1	8657,0
сахарная свекла	4486,7	4771,7	4343,0	4803,0	3300,0
картофель	7148,0	6911,0	5311,0	6230,0	5935,0
овощи	1816,1	1581,0	1628,0	1734,0	1687,0
Реализация скота и птицы на убой (в живом весе)	1464,0	1557,0	1669,0	1548,0	1662,0
Производство молока	6500,4	6766,0	6633,0	6703,0	7045,0
Средний удой молока от коровы, кг	4479	4638	4506	4508	4723
Среднесуточные привесы на выращивании и откорме, г.					
крупного рогатого скота	611	627	622	601	602
свиней	529	550	536	536	538
Выручка от реализации продукции, работ, услуг, млн долл. США	5463,8	7234,0	7805,8	8343,3	5807,6
Прибыль (убыток) от реализации продукции, работ, услуг, млн долл. США	673,2	1066,0	308,1	495,0	63,2
Рентабельность продаж, %	15,8	19,6	4,6	7,1	1,2
Экспорт сельскохозяйственной продукции, млн долл. США	4123,4	5083,6	5782,6	5606,4	4453,0

Примечание: на основании данных источников [4, 5]

1,5 раза, составив в 2014 г. 8,3 млрд долл. США. Однако в 2015 г. несмотря на рост реализации продукции, произошло снижение финансовых показателей из-за инфляционных процессов и девальвации национальной валюты, как в Республике Беларусь, так и Российской Федерации.

Для дальнейшей стабилизации деятельности и экономического подъема отрасли важное значение имеет реализация целевой государственной программы «Развитие аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы», в рамках которой предстоит продолжить решение вопросов эффективной работы агропромышленного комплекса, качества и конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, а также формирования рыночных основ хозяйствования в агропромышленном производстве. На финансирование мероприятий Программы запланировано направить более 2209901,3 млрд руб., из них в структуре почти 90,4 % занимают собственные средства, 4,1% – средства республиканского и местных бюджетов, а 5,5% – кредитные ресурсы [6].

В качестве приоритетных направлений определено дальнейшее повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции за счет роста энерговооруженности труда, внедрения ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих сокращение материальных и трудовых затрат, снижение себестоимости и улучшение качества продукции для обеспечения ее конкурентоспособности, модернизации, реконструкции и технологического переоснащения, финансового оздоровления организаций и ряда других мероприятий в области ускоренного развития инновационных секторов экономики. Реализация Программы должна способствовать увеличению объемов производства продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий на 9,3 %, в животноводстве – на 18,3 % к уровню 2015 г., а поступления от экспорта в стоимостном выражении составят 7,5 млрд долл. США.

Заключение

Проведенный анализ современных форм и методов государственного регулирования развития сельских территорий позволяет сделать вывод, что методология программно-целевого регулирования должна основываться на понимании важности программно-целевого метода как совокупности научных подходов, принципов, методов, методик и технологий, система-

тизированное применение которых призвано содействовать сбалансированному развитию экономики и социальной сферы сельских территорий, укреплению внутри- и межрегиональных хозяйственных связей. Использование инструментов государственного регулирования способствует повышению научного уровня и обоснованности управленческих решений, активизирует механизм управления инвестициями, ведет к росту результативности используемых ресурсов. При этом важной чертой программно-целевого регулирования должно стать строго целевое финансирование программных мероприятий с жестким контролем объема и назначения выделяемых средств.

По мнению автора, необходимо разрабатывать в рамках программ не просто комплекс мероприятий, а их систему, позволяющую создать условия для формирования качественно нового уровня взаимодействия, что позволит трансформировать разнонаправленный комплекс мероприятий в совокупность элементов, формирующих самоподдерживающийся механизм развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гранберг, А.Г. Стратегия территориального социально-экономического развития России / А.Г. Гранберг // Вопросы экономики. – 2001. – № 9. – С. 24.
2. Гусаков, В.Г. Инвестиционный потенциал агропромышленного комплекса: состояние и перспективы / В.Г. Гусаков. // Белорусский экономический журнал. – 2003. – № 4. – С. 98-109.
3. Узун, В.Я. Целевые программы развития АПК / Вопросы агропромышленной интеграции / В.Я. Узун. – М.: Экономика, 1984. – 160 с.
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Национальный стат. комитет Респ. Беларусь, 2016. – 229 с.
5. Агропромышленный комплекс (сельское хозяйство). – Минск: М-во сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, 2015. – 270 с.
6. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республике Беларусь на 2016 – 2020 гг.: Указ Президента Респ. Беларусь, 15 декабря 2016 г. № 466 / Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 21 декабря 2016 г. № 1 / 16792. – 80 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 16.03.2018

УДК 621.929:636(476)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

А.В. Китун,

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

И.М. Швед,

ст. преподаватель каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

Проблема утилизации и переработки навоза в качественное органическое удобрение является актуальной задачей, с которой сталкиваются сельскохозяйственные организации на фермах и комплексах. Данную проблему возможно решить посредством внедрения высокотехнологичных линий и цехов по переработке навоза. В статье приведен расчет экономической эффективности миксера при диспергировании жидкого навоза в закрытых навозохранилищах.

Ключевые слова: миксер, лопасть, мешалка, исследования, стоимость, экономическая эффективность.

The problem of utilization and processing of manure in high-quality organic fertilizer is an urgent task with which agricultural organizations are facing on farms and complexes. This problem can be solved through the introduction of high-tech lines and workshops for manure processing. The article gives the calculation of the economical efficiency of a mixer when dispersing liquid manure in closed manure stores.

Keywords: mixer, vane, mixer, research, cost, economic efficiency.

Введение

В Республике Беларусь действует более 200 животноводческих комплексов по производству молока, говядины и свинины. Общий годовой выход экскрементов при работе комплексов составляет 39,4 млн тонн, из которых 12,2 млн тонн – жидкий навоз [1].

Развитие отрасли животноводства невозможно без внедрения в производство новых технологий и технических средств, позволяющих уменьшить затраты материальных и энергетических ресурсов. Оборудование, применяемое в технологических линиях по переработке навоза, является наиболее энергоемким. В состав оборудования таких линий входят установки для перемешивания, перекачки и разделения жидкого навоза на фракции. Основным оборудованием для перемешивания жидкого навоза являются миксеры.

Анализ известных конструкций миксеров установил, что до настоящего времени отсутствуют обоснования рациональных параметров их рабочих органов и режимов работы. Поэтому поиск решений этих задач, обеспечивающих снижение эксплуатационных расходов и энергозатрат на технологический процесс диспергирования жидкого навоза и повышение степени однородности перемешивания перед его дальнейшим использованием, является актуальным.

Целью данной работы является изучение путей совершенствования процесса диспергирования жидкого навоза миксером в закрытых навозохранилищах.

Основная часть

Миксер для навоза представляет собой установку, на валу которой установлена лопастная мешалка для диспергирования жидкого навоза (рис. 1).

Мешалка миксера для навоза разработана с учетом результатов выполненных исследований и изготовлена на базе погружного миксера.

В ходе исследований было установлено, что в известных конструкциях лопастных мешалок в процессе диспергирования навозной массы она налипает на фронтальную поверхность лопасти, что впоследствии приводит к ее неравномерному распределению по всей рабочей поверхности мешалки. Указанный недостаток также сопровождается рядом отрицательных явлений:

- неравномерное и неполное использование рабочей поверхности лопасти, что снижает эффективность технологического процесса, уменьшает возможность повышения производительности, ухудшает однородность жидкого навоза;
- неравномерная нагрузка на поверхности лопасти приводит к их неодинаковому износу, что нарушает балансировку мешалки на валу и снижает долговечность ее и машины в целом.

Корпус миксера, планетарный редуктор, крон-

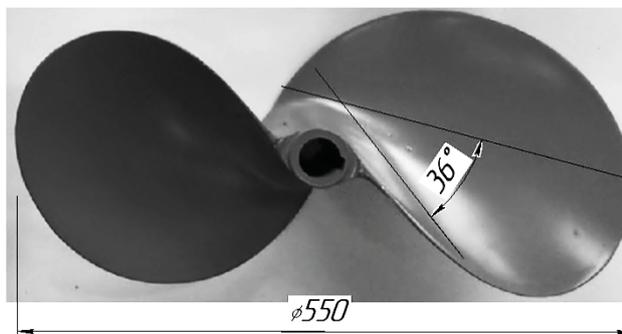


Рис. 1. Мешалка миксера для навоза

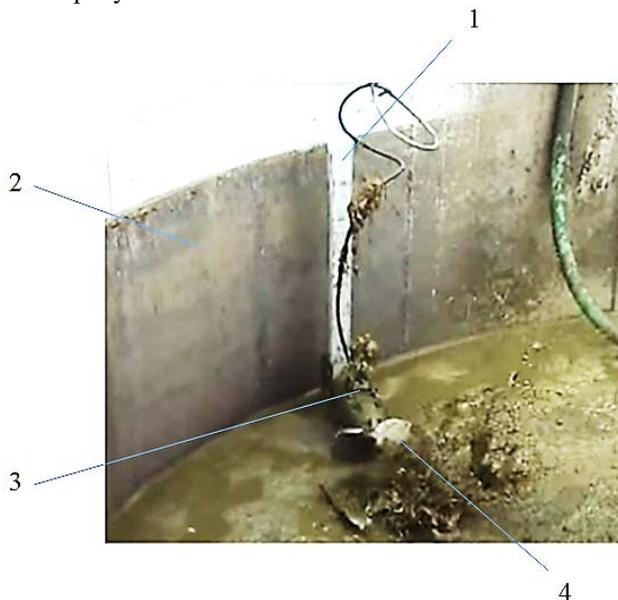
штейн крепления и вал лопастной мешалки использованы без изменения. Конструктивные изменения заключаются в следующем:

- диаметр и угол подъема винтовой линии лопастей мешалки миксера выполнены с учетом результатов исследований и составляют 550 мм и 36 градусов соответственно, что позволило увеличить площадь рабочей поверхности лопасти и производительность миксера в целом;

- принято рациональное количество лопастей мешалки, которая работает в жидком навозе с влажностью не менее 88 %;

- предложенный угол подъема винтовой линии позволяет без дополнительного устройства устранить налипание навоза на лопастях мешалки посредством воздействия на него центробежной силы и силы тяжести.

Модернизированный миксер в процессе его работы в цилиндрическом навозохранилище представлен на рисунке 2.



*Рис. 2. Миксер для навоза:
1 – стойка; 2 – навозохранилище; 3 – миксер;
4 – мешалка*

Миксер для навоза состоит из герметичного корпуса, внутри которого установлен электродвигатель, передающий вращение через редуктор на вал мешалки. Для равномерного диспергирования слоев жидкого навоза миксер перемещают в навозохранилище по стойке с помощью лебедки. Диспергирование осуществляется лопастной мешалкой. Для более равномерного диспергирования слоев жидкого навоза миксер можно перемещать в вертикальной плоскости.

Разработанная мешалка обеспечивает равномерное диспергирование жидкого навоза с влажностью не менее 88 % до однородного состояния [2, 3]. Отклонение распределения размера частиц между слоями составляет не более 2 %.

Миксер для навоза работает следующим образом. При вращении лопасти мешалки захватывают навозную массу и перемещают ее, внедряя в массу илестые отложения, осевшие за время хранения. Одновременно с этим часть жидкого навоза перемещается по лопасти винта в радиальном направлении, внедряясь в верхние и нижние слои хранящейся навозной массы.

Поскольку верхний коркообразный слой жидкого навоза трудноразрушаемый, то миксер поднимают на верхние уровни навозохранилища лебедкой и изменяют угол относительно вертикальной плоскости, направляя таким образом поток жидкого навоза в верхние слои навозной массы и разрушая образовавшуюся за время хранения корку.

Перемешанный до однородного состояния жидкий навоз пригоден для дальнейшей транспортировки его к месту утилизации или переработки.

Для определения экономической эффективности миксера, выполним расчет технологических показателей. Расчет технологических показателей рассмотрим на предлагаемом модернизированном миксере для навоза FAN MSX 5,5 (индекс 1), производительностью не менее 1746 м³/ч. Установленная мощность электродвигателя на предлагаемом модернизированном миксере равна 5,4 кВт. Сравним ее с установленной мощностью серийно выпускаемого миксера (индекс 2) производительностью не менее 1500 м³/ч. Установленная мощность электродвигателя серийного миксера составляет 5,5 кВт.

Число часов работы агрегата в сутки на данной операции рассчитываем по формуле:

$$t_{\text{м сут}} = \frac{V_{\text{сут}}}{Q_{\text{маш}}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{сут}}$ – суточный объем жидкого навоза, м³ ($V_{\text{сут}} = 2984 \text{ м}^3$);

$Q_{\text{маш}}$ – производительность миксера, м³/ч.

Тогда $t_{\text{м сут}}$ для модернизированного и серийного миксера соответственно будет $t_{\text{м сут}1} = 1,71 \text{ ч.}$ и $t_{\text{м сут}2} = 1,98 \text{ ч.}$

Число часов работы агрегата в год на данной операции рассчитываем по формуле:

$$T_{\text{м год}} = t_{\text{м сут}} \cdot D_p, \quad (2)$$

где D_p – количество дней работы агрегата, $D_p = 180$ дней.

Тогда $T_{\text{м год}}$ для модернизированного и серийного миксера соответственно будет $T_{\text{м год}1} = 307,8 \text{ ч.}$ и $T_{\text{м год}2} = 358,02 \text{ ч.}$

Расход электроэнергии определяется по формуле:

$$W = N \cdot T_{\text{м год}}, \quad (3)$$

где N – мощность установки, кВт.

Приведенный расчет показал, что $W_1 = 1662,12 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ и $W_2 = 1969,11 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.

Тогда стоимость электроэнергии определится из выражения:

$$C_3 = W \cdot T_n, \quad (4)$$

где T_n – тариф на электроэнергию за 1 кВт·ч, руб. ($T_n = 0,19$ руб.).

Дальнейший расчет экономической эффективности проведем согласно ГОСТ 23728–88 «Основные положения и показатели экономической оценки» [4], ГОСТ 23729–88 «Методы экономической оценки специализированных машин» [5], ГОСТ 23730–88 «Методы экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов» [6].

Капитальные вложения исчислялись на основании балансовой стоимости миксера для навоза. В стоимости производства учтены расходы на изготовление установки и изготовление мешалки.

Модернизированный миксер для навоза позволяет уменьшить число машин для рассматриваемого технологического процесса и увеличить загрузку его в течение рабочей смены.

Для доставки жидкого навоза в навозохранилище привлекаются машины для внесения жидких органических удобрений, а также насосы для транспортировки жидкого навоза по трубам, что позволяет уменьшить наименование зарезервированных транспортных средств в пределах сельскохозяйственного предприятия. Предложенная модернизация лопастной мешалки снижает энергоемкость процесса диспергирования жидкого навоза в закрытых навозохранилищах и обеспечивает его перемешивание до однородного состояния.

Согласно произведенному расчету, годовой экономический эффект от внедрения модернизированной мешалки составит 16056 руб. (в ценах по состоянию на 01.01.2017 г.), срок окупаемости – 0,1 года.

В результате расчетов получены основные экономические показатели от реализации миксера для навоза, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Экономические показатели от реализации миксера для навоза

Показатели	Серийная установка	Модернизированная установка
Стоимость оборудования, руб.	7000	7990
Энергозатраты, руб.	374,13	315,8
Эксплуатационные расходы, тыс. руб.	118,805	102,769
Приведенные затраты, руб./м ³	0,22	0,19

Анализ таблицы 1 показал, что при внедрении модернизированной мешалки, эксплуатационные расходы и энергозатраты на процесс диспергирования

жидкого навоза в закрытых навозохранилищах уменьшаются.

Заключение

Проведенные вычисления по методике расчета экономической эффективности миксера для навоза подтверждают возможность практической реализации предложенной мешалки миксера.

Экономический эффект от внедрения модернизированной мешалки миксера составил 16 056 руб. (в ценах 2017 г.). Использование миксера позволило снизить энергоемкость процесса диспергирования навоза на 12 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самосюк, В.Г. Биогазовые технологии в Беларуси: состояние и перспективы / В.Г. Самосюк, Н.Ф. Капустин, А.Н. Басаревский // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомст. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2011. – Вып. 45 – С. 234-240.
2. Гомогенизатор для навоза: пат. 7700 Респ. Беларусь, МПК А 01С 3/00 / А.В. Китун, И.М. Швед, В.И. Передня; заяв. БГАТУ. – № у 20110318; заявл. 21.04.2011; опубл. 30.10.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – С. 202-203.
3. Гомогенизатор для навоза: пат. 7905 Респ. Беларусь, МПК А 01С 3/00 / Д.Ф. Кольга, И.М. Швед, В.С. Сыманович; заяв. БГАТУ. – № у 20110491; заявл. 17.06.2011; опубл. 28.02.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 191.
4. Техника сельскохозяйственная. Основные положения и показатели экономической оценки: ГОСТ 23728–88. – Введ. 01.01.89. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 3 с.
5. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки специализированной техники: ГОСТ 23729–88. – Введ. 01.01.89. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 9 с.
6. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки универсальных машин и технических комплексов: ГОСТ 23730–88. – Введ. 01.01.89. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 13 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.02.2018

ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ МОТОРНОГО МАСЛА ПОСЛЕ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЯ

В.М. Капцевич,

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

А.А. Тиунчик,

заведующий каф. высшей математики БГАТУ, канд. ф.-м. наук, доцент

В.К. Корнеева,

ст. преподаватель каф. технологии металлов БГАТУ

А.Н. Рыхлик,

студент БГАТУ

Разработана математическая модель построения оптимальной поровой структуры многослойных фильтрующих материалов. На примере фильтрации моторного масла обоснован выбор размеров волокон и толщин слоев многослойных фильтрующих материалов, обладающих максимальной относительной производительностью при требуемой степени и тонкости очистки.

Ключевые слова: моторное масло, обкатка двигателя, частицы загрязнений, глубинное фильтрование, оптимальная поровая структура, многослойные фильтрующие материалы, относительная производительность.

A mathematical model for constructing the optimal pore structure of multilayer filter materials is developed. On the example of engine oil filtration, the choice of the fiber dimensions and the thickness of the layers of multilayer filter materials having the maximum relative productivity at the required degree and fineness of purification are justified.

Keywords: engine oil, engine running-in, particles of impurities, deep filtration, optimal pore structure, multilayer filter materials, relative productivity.

Введение

Проблема своевременной и качественной очистки смазочных материалов всегда актуальна, так как от ее решения зависит надежность и долговечность работы сельскохозяйственной техники. Наличие частиц загрязнений в смазочных материалах приводит к отказам, доля которых составляет от 60 до 90 % [1-4].

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) является одним из наиболее сложных и дорогостоящих агрегатов тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин. В процессе эксплуатации ДВС вырабатывает свой моторесурс и для продления его срока службы он подвергается капитальному ремонту на мотороремонтных предприятиях, в процессе которого происходит замена или восстановление изношенных деталей, и на завершающей стадии производится обкатка ДВС.

В процессе обкатки ДВС осуществляется приработка сопрягаемых деталей, в результате которой в моторное масло поступает большое количество продуктов износа, а также попадают ремонтно-технологические загрязнения, такие, как металлическая стружка, продукты коррозии и термической обработки, остатки формовочной смеси, атмосферная

пыль и др. Поэтому в отработанном масле присутствуют частицы загрязнений различной природы с размером от 1 мкм и более. Наиболее опасными частицами загрязнений, попадающими в смазочные материалы, являются частицы кварцевого песка – оксида кремния (SiO_2) с размерами до 100 мкм и более. Эти частицы имеют твердость 10000...13500 МПа, значительно превышающую твердость других частиц загрязнений и твердость деталей ДВС [5]. С увеличением содержания оксидов кремния, попадающих в смазочные материалы из почвы, возрастает износ деталей двигателей. Установлено [5], что при содержании в почве SiO_2 в количестве 95, 70 и 60 % средний износ гильз цилиндров двигателей через 256 часов работы составил соответственно 152, 93 и 72 мкм.

Исследования многих авторов [3, 5, 6] были направлены на изучение влияния размеров частиц загрязнений на интенсивность изнашивания. Ими установлено, что при одном и том же массовом количестве частиц загрязнений разных размеров, максимальный износ вызывают частицы размером от 15 до 40 мкм. Мелкие частицы размером 2-3 мкм находятся в смазочном материале во взвешенном состоянии, частично заполняют микровпадины на поверхностях трения, и, дей-

ствую подобно коллоидному графиту, препятствуют непосредственному контакту сопрягаемых деталей и уменьшают износ их поверхностей. Однако при увеличении размеров частиц от 3-5 до 15-40 мкм, изнашивание, например, поршневых колец, увеличивается в 2-4 раза. В то же время при увеличении размеров частиц свыше 40 мкм, их изнашивание уменьшается. Полученные результаты объясняются фильтрующей способностью самого зазора, в который не попадают частицы, имеющие размер, превосходящий его величину.

После обкатки отработанное моторное масло утилизируется, либо используется на другие нужды. Следует отметить, что по многим параметрам такое масло еще имеет достаточный запас эксплуатационных свойств, но в то же время содержание частиц загрязнений в нем в 1,5-2 раза превышает предельно допустимое значение [7]. Удаление таких частиц из отработанного моторного масла можно осуществить фильтрованием с использованием фильтрующих материалов (ФМ), изготовленных методом порошковой металлургии.

Методы порошковой металлургии позволяют изготавливать ФМ с градиентной структурой пор, в том числе многослойные. Такие ФМ обладают повышенной проницаемостью, способностью работать в режиме глубинного фильтрования, обеспечивая при этом высокую грязеемкость и длительный срок службы, и могут быть использованы для очистки моторного масла после обкатки ДВС.

Для разработки эффективных многослойных ФМ, реализующих процесс глубинного фильтрования, необходимо разработать математический подход, позволяющий устанавливать оптимальную поровую структуру таких материалов.

Целью данной работы является разработка математической модели построения оптимальной поровой структуры многослойных волоконных ФМ, реализующих процесс глубинного фильтрования, на примере очистки моторного масла после обкатки ДВС.

Основная часть

При разработке математической модели построения оптимальной поровой структуры многослойных ФМ авторами предлагается новый подход к организации процесса фильтрования, основанный на выполнении требования осаждения равного количества частиц загрязнений в поровых каналах каждого слоя ФМ. Такая структура многослойных ФМ обеспечит повышение грязеемкости и ресурса их работы за счет равномерного осаждения частиц загрязнений по толщине ФМ.

Математическая модель построения оптимальной поровой структуры многослойных ФМ, учитывающая свойства фильтруемой среды, свойства каждого слоя ФМ и режимы фильтрования, позволит прогнозировать толщины слоев и обосновывать выбор структурных параметров (размеров волокон) при заданной тонкости фильтрования и степени очистки.

В основу разработки модели построения оптимальной поровой структуры многослойных ФМ положена экспериментально установленная зависимость Ивасаки [8], описывающая закономерности осаждения частиц загрязнений в ФМ:

$$\frac{dC}{dx} = -\lambda C, \quad (1)$$

где C – объемная концентрация частиц загрязнений, %;

x – направление движения очищаемой жидкости, м;

λ – коэффициент фильтрования, m^{-1} .

Известно, что коэффициент λ , входящий в уравнение (1) для волоконного ФМ, равен [9]

$$\lambda_b = \frac{4(1-\Pi)\eta_0\alpha}{\pi D_b}, \quad (2)$$

где Π – пористость;

η_0 – вероятность столкновения частиц загрязнений в поровых каналах с волокнами;

α – вероятность осаждения частиц загрязнений на волокнах;

D_b – диаметр волокна, м.

Выражение (2) получено при следующих предположениях: во-первых, частицы загрязнений имеют сферическую форму, во-вторых, структурные элементы, образующие пористую среду, являются цилиндрами и, в-третьих, их размеры не изменяются с течением времени. Осаждение частиц загрязнений в ФМ в этом случае происходит под действием комплекса механизмов [10-13], зависящих от режимов фильтрования, физических и химических свойств очищаемой жидкости и частиц загрязнений, и структурных характеристик ФМ.

Особенностью глубинного фильтрования является то, что размер осаждаемых частиц загрязнений может быть намного меньше, чем размер пор ФМ. Если бы на частицы загрязнений механизмы осаждения не действовали, то траектории движения частиц совпадали бы с линиями тока жидкости. В этом случае многие из частиц, особенно небольшого размера, никогда бы не столкнулись со структурными элементами, образующими каркас ФМ, и не были бы удалены из очищаемой жидкости. Однако под действием механизмов осаждения частицы отклоняются от линий тока и приходят в контакт со структурными элементами, образующими поровое пространство ФМ. В результате такого взаимодействия происходит осаждение частиц загрязнений в поровых каналах.

К основным механизмам осаждения, отклоняющим частицы загрязнений от линий тока жидкости, относятся: прямое столкновение, седиментация, инерция и диффузия (рис. 1, табл. 1).

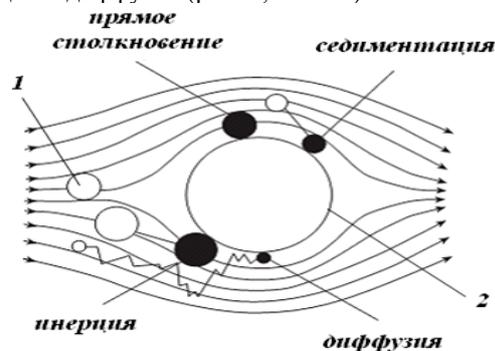


Рис. 1. Механизмы осаждения частиц загрязнений; 1 – частица; 2 – коллектор (волокно)

трация частиц загрязнений уменьшится со значения C_0 до значения C_1 :

$$C_1 = \frac{C_0 - C_n}{2} + C_n = C_0 e^{-\lambda_1 h_1}. \quad (6)$$

Из уравнения (8) толщина первого слоя h_1 равна

$$h_1 = -\frac{1}{\lambda_1} \ln \left(\frac{1}{2} + \frac{C_n}{2C_0} \right). \quad (7)$$

Для второго слоя, обеспечивающего задержку второй половины частиц загрязнений, концентрация частиц загрязнений уменьшится до значения C_2 , равного C_n . В этом случае толщина второго слоя h_2 равна

$$h_2 = -\frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{2C_n}{C_0 + C_n}. \quad (8)$$

Проводя аналогичные рассуждения и расчеты для случая трехслойного волоконного ФМ, обеспечивающего равное осаждение частиц загрязнений в каждом слое (задержка трети частиц загрязнений каждым слоем), толщины слоев волоконного ФМ будут равны

$$h_1 = -\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{2C_0 + C_n}{3C_0}; \quad h_2 = -\frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{C_0 + 2C_n}{2C_0 + C_n};$$

$$h_3 = -\frac{1}{\lambda_3} \ln \frac{3C_n}{C_0 + 2C_n}. \quad (9)$$

Тогда для многослойного волоконного ФМ, состоящего из n слоев и обеспечивающего равное осаждение частиц загрязнений в каждом слое, толщина i -го слоя h_i может быть определена из выражения:

$$h_i = -\frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{(n-i)C_0 + iC_n}{(n-i+1)C_0 + (i-1)C_n}. \quad (10)$$

Нахождение оптимальной структуры многослойных ФМ рассмотрим на примере процесса фильтрации моторного масла М-10Г₂ (ГОСТ 8581-78) после обкатки двигателя Д-240 на ОАО «Березовский мотороремонтный завод». Гранулометрический состав частиц загрязнений, присутствующих в моторном масле после обкатки, приведен на рис. 3 [14].

Анализ гистограммы (рис. 3) показывает, что наибольшее количество частиц загрязнений представляют частицы размерами 10, 20, 30 мкм, которые являются наиболее опасными в процессе приработки сопряжений деталей при обкатке.

Рассчитаем толщины слоев многослойных волоконных ФМ с волокнами различного размера. При проведении расчетов, в качестве очищаемой жидкости выбрано вышерассмотренное моторное масло М-10Г₂ ($\rho_{ж} = 850,82 \text{ кг/м}^3$, $\mu = 0,0119 \text{ Па}\cdot\text{с}$ при температуре $T = 373 \text{ К}$), скорость фильтрования $v_{ф} = 0,01 \text{ м/с}$. Размеры частиц загрязнений SiO_2 ($\rho_{т} = 2650 \text{ кг/м}^3$) выбирались равными $d = 10, 20$ и 30 мкм , а диаметры волокон $D = 100, 200, 300$ и 400 мкм . Требуемая степень очистки ψ принималась равной $0,95$ ($C_n/C_0 = 0,05$).

Для расчета толщин слоев двухслойного ФМ использовали выражения (7), (8), трехслойного – выра-

жения (9). При этом при определении из выражения (2) значений коэффициента фильтрования λ учитывали действующие механизмы осаждения (табл. 1, выражение (3)), зависящие от свойств очищаемой среды ($\rho_{ж}$, μ), структурных свойств ФМ (Π , D) и режимов фильтрования (T , $v_{ф}$). Для ФМ, обеспечивающих тонкость очистки $d = 30 \text{ мкм}$ и 20 мкм , выбирали следующие комбинации слоев с размерами волокон: двухслойных – $400, 300 \text{ мкм}$; $400, 200 \text{ мкм}$; $300, 200 \text{ мкм}$; трехслойного – $400, 300, 200 \text{ мкм}$, а для ФМ, обеспечивающих тонкость очистки $d = 10 \text{ мкм}$, были рассмотрены следующие комбинации: двухслойных – $300, 200 \text{ мкм}$; $300, 100 \text{ мкм}$; $200, 100 \text{ мкм}$; трехслойного – $300, 200, 100 \text{ мкм}$.

Одновременно с расчетом толщин слоев ФМ, обеспечивающих равное осаждение частиц загрязнений в каждом слое, устанавливались закономерности изменения относительной концентрации частиц C/C_0 (4) при прохождении через выбранные комбинации слоев многослойных ФМ.

Результаты расчетов толщин слоев h_i и закономерности изменения концентрации частиц загрязнений C/C_0 в каждом слое представлены на рис. 4-6.

Анализ полученных результатов (рис. 4-6) показывает, что выбор различных комбинаций слоев из волокон различного диаметра позволяет определить их толщины, обеспечивающие равное осаждение частиц загрязнений в каждом слое, при этом общая толщина многослойных ФМ различна.

Важной характеристикой ФМ является его производительность Q , которая может быть определена из закона Дарси и зависит от коэффициента проницаемости k и толщины ФМ h :

$$Q = \frac{k\Delta P}{\mu h} St, \quad (11)$$

где ΔP – перепад давления на ФМ, Па;
 S – площадь ФМ, м²;
 t – время процесса фильтрования, с.

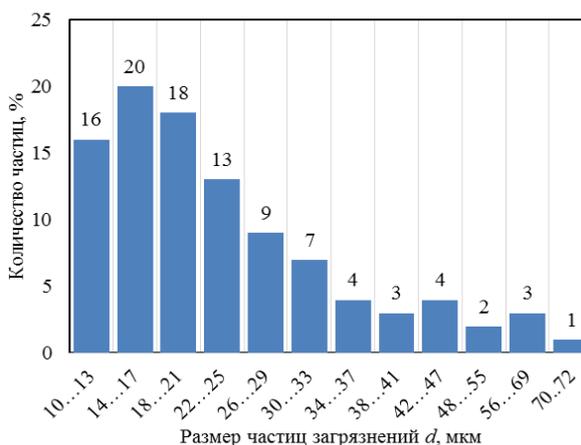


Рис. 3. Распределение частиц загрязнений по размерам при обкатке двигателей

Для волоконных ФМ коэффициент проницаемости k может быть определен из выражения [15].

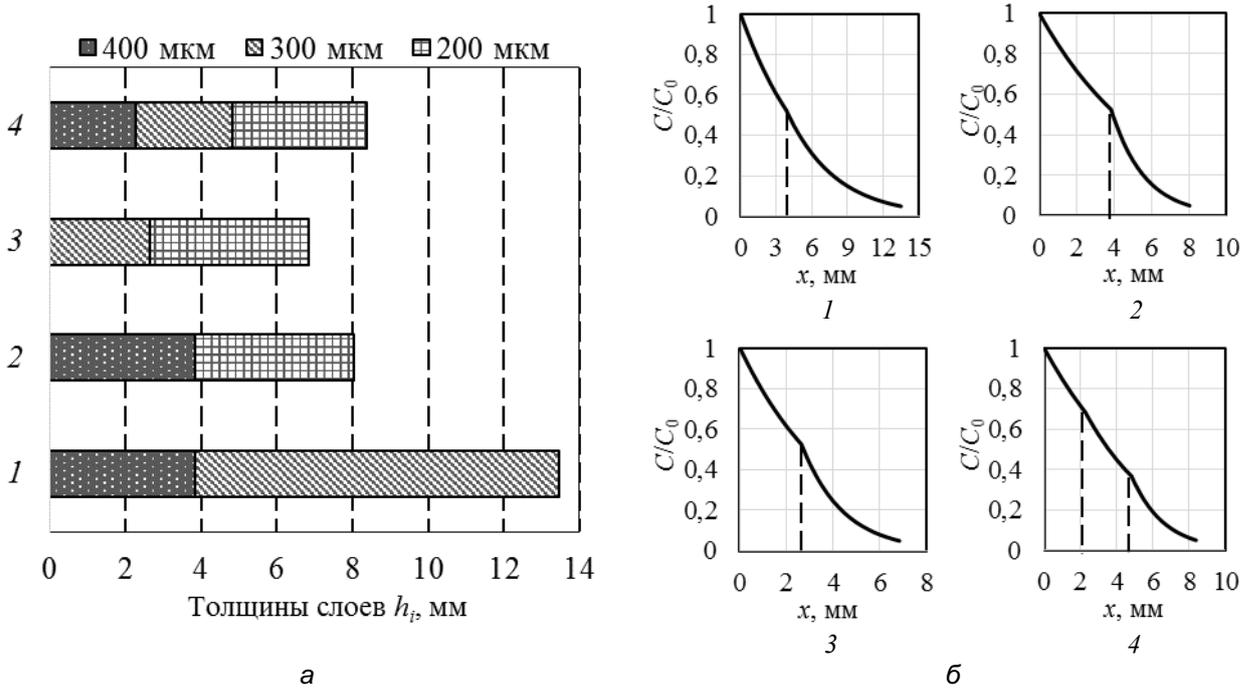


Рис. 4. Толщины слоев h_i (а) и изменения относительной концентрации частиц загрязнений C/C_0 (б) для различных комбинаций многослойных ФМ, обеспечивающих тонкость очистки 30 μm , с размерами волокон: 1 – двухслойный (400, 300 μm); 2 – двухслойный (400, 200 μm); 3 – двухслойный (300, 200 μm); 4 – трехслойный (400, 300, 200 μm)

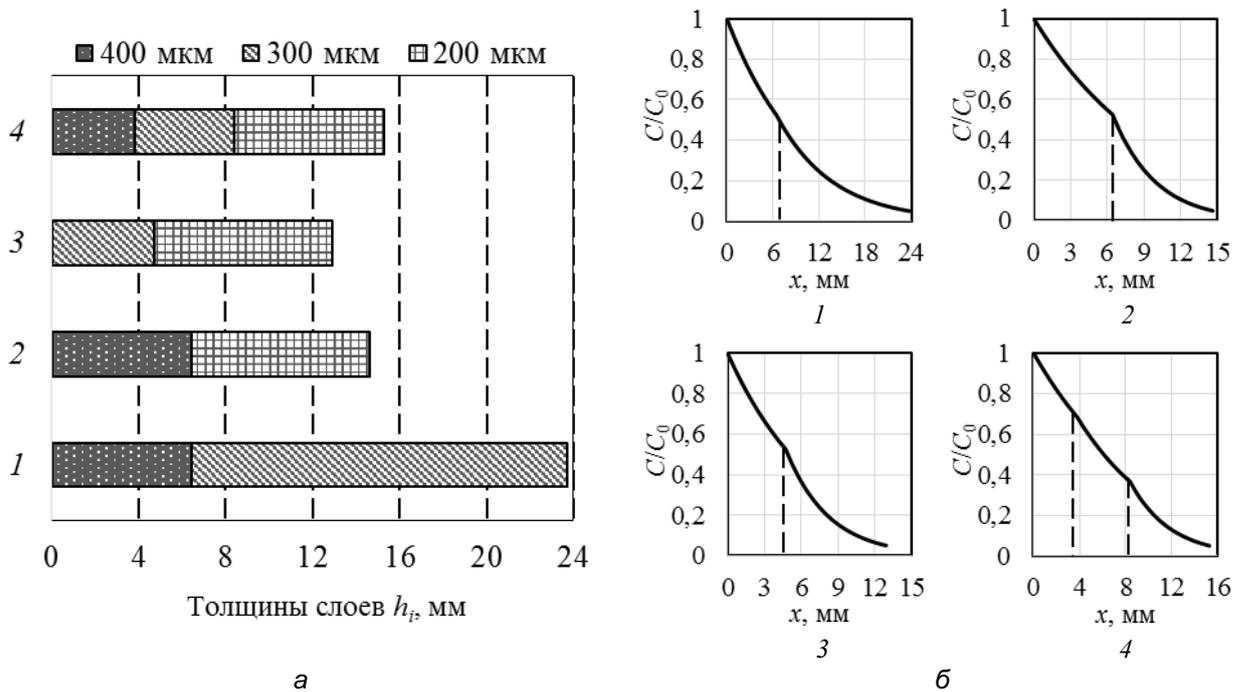


Рис. 5. Толщины слоев h_i (а) и изменения относительной концентрации частиц загрязнений C/C_0 (б) для различных комбинаций многослойных ФМ, обеспечивающих тонкость очистки 20 μm (1 – 4, рис. 4)

$$k = \frac{D^2}{f(1-\Pi)}, \quad (12)$$

где $f(1-\Pi)$ равно [16]

$$f(1-\Pi) = 64(1-\Pi)^{3/2}(1+56(1-\Pi)^3). \quad (13)$$

Используя выражения (12), (13), были рассчитаны коэффициенты проницаемости k ФМ из волокон различных диаметров D :

D , μm	100	200	300	400
k , μm^2	25,7	102,7	231,0	410,7

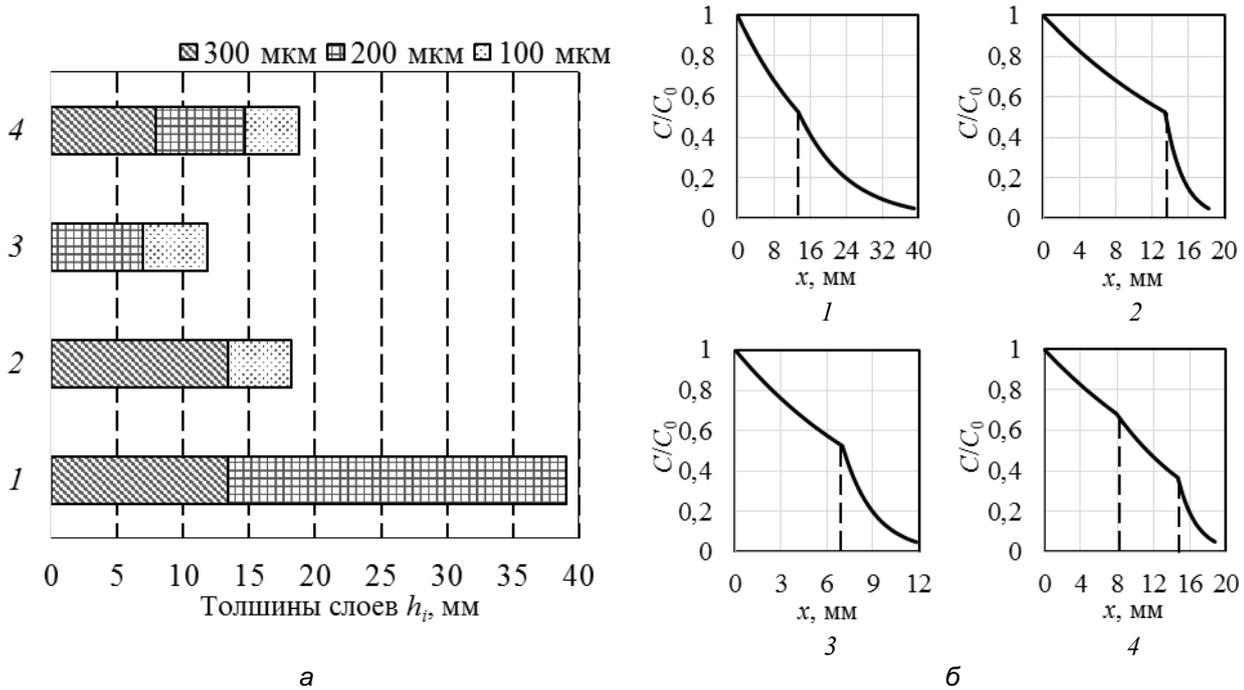


Рис. 6. Толщины слоев h_i (а) и изменения относительной концентрации частиц загрязнений C/C_0 (б) для различных комбинаций многослойных ФМ, обеспечивающих тонкость очистки 10 мкм, с размерами волокон: 1 – двухслойный (300, 200 мкм); 2 – двухслойный (300, 100 мкм); 3 – двухслойный (200, 100 мкм); 4 – трехслойный (300, 200, 100 мкм)

Определим коэффициенты проницаемости $k_{эф}$ рассматриваемых выше многослойных ФМ с различными комбинациями слоев при тонкости очистки d , равной 30, 20 и 10 мкм. Для этого воспользуемся выражением [9]:

$$k_{эф} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{k_i}}, \quad (14)$$

где k_i – коэффициент проницаемости i -го слоя ФМ, мкм^2 .

Результаты расчетов коэффициентов проницаемости $k_{эф}$ многослойных ФМ представлены на рис. 7.

Анализ диаграмм (рис. 4а, 5а, 6а, 7) показывает, что максимальной проницаемостью обладают многослойные ФМ наибольшей толщины. На практике это является нецелесообразным ввиду высоких материальных затрат при их изготовлении.

Для оценки выбора оптимальной комбинации слоев ФМ была рассчитана относительная производительность ФМ $Q_{отн}$, равная отношению объема профильтрованной жидкости Q (11) к объему ФМ Q_M :

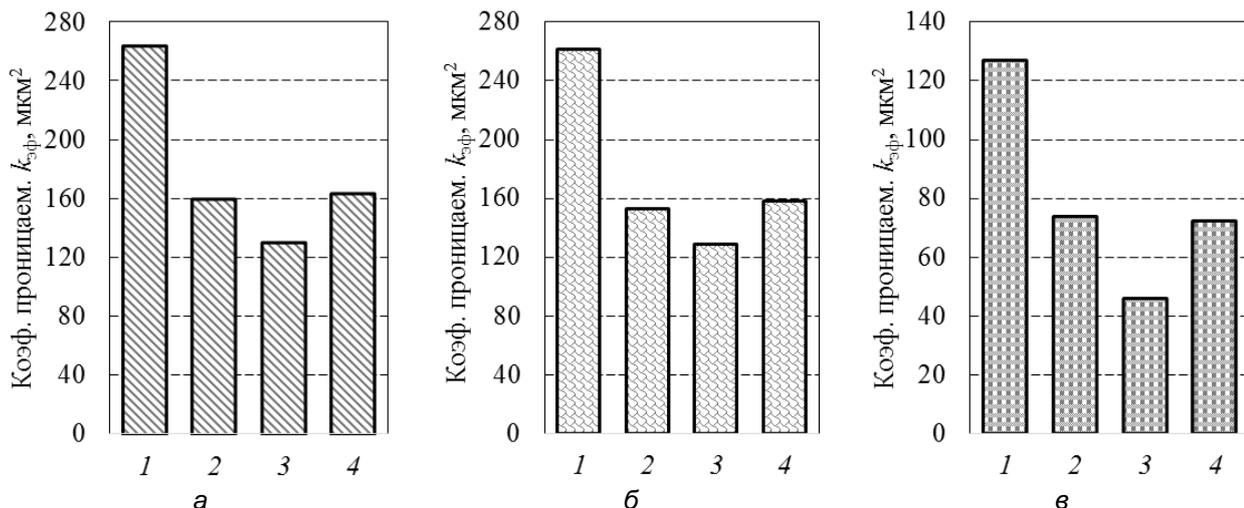


Рис. 7. Значения коэффициентов проницаемости $k_{эф}$ многослойных ФМ с различной тонкостью очистки: а) $d = 30 \text{ мкм}$; б) $d = 20 \text{ мкм}$; в) $d = 10 \text{ мкм}$ (1 – 4, рис. 4)

$$Q_{\text{отн}} = \frac{Q}{Q_M}$$

Очевидно, что если площадь фильтрации ФМ равна S , а его толщина h , то $Q_M = Sh$. Тогда, воспользовавшись уравнением (11), можно записать, что

$$Q_{\text{отн}} = \frac{k\Delta P}{\mu h^2} t. \quad (15)$$

Определим значения $Q_{\text{отн}}$ для случая фильтрования моторного масла М-10Г₂ через рассматриваемые многослойные ФМ при перепаде давления $\Delta P = 0,1$ МПа и времени процесса $t = 1$ с.

Результаты расчетов относительной производительности $Q_{\text{отн}}$ многослойных ФМ представлены на рис. 8.

Анализ проведенных расчетов (рис. 8) показал, что, несмотря на полученную низкую проницаемость (рис. 7), наибольшей относительной производительностью при меньшей толщине (рис. 4-6) обладают двухслойные ФМ с размерами волокон 300 и 200 мкм при тонкости очистки, равной 30 и 20 мкм, и 200 и 100 мкм при тонкости очистки, равной 10 мкм. Полученные результаты позволяют утверждать, что такие ФМ обеспечивают равномерное осаждение частиц загрязнений по толщине, а их поровая структура является оптимальной.

Заключение

Разработана математическая модель осаждения частиц загрязнений в многослойном фильтрующем материале.

На основе разработанной модели рассчитаны толщины слоев ФМ, обеспечивающих равное осаждение частиц загрязнений в каждом слое, и установлены закономерности изменения относительной концентрации частиц при прохождении через выбранные комбинации слоев многослойных ФМ.

В качестве критерия оценки оптимальности поровой структуры ФМ предложено использовать относительную производительность, равную отношению объема профильтрованной жидкости к объему ФМ.

На примере фильтрования моторного масла установлено, что наибольшей относительной производительностью обладают двухслойные ФМ с размерами волокон 300 и 200 мкм при тонкости очистки, равной 30 и 20 мкм, и 200 и 100 мкм при тонкости очистки – 10 мкм. Полученные результаты позволяют утверждать, что такие ФМ обеспечивают равномерное осаждение частиц загрязнений по толщине, а их поровая структура является оптимальной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленко, В.П. Основы техники очистки жидкости от механических загрязнений / В.П. Коваленко, А.А. Ильинский. – М.: Химия, 1982. – 277 с.
2. Григорьев, М.А. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания / М.А. Григорьев, Г.В. Борисова. – М.: Машиностроение, 1991. – 208 с.

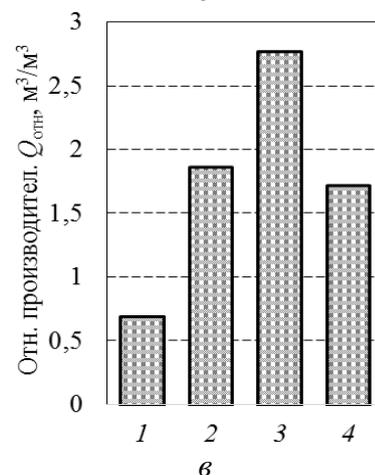
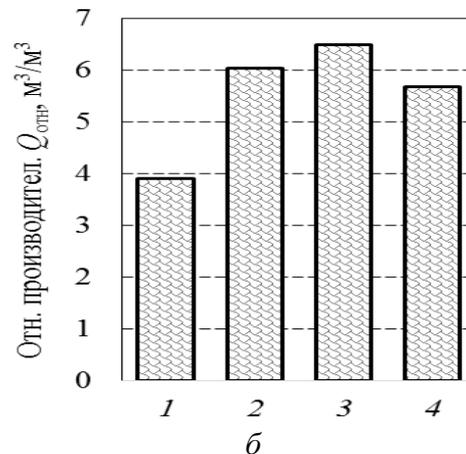
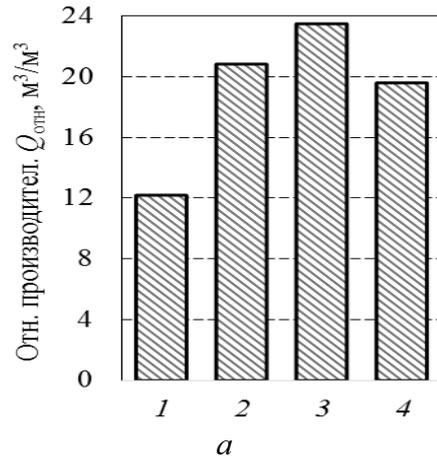


Рис. 8. Значения относительной производительности $Q_{\text{отн}}$ многослойных ФМ с различной тонкостью очистки: а) $d = 30$ мкм; б) $d = 20$ мкм; в) $d = 10$ мкм (1 – 4, рис. 4)

3. Бродский, Г.С. Фильтры и системы фильтрации для мобильных машин / Г.С. Бродский // Горная промышленность. – М.: ГЕМОС Лтд., 2003. – 360 с.

4. Барышев, В.И. Повышение технического уровня и надежности гидропривода тракторов и сельхозмашин в эксплуатации: автореф. ... дисс. докт. техн. наук / В.И. Барышев; МИИСП. – М., 1991. – 39 с.

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

6. Коваленко, В.П. Загрязнения и очистка нефтяных масел / В.П. Коваленко. – М.: Химия, 1978. – 304 с.

7. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов [и др.]. – М., 1991. – 142 с.

8. Iwasaki, T. Some notes on sand filtration / T. Iwasaki // Jour. AWWA. – 1937. – № 29. – P. 1591-1602.

9. Капцевич, В.М. Проницаемые материалы из металлических волокон: свойства, технологии изготовления, перспективы применения / В.М. Капцевич, А.Г. Косторнов, В.К. Корнеева, Р.А. Кусин. – Минск: БГАТУ, 2013. – 380 с.

10. Huang, Ch. Mechanism of Particle Impaction and Filtration by the Dry Porous Metal Substrates of an Inertial Impactor / Ch.-Hs. Huang, Ch.-J. Tsai. // Aerosol Science and Technology. – 2003. – № 37. – P. 486-493.

11. Yao, K. Water and Waste Water Filtration: Concepts and Application / K. Yao [et al.] //

Environmental Science and Technology. – 1971. – Vol. 5. – № 12. – P. 1105-1112.

12. Bliss, T. Suspended Solids Washing Overview / T. Bliss, M. Ostoj-Starzewski. // IPST Technical Paper Series Number 679. – 1997. – 13 p.

13. Левич, В.Г. Физико-химическая гидродинамика / В.Г. Левич. – М.: Государственное издательство физико-химической литературы, 1959. – 700 с.

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

15. Spielman, L. Model for predicting pressure drop and filtration efficiency in fibrous media / L. Spielman, S. L. Goren // Environmental Science and Technology. – 1968. – Vol. 2. – № 4. – P. 279-287.

16. Davies, C. N. Air filtration / C. N. Davies. London, New York: Academic Press, 1973. – 171 p.

ПОТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 10.04.2018

УДК 637.116.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ВАКУУМА В ПРИСОСКЕ СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

С.Н. Бондарев,

аспирант каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

А.В. Китун,

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

В.И. Передня,

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

В статье рассмотрено определение величины вакуума в присоске сосковой резины в зависимости от такта работы доильного аппарата.

Ключевые слова: присосок, сосковая резина, вакуум, подвесная часть доильного аппарата.

The article considers the vacuum determination in the sucker of the teatcup liner, depending on the operation cycle of the milking machine.

Keywords: sucker, teatcup, vacuum, hanging part of the milking machine.

Введение

Одним из исполнительных рабочих органов доильного аппарата является доильный стакан. Для того чтобы доильные стаканы не спадали в процессе доения с сосков вымени животного, в присоске сосковой резины, расположенной в верхней ее части, создается вакуум [1, 2].

При чрезмерно большом вакууме, в присоске сосковой резины будет создаваться чрезмерное вакуумметрическое давление, воздействующее на сосок вымени животного (его верхнюю часть). В результате будет происходить внутренняя деформация верхней части сосковой цистерны и нервной системы соска, что может привести к заболеванию животного маститом, снижающим молочную продуктивность животного.

В результате малого вакуума в присоске сосковой резины, доильные стаканы будут спадать с сосков вымени животного, что ухудшает процесс доения [3].

Таким образом, обозначенные процессы приводят к травмированию внутренних тканей соска, снижают молокоотдачу, а также увеличивают риск заболевания маститом и увеличивают время доения животного. Снизить риск возникновения указанных негативных явлений можно, определив оптимальное значение вакуума в присоске сосковой резины в зависимости от режима работы доильного аппарата.

Целью настоящей работы является теоретическое обоснование величины вакуума в присоске сосковой резины в зависимости от параметров доильного аппарата и его режимов работы.

Основная часть

При доении животного с применением доильного аппарата, масса подвесной части которого – доильные стаканы, коллектор и соединительные шланги, изменяется в зависимости от выполняемого технологического такта [4].

Во время такта «сосание» масса доильного стакана увеличивается за счет находящегося в молочной трубке молока. При такте «сжатие» и «отдых» масса доильного аппарата будет наименьшая.

Условие, при котором доильный стакан будет удерживаться на соске вымени животного, будет иметь вид:

$$F_{\text{тяж п.ч.}} \leq F_{\text{тр}} + F_{\text{вак. пр.}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{тяж п.ч.}}$ – сила тяжести подвесной части доильного аппарата, Н;

$F_{\text{тр}}$ – сила трения сосковой резины о сосок животного, Н;

$F_{\text{вак. пр.}}$ – сила вакуума в присоске сосковой резины, Н.

Определим силу тяжести подвесной части доильного аппарата при доении животного (рис. 1):

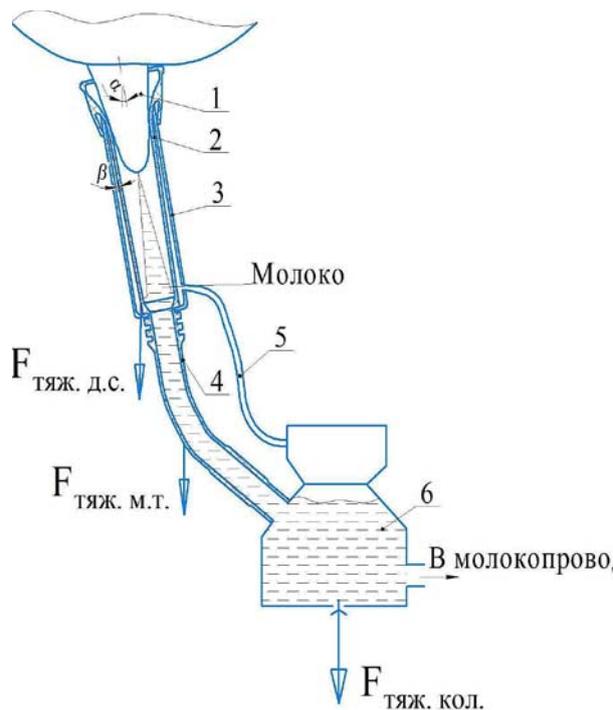


Рис. 1. Расчетная схема к определению силы тяжести подвесной части доильного аппарата: 1 – сосок вымени животного; 2 – сосковая резина; 3 – гильза доильного стакана; 4 – молочная труба; 5 – вакуумный шланг; 6 – коллектор

$$F_{\text{тяж п.ч.}} = 4 \left(F_{\text{тяж д.с.}} + F_{\text{тяж м.т.}} \right) \cdot \cos \alpha + F_{\text{тяж кол}} + F_{\text{тяж патр}}, \quad (2)$$

где $F_{\text{тяж д.с.}}$ – сила тяжести доильного стакана, Н;

$F_{\text{тяж м.т.}}$ – сила тяжести молочной трубки доильного стакана, Н;

α – угол наклона доильных стаканов к вертикальной оси во время доения, град;

$F_{\text{тяж кол.}}$ – сила тяжести коллектора, Н;

$F_{\text{тяж патр.}}$ – сила тяжести молочных и вакуумных патрубков, Н.

Сила тяжести гильзы доильного стакана:

$$F_{\text{тяж д.с.}} = \left(m_{\text{гильзы}} + m_{\text{с.р.}} \right) \cdot g, \quad (3)$$

где $m_{\text{гильзы}}$ – масса гильзы доильного стакана, кг;

$m_{\text{с.р.}}$ – масса сосковой резины, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

Сила тяжести молочной трубки с учетом находящейся в ней массы выдоенного молока:

$$F_{\text{тяж м.т.}} = \left(m_{\text{м.т.}} + m_{\text{мол м.т.}} \right) \cdot g, \quad (4)$$

где $m_{\text{м.т.}}$ – масса молочной трубки, кг;

$m_{\text{мол м.т.}}$ – масса выдоенного молока в молочной трубке, кг.

Силу тяжести коллектора при такте «сосание» можно определить по формуле:

$$F_{\text{тяж кол}} = \left(m_{\text{кол.}} + m_{\text{кол.}} \right) \cdot g = \left[\left(V_{\text{кол.}} \cdot \rho \cdot k_V \right) + m_{\text{кол.}} \right] \cdot g, \quad (5)$$

где $m_{\text{кол.}}$ – масса коллектора, кг;

$V_{\text{кол.}}$ – объем коллектора, м^3 ;

k_V – коэффициент заполнения молокосборной камеры коллектора;

ρ – плотность молока, кг/м^3 .

Силу тяжести молочных и вакуумных шлангов во время такта «сосание» определим по формуле:

$$F_{\text{тяж патр.}} = \left(m_{\text{шл. мол}} + m_{\text{мол шл.}} + m_{\text{шл. вак}} \right) \cdot g, \quad (6)$$

где $m_{\text{шл. мол}}$ – масса молочных шлангов, кг;

$m_{\text{шл. вак}}$ – масса вакуумных шлангов, кг;

$m_{\text{мол шл.}}$ – масса молока в молочном шланге при такте «сосание», кг.

Массу молока в молочном шланге определим по формуле:

$$m_{\text{мол. шл.}} = \left(\frac{\pi \cdot d_{\text{шл.}}^2}{4} \cdot l_{\text{шл. мол}} \cdot \rho \right) \cdot k_V, \quad (7)$$

где $d_{\text{шл.}}$ – диаметр молочного шланга, м;

$l_{\text{шл. мол}}$ – длина молочного шланга, м.

Спаданию доильного стакана с соска вымени животного препятствует суммарная сила трения соска о стенки и присосок сосковой резины, определить которую можно по формуле (рис. 2):

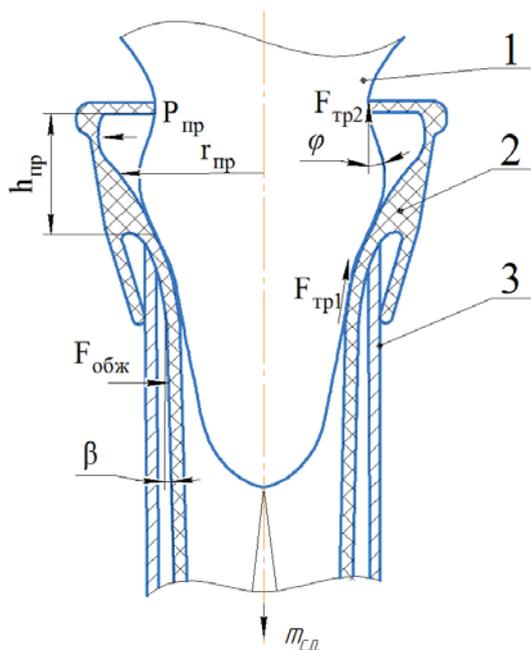


Рис. 2. Расчетная схема к определению сил в доильном стакане: 1 – сосок вымени животного; 2 – сосковая резина; 3 – гильза доильного стакана

$$F_{тр} = F_{тр1} + F_{тр2} = \left(F_{обж} \cdot \cos \beta + \frac{F_{тяж. п.ч.}}{4} \cdot \cos \varphi \right) \cdot f_{тр}, \quad (8)$$

где $F_{тр1}$ – сила трения стенки сосковой резины о сосок вымени животного, Н;

$F_{тр2}$ – сила трения стенки присоска сосковой резины о сосок вымени животного, Н;

$F_{обж}$ – сила, обжимающая сосок вымени животного, Н;

$f_{тр}$ – коэффициент трения соска по сосковой резине;

$F_{тяж. п.ч.}$ – сила тяжести подвесной части доильного аппарата, Н;

β – угол конусности стенок сосковой резины, град;

φ – угол прогиба стенки соска животного в полость присоска под действием вакуума, град.

Силу обжатия определим по формуле (рис. 2):

$$F_{обж} = \frac{E \cdot S_c \cdot \mu \cdot \delta_{сж}}{2 \cdot \delta}, \quad (9)$$

где μ – коэффициент Пуассона сосковой резины;

E – модуль упругости сосковой резины, Па;

S_c – площадь внутренней поверхности сосковой резины, м²;

$\delta_{сж}$ – толщина сжатого соска, м;

δ – толщина соска до надевания доильного стакана, м.

Так как внутренняя поверхность сосковой резины имеет цилиндрическую форму, в таком случае

площадь внутренней поверхности сосковой резины определим по формуле:

$$S_c = \pi \cdot l_c \cdot d_c, \quad (10)$$

где l_c – длина сосковой резины без учета присоска и молочной трубки, м;

d_c – внутренний диаметр сосковой резины, м.

Силу, удерживающую доильный стакан за счет вакуума в присоске сосковой резины, можно выразить из формулы (1):

$$F_{вак пр} \geq F_{тяж п.ч.} - F_{тр} \quad (11)$$

Теперь определим силу вакуума в присоске, которая необходима для удержания подвесной части доильного аппарата на сосках вымени животного:

$$F_{вак пр} = P_{пр} \cdot S_{пр}, \quad (12)$$

где $P_{пр}$ – величина вакуума в присоске, Па;

$S_{пр}$ – площадь части присоска, контактируемой с соском вымени, м².

Площадь части присоска, контактируемой с соском вымени, определим по формуле:

$$S_{пр} = 2\pi \cdot r_{пр} \cdot h_{пр}, \quad (13)$$

где $r_{пр}$ – средний радиус присоска, м;

$h_{пр}$ – высота присоска, м

Подставив в формулу (11) значения формул (12) и (13), получим:

$$P_{пр} \cdot 2\pi \cdot r_{пр} \cdot h_{пр} \geq F_{тяж п.ч.} - F_{тр} \quad (14)$$

Выразив из формулы (14) значение $P_{пр}$ и подставив значения составляющих, получим величину вакуума в присоске сосковой резины, необходимую для удержания доильного стакана во время такта «сосание» на соске вымени:

$$P_{пр1} \geq \frac{\left(F_{тяж д.с.} + F_{тяж м.т.} \right) \cdot \cos \alpha + F_{тяж кол}}{2\pi \cdot r_{пр} \cdot h_{пр}} + \frac{F_{тяж патр} - \left(F_{тр1} + F_{тр2} \right)}{2\pi \cdot r_{пр} \cdot h_{пр}} \quad (15)$$

Во время такта «сжатие» сила тяжести подвесной части доильного аппарата не будет учитывать выдоенное молоко, формула по ее определению примет вид:

$$F_{тяж п.ч.}^{сж} = \left(F_{тяж д.с.}^{сж} + F_{тяж м.т.}^{сж} \right) \cdot \cos \alpha + F_{тяж кол.}^{сж} + F_{тяж патр.} \quad (16)$$

где $F_{тяж д.с.}^{сж}$ – сила тяжести доильного стакана

во время такта «сжатие», Н;

$F_{тяж м.т.}^{сж}$ – сила тяжести молочной трубки во

время такта «сжатие», Н;

$F_{\text{тяж. кол.}}^{\text{сж}}$ – сила тяжести коллектора во время такта «сжатие», Н.

Величину вакуума в присоске сосковой резины во время такта «сжатие» определим по формуле:

$$P_{\text{пр2}} \geq \frac{(F_{\text{тяж. д.с.}}^{\text{сж}} + F_{\text{тяж. м.т.}}^{\text{сж}}) \cdot \cos \alpha + F_{\text{тяж. кол.}}^{\text{сж}}}{2\pi \cdot r_{\text{пр}} \cdot h_{\text{пр}}} + \frac{F_{\text{тяж. патр.}} - (F_{\text{тр1}} + F_{\text{тр2}})}{2\pi \cdot r_{\text{пр}} \cdot h_{\text{пр}}} \quad (17)$$

Теперь определим величину перепада давления в присоске сосковой резины между тактами «сосание» и «сжатие»:

$$\Delta P = P_{\text{пр1}} - P_{\text{пр2}} = \frac{4(F_{\text{тяж. д.с.}} + F_{\text{тяж. м.т.}} - F_{\text{тяж. д.с.}}^{\text{сж}} - F_{\text{тяж. м.т.}}^{\text{сж}}) \cdot \cos \alpha}{2\pi \cdot r_{\text{пр}} \cdot h_{\text{пр}}} + \frac{F_{\text{тяж. кол.}} - F_{\text{тяж. кол.}}^{\text{сж}}}{2\pi \cdot r_{\text{пр}} \cdot h_{\text{пр}}}$$

Заключение

1. Величина вакуума в присоске сосковой резины зависит от силы тяжести подвесной части доильного аппарата, силы трения сосковой резины о соски вымени и их площади контакта.

2. Следует отметить, что величина силы тяжести подвесной части доильного аппарата в период такта «сосание» больше, чем во время такта «сжатие» за счет массы выдаваемого молока. В этом случае во

время такта «сжатие» в присоске сосковой резины, с целью уменьшения травмирования соска животного, величину вакуума следует уменьшать на величину ΔP , обеспечив тем самым снижение риска травмирования тканей соска и заболеваемости животного маститом, что обеспечивает бесстрессовость процесса доения и повышение молокоотдачи животного.

3. Для уменьшения массы подвесной части доильного аппарата следует комплектовать доильные стаканы гильзами из материала меньшей массы, например из пластика, также можно увеличить площадь контакта сосковой резины с соском, что позволит снизить величину вакуума в присоске и обеспечит сохранность здоровья вымени животного.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Передня, В.И. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока: пос. / В.И. Передня, В.А. Шаршунов, А.В. Китун. – Минск: Минсанта, 2016. – 975 с.
2. Бондарев, С.Н. Методика подбора сосковой резины для дойного стада / С.Н. Бондарев, А.В. Китун // Агропанорама. – 2016. – №6. – С. 39-42.
3. Хрусталева, И.В. Анатомия домашних животных / И.В. Хрусталева, Н.В. Михайлов [и др.]; под ред. И.В. Хрусталевой – 3-е изд. пер. и доп. – М.: Колос, 2000. – 701 с.
4. Герасименко, И.В. Методика разработки блока имитации внутривыменного давления испытательного стенда для доильных аппаратов / И.В. Герасименко // Технические науки: проблемы и перспективы: матер. IV Междунар. научной конф., Санкт-Петербург.–СПб.: Свое издательство. – 2016. – С. 113-117.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.04.2018

Навесной оборотный плуг ПНО-3-40/55



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

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

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

Основные технические данные

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

Правила для авторов

1. Журнал «Агропанорама» помещает достоверные и обоснованные материалы, которые имеют научное и практическое значение, отличаются актуальностью и новизной, способствуют повышению экономической эффективности агропромышленного производства, носят законченный характер. Статьи публикуются на русском языке.

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

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

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

1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;

2) текст следует сформатировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Cyr, Times ET);

3) знаки препинания (.,!?:;...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис«-» и длинное тире «—». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательнее продолжение перенести на следующую 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, используются при наборе формул, вставляются в текст только в редакторе формул Microsoft Equation.

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

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

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

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

графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

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

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

индекс УДК;

название статьи;

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

аннотацию на русском и английском языках;

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

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

заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

список цитированных источников;

дату поступления статьи в редакцию.

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

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

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

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

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

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

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

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

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

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

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

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

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

Предназначена для автоматизации работы по планированию и производству кормов в хозяйстве.

В программу входят следующие приложения:

- создание рационов кормов для молочного скота с учетом показателей углеводного состава кормов и чистой энергии лактации;
- расчет годовой потребности хозяйства в кормах;
- оптимизация структур посевов кормовых культур;
- отображение информации о заготовке, хранении и расходовании кормов;
- оптимизация загрузки машинно-тракторного парка.

**Программа внедрена в ряде хозяйств Минской области:
КСУП «Племзавод «Кореличи», СХК «Витекс», ОАО «АгроОберег»,
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», ЗАО «АСБ-АгроКухтичи» и др.**

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. сух. 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

Компонент	Норма	В рационе	Отклонение
Корм. ед.	18,15	17,165	-0,9848 -5,4 %
ОЗ, МДж	216	179,82	-36,183 -16,8 %
Сух. 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	75,9494	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, ежи сборной	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

