



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 4
август
2015

В номере:

Оптимизация режимно-конструктивных параметров работы вибропневматического оборудования при разделении семян лука по удельной плотности

Перспективы применения тепловых насосов в Беларуси

Оценка эффективности животноводства в инновационном пути развития

Мировые тенденции развития органического сельского хозяйства



НАШИ ИЗДАНИЯ



Гируцкий, И.И. Компьютеризированные системы управления в сельском хозяйстве / И.И. Гируцкий, А.Г. Сеньков. – Минск: БГАТУ, 2014. – 212 с.

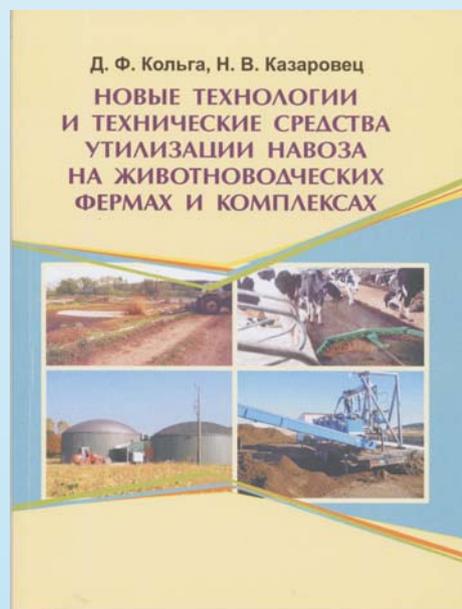
Монография посвящена вопросам компьютеризации и информатизации сельскохозяйственного производства. Исследование ведется от анализа программно-технических средств общепромышленного применения до конкретных примеров разработки и внедрения современных систем управления (включая роботизированные) в сельскохозяйственное производство.

Предназначена для разработчиков систем управления, научных сотрудников, специалистов сельскохозяйственных предприятий, студентов и аспирантов аграрных университетов.

Акулович, Л.М. Основы профилирования режущего инструмента при магнитно-абразивной обработке / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев. – Минск: БГАТУ, 2014. – 280 с.

Приведены особенности образования профиля режущего контура инструмента при магнитно-абразивной обработке металлических поверхностей сложной геометрической формы, выявленные в результате научных исследований. Установлены механизмы формирования топографии магнитного поля в рабочей зоне при магнитно-абразивной обработке сложнопрофильных поверхностей. Исследованы режущие и магнитные свойства рабочих технологических сред и выявлено их влияние на производительность съема материала. Разработаны принципы управления устойчивостью процесса магнитно-абразивной обработки с учетом явлений его самоорганизации.

Издание рассчитано на научно-технических работников, занимающихся разработкой технологий финишной обработки поверхностей деталей машин, также будет полезно аспирантам и студентам машиностроительных специальностей высших учебных заведений.



Кольга, Д.Ф. Новые технологии и технические средства утилизации навоза на животноводческих фермах и комплексах / Д.Ф. Кольга, Н.В. Казаровец. – Минск: БГАТУ, 2014. – 144 с.

Изложены сведения об удобрительных свойствах навоза, его влиянии на окружающую среду и проблеме его утилизации. Рассмотрены новые технологии и технические средства уборки навоза на молочно-товарных фермах. Дана математическая модель процесса разлива навоза в замкнутом канале. Обсуждены способы предотвращения отложения солей при гидротранспорте навозных стоков.

Адресуется научным работникам, преподавателям учреждений высшего и среднего специального образования, студентам и специалистам АПК.

АГРОПАНОРАМА 4 (110) август 2015

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. Карташевич
С.В. Гарник	Л.Я. Степук
В.Н. Дашков	В.Н. Тимошенко
Е.П. Забелло	А.П. Шпак

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

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:

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

Прием статей и работа с авторами:

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

Факс (017) 267-25-71

E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2015.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 21.08.2015 г. Зак. № 604 от 19.08.2015 г.

Дата выхода в свет 31.08.2015 г.

Печать офсетная. Тираж 100 экз.

Статьи рецензируются.

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

ЛП № 02330/316 от 30.01.2015 г.

Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

Стоимость подписки на журнал на 2-ое п/г 2015 г.:

для индивидуальных подписчиков - 111 900 руб.;

ведомственная - 152 052 руб.;

Цена журнала - 32 000 руб.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственное машиностроение. Металлообработка

И.С. Крук, Ю.В. Чигарев, Ф.И. Назаров, П.В. Косовский
Экспериментальные исследования уплотняющего воздействия на почву рабочего органа катковой приставки.....2

Ю.М. Урамовский, П.В. Авраменко
Обоснование параметров процесса внесения жидкого консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна.....6

В.М. Поздняков, С.А. Зеленко, Г.В. Мысливец
Оптимизация режимно-конструктивных параметров работы вибропневматического оборудования при разделении семян лука по удельной плотности.....10

В.Н. Масалабов
Динамика неустановившегося поворота двухмашинного посевного машинно-тракторного агрегата.....16

Технологии переработки продукции АПК

В.Я. Груданов, Э.И. Пол Дивейни, В.М. Поздняков, А.И. Ермаков
Технологические особенности производства карамельного солода на новом обжарочном аппарате.....19

Энергетика. Транспорт

Л.С. Герасимович, А.Г. Цубанов, И.А. Цубанов
Перспективы применения тепловых насосов в Беларуси.....25

В.А. Дайнеко, И.И. Гургенидзе, Е.М. Прищепова
Обоснование целевой функции и критерия оптимизации конструктивных и технологических параметров системы электропривода вальцовых плющилок – измельчителей зерна.....30

Технический сервис в АПК. Экономика

А.А. Попков, М.М. Радько
Оценка эффективности животноводства в инновационном пути развития.....36

Е.С. Пашкова
Комплекс мероприятий по совершенствованию маркетинговой деятельности белорусских производителей детского питания.....40

Т.А. Гуринович
Мировые тенденции развития органического сельского хозяйства.....44

УДК 631.348.45

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ РАБОЧЕГО ОРГАНА КАТКОВОЙ ПРИСТАВКИ

И.С. Крук,

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

Ю.В. Чигарев,

профессор каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ; профессор каф. агроинженерных систем Западнопоморского технологического университета (г. Щецин, Республика Польша), докт. ф.-м.н., профессор

Ф.И. Назаров,

аспирант каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ

П.В. Косовский,

студент агромеханического факультета БГАТУ

В статье приведены результаты лабораторных исследований воздействия рабочего органа катковой приставки пахотного агрегата на почву. Обоснована необходимость догрузки рабочих органов при обработке различных агрофонов.

The laboratory studies results of the labour body effect of the arable unit rolling accessory on the soil are given in the article. It is justified the loading necessity of the labour bodies in the processing of various agricultural backgrounds.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется увеличению урожайности, снижению себестоимости и энергоемкости конечной продукции растениеводства при условии сохранения плодородия почв и экологии окружающей среды. Обработка почвы является наиболее энергоемким и трудоемким процессом в технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. С целью повышения качества основной обработки почвы и снижения энергетических затрат на последующие технологические операции в конструкциях плугов применяются различные устройства для поверхностной обработки почвенных пластов. Несмотря на большое количество работ, посвященных исследованию воздействия рабочих органов и колес сельскохозяйственной техники на почву, вопросы уплотняющего воздействия рабочего органа катковой приставки на почву, установленной на пахотном агрегате, изучены недостаточно.

Основная часть

Наибольшее распространение в настоящее время получили катковые приставки, основным способом агрегатирования которых в составе пахотного агрегата, является навешивание на раму плуга [1, 2]. При данном способе крепления из-за существующих ограничений по массе традиционные методы регулировки воздействия рабочих органов на почву (исполь-

зование балласта) неприемлемы. Поэтому принято использовать конструктивную особенность данного типа агрегатирования приставки с плугом. Она основана на способе регулирования давления рабочих органов приставки на почву путем изменения ее положения относительно плуга в вертикальной плоскости. Рабочими органами используемых катковых приставок являются катки, диски, пружинные зубья, основными – катки.

В зависимости от типа почвы применяются различные виды рабочих органов катков. На тяжелых почвах рекомендуется использовать дисковые катки, которые позволяют создать оптимальные водно-воздушный и тепловой режимы. Это достигается за счет крошения крупных глыб, оставшихся после пахотного агрегата, на более мелкие фракции. При обработке почв легкого механического состава применяются планчатые и трубчатые катки, которые выравнивают и уплотняют поверхностный слой почвы, обеспечивая сохранение в ней влаги. Кольчатощпоровые катки являются универсальными и отлично себя показывают на почвах тяжелого и легкого механического состава, поэтому их применение в приставках наиболее оправдано. Их уплотняющими элементами являются равноудаленные от его режущей кромки втулки (в поперечном сечении круг) и шпоры (прямоугольник, квадрат или уголок).

В комбинированном пахотном агрегате от глубины погружения рабочих органов, предназначен-

ных для поверхностной обработки почвенных пластов h , будут зависеть такие критерии качества обработки почвы, как крошение, уплотнение и выравнивание, которые, наряду с другими факторами зависят от ее физико-механического состава, конструктивных и кинематических параметров рабочих органов, особенностей их установки и скорости движения агрегата.

Необходимую для качественной работы катковых приставок рабочую скорость движения комбинированного пахотного агрегата v_a можно определить из выражения, полученного из формул пути, пройденного диском катка за бесконечно малый промежуток времени, выраженного через скорость, радиус и глубину погружения втулки диска.

$$v_a = \frac{\sqrt{2Rh - h^2}}{t_{II}}, \quad (1)$$

где R – радиус диска, м;

t_{II} – время погружения диска на глубину h , с;

h – глубина погружения, м.

Величина глубины погружения втулок в почву h зависит от физико-механических свойств почвы и силы давления на нее. Значения h и t_{II} могут быть определены экспериментальным путем.

Из формулы видно, что, чем выше скорость агрегата, тем меньше времени остается на погружение втулки и тем меньше она уплотняет почву. То есть очевидно, что при определенных условиях обработки и рабочих скоростях агрегата втулка не успевает погрузиться на требуемую глубину обработки. Для решения данной задачи следует либо уменьшать рабочую скорость агрегата, либо сокращать время заглужения рабочих органов приставок, увеличивая их массы или догружая их силовым способом. Скорость движения агрегата определяется агротехническими требованиями, исходя из руководства по эксплуатации плуга, с которым работает приставка. Кроме того, следует учитывать, что чем больше скорость пахоты, тем лучше крошение пласта и ровнее поверхность поля. При увеличении массы приставок увеличивается энергоемкость выполняемого процесса. Поэтому наиболее оптимальным является способ силового догружения приставок, основанный на законах механики.

Рассмотрим способ изменения давления на почву на примере предложенной авторами конструкции механизма навешивания приставки [3], которая позволяет регулировать ее положение относительно плуга в вертикальной плоскости. Комбинированный агрегат (рис. 1) состоит из плуга 1, к раме 2 которого шарнирно крепится балка 3, на которой при помощи кронштейнов 4 и 5 закреплена рамка 7 с секцией рабочих органов 8 приставки. Между балкой 3 и кронштейном 5 установлен гидроцилиндр 6.

Регулировка величины механического воздействия рабочих органов на почву осуществляется следующим образом. Перед началом работы определяется тип и состояние почвы и устанавливается требуемое положение рабочих органов приставки относи-

тельно корпусов плуга (a – расстояние между нижней кромкой катка и нижней точкой лемеха корпуса плуга). Для этого штоком гидроцилиндра 6 нижний шарнир кронштейна 5 в вертикальной плоскости перемещается по дуге. При перемещении вниз значение a уменьшается, значит, воздействие агрегата на кронштейн 5 и на рамку 7 с секцией рабочих органов 8 возрастает. В данном случае для обеспечения необходимого давления рабочих органов на почву используется вес агрегата, что дает требуемое качество обработки почвы за один проход и снижает затраты энергии на выполняемый технологический процесс. При перемещении нижнего шарнира кронштейна 5 по дуге вверх, значение a увеличивается, и давление рабочих органов на почву будет уменьшаться.

Исходя из вышесказанного, важными являются исследования по обоснованию параметра a для различных рабочих органов приставки и условий, при которых выполняется технологическая операция. В процессе работы величина параметра a будет влиять на глубину погружения приставки в почву h . Основными критериями, определяющими положение приставки относительно плуга, являются агротехнические требования к качеству обработки почвы.

Для обоснования конструкции рабочих органов и исследования закономерностей их взаимодействия на почву авторами публикации разработана лабораторная установка (рис. 2), состоящая из ящика 1, заполненного почвой, с одной стенкой 2, выполненной из оргстекла, фотокамеры 3 с возможностью скоростной съемки, исследуемого образца рабочего органа 4, ящика для грузов 5 и металлической линейки 6. Для исследования сдвига почвы на заданной глубине закладывается индикаторный слой 7 (мел, известь или шарики пенопласта) [4].

Исследования проводилось на дерново-подзолистой супесчаной почве. За основу лабораторного образца принят каток, состоящий из диска с закрепленными по обе стороны равноудаленными от его кромки и друг от друга цилиндрическими втулками (рис. 3). Рассмотрим, как ведет себя втулка круглого сечения при погружении в почву. На рисунке 4

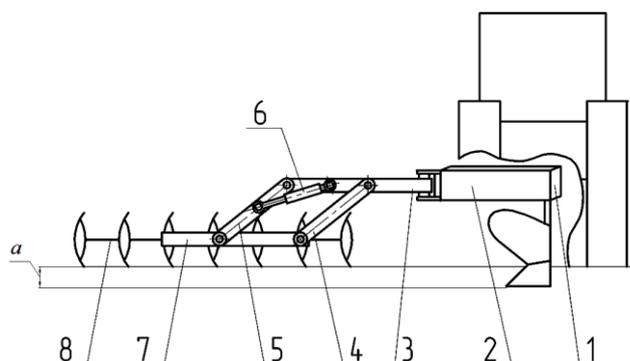


Рисунок 1. Схема крепления приставки к раме плуга и механизм изменения ее воздействия на почву

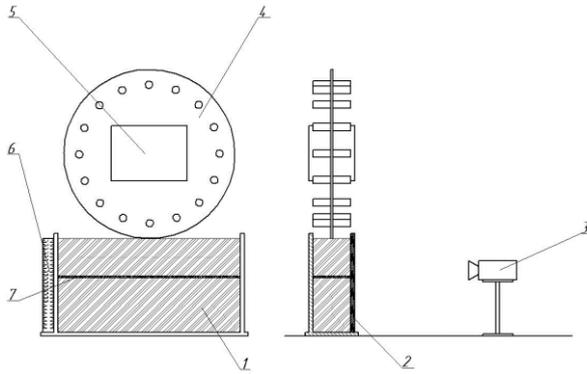


Рисунок 2. Схема лабораторной установки

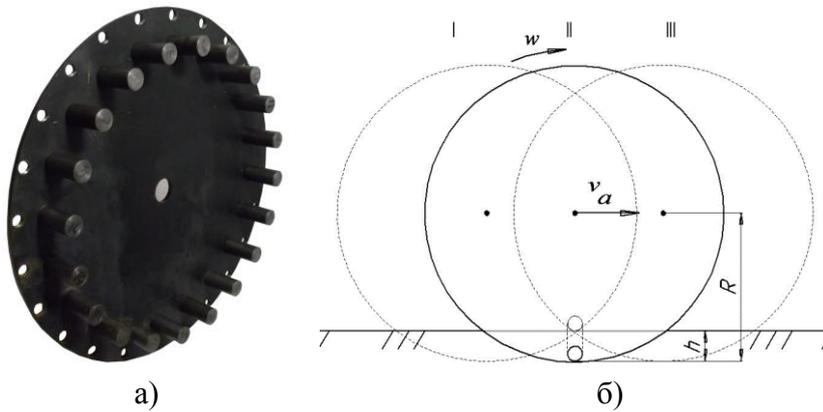


Рисунок 3. Конструкция экспериментального катка (а) и схема его движения в процессе работы (б)

показаны три положения диска, соответствующие началу погружения, достижению максимальной глубины и выглублению втулки. Предположим, что горизонтальное перемещение втулки при ее погружении в почву в процессе перекачивания катка в сравнении с вертикальным незначительно. Поэтому примем, что втулка в почве перемещается в вертикальной плоскости без перемещения по горизонтали (без проскальзывания). При этом очевидно, что уплотнение почвы происходит только при заглужении (интервал I – II). В интервале III происходит процесс

выглубления втулки.

Методика исследований.

Исследования проводились в следующей последовательности. В ящик до уровня индикаторного слоя засыпается исследуемый образец почвы. После засыпки индикаторного слоя почва далее засыпается до отметки 0 на металлической линейке. Перед началом исследований берутся пробы, и определяется влажность и плотность почвы. Устанавливается экспериментальный образец рабочего органа. Производится контроль глубины погружения при минимальной силе воздействия диска на почву (далее вес диска). Изменяя вес рабочего органа (добавляя новые грузы) и контролируя глубину погружения, получаем результаты.

Результаты исследований.

На рис. 4 приведены графические зависимости влияния веса диска и влажности почвы на глубину погружения h . Как видно из рисунка 4а, зависимость глубины погружения от массы диска на рассматриваемом промежутке – линейная. Следует также учитывать, что глубина погружения h определяется требованиями к посеву культуры (глубина залегания семян). Оптимальная влажность (физическая спелость почвы), при которой следует проводить обработку почвы, находится в

промежутке от 40 до 70 %. Исходя из рисунка 4,б, проникающая способность втулки при увеличении влажности возрастает. Следовательно, оптимальные значения влажности, при которых катковые приставки будут наиболее эффективны, 60-70 %.

При этом следует отметить, что при изменении веса экспериментального образца катка наблюдалась деформация индикаторного слоя, заложенного на глубине 110 мм, также соответствующая линейному закону (рис. 5).

Приведенные графические зависимости не учи-

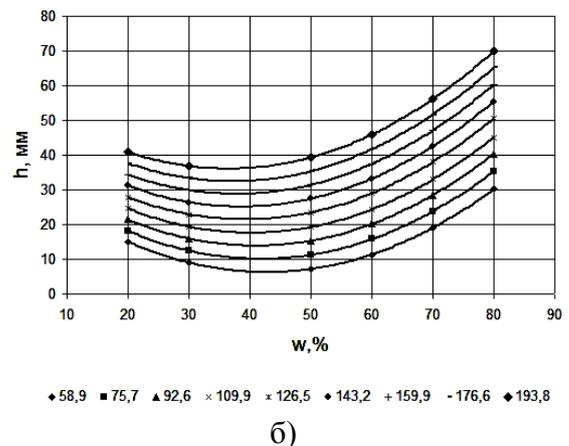
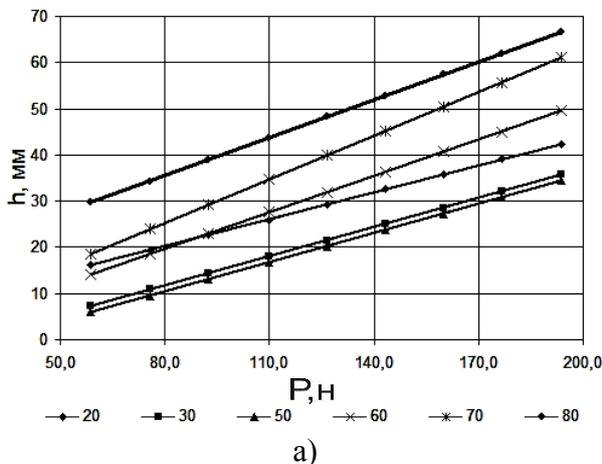


Рисунок 4. Зависимость глубины погружения от веса диска (а) и влажности почвы (б)

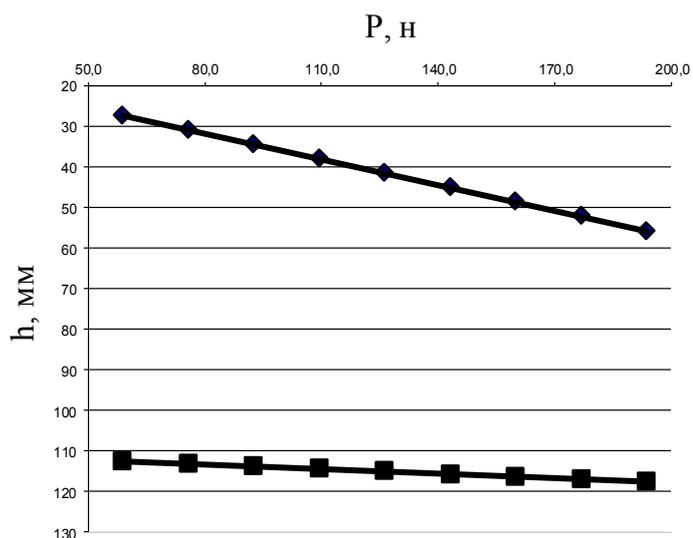


Рисунок 5. Деформация почвы на глубине 110 мм при влажности 60 % в зависимости от веса диска

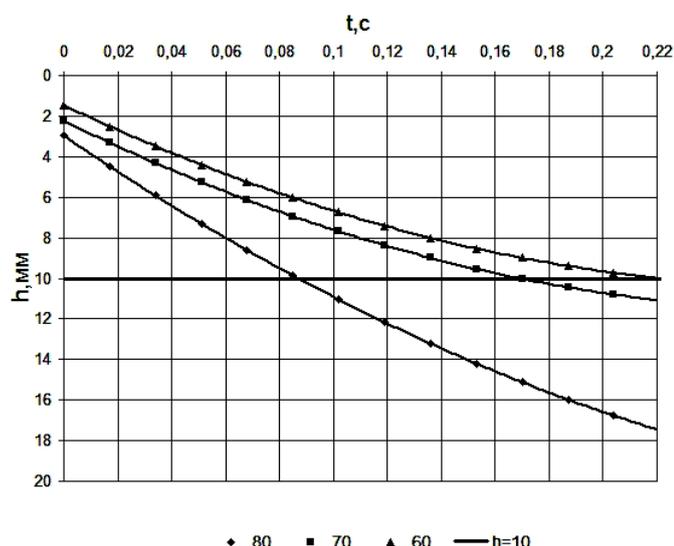


Рисунок 6. Зависимость глубины погружения катка от времени погружения и влажности почвы

тывают время погружения $t_{\text{п}}$, за которое диск должен достигнуть заданной глубины. Построенные по результатам исследования графики зависимости глубины погружения диска от влажности почвы за время t , (рис. 6) можно условно разделить на два интервала: на первом интервале (0-0,1с.) погружение втулки происходит с большей скоростью, на втором интервале (от 0,1 с) с меньшей скоростью. Это связано с тем, что после заглужения втулки сопротивление почвы начинает возрастать в зависимости от глубины погружения h . Когда сопротивление внедрению становится больше силы воздействия втулки на почву, она начинает постепенно замедляться.

Так как в нашем эксперименте не учитывается скорость движения втулки до внедрения, первый промежуток показывает самую нежелательную картину погружения (начальная скорость втулки равна нулю). С учетом начальной скорости время погружения на данном промежутке (для рассмотренного случая) зависит только от скорости движения агрегата. Следовательно при влажности почвы 70 % и весе диска 134,9 Н втулка будет погружаться на глубину 7,75 мм при любой скорости агрегата. Для данного интервала скорость движения агрегата можно определять по формуле (1).

Заключение

В результате проведенных исследований отмечено, что уплотнение верхних слоев почвы и сдвиг нижних под действием предложенного почвообрабатывающего рабочего органа происходит по линейным зависимостям.

Исследования показывают также о необходимости догружения рабочих органов катковой приставки при выполнении технологического процесса. В этой связи предложена схема крепления катковых приставок на раме плуга и механизм изменения механического воздействия их рабочих органов на почву

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение эффективности использования дополнительных устройств для поверхностной обработки почвенного пласта в пахотных агрегатах / И.С. Крук [и др.] // Материалы Международн. конф. The 8th International Research and Development Conference of Central and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering, Poznan, Puszczykowo, Poland. – С. 13 – 17.
2. Крук, И.С. Обеспечение требуемого качества подготовки почвы под посев культур при использовании дополнительных почвообрабатывающих устройств в пахотных агрегатах / И.С. Крук, Ф.И. Назаров // Материалы Международной научн.-практ. конф. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» – Мн.: БГАТУ, 2013. – С. 279 – 282.
3. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат: пат. 15953 Респ. Беларусь, МПК А 01В 49/02 А 01В 63/114 / И.С. Крук и др.; заявитель Белорусск. гос. аграрн. техн. ун-т. – № а20100320; заявл. 05.03.2010; опубл. 30.10.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлект. уласнасці, 2011.– № 5.
4. Влияние состояния протектора колес энергетических средств на уплотнение почв /Ю.В. Чигарев [и др.] // Агропанорама, 2012 – № 4. – С. 7 – 10.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 03.08.2015

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО КОНСЕРВАНТА В СИЛОСОПРОВОД КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Ю.М. Урамовский,

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

П.В. Авраменко,

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

В статье представлен алгоритм расчета параметров процесса внесения жидкого консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна, с обоснованием места установки распылительной форсунки.

The article presents the calculating parameters algorithm of the process of liquid preservative application in the forage harvester silage duct, justifying the mounting place of the spraying nozzle.

Введение

Эффективность применения консервантов при заготовке кормов в значительной мере зависит от равномерности их распределения в растительном материале и соблюдения заданной дозы внесения, что предъявляет жесткие требования к технологическим и конструктивным особенностям используемого оборудования [1, 2].

Одной из конструктивных особенностей современных высокопроизводительных кормоуборочных комбайнов являются повышенные скоростные характеристики потоков измельченного растительного материала, движущегося по технологическому тракту со скоростью от 30 до 70 м/с. В таких условиях дозирование жидких консервантов в технологическом тракте известными устройствами не обеспечивает выполнения действующих требований к качеству внесения.

На основе анализа конструкций и технологических схем оборудования и устройств, применяемых для внесения консервантов, предложены и запатентованы внутриобъемный способ внесения жидкого консерванта с контактным способом зарядки (активации) капель при распылении и устройства для его практической реализации к кормоуборочному комбайну КВК-800 [3].

Основная часть

На кормоуборочном комбайне консервант может вноситься в его технологический тракт, состоящий из трех частей: жатвенной, измельчающе-ускоряющей, транспортирующей.

Для того чтобы избежать контакта коррозионно-активных веществ с рабочими органами комбайна, а также выдержать санитарные нормы по концентрации в рабочей области механизатора вредных веществ, входящих в состав консервантов, подача допустима только лишь в транспортирующую часть технологического тракта.

Транспортирующая часть технологического тракта состоит из конфузора, силосопровода и выгрузного козырька.

Конфузор представляет собой сужающийся желоб, где происходит формирование потока. На этом участке динамические и размерно-весовые характеристики потока существенно нестабильны, поэтому в данном месте внесение рабочих растворов нецелесообразно. Пневмокормовой поток в выгрузном козырьке силосопровода также отличается нестабильностью размерно-весовых характеристик и подвержен влиянию погодных-климатических факторов (ветер, атмосферные осадки и т.п.).

Силосопровод в наибольшей степени отвечает всем предъявляемым требованиям и позволяет обеспечить удобный доступ к устройствам внесения и визуальный контроль за процессом впрыска консерванта.

Технологически эффективно размещение распылительной форсунки в нижней открытой части силосопровода. В этом случае нет необходимости внесения изменений в конструкцию выгрузного тракта (силосопровод), обеспечивается удобство обслуживания и ремонта, не требуется разработка и установка системы контроля впрыска.

Для обоснования диапазона установки распылительной форсунки на силосопроводе, при соблюдении вышеуказанных условий разработан алгоритм расчета параметров впрыска консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна, представленный на рисунке 1 а.

На входе алгоритма имеем первичные характеристики процесса впрыска. К ним относят: конструктивные параметры силосопровода (вылет l_c и общая длина силосопровода l_s , его высота h_c ; ширина верхней b_{cm} и высота боковых стенок h_{cm} силосопровода); параметры пневмокормового потока и растительного материала (ширина потока $b_{кп}$, средневзвешенная длина резки l_{cp} измельченного растительного материала, толщина потока $h_{кп}$ по длине силосопровода l_s , плотность растительного материала ρ_m ; параметры консерванта (плотность ρ_k , медианно-массовый диаметр капель d_k); параметры распылительной форсунки (диаметр сопла распылителя d_p , расстояние до проводящего экрана h_s , коэффициент расхода сопла μ , давление впрыска P_k), координата места установки

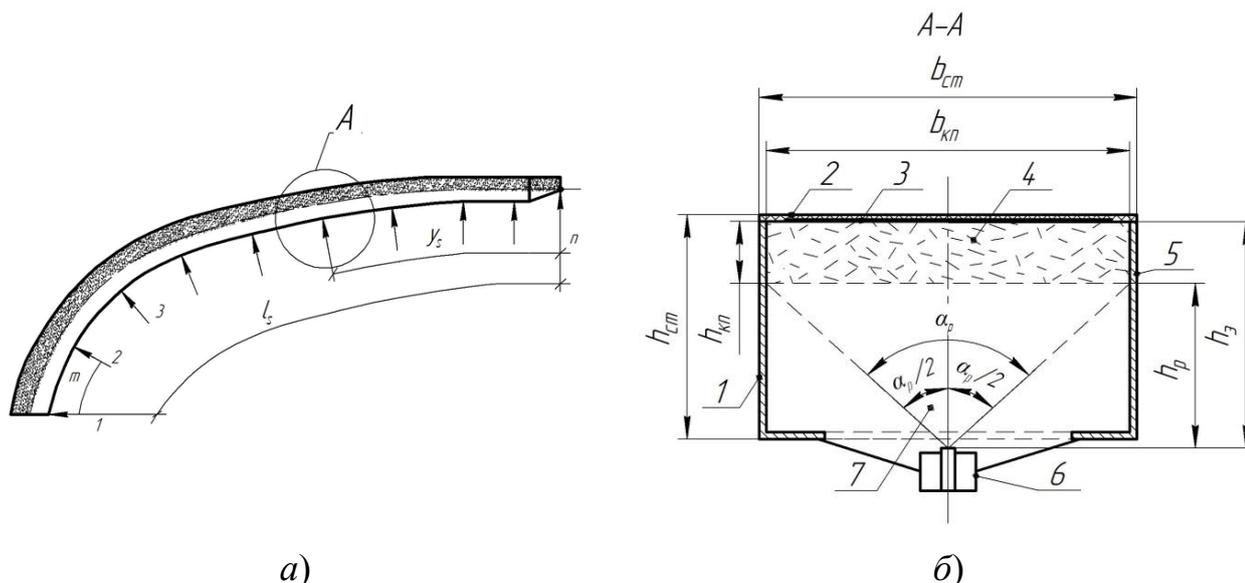


Рисунок 1. Схема для расчета параметров процесса внесения жидкого консерванта:
а) схема силосопровода; б) поперечное сечение силосопровода с установленной распылительной форсункой:
1, 5 – боковые стенки; 2 – верхняя стенка; 3 – диэлектрическая вставка с проводящим экраном; 4 – пневмокормовой поток; 6 – распылительная форсунка с зарядным электродом; 7 – факел консерванта

распылительной форсунки на силосопроводе y_s , напряженность электростатического поля E , электростатическая подвижность капель B_3 , пропускная способность кормоуборочного комбайна Π_k .

Диапазон исследуемых координат мест впрыска определяется по общей длине силосопровода l_s с интервалом (шагом) m_s , который равен 0,1 м (рис. 1 а). Количество проверяемых мест n_s равно отношению общей длины силосопровода l_s к шагу m_s .

Расчет производится согласно алгоритму, представленному на рисунке 2.

1 этап. Определяется массовый расход $G_{кп}$ (кг/с) пневмокормового потока, который принимается равным пропускной способности кормоуборочного комбайна [4].

2 этап. Определяется плотность пневмокормового потока $\rho_{кп}$, как количество растительного материала в единице объема (кг/м³) [4].

3 этап. Определяется пористость пневмокормового потока $m_{кп}$, как отношение плотности пневмокормового потока в единичном объеме $\rho_{кп}$ к плотности растительного материала ρ_m , вычитаемое из единицы [4].

4 этап. Рассчитывается структурный параметр пневмокормового потока $a_{кп}$, который представляет собой минимальное расстояние между частицами в заданном направлении или среднее расстояние между плоскостями, в которых находятся частицы измельченного растительного материала.

Структурный параметр пневмокормового потока $a_{кп}$ в зависимости от его пористости $m_{кп}$ и среднего диаметра частиц $d_{ср}$ определяется по формуле [4]

$$a_{кп} = 0,77 \cdot d_{ср} \cdot (1 - m_{кп})^{-0,5}.$$

5 этап. Рассчитывается напряжение электростатической активации капель консерванта:

$$U_k = E \cdot h_3,$$

где E – напряженность электрического поля (экспериментальное значение), В/м;

h_3 – расстояние от распылительной форсунки с зарядным электродом до проводящего экрана, м (рис. 1 б).

Дополнительно определяется угол факела распыла (рис. 1 б) для подбора соответствующего распылителя по табличным данным производителя [5]:

$$\alpha_p = 2 \cdot \arctg \left[\frac{b_{кп}}{2 \cdot h_p} \right],$$

где $b_{кп}$ – ширина пневмокормового потока, м;

h_p – расстояние от форсунки до пневмокормового потока, м (рис. 1 б).

6 этап. При внесении консерванта с электростатической активацией начальная скорость консерванта состоит из инерционной и электростатической составляющей процесса впрыска [4]:

$$v_{к,0} = v_{к,0(u)} + v_{к,0(э)},$$

где $v_{к,0(u)}$ – начальная скорость инерционного впрыска консерванта, м/с;

$v_{к,0(э)}$ – дополнительная скорость заряженных частиц в этом случае определяется только кулоновскими силами, м/с.

Начальная скорость инерционного впрыска консерванта определяется как [4]

$$v_{к,0(u)} = \mu \cdot \sqrt{2 \cdot P_k / \rho_k},$$

где P_k – давление впрыска консерванта, Па;

ρ_k – плотность консерванта, кг/м³;

μ – коэффициент расхода сопла.

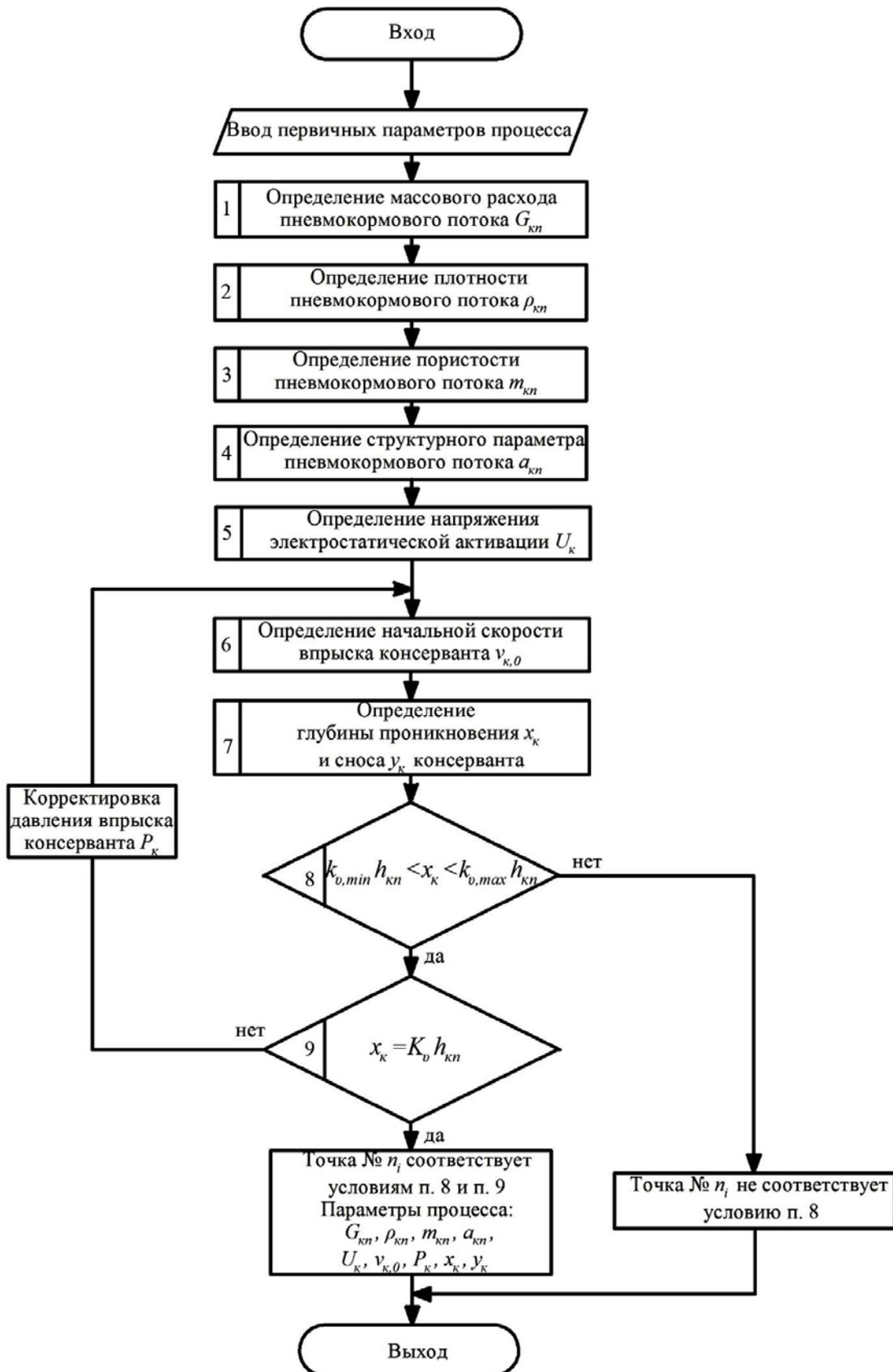


Рисунок 2. Алгоритм расчета параметров процесса внесения консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна

Прирост скорости заряженных частиц в этом случае обусловлен только кулоновскими силами и определяется по выражению [4]:

$$v_{k,0(\varepsilon)} = E \cdot B_{\varepsilon},$$

где B_{ε} – электрическая подвижность капель консерванта, $\text{м}^2/\text{В}\cdot\text{с}$.

7 этап. Определяется глубина проникновения x_k и снос факела консерванта y_k в пневмокормовом потоке согласно математическим моделям, учитывающие дополнительное влияние электростатического поля, а также свойства среды, как в воздушном, так и в пневмокормовом потоках [6], которые реализованы в экспериментальном комплексе программ «*Konservant-Silosoprovod*», созданном в среде *MS Developer Visual Studio (VS) Digital Visual Fortran (DVL) 6.0* и позволяющем рассчитать скорость пневмокормового потока, скорость, координаты движения и другие параметры процесса [6].

8 этап. Согласно алгоритму, на данном этапе необходимо проверить результаты расчета, в частности значение расчетной глубины проникновения консерванта x_k , на соответствие диапазону колебаний толщины пневмокормового потока, где $k_{v,min}$, $k_{v,max}$ являются экспериментальными коэффициентами ($k_{v,min} = 1,3$, $k_{v,max} = 1,7$) [7].

Если условие не соблюдается, рассматриваемое место впрыска не является оптимальным и не подходит для установки распылительной форсунки.

9 этап. На данном этапе, согласно схеме алгоритма расчета, производится проверка выбранных выше точек установки на соответствие условию минимальной неравномерности внесения консерванта, где K_v является экспериментальным коэффициентом, устанавливающим оптимальное соотношение глубины проникновения консерванта x_k к толщине обрабатываемого пневмокормового потока $h_{кл}$, при котором неравномерность внесения v минимальна ($K_v=1,5$) [7].

При расхождении полученных данных с условием п. 9 дополнительно проводится корректировка давления впрыска консерванта P_k .

Проверка на данное условие позволяет выбрать необходимые параметры процесса впрыска.

После расчета из исследуемого диапазона мест впрыска необходимо выбрать одно для установки распылительной форсунки, которое максимально соответствует техническим условиям и обеспечивает простоту технической реализации (наличие открытой части или технологических люков, мест крепления, удобства монтажа и обслуживания).

Расчетным путем установлен диапазон координат расположения распылительной форсунки на силосопроводе кормоуборочного комбайна КВК-800 – $y_s=2,4-2,9$ м, обеспечивающих условие минимальной неравномерности внесения.

Заключение

Разработан алгоритм расчета параметров области внесения консервантов в силосопровод кормоуборочных машин, реализованный в запатентованном про-

граммном комплексе «*Konservant-Silosoprovod*», позволяющем определить кинетические и геометрические параметры процесса впрыска, обеспечивающие нормируемую величину неравномерности внесения.

Расчетным путем установлен диапазон координат расположения распылительной форсунки на силосопроводе кормоуборочного комбайна КВК-800 – $y_s = 2,4-2,9$ м, обеспечивающий условие минимальной неравномерности внесения.

Алгоритм расчета универсален и может использоваться для различных моделей кормоуборочных комбайнов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Покровский, В.С. Разработка параметров технологического процесса обработки силосуемой массы и соломы химическими препаратами: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / В.С. Покровский. – М., 1984. – 216 л.
2. Соколов, А.В. Технологические и технические решения сохранности влажного сырья химическими консервантами: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Соколов; Всероссийский науч.-исслед. ин-т механизации сельского хозяйства (ВИМ). – Москва, 1998. – 56 с.
3. Авраменко, П.В. Исследование процесса внесения консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна / П.В. Авраменко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; под общ. ред. П.П. Казакевича. – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 2. – С. 27–34.
4. Кузьмицкий, А.В. Обоснование технологических параметров оборудования для внесения жидких консервантов на кормоуборочном комбайне / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко // Агропанорама, 2010. – № 5. – С. 11–15.
5. Каталог 50-RU // Спреинг Системс Ко [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.teejet.com/russian/home/literature/catalog.aspx>. – Дата доступа: 25.04.2015.
6. Авраменко, П.В. Компьютерное моделирование процесса движения капель консерванта в силосопроводе кормоуборочного комбайна / П.В. Авраменко // Роль непрерывного образования и вузовской подготовки в инновационном развитии АПК: матер. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26–28 января 2012 г. / Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т; под ред. Н.В. Казаровца. – Минск, 2012. – С. 130–134.
7. Авраменко, П.В. Исследование и обоснование параметров оборудования для внесения консервантов в кормовую массу / П.В. Авраменко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; под общ. ред. П.П. Казакевича. – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 2. – С. 53–61.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 18.05.2015

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ СЕМЯН ЛУКА ПО УДЕЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ

В.М. Поздняков,

проректор по воспитательной работе БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

С.А. Зеленко,

аспирант каф. технологий и технического обеспечения процессов переработки с.-х. продукции БГАТУ

Г.В. Мысливец,

директор ФХ «Горизонт»

В статье рассмотрены технологические особенности процесса разделения семян лука по удельной плотности под воздействием вибрации и восходящих потоков воздуха. В результате проведенных исследований установлено, что энергия прорастания и всхожесть семян лука во многом зависят от биологической ценности семян, при этом биологическую ценность семян характеризует не столько геометрические параметры семян, сколько удельная плотность, которая связана с таким показателем, как масса 1000 семян. На основании экспериментальных исследований определены рациональные параметры работы разработанного вибропневматического сепаратора, обеспечивающие эффективное разделение семян по удельной плотности. Предложен коэффициент для оценки эффективности работы зерноочистительного оборудования вибропневматического принципа действия.

The article considers the technological peculiarities of the onion seeds separation process. The separation process is calculated directly by measuring the relative density of the onion seeds under the influence of vibration and an upward current of air. Research process proves that the energy and capacity of germination depend on the biological value of seeds. The biological value of seeds refers to their relative density which links to the mass index of 1000 (one thousand) seeds to an even greater degree than to the geometrical parameters of seeds. The experimental researches of the developed vibration separator determine its efficient parameters of operation and this provides the most effective separation process of seeds due to their relative density. The experimental data states the efficiency ratio of the winnowing machines, which are based on the principles of vibration and pneumatics.

Введение

Одной из важнейших отраслей сельского хозяйства является растениеводство. При этом в последние годы активно развивается овощеводство. Ценность овощей, как продуктов питания, определяется высоким содержанием практически всех видов витаминов, многих минеральных веществ, органических соединений, микроэлементов, фитонцидов и других, полезных для человека веществ. Перспективное направление в овощеводстве – выращивание лука репчатого. В целом в стране потребность внутреннего рынка обеспечивается практически полностью за счет потребления репчатого лука отечественного производства [1]. В 2014 году сельхозорганизациями и фермерскими хозяйствами Беларуси получено 62,3 тыс. тонн репчатого лука, при этом Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь рекомендовало хозяйствам активизировать экспортные поставки данной продукции на внешние рынки [2].

Определяющим этапом в единой технологической цепочке производства лука является высококачественная подготовка семенного материала. Хорошо выполненные полноценные семена, обладающие наибольшей

удельной плотностью, имеют необходимый запас всех питательных веществ и лучше сформированный зародыш. Это увеличивает полевую всхожесть, дает возможность получить более мощные растения, сокращает выпадение их в период вегетации.

Основная часть

Анализ литературных источников показал, что самые репродуктивные семена имеют большую удельную плотность. Наиболее системные исследования такого отличительного признака семян выполнил Н.А. Майсурян. В последующих исследованиях эти результаты неоднократно подтверждались (Ижик М.К., 2001г., Новицкая Н.В., 2008г., Жатова Г.А., 2010г., Ткалич И.Д., 2011г.). В данных исследованиях подчеркивается, что крупность семян в полной мере не отражает принцип отбора семян высокого потенциала. Крупные семена бывают гипертрофированы, у них часто нарушены соотношения масс эндосперма, оболочки и зародыша, менее плотная «упаковка» молекул, много воздушных пор, они чаще травмируются в момент налива семени [3]. Так, исследования Г.А. Жатовой (2010 г.) показали, что одинаковые по размеру

семена заметно отличаются по посевным и урожайным качествам в зависимости от их удельной плотности [4]. Удельная плотность семян как отличительный признак посевных и урожайных свойств может быть объяснена тем, что в составе семян около 70 % крахмала и протеина, наиболее тяжелых составляющих, которые обеспечивают наибольшую массу семени. В то же время известно, что, чем выше содержание протеина, тем выше энергия прорастания, при этом расщепленный крахмал обеспечивает питание зародыша в процессе прорастания семени. Именно содержание крахмала и протеина определяет удельную плотность семени. Семена с высоким содержанием крахмала и протеина, пофракционно выделенные из посевного материала, в силу более высокой энергии прорастания дают крепкие, устойчивые к неблагоприятным условиям проростки. Именно такие проростки показывают интенсивный начальный рост, а это значит, что растение уже в первой фазе развития быстро пробивается на поверхность почвы и раньше начинает продуцировать органические вещества за счет фотосинтеза, от чего и зависит сила роста. Исследование, проводимое для зерновых культур, доказало, что даже при снижении нормы высева более чем на 30 %, отборные семена с повышенной удельной плотностью, за счет озерненности колоса и крупности зерновок обеспечивают более высокую урожайность [5]. Стоит отметить, что исследования возможности разделения семян лука и других овощных культур по удельной плотности на машинах вибропневматиче-

ского принципа действия ранее не проводились.

Комплексный анализ технологического оборудования для подготовки семенного материала показал, что в настоящее время в Республике Беларусь не существует достаточно эффективного оборудования, позволяющего производить разделение семян по удельной плотности и обеспечивающего возможность выделения полноценного посевного материала с высокой точностью. Поэтому разработка конструкции новой отечественной машины, позволяющей разделять семенную массу по удельной плотности с целью выделения семян с высоким потенциалом урожайности, является актуальной научно-технической задачей, решение которой позволит обеспечить республику высококачественными посевными семенами, и, соответственно, позволит повысить урожайность возделываемых культур.

Для проведения экспериментальных исследований процесса вибропневмосепарирования семян в псевдоожиженном слое изготовлен экспериментальный стенд, основным звеном которого является разработанный вибропневматический сепаратор, обеспечивающий эффективное разделение семян лука на фракции, отличающиеся между собой удельной плотностью в пределах 10-15 % [6].

Схема экспериментального стенда представлена на рисунке 1.

Для проведения экспериментальных исследований использовались семена лука белорусской селекции ФХ «Горизонт» Мостовского района.

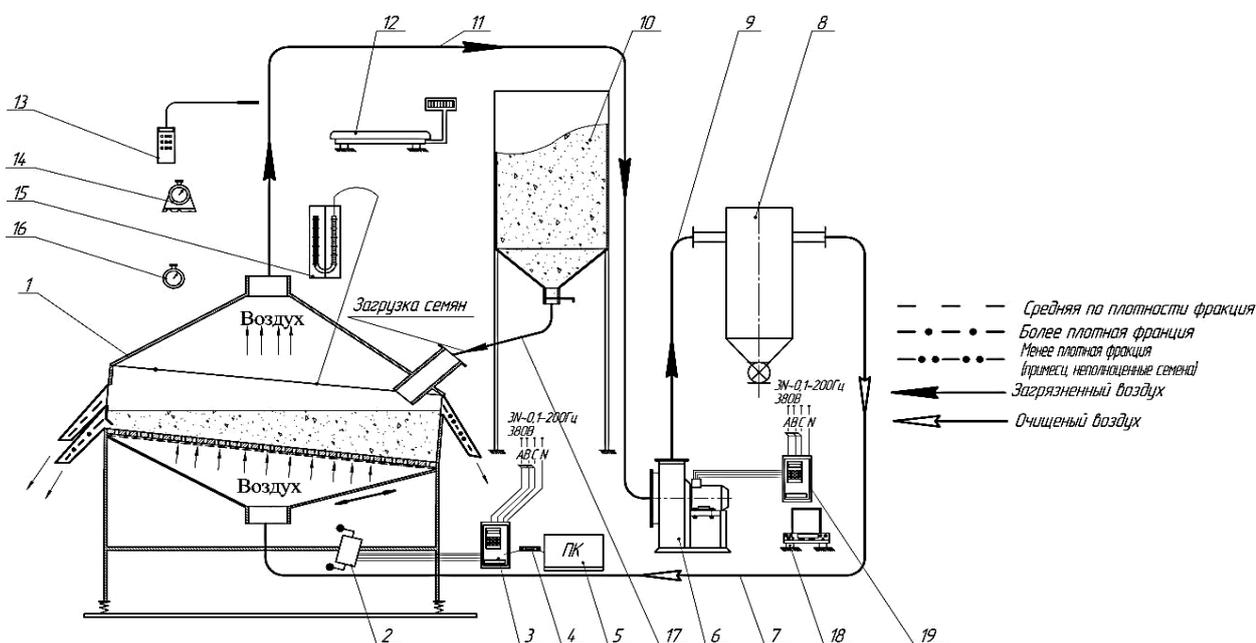


Рисунок 1. Схема экспериментального стенда:

1 – лабораторный вибропневмосепаратор; 2 – электровибратор ИВ-99Б; 3 – частотный преобразователь PROSTAR PR 6100; 4 – преобразователь интерфейса AC4; 5 – персональный переносной компьютер ASUS X550C; 6 – вентилятор ВЦП-3; 7 – нагнетающий воздуховод; 8 – осадочная камера; 9 – воздуховод; 10 – бункер; 11 – всасывающий воздуховод; 12 – весы; 13 – анемометр ТКА-ПКМ50; 14 – угломер маятниковый ЗУРИ-М; 15 – U образный манометр; 16 – секундомер; 17 – патрубков для подачи зерновой массы; 18 – анализатор влажности; 19 – частотный преобразователь ВЕСПЕР E2-8300-007H.

В результате проведения серии отсеивающих экспериментов из всего многообразия факторов, влияющих на эффективность процесса сепарирования, для проведения экспериментальных исследований процесса разделения семян лука по удельной плотности на разработанном сепараторе вибропневматического действия были выбраны следующие варьируемые факторы:

- амплитуда колебаний сетчатой деки – 1,5-3,0 мм;
- частота колебаний сетчатой деки – 17-22 Гц;
- скорость воздушного потока в рабочей камере сепаратора – 0,9-1,5 м/с;
- угол наклона сетчатой деки к горизонту – 2-5 град.

В качестве выходных параметров выбраны следующие показатели, характеризующие эффективность работы разработанного сепаратора:

- коэффициент увеличения массы:

$$K_{у.м.} = \frac{m_1 - m_{нач}}{m_{нач}} \times 100\%, \quad (1)$$

где m_1 – масса 1000 семян лука более плотной фракции, разделенной на вибропневматическом сепараторе, г;

$m_{нач}$ – масса 1000 семян лука исходной смеси, г;

- производительность:

$$Q = \frac{m}{t}, \quad (2)$$

где m – масса семян лука, поступающих на сепарирование, кг;

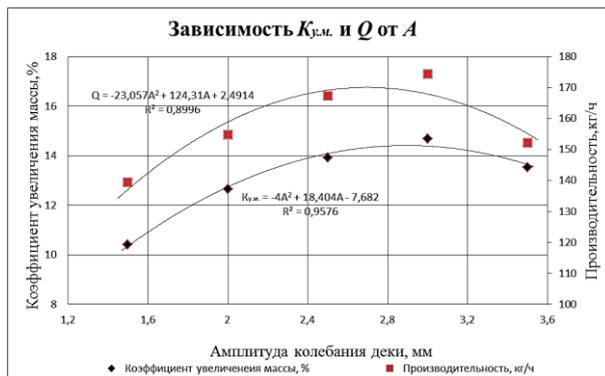
t – время сепарирования, с.

Для определения рациональных параметров работы разработанного сепаратора был проведен полнофакторный эксперимент 2^4 по плану Бокса-Уилсона со звездными точками $\alpha = \pm 2$ и двукратным повторением центральной точки. В результате планирования было проведено 26 экспериментов, которые проводились с двойной повторностью.

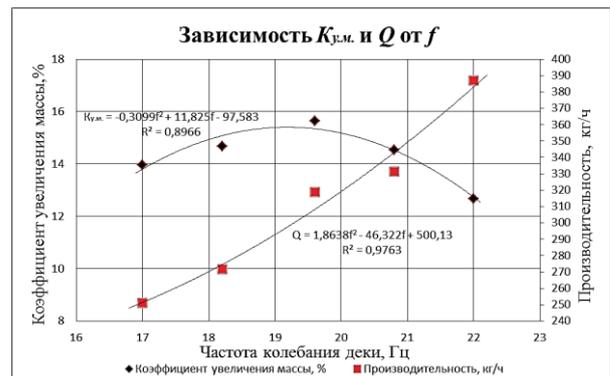
В результате обработки экспериментальных данных получен ряд графических зависимостей, позволяющих оценить влияние входных параметров лабораторного сепаратора на эффективность разделения семян лука по удельной плотности.

На рисунке 2 представлены графические зависимости коэффициента увеличения массы и производительности от входных параметров, т.е.

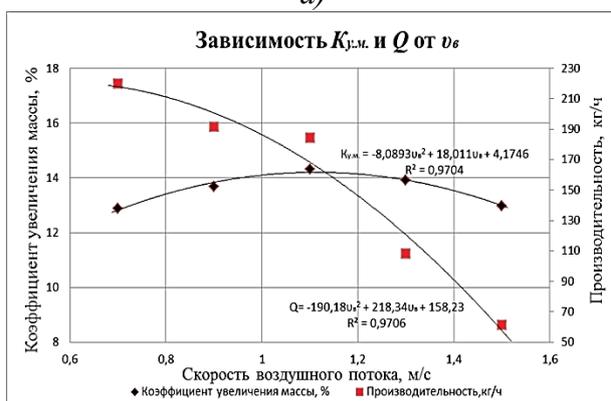
$K_{у.м.} = f(A, f, v_e, \alpha)$ и $Q = f(A, f, v_e, \alpha)$, построенные по пяти экспериментальным значениям, два значения взяты из основной матрицы планирования, а для трех других была проведена дополнительная серия экспериментов.



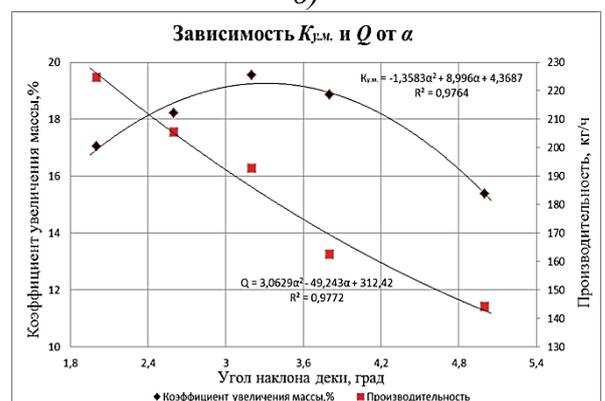
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2. Графические зависимости коэффициента увеличения массы и производительности от входных параметров: а – от A при $f=17$ Гц, $v_e=1,5$ м/с и $\alpha=2,0$ град; б – от f при $A=3,0$ мм, $v_e=1,5$ м/с и $\alpha=2,0$ град; в – от v_e при $A=3,0$ мм $f=17$ Гц, и $\alpha=2,0$ град; г – от α при $A=3,0$ мм $f=17$ Гц, $v_e=1,5$ м/с.

Анализ влияния значимости входных параметров с использованием карт Парето показал, что с ростом амплитуды и частоты колебания деки производительность лабораторного вибропневмосепаратора увеличивается. Увеличение значений таких параметров, как скорость воздушного потока и угол наклона деки к горизонту ведет к уменьшению производительности. Зависимость коэффициента увеличения массы от входных параметров носит более сложный характер. С ростом амплитуды и частоты колебания деки, скорости воздушного потока и угла наклона деки коэффициент увеличения массы возрастает. Стоит отметить, что в рамках варьирования факторов, частота колебания деки на коэффициент увеличения массы носит незначительный характер.

Для определения рациональных параметров работы разработанного сепаратора был проведен более детальный анализ влияния входных параметров на процесс сепарирования семян лука по удельной плотности с использованием современных пакетов программ обработки экспериментальных данных – STATISTICA 7 и STATGRAPHICS Centurion XVII.

В результате обработки экспериментальных данных получены поверхности отклика и линии равных уровней для выходной функции коэффициента увеличения массы и производительности, представленные на рисунке 3.

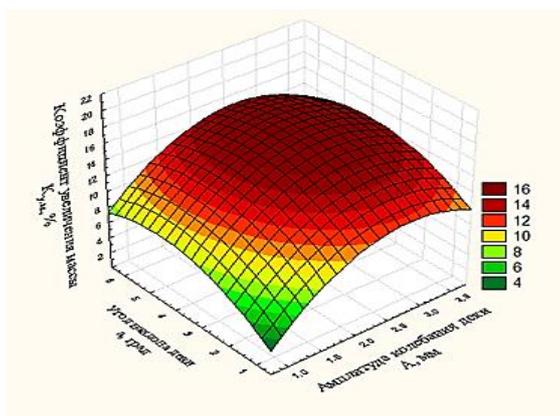
Анализируя поверхности отклика, можно сделать вывод о том, что данные поверхности имеют явный экстремум, т.е. интервалы варьирования входных параметров для проведения серии экспериментов определены корректно.

Так как критерием эффективной работы сепаратора является обеспечение максимального коэффициента увеличения массы при наибольшей производительности, то целью экспериментальных исследований являлось определение параметров работы разработанного вибропневматического сепаратора, удовлетворяющих данным условиям.

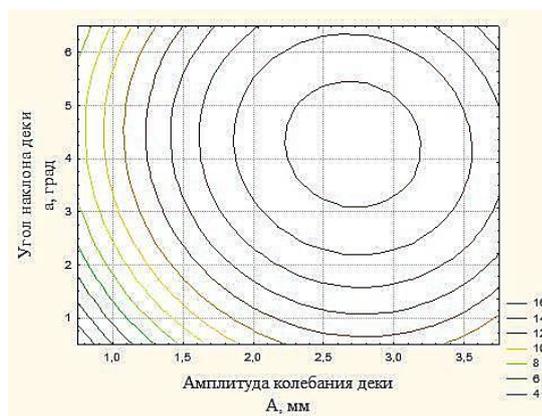
Определение рациональных параметров сепаратора, обеспечивающих максимальный коэффициент увеличения массы с наибольшей производительностью, производилось графическим методом наложения линий равного уровня выходных функций.

При наложении линий равных уровней коэффициента увеличения массы (рис. 3б) и производительности (рис. 3г) получена графическая номограмма для определения оптимальных параметров процесса вибропневмосепарирования семян лука (рис. 4).

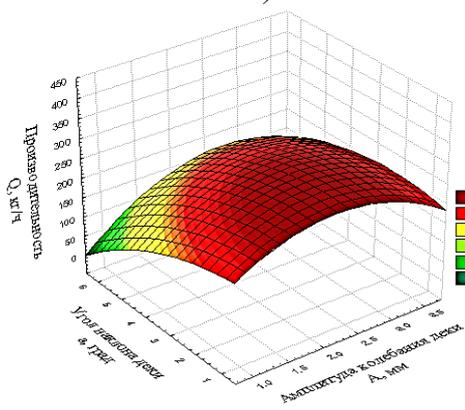
С целью определения посевных качеств семян лука до и после сепарирования по плотности, было проведено экспериментальное исследование по определению



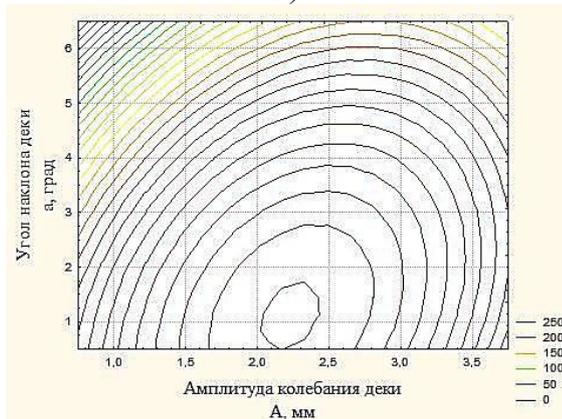
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3. Поверхности отклика выходных параметров: коэффициент увеличения массы $K_{у.м}$ (а, б) и производительность Q (в, г) от угла наклона деки α и амплитуды колебания деки A при $f=19,5$ Гц и $u_0=1,2$ м/с.

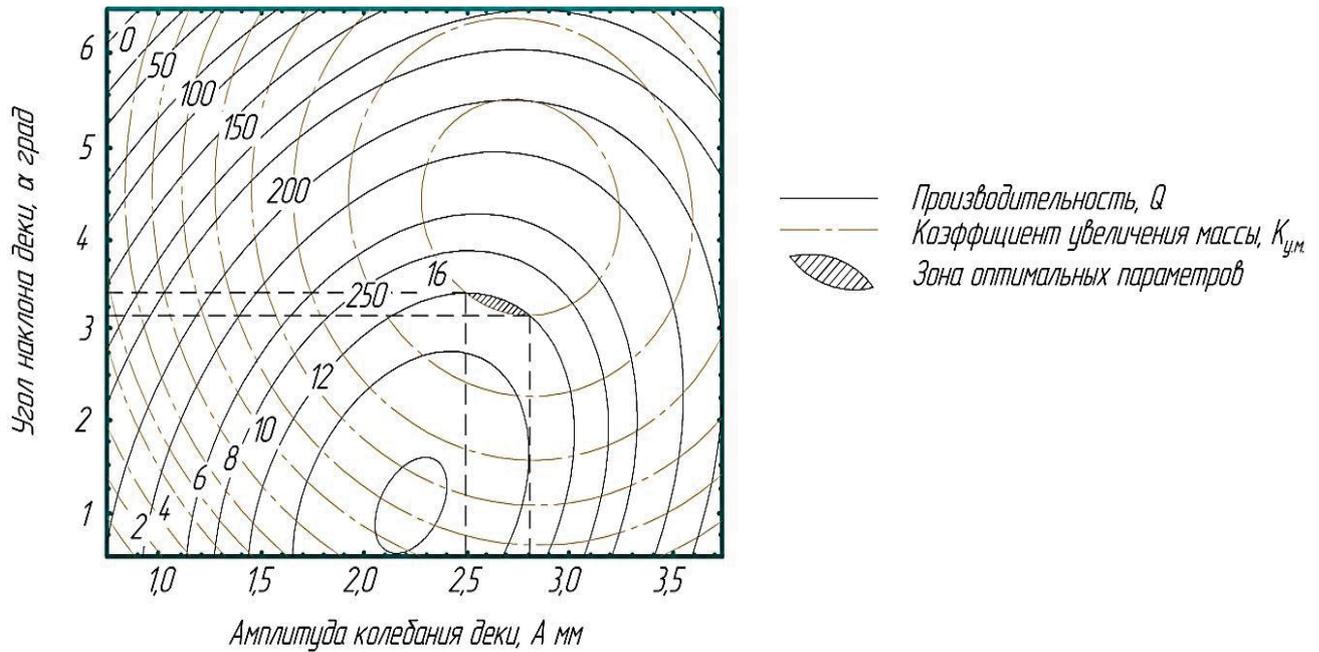


Рисунок 4. Определение оптимальных параметров сепарирования семян лука методом наложения линий равного уровня

энергии прорастания и всхожести семян. Определение энергии прорастания и всхожести проводилось по ГОСТу 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Полученные данные представлены на диаграммах (рис. 5).

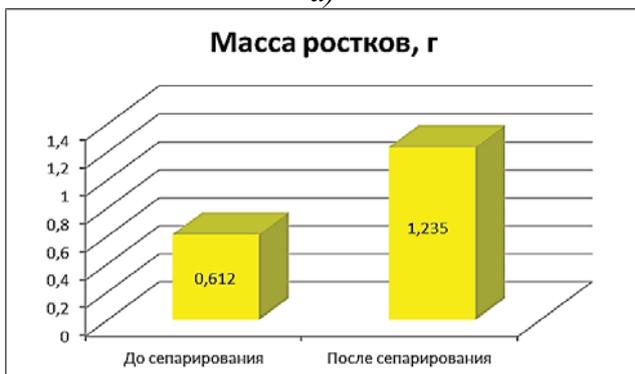
Проведенные исследования доказали высокую эффективность вибропневматического способа разделения семян по биологической ценности. В результате обработки семян лука на вибропневматическом сепараторе всхожесть семян повышена с 66 % до 91 %.



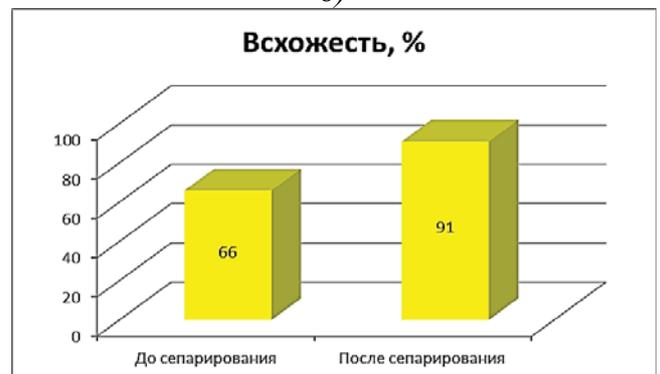
а)



б)



в) на 12-е сутки проращивания



г)

Рисунок 5. Диаграммы результатов эксперимента по проращиванию семян лука

Масса ростков на 12-е сутки проращивания составила: 0,612 г – для семян исходной фракции; 1,235 г – для семян плотной фракции после вибропневмосепарирования (т.е. увеличение более чем в 2 раза). Длина ростков равна, соответственно, 30 мм – для семян исходной фракции; 55 мм – для семян плотной фракции после вибропневмосепарирования.

Опытная партия семян лука, прошедшая разделение на вибропневматическом сепараторе, высажена в фермерском хозяйстве «Горизонт» на площади около 100 га с целью полевых испытаний новой технологии подготовки семян лука и оценки экономического эффекта от внедрения.

Заключение

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что сепарирование зерновой массы по удельной плотности позволяет более точно разделить семена по биологической ценности. Экспериментально доказано, что семена лука с высокой удельной плотностью обладают повышенной энергией прорастания и всхожестью.

На основании графического метода оптимизации параметров работы разработанного сепаратора вибропневматического принципа действия определены оптимальные параметры процесса сортирования семян лука по удельной плотности с точки зрения обеспечения максимального коэффициента увеличения массы и максимальной производительности: амплитуда колебания деки $A = 2,5-2,8$ мм; частота колебания деки $f = 19,5$ Гц; скорость воздушного потока $v_0 = 1,2$ м/с; угол наклона деки $\alpha = 3,1-3,3$ град. Данные режимно-конструктивные параметры работы вибро-

пневматического сепаратора рекомендованы для использования при подготовке семян лука с целью выделения семян с высоким потенциалом урожайности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попков, В. А. Лук в условиях Республики Беларусь: биология, агротехника, экономика / В. А. Попков. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2001. – 400 с.
2. Растениеводство Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2007-2015. – Режим доступа: <http://mshp.minsk.by/agriculture/crop/>. – Дата доступа: 16.06.2015.
3. Фадеев, Л.В. Сильные семена на каждое поле. Щадящая пофракционная технология Фадеева / Л.В. Фадеев. – Изд-во: ООО "Спецэлеватормелъмаш", 2012. – 178 с.
4. Жатова, Г.О. Загальне насіннезнавство: навчальний посібник / Г.О. Жатова. – Суми: Університетська книга, 2009. – 273 с.
5. Зерновые культуры: выращивание, уборка, доработка и использование / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008. – 656 с.
6. Поздняков, В.М. Разделение зерновой массы по удельной плотности на сепараторе вибропневматического принципа действия / В.М. Поздняков, С.А. Зеленко // Агропанорама, 2013. – №4. – С. 18-22.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 18.06.2015

Микропроцессорная система кормления свиней

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

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

Основные технические данные

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



ДИНАМИКА НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ПОВОРОТА ДВУХМАШИННОГО ПОСЕВНОГО МАШИННО- ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

В.Н. Масалобов,

инженер Таврического государственного агротехнологического университета, г. Мелитополь, Украина

Изложены результаты исследования динамики неустановившегося поворота машинно-тракторного агрегата, состоящего из трактора, полунавесной сцепки и двух прицепных зерновых сеялок. Установлено, что максимальная разница между динамическим и статическим радиусами поворота исследуемого машинно-тракторного агрегата не превышает 10 %.

The article gives the dynamics research results of the machine aggregate irregular turn, consisting of a tractor, a semi-mounting coupling and two towing grain sowing-machines. It is found that a maximum difference between the dynamic and static turn radiuses of the tested machine aggregate does not exceed 10 %.

Введение

Эффективное ведение производства в аграрном секторе нуждается в такой материально-технической базе, которая способна обеспечить выполнение всего объема механизированных работ в оптимальные сроки с высоким качеством и рациональными затратами.

Одним из путей решения такой задачи является использование высокопроизводительных машинно-тракторных агрегатов (МТА). В значительной степени это касается посевных МТА на основе широко распространенных в Украине универсально-пропашных тракторов тягового класса 1,4. Анализ показывает, что повышение производительности их труда целесообразно осуществлять за счет увеличения ширины захвата агрегата путем использования двух прицепных зерновых сеялок вместо одной (типа СЗ-3,6).

Однако такое агрегатирование указанных машин нуждается в применении сцепки. Использование последней в прицепном варианте характерно значительной длиной выезда посевного МТА. В результате это приводит к существенному (не менее 38 %) увеличению им удельных затрат времени смены на повороты.

Определяющее влияние на поворотливость того или иного машинно-тракторного агрегата оказывают его соответствующие конструктивные, кинематические и эксплуатационные параметры. Из их числа наиболее важную роль играет минимальный ($R_{a_{\min}}$) радиус поворота МТА [1, 2]. При этом следует учитывать, что у рассматриваемого агрегата он должен быть таким, чтобы обеспечить невозможность столкновения прицепных сеялок, как между собой, так и с полунавесной сцепкой.

В работе [3] авторами рассмотрен вопрос анализа установившегося поворота двухмашинного посевного машинно-тракторного агрегата, в котором установлены закономерности влияния конструктивных параметров и режима движения последнего на радиус поворота.

В реальных условиях эксплуатации вполне вероятен неустановившийся режим движения МТА на

поворотной полосе. В данной статье предпринята попытка аналитического анализа этого процесса.

При написании уравнений движения опытного МТА на поворотной полосе будем выходить из общепринятого понятия правильности поворота, согласно которому [4, 5]:

1) все колеса агрегата перекатываются без бокового скольжения;

2) пересечение продолжения их осей осуществляется в точке, которая является центром кривизны пройденного агрегатом пути.

С целью упрощения задачи составления уравнений динамики поворота рассматриваемого МТА принимаем следующие предположения:

1. Поверхность движения (поля) является горизонтальной, крен и дифферент машинно-тракторного агрегата отсутствуют.

2. Боковое взаимодействие шин с деформированной поверхностью описывается гипотезой «бокового увода».

3. Изменение скорости поступательного движения агрегата на поворотной полосе настолько мало, что она принимается постоянной и приблизительно равной для середин переднего и заднего мостов трактора.

4. Тангенциальные силы инерции и инерционные моменты сопротивления поворота звеньев машинно-тракторного агрегата из-за их малости не учитываются.

5. Разница углов ввода шин одной геометрической оси достаточно мала и ее можно не учитывать.

6. Коэффициенты сопротивления увода шин одной геометрической оси рассматриваемого машинно-тракторного агрегата являются равными.

Для работы с двумя сеялками типа СЗ-3,6 достаточно трактора, который имеет лишь задний ведущий мост. Создаваемого им тягового усилия хватает для осуществления как маневрирования на поворотной полосе, так и выполнения рабочего движения посевного МТА. Тем более, что во время его холостого хода (т. е. поворота) тяговое сопротивление сеялок определяется лишь сопротивлением их качения.

При повороте на рассматриваемый машинно-тракторный агрегат действует ряд соответствующих сил. В первую очередь это движущая сила задних (F_a) и сила сопротивления качению передних (P_{fb}) колес трактора (рис. 1). Прикладываются они в точках А и В, которые представляют середины соответствующих мостов энергетического средства. Для осуществления дальнейших действий именно в этих точках целесообразно разместить разделенную на две части (M_a и M_b) массу трактора. Причем, массу, которая сосредоточена в середине заднего моста (M_a), увеличим на массу жестко (в горизонтальной плоскости) навешенной сцепки.

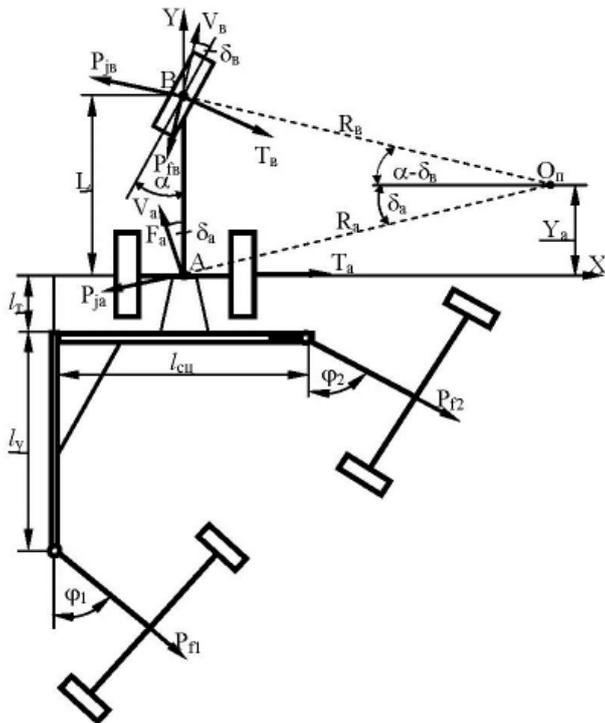


Рисунок 1. Схема динамического поворота двухмашинного МТА

С учетом вышеизложенного, в точках А и В сосредоточим центробежные силы инерции P_{ja} и P_{jb} , а также боковые силы T_a и T_b . Причем, если первые направлены вдоль радиусов R_a и R_b , то вторые – перпендикулярно плоскостям колес соответствующих мостов трактора.

При осуществлении движения на поворотной полосе влияние технологической части агрегата на трактор со сцепкой представлено силами сопротивления качения прицепных сеялок P_{f1} и P_{f2} (рис. 1).

Под воздействием внешних сил колеса трактора перекачиваются с уводом шин, углы которых для передней оси – δ_b , а для задней – δ_a . Расчетами установлено, что под действием указанных выше внешних сил величина этих углов в процессе поворота МТА не превышает $10...12^\circ$. Это дает нам право принять следующие допущения:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \delta_a &\approx \sin \delta_a = \delta_a; \cos \delta_a = 1; \\ \operatorname{tg} \delta_b &\approx \sin \delta_b = \delta_b; \cos \delta_b = 1. \end{aligned}$$

Из-за проявления явления увода шин мгновенный центр поворота машинно-тракторного агрегата смещается в продольном направлении на величину Y_a (рис. 1). В результате это приводит к увеличению радиуса поворота МТА.

Для рассматриваемого агрегата неизвестными являются два параметра: радиус поворота R_a и смещение центра мгновенного поворота Y_a . Для их определения достаточно иметь систему из двух независимых уравнений. Ими могут быть сумма проекций всех сил на ось AU и сумма создаваемых этими силами моментов относительно т. А.

В развернутом виде математическая модель поворота двухмашинного агрегата имеет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} 1) P_{jb} \cdot (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \delta_b) - P_{fb} \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \delta_b) - T_b \cdot \sin \alpha + F_a - P_{ja} \cdot \delta_a - P_{f2} \cdot \cos \varphi_2 - P_{f1} \cdot \cos \varphi_1 &= 0; \\ 2) T_b \cdot \cos \alpha \cdot L - P_{jb} \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \delta_b) \cdot L - P_{fb} \cdot (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \delta_b) \cdot L + P_{f2} \cdot (\cos \varphi_2 \cdot l_{cu}/2 - \sin \varphi_2 \cdot l_t) - P_{f1} \cdot (\sin \varphi_1 \cdot l_t + \cos \varphi_1 \cdot l_{cu}/2) &= 0; \\ 3) P_{ja} &= M_a \cdot V_n \cdot (V_n \cdot K - Y_a \cdot K - Y_a \cdot K); \\ 4) P_{jb} &= M_b \cdot V_n \cdot \{V_n \cdot K - [Y_a \cdot K + K(Y_a - L)] \cdot [1 + \operatorname{tg}^2 \alpha] / [1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot (L - Y_a) \cdot K]\}; \\ 5) T_a &= k_a \cdot Y_a \cdot K; \\ 6) T_b &= k_b \cdot [\operatorname{tg} \alpha - (L - Y_a) \cdot K] / [1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot (L - Y_a) \cdot K]; \\ 7) \operatorname{tg} \varphi_1 &= K \cdot [Y_a + l_t + l_y + (l_{cu}/\cos \varphi_1)] / [1 + (l_{cu}/2) \cdot K]; \\ 8) \operatorname{tg} \varphi_2 &= K \cdot [Y_a + l_t + (l_{cu}/\cos \varphi_2)] / [1 - (l_{cu}/2) \cdot K]; \\ 9) \delta_a &= Y_a \cdot K; \\ 10) \delta_b &= [\operatorname{tg} \alpha - (L - Y_a) \cdot K] / [1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot (L - Y_a) \cdot K], \end{aligned} \right\} (1)$$

где α – угол поворота управляемых колес трактора, рад;

φ_1, φ_2 – углы поворота прицепных сеялок, рад;

V_n – скорость движения МТА на поворотной полосе, м/с;

$K = 1/R_a$ – кривизна поворота, m^{-1} ;

k_a, k_b – коэффициенты сопротивления уводу шин заднего и переднего мостов трактора соответственно, кН/рад;

$L, l_{cu}, l_t, l_y, l_{cn}$ – конструктивные параметры МТА (м), природа которых ясна из рис. 1.

При решении системы уравнений (1) исходными величинами были функции изменения во времени (t) кривизны (K) и координаты смещения центра поворота МТА (Y_a) при разных значениях управляющего влияния – угла поворота управляемых колес трактора α .

Начальные условия при $t = 0$ были такими:

$$K = 0;$$

$$Y_a = 0.$$

Если второе условие не вызывает сомнений, то первое нуждается в определенном разъяснении. Обусловлено оно тем, что кривизна $K = 1/R_a$, а поскольку в начале маневра на поворотной полосе радиус

траектории можно принять равным ∞ , то вполне понятно, что величина K в этом случае равняется нулю.

Для решения поставленной задачи достаточно рассмотреть процесс изменения параметра K , а значит и радиуса поворота МТА R_a . Физика процесса при этом следующая. На вход математической модели МТА подается конкретный полезный сигнал в виде угла поворота управляемых колес энергетического средства (α). Машинно-тракторный агрегат через определенный переходный период должен выйти на устоявшийся режим поворота, который определяется минимальным радиусом, отвечающим заданной величине угла α .

Аналогичная ситуация происходит при другом значении управляющего воздействия (т. е. угла α). Причем, чем больше его величина, тем на меньший радиус поворота выходит машинно-тракторный агрегат.

Основная часть

Теоретический анализ показал следующее. Практически для всех вариантов параметра α , который в математической модели изменяли от 0,2 до 0,5 рад, приблизительно через 1,5 с машинно-тракторный агрегат выходил на минимальное значение радиуса поворота R_a (рис. 2).

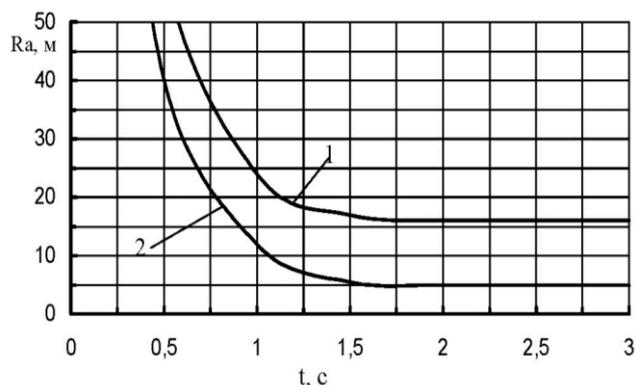


Рисунок 2. Динамика изменения радиуса поворота МТА во времени: 1 – $\alpha = 0,2$ рад; 2 – $\alpha = 0,5$ рад.

Следует понимать, что в реальных условиях эксплуатации время выхода МТА на минимальный радиус поворота будет больше, поскольку угол поворота управляемых колес будет изменяться от 0 до установленного значения.

Полученные результаты дали возможность построить зависимость минимального радиуса поворота МТА от управляющего влияния – угла поворота управляемых колес трактора. На рис. 3 представлены две кривые. Первая из них – это теоретическая зависимость $R_a = f(\alpha)$ при статическом, а вторая – при динамическом повороте агрегата.

Режим статического поворота определяется из системы уравнений (1) при соблюдении следующих условий: $Y_a = K = 0$.

Анализ данных, представленных на рис. 3, показывает, что наибольшая разница между значениями параметра R_a имеет место при $\alpha = 0,2$ рад, но и она не превышает 10 %.

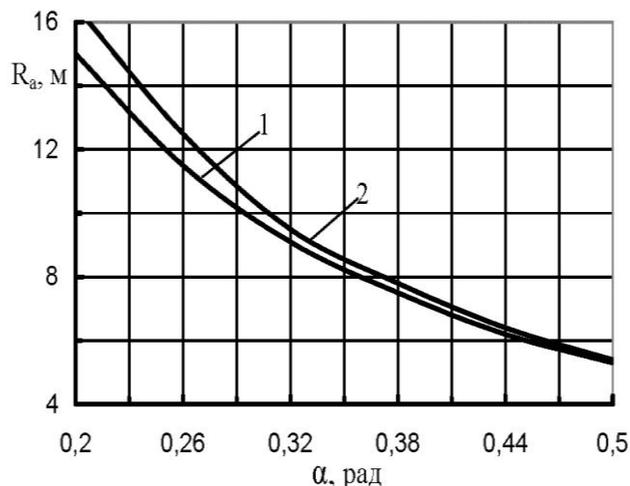


Рисунок 3. Зависимость статического (1) и динамического (2) радиусов поворота МТА от управляющего воздействия – угла α

Выводы

Для решения многих проблем, связанных с изучением динамики поворота прицепных машинно-тракторных агрегатов, достаточно ограничиться рассмотрением более простого в аналитическом плане установившегося режима движения МТА. В наибольшей степени это приемлемо для широкозахватных машинно-тракторных агрегатов, скорость движения которых на повороте зачастую находится в диапазоне 1,5...1,9 м/с (5,4...7 км/ч).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка / Н.Э. Фере [и др.]. – М.: Колос, 1978. – 256 с.
2. Надыкто, В.Т. К анализу поворотливости прицепного жатвенного агрегата / В.Т. Надыкто // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – К.: Урожай, 1988. – Вып. 67.
3. Масалабов, В.М. Исследование динамической поворотливости двухмашинного МТА / В.М. Масалабов, В.Т. Надыкто // Научный вестник Таверического государственного агротехнологического университета. – Мелітополь: ТГАТУ, 2012. – Вып. 2, т. 3. – С.15-26.
4. Иофинов, С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов. – М.: Колос, 1974. – 480 с.
5. Тракторы: теория: учебник для студентов вузов по специальности «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 03.07.2015

УДК 664.7

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КАРАМЕЛЬНОГО СОЛОДА НА НОВОМ ОБЖАРОЧНОМ АППАРАТЕ

В.Я. Груданов,

*зав. каф. технологий и технического обеспечения процессов переработки с.-х. продукции БГАТУ,
докт. техн. наук, профессор*

Э.И. Пол Дивейни,

аспирант каф. технологий и технического обеспечения процессов переработки с.-х. продукции БГАТУ

В.М. Поздняков,

проректор по воспитательной работе БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

А.И. Ермаков,

зав. каф. торгового и рекламного оборудования БНТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье описан разработанный аппарат для обжарки солода, предназначенный для использования в условиях малых пивоваренных предприятий при производстве темных сортов пива. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса обжарки солода в установках с интенсивным перемешиванием. На основании анализа экспериментальных данных определены оптимальные технологические параметры обжарки карамельного солода в разработанном аппарате, обеспечивающие высокое качество солода при минимизации удельных энергозатрат.

The article characterizes the designed machine for malt roasting to use in small breweries in dark beer production. The article gives the theoretical and experimental studies results of the roasting malt process in the machines with intense mixing. Based on the analysis of the experimental data the optimum process parameters of roasting caramel malt in the designed machine, providing high quality malt with minimization of specific energy consumption are determined.

Введение

В настоящее время в Западной Европе достаточно успешно развиваются небольшие частные пивоваренные производства, продукция которых пользуется высоким спросом как у местного населения, так и у туристов. В Республике Беларусь также наметилась устойчивая тенденция к развитию подобных производств. Более динамичное развитие данной сферы тормозит отсутствие оборудования, подходящего для ведения технологических процессов подготовки сырья и пивоварения в условиях малых предприятий. В частности, существующие аппараты для обжарки солода имеют высокую энергоемкость и производительность, что не позволяет использовать их в пивоварнях при пивных ресторанах, барах и агроусадебках. Поэтому разработка отечественного обжарочного аппарата для производства карамельного и жженого солода в условиях небольших пивоваренных предприятий является важной научно-практической задачей, реализация которой позволит расширить ассортиментный перечень пивоваренных предприятий и будет способствовать развитию сферы досуга, туризма и общественного питания в Республике Беларусь.

Основная часть

Основным сырьем для приготовления пива является пивоваренный солод, а также хмель, вода и дрожжи. Пивоваренный солод – это зерно пивоваренного ячменя, пророщенное по специальной технологии солодоращения, а затем высушенное. Для производства темных сортов пива используется карамельный солод. Одним из основных процессов при производстве карамельного солода является процесс его тепловой обработки, в результате которой продукт приобретает своеобразный цвет и аромат. Важнейшим этапом в процессе производства карамельного солода является обжарка [1].

Обжарка осуществляется в аппаратах с вертикальным или горизонтальным расположением рабочей камеры, при этом независимо от расположения рабочей камеры все известные аппараты имеют специальные устройства для интенсивного и равномерного перемешивания обрабатываемого сырья.

Для обжарки карамельного солода в условиях малых производств предложена новая конструкция обжарочного аппарата. Отличительной особенностью разработанного обжарочного аппарата является то,

что вал барабана выполнен в виде шнека, а направляющие – в виде винтовой линии с противоположным шнеку направлением витков, при этом площадь нормального сечения канавки шнека равна площади нормального сечения канавки направляющих. Также новый обжарочный аппарат имеет шнек с перфорированным полым валом, что обеспечивает возможность периодической подачи перегретого пара в зону обжарки [2, 3].

Обработка свежепропорощенного ячменя в паровоздушной среде не только интенсифицирует тепловой процесс, но и одновременно повышает качество солода за счет получения надлежащего колера, что так важно при производстве темных сортов пива. С целью интенсификации процесса тепловой обработки продукта, в рабочую камеру обжарочного аппарата подается влажный насыщенный пар, который вырабатывается в парогенераторе и по паропроводу подается во внутреннюю полость вала, и через отверстия выходит в рабочую зону с образованием паровоздушной среды. Паровоздушная среда по сравнению с воздушной обладает более высоким коэффициентом теплоотдачи, а водяной пар уже в перегретом состоянии (180-200 °С) интенсивно поглощает и переизлучает лучистую энергию, что, в целом, и обуславливает повышение тепловой эффективности процесса обжарки продукта. Согласно теории теплопередачи, в условиях естественной конвекции коэффициент теплоотдачи в чисто воздушной среде не превышает 12-15 Вт/м²·°С, в то время как в среде перегретого водяного пара коэффициент теплоотдачи может составлять 40-50 Вт/м²·°С. По этой причине наличие в воздушной среде водяного перегретого пара существен-

но интенсифицирует процесс тепловой обработки свежепропорощенного ячменя (в том числе и за счет лучистой составляющей процесса теплопередачи).

Повышению тепловой эффективности процесса обжарки солода способствует и перфорированная поверхность обжарочного аппарата: через отверстия перфорации воздух, нагретый ТЭНами, интенсивно циркулирует в зоне рабочей камеры.

С целью исследования процессов тепловой обработки пищевых сыпучих продуктов в паровоздушной среде на установках с интенсивным перемешиванием, исследования влияния технологических параметров работы обжарочного аппарата на качество конечной продукции, удельные энергозатраты и производительность данного оборудования, разработан экспериментальный стенд. Принципиально-конструктивная схема экспериментального стенда представлена на рисунке 1.

Процесс обжарки карамельного солода складывается из двух этапов. Первый (этап I) – выдерживание зерен ячменя в течение 30-45 минут и при температуре 60-75 °С, при этом происходит окончательное осахаривание солодового зерна. Признаком хорошего осахаривания служит разжиженное состояние эндосперма, который легко выжимается при раздавливании зерна. Во время второго этапа (этап II) температура повышается до 170 °С. Зерно при такой температуре выдерживают до 2,0-2,5 ч в зависимости от требуемых показателей готового солода.

На основании проведенных отсеивающих экспериментов процесса обжарки карамельного солода в новом аппарате был разработан план экспериментальных исследований.

Факторами варьирования в интервалах выбраны:

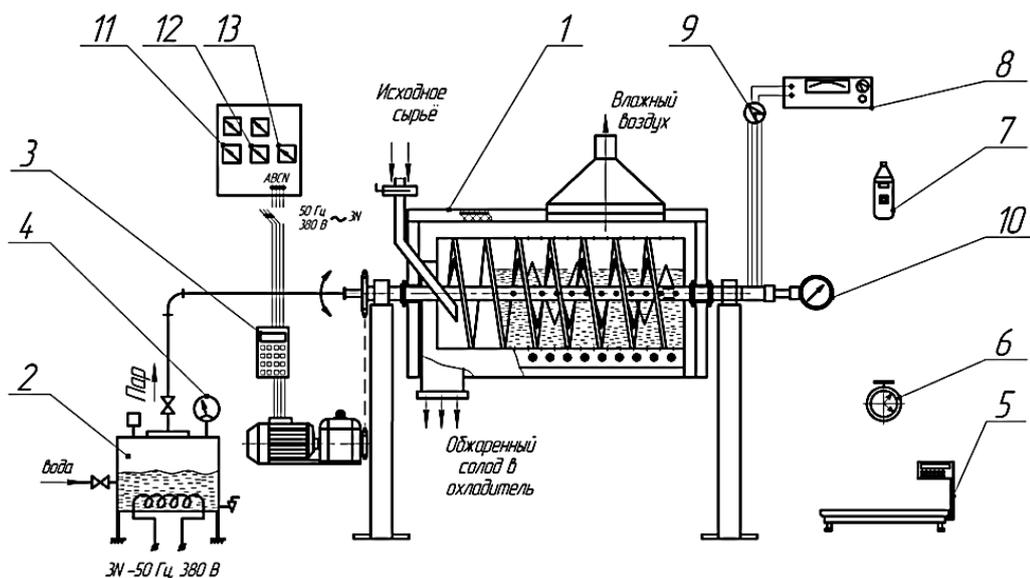


Рисунок 1. Принципиально-конструктивная схема экспериментального стенда:

- 1 – обжарочный аппарат; 2 – парогенератор; 3 – частотный преобразователь E2 -8300-007H; 4 – манометр;
- 5 – весы электронные SC 4010; 6 – секундомер; 7 – пирометр оптический АК ИП 9303; 8 – милливольтметр;
- 9 – пакетный переключатель; 10 – тахометр; 11 – вольтметр; 12 – амперметр; 13 – ваттметр

- частота вращения шнека, $n = 20-50 \text{ мин}^{-1}$;
- коэффициент заполнения рабочей камеры, $\varphi = (0,5-0,8)$;
- температура внутри рабочей камеры на II этапе, $t_p = 150-180 \text{ }^\circ\text{C}$;
- время обжарки на II этапе, $\tau = 140-180 \text{ мин}$.

В качестве выходных параметров были исследованы следующие показатели, характеризующие качество карамельного солода:

- количество карамельных зерен, $N_k, \%$;
- массовая доля экстракта в сухом веществе солода, $E_c, \%$;
- цвет (величина Линтнера-Ли), F .

Экспериментальные исследования проведены согласно плану Бокса-Уилсона 2^4 со звездой. Полученные в ходе эксперимента данные представлены в таблице 1.

В ходе эксперимента на первом этапе зерна выдерживали при температуре $65 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 мин.

Для описания влияния факторов варьирования на эффективность процесса обжарки были построены линии уровня выходных функций N_k , E_c и F от частоты вращения барабана n и коэффициента заполнения барабана φ , при $t_p = 165 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 160 \text{ мин}$, представленные на рисунке 2.

Анализ экспериментальных данных показал, что с повышением частоты вращения барабана и снижением коэффициента заполнения массовая доля экстракта в сухом веществе солода и количество карамельных зерен увеличиваются. Это связано с более

равномерным перемешиванием зерен в барабане. Зависимость обеих выходных функций от времени обжарки имеют экстремальный характер: увеличение температуры обжарки ведет к увеличению массовой доли экстракта в сухом веществе солода и количества карамельных зерен, при условии интенсивного перемешивания солода в барабане. Характер изменения величины Линтнера-Ли достаточно сложен, а его требуемого значения в 20 единиц можно достигнуть при различном сочетании технологических параметров.

Таким образом, можно сделать вывод, что на показатели качества карамельного солода в процессе обжарки влияют не конкретные численные значения технологических параметров, а их сочетание.

На основании полученных экспериментальных данных при помощи статистического пакета программ StatGraphicsPlus были получены эмпирические зависимости, позволяющие прогнозировать значение выходных функций при изменении технологических параметров работы обжарочного аппарата в пределах варьирования факторов.

$$N_k = -49,952 + 0,855 \cdot n - 81,139 \cdot \varphi + 0,385 t_p + 0,465 \cdot \tau \quad (1)$$

$$E_c = 63,833 + 0,141 \cdot n - 17,886 \cdot \varphi + 0,061 t_p + 0,042 \cdot \tau \quad (2)$$

$$F = 14,908 + 0,102 \cdot n - 13,410 \cdot \varphi + 0,055 t_p + 0,0694 \cdot \tau \quad (3)$$

Качество солода, в том числе и карамельного, регламентируется ГОСТом 29294-92, в соответствии с которым карамельный солод должен соответствовать требованиям, представленным в таблице 2.

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований процесса обжарки солода

№ опыта	Входные параметры				Выходные параметры			e, кВт·ч/кг
	$n, \text{ мин}^{-1}$	φ	$t_p, \text{ }^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ мин}$	$N_k, \%$	$E_c, \%$	F	
1	65,0	0,65	165,0	160,0	91,94	79,69	19,42	0,078
2	20,0	0,5	150,0	180,0	64,64	74,94	27,54	0,103
3	50,0	0,8	150,0	140,0	52,44	71,64	17,58	0,053
4	35,0	0,65	165,0	120,0	44,40	71,88	19,64	0,058
5	35,0	0,65	135,0	160,0	54,82	71,92	21,48	0,069
6	35,0	0,65	165,0	160,0	67,92	73,82	22,84	0,075
7	50,0	0,5	150,0	180,0	95,32	78,24	23,16	0,107
8	50,0	0,8	180,0	140,0	62,16	72,92	18,49	0,058
9	35,0	0,95	165,0	160,0	39,14	68,49	17,88	0,051
10	20,0	0,5	180,0	180,0	85,80	76,88	27,56	0,112
11	50,0	0,8	180,0	180,0	79,92	75,48	23,96	0,072
12	5,0	0,65	165,0	160,0	38,39	69,32	26,24	0,073
13	50,0	0,5	180,0	180,0	97,24	79,00	25,36	0,116
14	50,0	0,5	150,0	140,0	75,62	77,24	21,22	0,085
15	20,0	0,5	150,0	140,0	49,98	72,96	24,92	0,082
16	35,0	0,65	165,0	160,0	66,88	74,16	22,38	0,074
17	20,0	0,8	150,0	140,0	29,34	68,28	20,08	0,051
18	20,0	0,5	180,0	140,0	59,52	74,84	25,80	0,089
19	35,0	0,65	195,0	160,0	80,24	75,92	24,48	0,084
20	35,0	0,35	165,0	160,0	88,12	78,89	26,88	0,138
21	50,0	0,8	150,0	180,0	72,83	73,37	18,76	0,067
22	20,0	0,8	180,0	180,0	83,64	76,94	28,34	0,070
23	20,0	0,8	150,0	180,0	42,72	69,27	23,60	0,064
24	50,0	0,5	180,0	140,0	57,80	72,57	23,14	0,092
25	35,0	0,65	165,0	200,0	48,79	70,82	22,78	0,091
26	20,0	0,8	180,0	140,0	34,68	68,98	19,29	0,056

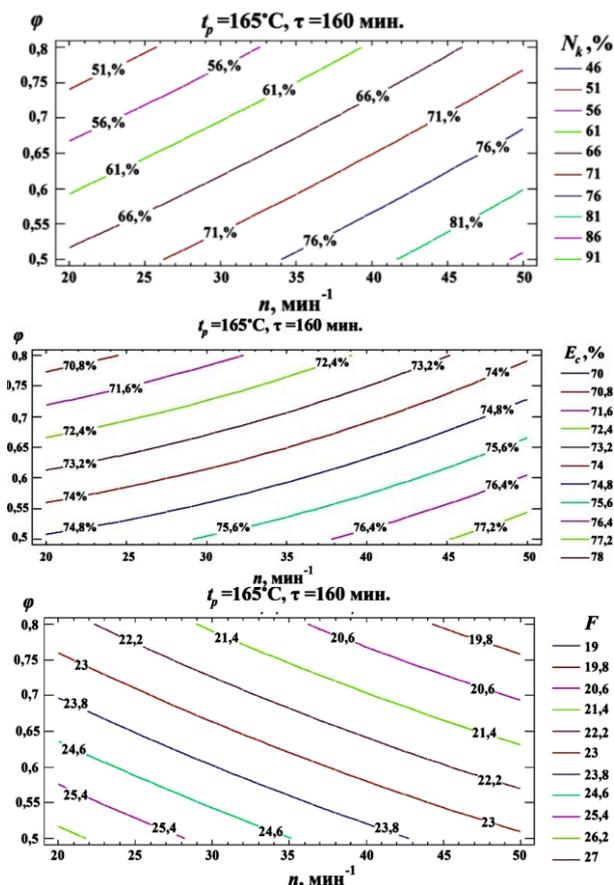


Рисунок 2. Линии уровня выходных функций N_k , E_c и F от частоты вращения барабана n и коэффициента заполнения барабана ϕ , при $t_p=165^\circ\text{C}$, $\tau=160$ мин

Таблица 2. Требования к качеству карамельного солода согласно ГОСТ

Наименование показателя	Норма для солода карамельного	
	I класса	II класса
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода E_c , % не менее	75	70
Количество карамельных зерен N_k , %, не менее	93	25
Цвет (величина Линтера-Ли)*, F	20	20

* Для карамельного солода отклонение величины Линтера-Ли от нормативного показателя может составлять до +2 единиц.

Конечной целью научных исследований являлось получение наилучшего из числа возможных альтернатив технического и технологического решения, обеспечивающего высокую эффективность работы разработанного обжарочного аппарата.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований авторами предлагается следующая формулировка задачи оптимизации работы обжарочного аппарата: обеспечение минимальных удельных энергозатрат при достижении требуемого качества солода (соответствующего ГОСТ). При опти-

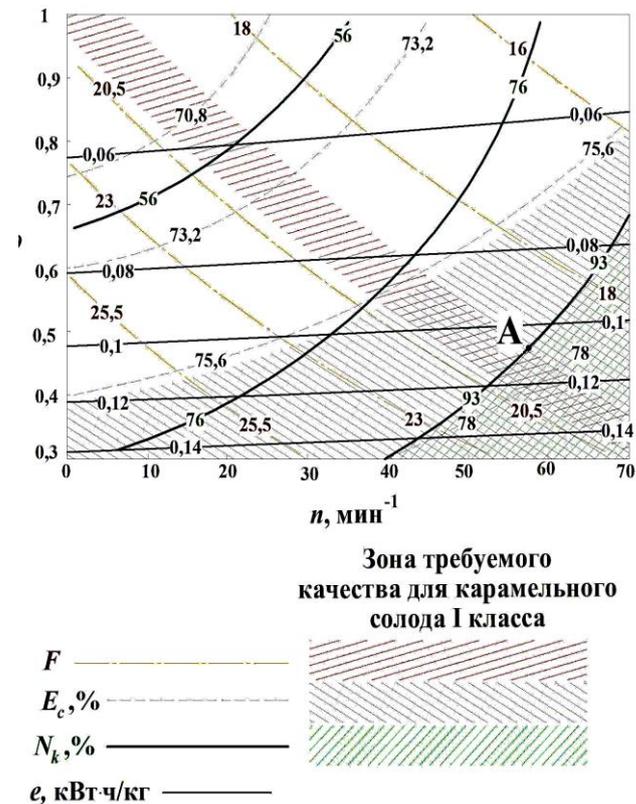
мизации процесса необходимо определить технологические параметры работы разработанного обжарочного аппарата, удовлетворяющие данным условиям.

Измерение удельных энергозатрат на процесс обжарки солода в разработанном аппарате проводилось в ходе экспериментальных исследований (табл. 1).

Анализ экспериментальных исследований показал, что удельные энергозатраты уменьшаются с повышением коэффициента заполнения барабана и незначительно увеличиваются с повышением частоты оборотов. Увеличение времени обжарки и температуры приводит к повышению удельных энергозатрат.

Определение оптимальных технологических параметров работы обжарочного аппарата, обеспечивающих минимальные удельные энергозатраты и требуемое качество продукции, производилось графическим методом наложения линий равного уровня выходных функций.

При наложении линий равных уровней выходных функции получены номограммы для определения оптимальных параметров процесса в разработанном обжарочном аппарате (рис. 3, 4).



Зона требуемого качества для карамельного солода I класса

Рисунок 3. Номограмма для определения оптимальных технологических параметров обжарки карамельного солода I класса: частоты оборотов барабана n и коэффициента заполнения барабана ϕ

Зоны номограмм, в которых все три штриховки пересекаются, соответствуют технологическим параметрам работы обжарочного аппарата, обеспечи-

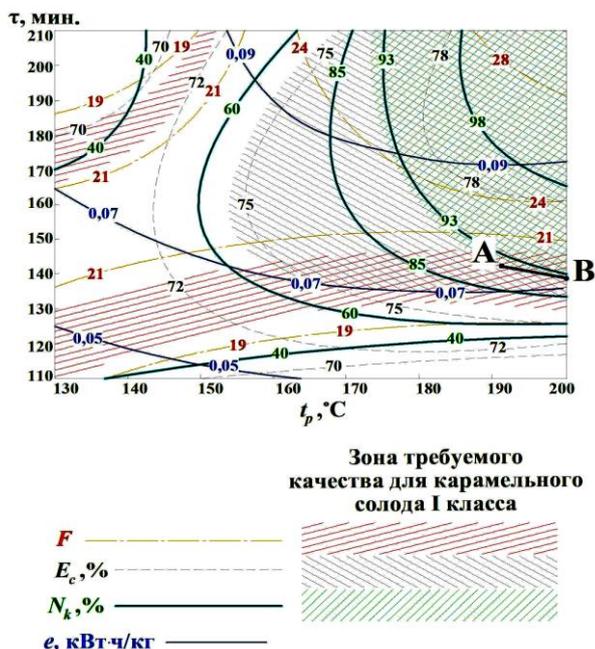


Рисунок 4. Номограмма для определения оптимальных технологических параметров обжарки карамельного солода I класса: температуры обжарки t_p и времени обжарки на втором этапе τ

вающим требуемое качество карамельного солода согласно ГОСТ.

Для определения оптимальных технологических параметров обжарки карамельного солода, с точки зрения требуемого качества продукции и минимальных удельных энергозатрат, необходимо определить, в какой части из зон с тремя пересекающимися штриховками удельные энергозатраты будут минимальными. Из рисунка 3 видно, что данному условию соответствуют технологические параметры точки А, а из рисунка 4 – технологические параметры отрезка АВ.

Определенные в рамках оптимизации технологические параметры были положены в основу при проектировании и изготовлении опытного образца обжарочного аппарата для производства карамельного солода.

Технические характеристики разработанного обжарочного аппарата представлены в таблице 3, а его общий вид на рисунке 5.

Разработанный обжарочный аппарат с новыми конструктивными решениями рекомендуется для использования на небольших пивоваренных производствах. Обжарочный аппарат может применяться для получения карамельного солода I и II классов, а также жженого солода при производстве пива темных сортов.

Заключение

На основании проведенных исследований установлено, что оптимальными технологическими параметрами обжарки солода в разработанном обжарочном аппарате, с точки зрения обеспечения требуемого

Таблица 3. Технические характеристики обжарочного аппарата для производства карамельного солода

Параметры	Значение
Количество одновременно обжариваемого солода, кг (не более)	300
Частота вращения барабана, об/мин	10-70
Температура обжарки, °C	100-200
Длительность обжарки, мин.	100-150
Установленная электрическая мощность, кВт	
- привода	0,5
- ТЭНов	12
- парогенератора	3
Габаритные размеры, мм:	
длина	3000
ширина	930
высота	1600
Масса (не более), кг	720

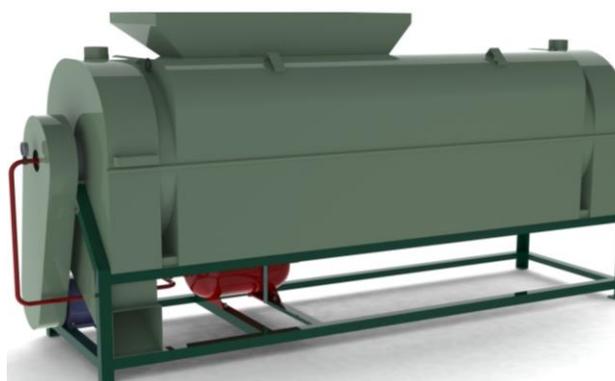


Рисунок 5. Внешний вид обжарочного аппарата для производства карамельного солода новой конструкции

качества продукции и минимальных удельных энергозатрат, являются:

– для карамельного солода I класса: частота вращения шнека $n = 58 \text{ мин}^{-1}$; коэффициент заполнения рабочей камеры $\varphi = 0,48$; температура внутри рабочей камеры на II этапе $t_p = 192-200^\circ\text{C}$; время обжарки на II этапе $\tau = 138-143 \text{ мин}$;

– для карамельного солода II класса: частота вращения шнека $n = 17 \text{ мин}^{-1}$; коэффициент заполнения рабочей камеры $\varphi = 0,89$; температура внутри рабочей камеры на II этапе $t_p = 131-136^\circ\text{C}$; время обжарки на II этапе $\tau = 112-115 \text{ мин}$.

При этом на первом этапе обжарки зерна должны выдерживаться при температуре 65°C в течение 30 мин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Doris Jehle, Marianne N. Lund, Lars H. Ogedal, Mogens L. Andersen (2011), Characterisation of a stable

radical from dark roasted malt in wort and beer, Food Chemistry, 125(2), pp. 380-387.

2. Обжарочный барабан: патент 9008 Респ. Беларусь: МПК7, А23 F5/04, С12 С1/18/ В.Я. Груданов, Д.Н. Иванов, А.М. Рабчинский; опубл. 30.09. // Афіцыйны бюл. / Нац цэнтр інтэлектуал. уласнасці.

3. Устройство для обжарки зерна: пат. 17514 Респ. Беларусь: МПК А23N12/08 (2006) / В.Я. Груданов, В.М. Поздняков, Э. И. Пол Дивейни, А.А. Бренч; опубл. 30.12.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 26.06.2015

Плуг навесной оборотный ПНО-3-40/55 с регулируемой шириной захвата

Предназначен для гладкой вспашки старопахотных слабокаменистых почв с удельным сопротивлением до 0,09 МПа и влажностью обрабатываемого слоя до 22 %. Плуг агрегируется с тракторами «Беларус 1221», «Беларус 1522» с установленными передними балластными грузами массой 450 кг и с балластировкой колес трактора раствором.



Основные технические данные

Тип	навесной
Производительность за 1 ч основного времени, га	0,84 ... 1,48
Рабочая скорость движения на основных операциях, км/ч	7 – 9
Глубина пахоты, см	до 27
Конструкционная ширина захвата плуга, м	1,20/1,35/1,50/1,65
Расстояние от опорной плоскости корпусов до нижней плоскости рамы, мм	700
Расстояние между корпусами по ходу плуга, мм, не менее	750
Количество корпусов, шт.: право- / левооборачивающих	3/3
Тип корпуса	полувинтовой
Конструкционная ширина захвата корпуса, мм	400/450/500/550
Масса плуга конструкционная с комплектом рабочих органов для выполнения основной технологической операции, кг	1120 ± 50
Габаритные размеры плуга в рабочем положении, мм, не более	4200x2000x1520
Транспортная скорость, км/ч, не более	15
Дорожный просвет, мм, не менее	300

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В БЕЛАРУСИ

Л.С. Герасимович,

профессор каф. электротехнологий БГАТУ, докт. техн. наук, профессор, академик НАН Беларуси

А.Г. Цубанов,

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

И.А. Цубанов,

ст. преподаватель каф. энергетики БГАТУ

Рассмотрены перспективы применения тепловых насосов в Беларуси на основе опыта стран-членов ЕС и достигнутых в Беларуси результатов.

The prospects of heat pumps use in Belarus based on the experience of EU member states and the results achieved in our country are considered in the article.

Введение

В современном мире происходит быстрое распространение и рост популярности новых технологий, основанных на применении возобновляемых и вторичных источников энергии и представляющих альтернативу традиционным технологиям энергообеспечения потребителей.

В результате, традиционные источники энергии вытесняются альтернативными источниками. Основной тенденцией является сокращение потребления ископаемого топлива для производства тепловой энергии за счет широкого использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Если основой энергетики в XX веке было ископаемое топливо, то в XXI веке ее основой становятся ВИЭ.

Ожидается, что к 2030 году до 80 % мирового производства тепловой энергии для отопления и горячего водоснабжения зданий будет осуществляться не в котельных и ТЭЦ, а в модернизированных, энергоэффективных зданиях, так называемых, «экодомах» или «энергодомах».

В мировой практике при производстве тепловой энергии на смену традиционным технологиям приходят теплонасосные технологии.

Тепловой насос (ТН) рассматривается как современный источник тепловой энергии в системах отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения. Достоинствами ТН являются экономичность и высокая эффективность потребления первичной энергии; простота конструкции, полная автоматизация и длительный срок службы; экологичность, надежность и безопасность при работе. Их использование способствует достижению поставленных целей: они отличаются высокой эффективностью, используют ВИЭ и не приводят к выбросам парниковых газов.

Последние десятилетия прошли в странах-членах ЕС в условиях технического совершенствования ТН и

экономического стимулирования широкого их применения.

С точки зрения охраны окружающей среды, применение теплонасосных установок оправдано и требует всяческой поддержки.

Трудно оспорить прямую выгоду от внедрения ТН. Экономия топлива и энергии обоснована использованием тех источников энергии, которые существуют сами по себе в природе и при использовании которых не надо ничего добывать, транспортировать, сжигать и решать экологические проблемы. Внедрение ТН не требует многокилометровых газопроводов, нефтепроводов и трубопроводов тепловых сетей. При использовании децентрализованного теплоснабжения на базе ТН не нужны ни газ, ни нефтепродукты, ни уголь, ни другие виды топлива.

Миллионы эксплуатируемых в мире ТН подтверждают эффективность и надежность теплонасосных технологий и не дают повода усомниться в целесообразности их применения. В настоящее время в ряде стран количество работающих ТН исчисляется сотнями тысяч и миллионами штук.

Областями рационального применения ТН являются системы теплоснабжения объектов ЖКХ, социально-общественного назначения, промышленности и агропромышленного комплекса. В агропромышленном комплексе ТН могут быть использованы на молочно-товарных фермах, при сушке зерна и семян, в отопительно-вентиляционных системах производственных помещений, на предприятиях пищевой промышленности и в жилом секторе.

Целесообразность применения ТН в каждом случае может быть определена исходя из технико-экономических расчетов с учетом условий его использования [1-4].

Методы и пути энергосбережения с помощью ТН должны быть выгодны для государства, предприятий и населения.

При широком распространении ТН в мировой практике Беларусь находится в начале этого пути: около двухсот теплонасосных установок работают на предприятиях и несколько сотен – в частном секторе. Общая их мощность около 15 МВт. Сотни используемых ТН не идут ни в какое сравнение с десятками – сотнями тысяч ТН во многих странах. Для сопоставления укажем, что в Эстонии, не относящейся к лидерам среди стран ЕС, установлено около 50 тысяч ТН общей мощностью 275 МВт.

Возникает естественный вопрос: в чем причины нашего отставания в использовании теплонасосных технологий? Тем более, что в Беларуси, импортирующей около 80–85 % всех топливно-энергетических ресурсов, задача по максимальному вовлечению ВИЭ является первостепенной. При этом большое значение имеет широкое применение ТН.

В настоящее время ВИЭ в энергетическом балансе Беларуси занимают 5,2 % при потенциале в 35 %.

Цель настоящей работы состоит в рассмотрении перспектив применения ТН в Беларуси и причин, препятствующих широкому их распространению.

Основная часть

Рассматривая данную проблему, необходимо остановиться на факторах, содействующих широкому использованию ТН в ЕС.

Первым, во многом определяющим фактором, являются государственные энергетические программы стран-членов ЕС, которые предусматривают решение проблем экологии и энергобезопасности за счет замены ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии.

При этом ставятся задачи снижения непроизводительных потерь топлива и энергии, в первую очередь, в зданиях различного назначения.

Евросоюзом приняты Директивы по энергопотреблению зданий, по увеличению доли использования ВИЭ, по энергетической эффективности, по энергетическим показателям зданий и др. Директивы обязывают страны-члены ЕС добиваться конкретных результатов в сфере энергоэффективности, не ограничивая при этом методы и пути их достижения. При разработке национальных энергетических программ страны-члены ЕС должны руководствоваться экономической эффективностью и целесообразностью принимаемых мер.

Энергоэффективность рассматривается как основа устойчивого развития европейской экономики. Требования по энергоэффективности являются существенным фактором, который способствует увеличению спроса и предложения на европейском рынке ТН. Теплым зданиям будут не нужны котельные и ТЭЦ, не нужна будет и прокладка тепловых сетей – основным решением для отопления, кондиционирования, вентиляции и горячего водоснабжения зданий станут ТН со всеми их преимуществами.

В странах-членах ЕС напрямую связывают сокращение расходов сжигаемого топлива с решением экологических проблем. Принятая программа «20-20»

направлена на 20 %-ое снижение выбросов CO₂, увеличение доли ВИЭ в энергобалансе до 20 % и 20 %-ое сокращение потребления первичной энергии к 2020 г. по сравнению с 1990 г.

В 2014 г. в ЕС доля ВИЭ в конечном потреблении энергии составила 15 % по сравнению с 8,3 % в 2004 г. В отдельных странах достигнуты более высокие показатели. В 2013 г. доля ВИЭ в энергопотреблении в Швеции составила 52,1 %, в Латвии – 37,1 %, в Финляндии – 36,8 %, в Австрии – 32,6 %, в Эстонии – 25,6 %, в Германии – 25 % и т.д.

При теплоснабжении зданий за счет ВИЭ в основном используются теплонасосные установки. В настоящее время в странах-членах ЕС установлено около 7 млн тепловых насосов, ожидается, что к 2030 г. их будет не менее 60 млн.

Политика ЕС в части энергетических программ способствует широкому распространению ТН.

Лидером в Европе по использованию теплонасосных технологий является Швеция. Сегодня тепловые насосы используются в Швеции более чем в 50 % частных домов, при этом 90 % всех строящихся частных домов оснащаются ТН. В Стокгольме 12 % всего отопления города обеспечивается тепловыми насосами общей мощностью 320 МВт, использующими в качестве источника теплоты воды Балтийского моря.

В настоящее время в Швеции установлено свыше миллиона ТН при ежегодной их продаже около 100 тысяч.

Рост рынка ТН в Евросоюзе неразрывно связан с повышением требований к энергоэффективности зданий и к размерам энергосбережения в системах жизнеобеспечения жилых и общественных зданий.

При этом устанавливаются максимально допустимые значения потребления энергии в новых зданиях (на отопление) в размере 20-40 Вт/м² на единицу площади пола. Требуемые значения могут быть достигнуты посредством теплоизоляции, минимально допустимые термические сопротивления наружных стен и покрытий устанавливаются на уровне 5-6 м²·К/Вт и выше.

В национальных энергетических программах предусмотрен переход к строительству зданий с нулевым потреблением энергии. Подобные здания покрывают значительную часть своей потребности в энергии за счет возобновляемых источников, используемых с помощью солнечных батарей, ветроэнергетических установок, тепловых насосов и гелиоводонагревателей непосредственно в пределах здания или рядом с ним.

Директивой ЕС предписано, что все новые жилые и общественные здания в странах-членах ЕС должны быть с нулевым потреблением энергии к 31 декабря 2020 г.

Несмотря на впечатляющий технический прогресс, возобновляемая энергетика на базе применения теплонасосных технологий, как правило, отличается высокой себестоимостью получаемой энергии и оказывается в экономическом плане неконкурентоспособной по сравнению с традиционной энергетикой.

Причиной все большего применения ВИЭ в Евросоюзе является масштабная государственная под-

держка энергетических программ, в том числе и производителей, и потребителей теплонасосных установок. И это оказывается вторым решающим фактором широкого использования ТН в странах-членах ЕС.

Выделяются субсидии и дотации, льготные кредиты и льготы при взыскании налогов, вводятся гранты и льготные тарифы на электроэнергию, потребляемую теплонасосным оборудованием.

Страны-члены ЕС ежегодно расходуют около 35 млрд евро на использование ВИЭ.

В Бельгии выделяется субсидия в размере 75 % стоимости ТН, в Германии – в размере до 2400 евро.

Энергетическая политика Дании, основанная на полном переходе на возобновляемую энергию к 2035 году, пробудила повышенный интерес к тепловым насосам. Запрещено использование котлов на жидком топливе во многих частных хозяйствах, в связи с чем ТН становятся альтернативным решением, которое должно быть рассмотрено их владельцами. В Дании установлено около 100 тысяч тепловых насосов и около 5 тысяч продается ежегодно.

Нормативы, принятые в Норвегии, требуют, чтобы во всех зданиях, площадью более 500 м², не менее 60 % отопления осуществлялось за счет ВИЭ. Каждый год правительство Норвегии выделяет 200÷300 млн евро в форме грантов на возобновляемую энергию. Гранты доступны для большинства типов ТН. Частные домовладельцы могут получить гранты до 1200 евро на теплонасосные установки.

Особое значение имеют высокие тарифы на топливо и энергию. Следует отметить, что в странах-членах ЕС тарифы на электроэнергию для населения выше, чем для предприятий. Таким образом, осуществляется субсидирование предприятий за счет населения и стимулируется энергосбережение со стороны населения.

Важным фактором, способствующим широкому распространению ТН, является собственное промышленное производство ТН.

Марки тепловых насосов Octopus, Thermia, Nibe, производимых в Швеции, широко известны в Европе. В Германии свыше 50 различных компаний предлагают тепловые насосы, среди них Buderus, Junkers, Vaillant, Viessman, Waterkotte и др. В Австрии производят тепловые насосы Heliotherm, Ochsner и др., в Польше – Newalex. Список производимых ТН можно продолжить.

Масштабы внедрения ТН неразрывно связаны с информационной работой по формированию у различных слоев населения представлений о необходимости, целесообразности и экономичности использования ТН с целью энергосбережения.

Мировой опыт показывает, что частный сектор является основным потребителем ТН и поэтому мировой рынок ориентирован, прежде всего, на владельцев загородных домов и коттеджей. Осведомленность о работе ТН и преимуществах теплонасосных технологий может стать решающим фактором для владельцев домов при решении вопроса о применении ТН.

Энергетическая политика ЕС включает несколько просветительных инструментов:

– программу обучения энергосбережению и распространения знаний по энергетике;

– сайты для информационного обмена в области энергоэффективных технологий;

– программу для профессионалов строительного рынка, желающих улучшить свои навыки в сфере энергетической эффективности.

Такими образом, решающими факторами, содействующими широкому распространению тепловых насосов в Евросоюзе, являются:

– Директивы ЕС и государственные энергетические программы;

– государственная поддержка программ;

– высокие тарифы на топливо и энергию;

– собственное промышленное производство ТН;

– информационная работа.

Следует признать, что какими бы эффективными не были ТН, возможности их использования зависят не столько от степени их эффективности и технического совершенства, сколько от государственной политики в области энергетики и возможностей экономики.

Постановлением Совета министров Республики Беларусь № 586 от 10.05.2011 утверждена Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011 – 2015 годы.

Развитие использования местных видов топлива (МВТ) и возобновляемых энергоресурсов рассматривается в Беларуси как одно из направлений энергетической безопасности страны. Выполнение поставленной задачи доведения доли МВТ в балансе котельно-печного топлива до 30 % в 2015 г. должно быть обеспечено в основном за счет увеличения добычи, производства и потребления древесного топлива и торфа. Также в ближайшее время планируется расширенное вовлечение в топливно-энергетический баланс солнечной энергии, гидроресурсов, биогаза и энергии ветра.

В Национальной программе отмечено, что самым перспективным способом снижения энергозатрат на отопление и теплоснабжение объектов, не включенных в систему централизованного теплоснабжения, является применение тепловых насосов. В ряде случаев, говорится в программе, ТН могут оказаться единственным надежным источником теплоснабжения там, где нет централизованного теплоснабжения или газоподводящей сети, а также достаточных ресурсов МВТ. При этом тепловые насосы совместимы с любой циркуляционной системой теплоснабжения, а малые габариты, современный дизайн и малый шум при работе позволяют устанавливать их в любых хозяйственных помещениях.

Финансирование Национальной программы предусмотрено в размере 3454,55 млн долларов за счет собственных средств организаций; заемных и привлеченных средств, включая кредиты банков и небанковских кредитно-финансовых организаций, а также средств инвесторов и других источников.

Национальной программой предусматривается внедрение 126 тепловых насосов для использования низкопотенциальных вторичных энергоресурсов и геотермальной энергии, суммарной мощностью 8,9 МВт. Финансовые вложения в эти работы оцениваются в

5,72 млн долл., что меньше 0,2 % от вышеуказанной суммы.

В то же время на использование МВТ и биогазовых установок запланировано около 1900 млн долл., т.е. 55 % от всего финансирования Национальной программы.

Вышеприведенные цифры свидетельствуют о том, что использование ТН в нашей стране и в ближайшем будущем по-прежнему остается в зачаточном состоянии, а финансирование работ по внедрению ТН производится по остаточному принципу.

На государственном уровне в развитии энергетики выбрано направление замещения части газа в топливном балансе страны МВТ и биогазом. Выбор сделан в пользу традиционных систем теплоснабжения на базе котельных. Не так давно в Беларуси переводилось теплогенерирующее оборудование на газ как более прогрессивное топливо в энергетическом и экологическом плане, а теперь предусматривается перевод части того же оборудования с газа на МВТ.

Такой подход требует больших средств и оправдан с позиций сокращения импорта газа, но не способствует решению как энергетической, так и экологической проблемы.

Мы опять идем своим путем, а не востребованной в западноевропейских странах дорогой широкого внедрения теплонасосных технологий с целью замещения органического топлива возобновляемыми энергоресурсами.

В нашей стране планируется строительство котельных на местных видах топлива и перевод котлов на эти виды топлива. В то же время в Норвегии, например, теплонасосные системы отопления вытесняют традиционное отопление с использованием печей и котлов на дровах и более чем в 35 % частных домов установлено свыше 500 тысяч тепловых насосов.

Казалось бы, что может быть проще возможности перенять проверенный мировой практикой опыт, а не ограничиваться декларативными фразами в государственных документах?

Однако ответ на поставленный вопрос о причинах, ограничивающих применение ТН, лежит на поверхности: первопричиной является состояние экономики страны, а все остальные – следствие названной первопричины.

Проблема состоит в состоянии экономики и наличии политической воли решения энергетических проблем на современном уровне.

Как известно, ВВП на душу населения характеризует паритет покупательной способности и определяет уровень экономического развития страны. По этому показателю Беларусь находится в районе 65-го места в мире, что объективно свидетельствует о недостаточно высоком уровне развития ее экономики. В то же время большинство из упомянутых в статье стран-членов ЕС занимает места в рейтинге по ВВП на душу населения в пределах от 6-го до 25-го места.

Следствием такого состояния экономики в нашей стране являются низкие тарифы на топливо и энергию, отсутствие собственного промышленного производства теплонасосного оборудования и госу-

дарственной поддержки его широкого внедрения в системы теплоснабжения. По стоимости газа и тарифам на электроэнергию для населения Беларусь находится в конце списка из 37 стран Европы.

Все это приводит к тому, что использование теплонасосных технологий в нашей стране оказывается неоправданным с позиций технико-экономических расчетов. И не удивительно распространенное мнение типа: «несмотря на простоту принципа и устройства, экономическая эффективность ТН невысока и их применение носит экспериментальный характер».

Этой тенденции следуют и принимаемые государственные документы. Например, Республиканская программа энергосбережения ограничилась в рассматриваемой проблеме постановкой задачи «разработки типовых технологических решений по использованию тепловых насосов в системах теплоснабжения».

В условиях нашего правового поля и состояния нашей экономики, спрос на ТН практически отсутствует: десятки теплонасосных систем, сооружаемых в нашей стране ежегодно, подтверждают этот вывод. Ссылки на зарубежный опыт далеко не всегда убеждают потенциальных покупателей теплонасосных установок.

В Беларуси, к сожалению, сегодня трудно указать какое-либо другое направление развития новой техники и технологии, которое находилось бы в таком разительном противоречии, как со своими потенциальными возможностями, так и с уровнем развития в других странах мира. В настоящее время в нашей стране прочно укоренилось в общественном сознании такое мнение, что использование тепловых насосов – это дорогое теплоснабжение, на окупаемость которого можно рассчитывать в очень отдаленной перспективе. Но при этом не учитывается, что отказ от применения ТН в пользу твердотопливных котлов сопровождается повышенной пожароопасностью, дополнительными затратами труда и средств на заготовку (доставку) твердого топлива, на сооружение складов (навесов) для его хранения и на эксплуатацию котельного оборудования.

Отопление домов твердым или жидким топливом не может конкурировать по безопасности, комфорту и эксплуатационным расходам с отоплением с использованием ТН.

Что означает перейти на широкое внедрение ТН в системы теплопотребления зданий? Это означает: перейти от традиционной энергетики к альтернативной, основанной на использовании ВИЭ. В результате потребуются значительные капитальные вложения на замену котельного и печного оборудования теплонасосными установками.

Энергосбережение нарушает энергобаланс между предложением и спросом. Появляется проблема сокращения производства энергии действующими источниками теплоснабжения – существующими котельными различного назначения.

Возникающая проблема в развитии энергетики страны становится государственной и может быть разрешена только на государственном уровне.

Особое значение имеет повышение заинтересованности отечественного потребителя в применении

вместо традиционного энергорасточительного теплоснабжения более эффективного и энергосберегающего на базе ТН.

Заключение

Главной причиной очень невысоких темпов использования в Беларуси не только теплонасосных технологий, но и всей возобновляемой энергетики является недостаточно высокий уровень развития экономики.

В нашей стране ТН применяются очень ограниченно и их массовое освоение вряд ли возможно в ближайшей перспективе из-за отсутствия государственной поддержки, сложившейся ситуации в ценах на топливо и электроэнергию и больших капитальных затрат на теплонасосные технологии.

Следует признать, что перспективы широкого применения тепловых насосов в Беларуси практически отсутствуют в связи с ориентацией на энергетику прошлого XX-го века, основанную на органическом топливе и атомной энергетике.

От политической воли государства зависит многое: насколько дальновидной будет политика в области энергетической безопасности и насколько

целенаправленной – поддержка возобновляемой энергетики.

Для того чтобы тепловые насосы были востребованы в Беларуси, необходимо создание нормативно-правовой базы, способной сделать инвестиции в теплонасосные технологии экономически эффективными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рэй, Д. Тепловые насосы / Д. Рэй, Д. Макмайкл. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
2. Синяков, А.Л. Пути экономии электроэнергии в системах теплоснабжения с теплонасосными установками / А.Л. Синяков, И.А. Цубанов // Агропанорама, 2012. – №6. – С. 34-37.
3. Цубанов, А.Г. К расчету энергоэффективности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения / А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А. Цубанов // Агропанорама, 2011. – №1. – С. 22-26.
4. Янговский, Е.И. Промышленные тепловые насосы / Е.И. Янговский, Л.А. Левин. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.05.2015

Радиоволновой влагомер зерна

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

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



Основные технические данные

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

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ И КРИТЕРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВАЛЬЦОВЫХ ПЛЮЩИЛОК – ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ЗЕРНА

В.А. Дайнеко,

зав. каф. электрооборудования сельскохозяйственных предприятий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

И.И. Гургенидзе,

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

Е.М. Прищепова,

ассистент каф. электрооборудования с.-х. предприятий БГАТУ

В статье проведено обоснование целевой функции и критерия оптимизации конструктивных и технологических параметров системы электропривода вальцовых плющилок-измельчителей зерна. В качестве целевой функции оптимизации параметров системы электропривода можно использовать энергоемкость процессов плющения и измельчения зерна, при этом критерием оптимизации является минимум энергоемкости.

The article analyses the objective function and optimization criterion of structural and technological parameters of the grain roller mill electric drive system. As the parameters optimization objective function of this system, one can use the energy capacity of the grain mill processes, while the optimization criterion is minimum energy consumption.

Введение

Республика Беларусь на протяжении последних пяти лет производит 8...10 млн тонн зерна, из них свыше 50 % убирают на фуражные цели, причем, его необходимо сушить и измельчать перед скармливанием, что требует больших капитальных вложений, значительных энерго- и трудозатрат. Этим обусловлен поиск более простых и дешевых приемов сохранения урожая, особенно фуражного зерна, которое можно скармливать животным непосредственно во влажном или сухом состоянии.

В последние годы широко используется традиционная технология сухого хранения зерна и измельчения перед скармливанием, а также сравнительно новая технология консервирования плющеного зерна ранней спелости. Кроме этого, в настоящее время использование комбикормов промышленного производства в хозяйствах резко сократилось. Прежде всего это связано с высокими затратами на перевозку зерна и готового продукта. Поэтому основное внимание должно быть направлено на развитие производства комбикормов в сельскохозяйственных предприятиях, что позволит снизить себестоимость кормов и животноводческой продукции. Кроме этого, широкое использование в хозяйствах побочных продуктов животноводства, отходов животноводства и различных добавок из местного сырья, в конечном счете, позволит

восполнить недостаток высокобелковых кормовых компонентов промышленной выработки.

Основная часть

В структуре себестоимости производства мяса, молока и других продуктов животноводства, корма составляют более 60 %. Однако эффективность их использования во многом зависит от подготовки их к скармливанию. Одним из способов, позволяющих полнее использовать питательные вещества кормов, является их плющение или измельчение перед скармливанием. Таким образом, разработка новых высокопроизводительных энергосберегающих плющилок-измельчителей, а также повышение эффективности функционирования существующих является одной из актуальнейших задач кормоприготовления.

Указанные процессы приготовления кормов сопровождаются значительными затратами энергии. Совершенно очевидно, что даже незначительное снижение энергозатрат при кормоприготовлении дает огромный коммерческий и народнохозяйственный эффект.

В основу обоснования конструктивных и технологических параметров системы электропривода плющилок-измельчителей по аналогии с работой [1] может быть положена величина удельных приведенных затрат, позволяющих провести анализ как энергозатрат, так и капитальных вложений.

Тогда полные приведенные затраты равны

$$Z = \alpha K + C_{эл} + C_3 + C_p + EK, \quad (1)$$

где α – коэффициент амортизационных отчислений;

K – капитальные затраты, руб;

$C_{эл} = \varepsilon PT$ – стоимость энергии, потребляемой из сети машиной, руб;

ε – стоимость одного кВт·ч энергии, руб/кВт·ч;

P – мощность, потребляемая из сети электроприбором машины, кВт;

T – время работы оборудования (дробилки,

плющилки), равное $T = \frac{G}{Q}$, ч;

Q – часовая производительность, т/ч;

G – объем обрабатываемого корма, т;

$C_3 = hT$ – затраты на оплату труда, руб;

h – часовая ставка оператора, руб/ч;

$C_p = K_p K$ – затраты на ремонт, руб;

K_p – норма отчислений на ремонт;

EK – нормативный годовой доход от вложения средств, руб;

E – коэффициент эффективности капитальных вложений.

Разделив полные приведенные затраты Z на объем обрабатываемого продукта G , подлежащего переработке в течение года, получим удельные приведенные затраты

$$Z_y = \frac{\alpha K + C_{эл} + C_3 + C_p + EK}{G} = \frac{\alpha K + \varepsilon P \frac{G}{Q} + h \frac{G}{Q} + K_p K + EK}{G} \quad (2)$$

Используя записанные формулы, проанализируем два варианта кормоприготовления зерна:

– *традиционный*, когда для плющения зерна используется вальцовая плющилка, а для измельчения молотковая дробилка;

– *предлагаемый*, когда для плющения и измельчения зерна используется плющилка-измельчитель.

Тогда для первого варианта суммарные приведенные затраты

$$\sum Z = Z_{плющения} + Z_{измельчения}, \quad (3)$$

где $Z_{плющения}$ – приведенные затраты на плющение зерна, равные

$$Z_{плющения} = \alpha K_{пл} + C_{эл.пл} + C_{з.пл} + C_{р.пл} + EK_{пл}; \quad (4)$$

$K_{пл}$ – стоимость вальцовой плющилки, руб;

$C_{эл.пл}$, $C_{з.пл}$, $C_{р.пл}$ – затраты при плющении зерна, соответственно, на электроэнергию, оплату труда с отчислениями на социальные нужды, ремонт, руб;

$Z_{измельчения}$ – приведенные затраты на измельчения зерна, равные

$$Z_{измельчения} = \alpha K_{изм} + C_{эл.изм} + C_{з.изм} + C_{р.изм} + EK_{изм}; \quad (5)$$

$K_{изм}$ – стоимость молотковой дробилки, руб;

$C_{эл.изм}$, $C_{з.изм}$, $C_{р.изм}$ – затраты при измельчении зерна, соответственно, на электроэнергию, оплату труда с отчислениями на социальные нужды, ремонт, руб.

В итоге суммарные приведенные затраты

$$\sum Z = \alpha(K_{пл} + K_{изм}) + (C_{эл.пл} + C_{эл.изм}) + (C_{з.пл} + C_{з.изм}) + (C_{р.пл} + C_{р.изм}) + E(K_{пл} + K_{изм}). \quad (6)$$

Для предлагаемого варианта приведенные затраты

$$Z_{пл-изм} = \alpha K_{пл-изм} + C_{эл.пл-изм} + C_{з.пл-изм} + C_{р.пл-изм} + EK_{пл-изм}, \quad (7)$$

где $K_{пл-изм}$ – стоимость вальцовой плющилки-измельчителя, руб;

$C_{эл.пл-изм}$, $C_{з.пл-изм}$, $C_{р.пл-изм}$ – общие затраты при плющении и измельчении зерна, соответственно, на электроэнергию, оплату труда с отчислениями на социальные нужды, ремонт, руб.

При этом капитальные затраты на предлагаемую вальцовую плющилку-измельчитель будут равны

$$K_{пл-изм} = K_{пл} + K_{пч}, \quad (8)$$

где $K_{пч}$ – стоимость преобразователей частоты, руб.

Соответственно, разница в капитальных затратах при традиционном варианте и предлагаемом

$$\Delta K = (K_{пл} + K_{изм}) - (K_{пл} + K_{пч}) = K_{изм} - K_{пч}. \quad (9)$$

Учитывая, что стоимость молотковой дробилки в настоящий период, например ДБ-5, производства Калининского ремонтно-механического завода, составляет 40.42 млн руб., а преобразователей частоты соответствующей мощности – 30...32 млн руб. при установившейся тенденции стабильного снижения их стоимости, то можно утверждать о незначительном превышении (при учете затрат на монтаж и пусконаладочные работы) или даже снижении капитальных затрат в предложенном варианте по отношению к традиционному.

Кроме того, приведенные затраты в предлагаемом варианте будут меньшими при измельчении зерна по сравнению с традиционным, за счет рекуперации электрической энергии по шинам постоянного тока преобразователей частоты от асинхронного электродвигателя, кинематически связанного с медленновращающимся валом, к асинхронному электродвигателю, кинематически связанному с быстро вращающимся валом, т.е.

$$C_{эл.пл-изм} = C_{эл.пл} + 0,8 C_{эл.изм}. \quad (10)$$

Тогда с учетом записанных соотношений приведенные затраты для предлагаемого варианта

$$Z_{пл-изм} = \alpha(K_{пл} + K_{пч}) + (C_{эл.пл} + 0,8 C_{эл.изм}) + C_{з.пл-изм} + C_{р.пл-изм} + E(K_{пл} + K_{пч}). \quad (11)$$

Учитывая, что затраты на оплату труда в обоих вариантах одинаковые, т.е.

$$C_{з.пл-изм} = C_{з.пл} + C_{з.изм}, \quad (12)$$

а затраты на ремонт

$$C_{р.пл-изм} = C_{р.пл} + C_{р.изм}, \quad (13)$$

то однозначно можно утверждать, что приведенные затраты для предлагаемого варианта будут практически такими же или меньшими приведенных затрат для традиционного варианта, в силу меньших затрат на электроэнергию:

$$\alpha(K_{пл} + K_{изм}) + (C_{эл.пл} + C_{эл.изм}) + (C_{з.пл} + C_{з.изм}) + (C_{р.пл} + C_{р.изм}) + E(K_{пл} + K_{изм}) \geq \alpha(K_{пл} + K_{пч}) + (C_{эл.пл} + 0,8C_{эл.изм}) + C_{з.пл-изм} + C_{р.пл-изм} + E(K_{пл} + K_{пч}) \quad (14)$$

Для обоснования целевой функции оптимизации параметров системы электропривода вальцовый плющилки-измельчителя зерна проведем анализ выражения удельных приведенных затрат (2)

$$Z_y = \frac{\alpha K + \varepsilon P \frac{G}{Q} + h \frac{G}{Q} + K_p K + EK}{G} = \frac{\alpha K}{G} + \frac{\varepsilon P}{Q} + \frac{h}{Q} + \frac{K_p K}{G} + \frac{EK}{G} = \frac{\alpha K}{G} + \varepsilon q + \frac{h}{Q} + \frac{K_p K}{G} + \frac{EK}{G} \quad (15)$$

где q – энергоемкость процесса плющения и измельчения, кВт·ч/т.

Характер изменения 1, 4 и 5 слагаемых будет определяться капитальными затратами K , объемом обрабатываемого продукта G и соответствующими коэффициентами α , K_p и E , при этом по отношению к объему обрабатываемого продукта G эти слагаемые будут иметь характер изменения, приведенный на рисунке 1.

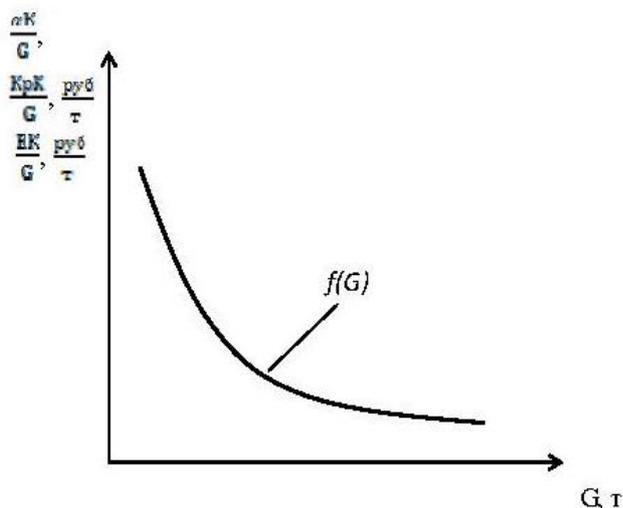


Рисунок 1. Характер изменения условно-постоянных затрат при увеличении объемов производства

Такой характер изменения указанных слагаемых свидетельствует о том, что, чем больше объем обра-

батываемого продукта, тем меньше капитальные затраты K влияют на удельные приведенные затраты Z_y , т.е. при определенных объемах эти слагаемые на графиках становятся практически параллельными оси G .

Следовательно, при высокой загрузке оборудования у слагаемых удельных приведенных затрат Z_y , определяющих целевую функцию оптимизации, будут являться 2 и 3 слагаемые. При этом характер изменения слагаемых определяется стоимостью энергии ε , часовой ставкой оператора h , энергоемкостью процесса плющения и измельчения q и часовой производительностью Q . Учитывая, что энергоемкость процесса q и производительность Q имеют взаимнообратные экстремумы при одной и той же скорости вальцов, т.е. при определенной скорости вальцов $q = \min$, $Q = \max$ [2].

Поддерживая $q = \min$, а $Q = \max$, у нас слагаемые 2 и 3 будут взаимно иметь минимальные значения. Таким образом, целевой функцией оптимизации параметров системы электропривода может быть энергоемкость процесса q , равная

$$q = \frac{P}{Q} \quad (16)$$

При этом критерием оптимизации является минимум энергоемкости:

$$q = \frac{P}{Q} \rightarrow \min \quad (17)$$

Далее проведем расчет экономической эффективности применения предлагаемого варианта плющилки-измельчителя по сравнению с традиционным.

Использование предлагаемого варианта приводит к улучшению следующих показателей:

- операции плющения и измельчения выполняются на одном оборудовании, что повышает степень его загрузки;
- снижается расход электроэнергии при измельчении зерновых на 20 %;
- повышается качество измельчения зерна (отсутствует пылевидная составляющая).

Натуральные технико-экономические показатели

Согласно исходным данным, представленным в таблице 1, суточная потребность в зерне для поголовья КРС:

$$G_{сут} = N \cdot H_k \cdot 10^{-3} \quad (18)$$

где H_k – норма потребления комбикорма, $H_k = 8,5 \text{ кг/сутки}$.

$$G_{сут} = 750 \cdot 8,5 = 6375 \text{ кг} = 6,375 \text{ т.}$$

Потребность в зерне для поголовья КРС в год:

$$G = D \cdot G_{сут} \quad (19)$$

$$G = 365 \cdot 6,375 = 2327 \text{ т.}$$

При этом 20 % зерна идет на плющение, а остальное – на измельчение:

$$G_{пл} = 0,2 \cdot G = 465 \text{ т,}$$

Таблица 1. Исходные данные для расчета экономической эффективности плющилки-измельчителя

Показатели	Усл. обозначения	Ед. измер.	Традиционный вариант	Предлагаемый вариант
1. Поголовье КРС	N	гол	750	750
2. Число дней работы агрегата в год.	Д	день	365	365
3. Номинальная мощность установленного привода	Рн	кВт	32,2	32,2
4. Капитальные вложения: дробилка зерна ДБ-5, плющилка зерна ПВЗ-10 модифицированная плющилка ПВЗ-10	$K_{изм}$ $K_{пл}$ $K_{пл.изм}$	тыс. руб	40000 120000 -	- - 163200
5. Количество обслуживающего персонала	П	чел	1	1
6. Потребление зерна в сутки одной головой	Нк	кг	8,5	8,5
7. Производительность: дробилки зерна ДБ-5, плющилки зерна ПВЗ-10, модифицированная плющилка ПВЗ-10	$q_{час}$	т/ч	4,8 10 -	4,8 (измельчение) 10 (плющение)

$$G_{изм} = 0,8 \cdot G = 1862 \text{ т.}$$

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

$$t_{сут.пл} = \frac{G_{пл.сут}}{q_{час}} = \frac{14}{q_{час.пл}}, \quad (20)$$

$$t_{сут.изм} = \frac{G_{изм.сут}}{q_{час}} = \frac{351}{q_{час.изм}}, \quad (21)$$

где $q_{час}$ – производительность установки, т/ч.

$$t_{сут.пл} = \frac{465}{10} = 3,32 \text{ ч}$$

$$t_{сут.изм} = \frac{351}{4,8} = 1,1 \text{ ч}$$

Число часов работы агрегата в год на данной операции:

$$T_{год} = t_{сут} \cdot Д \quad (22)$$

$$T_{год.пл} = 3,32 \cdot 14 = 46,48 \text{ ч}$$

$$T_{год.изм} = 1,1 \cdot 351 = 386,1 \text{ ч}$$

Определяем затраты труда в сутки на данной операции:

$$ЗT_{сут} = t_{сут} \cdot П, \quad (23)$$

где $t_{сут}$ – число часов работы агрегата в сутки, ч;

$П$ – количество обслуживающего персонала (слесарь электрик), чел.

$$ЗT_{сут.пл} = 3,32 \cdot 1 = 3,32 \text{ ч}$$

$$ЗT_{сут.изм} = 1,1 \cdot 1 = 1,1 \text{ ч}$$

Затраты труда в год:

$$ЗT_{год} = T_{год} \cdot П / k_u; \quad (24)$$

k_u – коэффициент использования рабочего времени смены ($k_u = 0,9$).

$$ЗT_{год.пл} = 46,48 \cdot 1 / 0,9 = 51,6 \text{ ч}$$

$$ЗT_{год.изм} = 386,1 \cdot 1 / 0,9 = 429 \text{ ч}$$

$$ЗT_{уд.пл} = 51,6 / 465 = 0,111 \text{ ч. / т}$$

$$ЗT_{уд.изм} = 429 / 1862 = 0,23 \text{ ч. / т}$$

Расчет капиталовложений

Капитальные вложения по традиционному варианту приготовления кормов:

$$K_{мп} = K_{пл} + K_{изм} \quad (25)$$

$$K_{мп} = 120 + 40 = 160 \text{ млн. руб.}$$

Капитальные вложения по предлагаемому варианту приготовления корма:

$$K_{мп} = K_{пл} + K_{пл} K_{\delta}, \quad (26)$$

где K_{δ} – коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку, монтаж и пусконаладочные работы, составляет 35 % от отпускной цены предприятия

$$K_{мп} = 120 + 32 \cdot 1,35 = 163,2 \text{ млн. руб.}$$

Удельные капитальные вложения

$$K_{уд} = \frac{K}{G} \quad (27)$$

$$K_{уд.мп} = \frac{160000}{2327} = 68,7 \text{ тыс. руб./т}$$

$$K_{уд.пр} = \frac{163200}{2327} = 70,13 \text{ тыс. руб./т}$$

Расчет эксплуатационных издержек

Рассчитаем ежегодные эксплуатационные издержки:

$$I_{\text{э}} = A + P + C_{эл} + 3_n + O_c + P_p, \quad (28)$$

где A – отчисления на амортизацию оборудования, тыс. руб.;

P – затраты на проведение ремонтов, тыс. руб.;
 $C_{эл}$ – затраты на электроэнергию, тыс. руб.
 Z_n – расходы на оплату труда обслуживающего персонала, тыс. руб.;
 O_c – отчисления на социальные нужды, тыс. руб.;
 Pr – прочие затраты, тыс. руб.
 Амортизационные отчисления:

$$A = \frac{K \cdot a}{100}, \quad (29)$$

где a – норма амортизационных отчислений, %

$$A_{mp} = \frac{160000 \cdot 16,7}{100} = 26720 \text{ тыс. руб.}$$

$$A_{np} = \frac{163200 \cdot 16,7}{100} = 27254 \text{ тыс. руб.}$$

Отчисления на текущий ремонт, техническое обслуживание:

$$C_p = \frac{K \cdot K_p}{100}, \quad (30)$$

где K_p – норма отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание, %; $K_p = 18\%$

$$C_{p,тр} = \frac{160000 \cdot 18}{100} = 28800 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{p,пр} = \frac{163200 \cdot 18}{100} = 29376 \text{ тыс. руб.}$$

Годовой расход электроэнергии на подготовку зерновых к скарливанию:

$$W = W_{пл} + W_{изм} = \frac{K_3 \cdot P_n \cdot 3T_{a,год}}{\eta}, \quad (31)$$

где K_3 – коэффициент загрузки электродвигателей по мощности (принимается 0,7-0,8);

P_n – номинальная установленная мощность, кВт;
 $3T_{a,год}$ – число часов работы оборудования в год, час;

η – к. п. д. электродвигателя.

$$W_{mp} = \frac{0,8 \cdot 32,2 \cdot 51,6}{0,88} + \frac{0,8 \cdot 30 \cdot 429}{0,88} = 13310,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Для предлагаемого варианта с учетом 20 % рекуперации

$$W_{np} = \frac{0,8 \cdot 30 \cdot 51,6}{0,88} + \frac{0,8 \cdot 30 \cdot 429}{0,88} \cdot 0,8 = 10767,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Стоимость израсходованной электроэнергии:

$$C_{эл} = T_n \cdot W, \quad (32)$$

где T_n – тарифная ставка оплаты электроэнергии, руб/кВт·ч.

В настоящее время в соответствии с Декларацией об уровне тарифов на электрическую энергию базовая величина T_b составляет 1203,1 руб за кВт·ч.

Тариф на день оплаты труда рекомендуется пересчитать по следующей формуле:

$$T_n = T_b (0,11 + 0,89 \frac{K_n}{K_b}), \quad (33)$$

где T_n – тариф на электроэнергию для сельскохозяйственных потребителей, проиндексированный на изменение курса белорусского рубля к доллару США на день оформления платежного документа;
 K_n/K_b – коэффициент пересчета курса белорусского рубля к доллару США на день оформления.

Отсюда тариф на электроэнергию составляет:

$$T_n = 1203,1(0,11 + 0,89 \frac{15126}{11800}) = 1504,9 \text{ руб/кВт} \cdot \text{ч};$$

$$C_{эл,тр} = 1,5049 \cdot 13310,5 = 20030,97 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{эл,пр} = 1,5049 \cdot 10767,3 = 16203,71 \text{ тыс. руб.}$$

Определим удельный расход электроэнергии:

$$\text{ЭН} = \frac{W}{G} \quad (34)$$

$$\text{ЭН}_{mp} = \frac{13310,5}{2327} = 5,72 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

$$\text{ЭН}_{np} = \frac{10767,3}{2327} = 4,62 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

Определяем заработную плату персонала:

$$Z_n = 3T_{год} \cdot Z_ч \cdot Kn, \quad (35)$$

где $3T_{год}$ – затраты труда в год, чел. ч.

$Z_ч$ – часовая тарифная ставка слесаря-электрика соответствующего разряда, тыс. руб.

K_n – коэффициент увеличения тарифного заработка, который учитывает все виды и размеры материального поощрения, компенсационные выплаты и отпускные (принимается равным 1,4-2,5).

$$Z_ч = K_m \cdot K_c \cdot K_k \cdot m_c / P_в, \quad (36)$$

где K_m – тарифный коэффициент, равный для 5-го разряда $K_m = 1,73$;

K_c – коэффициент повышения ставок рабочих по видам выполняемых работ, производствам и отраслям экономики, $K_c = 1,2$;

K_k – корректирующий коэффициент 5-го разряда тарифной сетки, $K_k = 2,15$;

m_c – тарифная ставка первого разряда, $m_c = 292,0$ тыс. руб/месяц.

$P_в$ – среднемесячный фонд рабочего времени, $P_в = 169,03$ ч.

$$Z_ч = 1,73 \cdot 1,2 \cdot 2,15 \cdot 292 / 169,03 = 7,76 \text{ тыс. руб./ч.}$$

Тогда заработная плата персонала составит:

$$Z_{пл} = 51,6 \cdot 7,76 \cdot 1,7 = 680,7 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_{изм} = 429 \cdot 7,76 \cdot 1,7 = 5659,37 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_n = Z_{пл} + Z_{изм} = 680,7 + 5659,37 = 6340,07 \text{ тыс. руб}$$

Отчисления на социальные нужды (O_c) включают социальное страхование, пенсионный фонд, фонд занятости населения и производятся от всех видов оплаты труда:

$$O_c = 3 \frac{\alpha_0}{100}, \quad (37)$$

где α_0 – процент отчислений на социальные нужды, равный 30 %.

$$O_{c.мп} = 6340,07 \cdot \frac{30}{100} = 1902,02 \text{ тыс.руб.}$$

$$O_{c.лр} = 6340,07 \cdot \frac{30}{100} = 1902,02 \text{ тыс.руб.}$$

Прочие затраты P_p – принимаются равными 5 % от всех видов затрат:

$$P_{p.мп} = 0,05 \cdot$$

$$\cdot (26720 + 28800 + 20030,97 + 6340,07 + 1902,02) = 4189,65 \text{ тыс.руб.}$$

$$P_{p.лр} = 0,05 \cdot$$

$$\cdot (27254 + 29376 + 16203,71 + 6340,07 + 1902,02) = 4053,79 \text{ тыс.руб.}$$

$$I_{\text{сод.мп}} = 26720 + 28800 + 20030,97 + 6340,07 + 1902,02 + 4189,65 = 87982,71 \text{ тыс.руб.}$$

$$I_{\text{сод.лр}} = 27254 + 29376 + 16203,71 + 6340,07 + 1902,02 + 4053,79 = 85129,59 \text{ тыс.руб.}$$

Данные расчетов эксплуатационных издержек приведены в таблице 2.

Как видно из итоговых показателей таблицы 2, применение предлагаемого варианта позволяет снизить ежегодные эксплуатационные издержки на 2853,12 тыс. рублей, при этом предлагаемый вариант обуславливает рост издержек по статьям: амортизация и ремонт. В то же время источником получения прибыли является снижение расходов электроэнергии.

Таблица 2. Изменение элементов текущих затрат сравниваемых вариантов

Элементы затрат	Традиционный вариант		Предлагаемый вариант		Изменение +,-
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	
амортизация	26720	30,36	27254	32,01	+534
затраты на ТО и ремонт	28800	32,73	29376	34,51	+576
стоимость эл. энергии	20030,97	22,77	16203,71	19,03	-3827,26
отчисления на зар. плату	6340,07	7,21	6340,07	7,45	0
отч-ия на соц. нужды	1902,02	2,16	1902,02	2,23	0
Прочие затраты	41899,65	4,76	4053,79	4,76	-135,86
Итого	87982,71	100	85129,59	100	-2853,12

Удельные приведенные затраты на подготовку зерновых к скармливанию составят:

$$z_{yo} = \frac{I + 0,15K}{G}, \quad (38)$$

$$z_{yo1} = \frac{I_1 + 0,15K_1}{G} = \frac{87982,71 + 0,15 \cdot 160000}{2327} = 48,12 \text{ тыс.руб./т}$$

$$z_{yo2} = \frac{I_2 + 0,15K_2}{G} = \frac{85129,59 + 0,15 \cdot 163200}{2327} = 47,1 \text{ тыс.руб./т}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений на плющилку-измельчитель:

$$z_{ок} = \frac{\Delta K}{\Delta I} \quad (39)$$

$$z_{ок} = \frac{163200 - 160000}{87982,71 - 85129,59} = 1,12 \text{ лет}$$

Выводы

1. Таким образом, проведенные расчеты показали, что предлагаемый вариант плющилки-измельчителя является перспективным не только в техническом плане, но и по экономическим соображениям.

2. В качестве целевой функции и критерия оптимизации параметров системы электропривода обоснованно использовать минимум удельных затрат электроэнергии на технологический процесс:

$$q = \frac{P}{Q} \rightarrow \min .$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мусин, А.М. О выборе мощности привода зернодробилки и критерия оптимизации ее загрузки / А.М. Мусин, Б.П. Чеба; под ред. Р.Л. Самойлович // Электрификация сельскохозяйственного производства: сб. научных трудов. – Том 12, вып. 3, ч. 1. – М., 1975. – С. 47-53.

2. Дайнеко, В.А. К вопросу снижения энергоемкости процесса измельчения фуражного зерна / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова // Агропанорама, 2008. – № 1. – С. 35 – 40.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 02.06.2015

УДК 631.15:636.084

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИВОТНОВОДСТВА В ИННОВАЦИОННОМ ПУТИ РАЗВИТИЯ

А.А. Попков,

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

М.М. Радько,

доцент каф. менеджмента и маркетинга БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

В статье рассматривается проблема улучшения качества кормов и применения инновационных (ресурсосберегающих) технологий в молочном скотоводстве, что способствует увеличению уровня продуктивности и снижению издержек производства продукции данной отрасли.

The article analyses the problem of feed quality improvement and the application of innovative (resource-saving) technologies in dairy cattle breeding. It is said that this contributes increasing the level of productivity and reducing the running costs of production in this branch.

Введение

Для Беларуси высокоразвитое животноводство является основой обеспечения продовольственной безопасности страны, так как в этой отрасли производится около 60 % стоимости валовой продукции сельского хозяйства и от ее эффективной работы во многом зависит экономическое состояние большинства сельскохозяйственных организаций республики. Именно поэтому животноводство по праву считается одной из важнейших отраслей в отечественном сельском хозяйстве. Бесспорно, что осуществленные в последние годы мероприятия, связанные с выполнением Государственной программы возрождения и развития села в части животноводства, позволили отрасли развиваться динамично и неуклонно наращивать объемы производства. Так, годовые надои молока от коровы превышают 4500 кг, производство молока в сельскохозяйственных организациях увеличилось к уровню 2000 года почти в 2,3 раза, повышаются среднесуточные привесы крупного рогатого скота, свиней и бройлеров, растет яйценоскость кур, производство мяса приближается к 1,6 млн. т против 620 тыс. т в 2000 году. Значительных успехов отрасль достигла в последние годы. Нужно сказать, что если в 2001 году в среднем по стране надаивалось 2150 кг молока от коровы, то в 2014 году получили 4541 кг. Продолжается поступательное движение в дальнейшем увеличении продуктивности сельскохозяйственных животных. Плоды большого труда и целенаправленной работы очевидны, но теперь гораздо важнее закрепить этот успех и существенно снизить издержки производства, чтобы повысить конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Следует подчеркнуть, что достигнутые в настоящее время объемы производства животноводческой

продукции обеспечивают внутренние потребности республики и экспортный потенциал. Как свидетельствует анализ, более 60 % произведенного в стране молока и 25 % мяса скота и птицы поставлено на внешний рынок. Учитывая, что внутренний рынок на эту продукцию стабилизировался, то дальнейший прирост ее производства фактически будет формировать экспортные объемы молока и мясопродуктов. Однако для того чтобы эти продукты были востребованы на внешнем рынке, то они должны быть конкурентоспособными, как по цене, так и по качеству.

То есть, в условиях обострившейся конкуренции на рынках сбыта продовольствия, экономическая составляющая становится определяющей в агропромышленном комплексе, но решение этой проблемы только мерами административного воздействия невозможно. Важно подчеркнуть, что сегодня большинство аграриев глубоко убеждены, что только с помощью перехода на инновационные технологии на основе новейших научных разработок можно решать задачи дальнейшего повышения эффективности производства, и это подтверждается практикой.

Основная часть

В настоящее время в молочном скотоводстве, как одной из ведущих отраслей животноводства, поставлена задача перейти от ведения производства экстенсивным методом с большими затратами материальных, энергетических и трудовых ресурсов к интенсивным методам на основе высокотехнологических ресурсосберегающих технологий. Здесь используется треть затрачиваемых материальных и денежных средств, и в таком же соотношении молочная продукция поставляется на рынок.

Наиболее важным натуральным показателем экономической эффективности в молочном скотоводстве,

определяющим в значительной мере характер и степень изменения всех показателей, является уровень продуктивности молочного стада. Следует отметить, что прирост объемов производства молока в целом по республике достигнут в основном за счет интенсивного фактора – роста продуктивности коров. Однако следует отметить, что достигнутый показатель продуктивности коров не может являться оптимальным. Анализ мировой практики эффективного ведения отрасли в ряде развитых стран свидетельствует о получении от коровы 9-11 тысяч и более кг молока за лактацию (Голландия, Германия, США, Канада и др.), что позволяет сделать вывод о наличии неиспользованных резервов в молочном скотоводстве республики.

Одним из таких резервов, как показывает анализ, является улучшение качества кормов. Прежде всего, неудовлетворительное качество потребляемых кормов не позволяет реализовать продуктивный потенциал молочного скотоводства, даже при условии приближения объема кормов на голову скота к оптимуму [1].

В большинстве хозяйств Беларуси около 20 % ежегодно заготавливаемых кормов относится к неклассным и только около 20-25 % к первому классу. Энергетическая питательность кормов второго и третьего классов качества по сравнению с первым снижается на 10-28 %, а неклассных – на 40-50 % [2].

Заготовка кормов третьего класса и неклассных – это недополучение товарной сельскохозяйственной продукции по причине не выполнения требований технологических нормативов или регламентов по производству продукции растениеводства и животноводства. Технологические регламенты – это ни что иное, как система (комплекс) требований к последовательно выполняемым технологическим операциям, которые гарантируют получение планируемой урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности в животноводстве применительно к природно-климатическим условиям нашей республики. Установлено и подтверждено практикой, что их внедрение и выполнение позволяет снизить производственные затраты в среднем на 20 %, получить запланированную

продуктивность и урожайность, как правило, превышающую фактическую в 1,5, а зачастую в 2 раза, и обеспечить высокое качество продукции [2].

Аграрными Центрами и институтами НАН Беларуси подготовлено более 50 регламентов по производству продукции растениеводства и животноводства. Все они утверждены научно-техническим советом Минсельхозпрода, имеются в каждой области, районе и сельскохозяйственной организации республики. Отраслевые регламенты, как правило, постоянно находятся в развитии, совершенствуются с учетом новейших достижений науки и передовой практики.

В последнее время были доработаны регламенты в сторону ужесточения технологических требований по заготовке кормов. Так как деление кормов по качеству на классы не совсем правильно. Корм третьего класса и неклассный не добавляет продуктивности животным. Ведь только по причине низкого качества кормов в целом по республике неэффективно используется около 1,5 млн. т кормовых единиц, на производство которых затрачиваются значительные материальные и финансовые ресурсы, а должной отдачи не получаем. Поэтому необходимо определить качественные параметры, которым должен отвечать сеннаж или силос по содержанию сухого вещества, обменной энергии, а если заготовленные корма не отвечают нормативным требованиям, то это уже не корм.

В сельскохозяйственных организациях все еще остается не решенным вопрос обеспеченности животноводства собственным растительным белком. В 2014 году по расчетным данным, за счет концентрированных и травяных кормов заготовлено и произведено растительного белка около 2642,1 тыс. т, что составило 85 % к потребности. Из них произведено травяных (включая летние зеленые) и других неконцентрированных кормов (солома, кормовые корнеплоды, картофель) – 1599,5 тыс. т, или 89 % к потребности. Также остается не решенным вопрос обеспеченности животноводства белком в концентрированных кормах. В концентрированных кормах (зерновых и зернобобовых культурах, рапсовом и

Таблица 1. Фактический и нормативный расход кормов на производство молока в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь и Минской области за 2010-2014 гг.

Показатели	Республика Беларусь				Минская область			
	2010 г.	2011 г.	2013 г.	2014 г.	2010 г.	2011 г.	2013 г.	2014 г.
Объем произведенной продукции тыс. т.	5734,8	5826,0	6116,3	6245,3	1021,6	1011,6	1482,8	1494,5
Расход кормов на 1 ц. молока фактически, ц. к. ед.	1,27	1,21	1,35	1,36	1,26	1,34	1,35	1,36
Расход кормов на 1 ц. молока по норме, ц. к. ед.	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03
Перерасход кормов на единицу продукции, ц. к. ед.	0,23	0,17	0,31	0,32	0,23	0,31	0,32	0,33
Перерасход кормов на весь объем продукции, тыс. т. к. ед.	1319,9	990,4	1210	1213	234,9	313,7	223,4	225,3

соевом шротах и жмыхах) по расчетным данным, получено сырого протеина 1042,6 тыс. т, что составляет только 67 % к потребности [3].

Низкое качество кормов и, как следствие, недостаточная сбалансированность рационов кормления по питательным веществам приводят к снижению окупаемости применяемых ресурсов продукцией (табл. 1).

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что расход кормов на 1 ц молока в сельскохозяйственных организациях республики и Минской области за период 2010-2014 гг. незначительно возрос и в течение периода превышал нормативный уровень. Чтобы проанализировать удои молока в сельскохозяйственных организациях республики, мы провели группировку организаций по среднему удою от коровы за 2014 год (табл. 2).

Анализ данных в приведенных выше таблицах свидетельствует о том, что в развитии животноводства важнейшее значение имеет организация на должном уровне кормопроизводства и обеспечение скота высококачественными сбалансированными кормами на базе ресурсосберегающих технологий.

Расчеты показывают, что производство молока по интенсивной технологии имеет большое преимущество: для производства одной тонны молока по экстенсивной технологии требуется 1070 к. ед. и 102 кг переваримого протеина, такое количество молока, получаемое интенсивным методом, требует только

800 к.ед. и 95 кг переваримого протеина, что, соответственно, на 27 и 60 % меньше. На каждой тонне молока экономия концентратов составляет 152 кг, поскольку протеин трав в 2,5 раза дешевле, чем зерна.

Для реализации генетического потенциала продуктивности молочного скота в ближайшей перспективе производство кормов необходимо довести до 45-50 ц. к. ед. на условную голову скота, в том числе на стойловый период – не менее 25 ц. Для выполнения прогнозируемых показателей по производству продуктов животноводства объемы заготовки кормов должны быть увеличены в два раза. А травяные корма в общем объеме должны занимать 60 % [4].

Важнейшим элементом повышения качества заготавливаемых кормов для крупного рогатого скота является приготовление силоса из провяленных трав с содержанием сухого вещества – 30-35 %, концентрацией в 1 кг сухого вещества клетчатки – 21-23 %, сырого протеина – 15-16 % и обменной энергии – 10,0-10,5 МДж. На практике успешно работает СПК «Снов» Несвижского района, как правило, это хозяйство убирает три укоса трав и имеет удои выше десяти тысяч кг при расходе 0,65 ц. к.ед. на центнер продукции.

Важным направлением является ресурсосберегающая технология уборки зерновых и зернобобовых культур, а также кукурузы в стадии восковой спелости с использованием зерна повышенной влажности на кормовые цели с предварительной его переработкой по

Таблица 2. Группировка организаций по среднему удою молока от коровы за 2014 год

	Число организаций, имеющих коров молочного стада	Из них организации, имеющие средний удои молока от коровы молочного стада, кг										
		до 1999	2000-2599	2600-2999	3000-3499	3500-3999	4000-4499	4500-4999	5000-5499	5500-5999	6000-6999	7000 и более
Республика Беларусь число хозяйств	1307	28	86	86	181	189	180	158	132	96	114	57
в % к итогу	100	2,1	6,6	6,6	13,8	14,5	13,8	12,1	10,1	7,3	8,7	4,4
Области:												
Брестская число хозяйств	227	-	2	10	27	42	32	34	26	17	27	10
в % к итогу	100	-	0,9	4,4	11,9	18,5	14,1	15,0	11,5	7,5	11,9	4,4
Витебская число хозяйств	246	19	39	26	44	31	24	22	17	7	11	6
в % к итогу	100	7,7	15,9	10,6	17,9	12,6	9,8	8,9	6,94	2,8	4,5	2,4
Гомельская число хозяйств	203	-	5	11	35	31	37	23	29	19	9	4
в % к итогу	100	-	2,5	5,4	17,2	15,3	18,2	11,3	14,3	9,4	4,4	2,0
Гродненская число хозяйств	148	-	1	2	15	12	21	25	24	16	20	12
в % к итогу	100	-	0,7	1,4	10,1	8,1	14,2	16,9	16,2	10,8	13,5	8,1
Минская число хозяйств	307	4	20	20	31	50	37	33	29	27	34	22
в % к итогу	100	1,3	6,5	6,5	10,1	16,3	12,1	10,7	9,4	8,8	11,1	7,2
Могилевская число хозяйств	176	5	19	17	29	23	29	21	7	10	13	3
в % к итогу	100	2,8	10,8	9,7	16,5	13,1	16,5	11,9	4,0	5,7	7,4	1,7

специальной технологии методом плющения с применением консервантов и закладкой на хранение в готовом к скармливанию виде. Полученный с помощью указанной технологии корм имеет высокие питательные качества и охотно поедается животными. За счет этого увеличиваются на 6-8 % среднесуточные привесы скота и надои молока у коров, уменьшается (в расчете на 1 ц продукции) на 8-15 % стоимость кормов, снижается себестоимость продукции на 5-10 %.

Опыт высокоразвитых стран показывает, что устойчивой тенденцией прифермского кормопроизводства и технологии кормления в животноводстве является применение мобильных многофункциональных агрегатов для приготовления и раздачи полнорационных кормосмесей. Использование данной системы кормления дает возможность не только оптимизировать рацион и полностью удовлетворить потребности животных в питании, повысить их продуктивность, но и комплексно механизировать на базе одной машины процессы загрузки, транспортировки, измельчения и смешивания кормов, взвешивания и их дозированной раздачи. Это также позволит снизить затраты труда. Экономия труда в молочном животноводстве представляет собой важную задачу в связи с тем, что затраты его в структуре производства молока составляют 30-35 %. Совокупные энергозатраты при этом выше в 2,5 раза. Поэтому молочная продукция наших ферм неконкурентоспособна с зарубежной. Следовательно, нужно снижать материальные, энергетические и трудовые затраты и получать конкурентоспособную продукцию.

Перспективным направлением в технологии доения молочного скота является применение комплексно-автоматизированных систем дойки – доильных роботов. Использование роботизированной доильной техники позволяет доить животных не по их строгому графику, регламентирующему выполнение всех технологических операций на ферме, а с биологически обоснованной кратностью в различные периоды лактации. Кроме того, применение роботов для доения обеспечивает получение более полной и объективной информации о продуктивности и физиологическом состоянии животных, что позволяет оптимизировать кормление и технологию управления стадом.

Решение проблем дальнейшего развития и повышения эффективности животноводства, кормопроизводства и других отраслей невозможно без современных научных идей, ускоренного внедрения современных интенсивных технологий на основе новейших научных разработок, а также прогрессивных методов управления.

Выводы

Проанализировав сложившуюся ситуацию в развитии молочного скотоводства, мы можем предложить концепцию дальнейшего развития этой отрасли.

Необходимо совершенствование селекционно-племенной работы для создания конкурентоспособной белорусской молочной коровы, которая была бы способна на каждые 100 кг живого веса давать 1500 кг молока при затратах корма – 0,8 к. е. на 1 кг молока, и у которой оплата корма продукцией на 25-30 % выше, чем у белорусской черно-пестрой породы.

В специализированных хозяйствах нужно продолжить реконструкцию имеющихся и строительство новых современных молочных ферм на основе ресурсосберегающих технологий, чтобы производить на них не менее 90 % валового объема молока. Использование современных технологий позволит снизить трудозатраты на 1 ц молока с 9,5 до 1,2 чел/час., расход кормов с 1,3 до 0,8 к.е., совокупные энергозатраты – с 85 кг условного топлива до 55-60 кг, увеличить нагрузку на одного оператора – с 30 до 120 голов [5]. Перевод молочного скотоводства на ресурсосберегающие технологии содержания требует совершенствования системы организации кормления, обеспечения дешевыми кормами, которые при организации однотипного круглогодичного кормления позволят получать молоко с рентабельностью не менее 30 %.

Вместе с совершенствованием технологических процессов также необходимо заниматься подготовкой квалифицированных кадров в отрасли специализированного молочного скотоводства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О мерах по реализации республиканской программы развития молочной отрасли в 2010-2015 годах: пост. Совета Министров Респ. Беларусь, 12 нояб. 2010 г., № 1678.
2. Кукреш, Л. «Сытный ли рацион у коров и что сделать для его улучшения» / Л. Кукреш, В. Шлапунов // Белорусская Нива, 2013. – 19 февраля. – №31.
3. Попков, Н. Пути развития отраслей животноводства в Республике Беларусь / Н. Попков, И. Петрушко // Аграрный вестник Причерноморья [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/avpch/Sg/2011_58.html. – Дата доступа: 21.06.2015.
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сборник. – Минск. Национальный статистический комитет Респ. Беларусь, 2009. – С. 55-90.
5. Итоги социально-экономического развития организаций Минсельхозпрода за 2014 год / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – 2015.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 23.06.2015

КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЕЛОРУССКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Е.С. Пашкова,

преподаватель каф. менеджмента и маркетинга БГАТУ

В статье рассматриваются проблемы отечественного рынка детского питания и предлагается комплекс мероприятий по совершенствованию маркетинговой деятельности белорусских производителей детского питания.

The article deals with the problems of baby food domestic market and offers a set of measures to improve the marketing activities of baby food Belarusian producers.

Введение

Безопасность любой страны в экономической сфере сегодня выступает на первый план, что обуславливает необходимость обеспечения продовольственной безопасности как важной составляющей экономической безопасности, и Республика Беларусь не является исключением. Обеспечение продовольственной безопасности – одно из условий сохранения экономической стабильности, социальной устойчивости и суверенитета государства. Таким образом, очевидно, что перед предприятием-производителем поставлено задание – удовлетворение потребности общества в качественном детском питании отечественного производства.

Питание, в том числе детское, включено в число важнейших глобальных проблем, которые ООН выдвинула для разрешения перед человечеством. Рост численности населения земного шара требует соответствующего расширения объемов производства продуктов питания.

Доля импортной продукции для детского питания в торговых точках Беларуси весьма значительна. В контексте нестабильности мирового валютного рынка, вопрос импортозамещения для отечественных производителей становится еще актуальней. Предприятиями Республики Беларусь налажен выпуск практически всего перечня необходимого детского питания. Среди производителей детского питания – 5 из них производят жидкие молочные и кисломолочные продукты для детского питания, 3 – творог для детского питания, 3 – плодово-овощное детское питание и соки для детского питания, 2 – детское питание на мясной основе, 1 – детское питание на рыбной основе, 1 – сухие молочные смеси и сухие каши для детского питания.

Однако не все потенциальные потребители продукции для детского питания (в данном случае – родители детей соответствующего возраста) имеют четкое, отражающее действительность представление о белорусском детском питании. Зачастую вследствие массивной рекламы импортного детского питания известных брендов, склонности не доверять оте-

чественному производителю, потребителями при выборе подходящего питания руководят предубеждения о неспособности отечественным производителем удовлетворить потребности их детей.

Кроме того, в деятельности подотрасли детского питания много нерешенных проблем, связанных, прежде всего, с неумением активно продвигать свою продукцию на рынок. К наиболее очевидным проблемам можно отнести следующие:

- не осуществляются маркетинговые исследования зарубежных рынков;
- у каждого конкретного производителя нет собственного представительства за рубежом, а есть только общее представительство концерна «Белгоспищепром»;
- не отлажена система представления образцов продукции, негибкая ценовая политика;
- отсутствие активной рекламы;
- зачастую формальный Интернет-сайт (на котором информация не обновляется, нет перевода на иностранные языки, непривлекательный дизайн) или вообще его отсутствие;
- редкое участие в международных выставках;
- продукция не сертифицирована иностранными институтами;
- разработано мало вариантов оформления этикеток на иностранных языках, нет буклетов на иностранных языках.

В современных условиях предприятие должно постоянно повышать свой потенциал – это шанс увеличения прибыли в будущем. Интегральным показателем потенциала является позиция на рынке предприятия-изготовителя конечной продукции (в нашем случае – детского питания) и ее реализация.

Основная часть

Автором публикации предлагается комплекс мероприятий по совершенствованию маркетинговой деятельности белорусских предприятий-производителей детского питания, реализация которых позволит более полно удовлетворять потребности общества в качественном детском питании отечественного производства.

Для совершенствования маркетинговой деятельности белорусских предприятий-производителей детского питания необходимо решить следующие задачи:

- развитие кластеров в сфере детского питания;
- развитие логистической сети;
- расширение ассортимента разнообразия;
- трансформация детского питания из обычного продукта в бренд;
- проведение агрессивной маркетинговой политики;
- налаживание сотрудничества с конкурентами;
- создание информационного ресурса в Интернете, содержащего полезную для потребителя информацию и перенаправляющего желающего приобрести товары на сайты предприятий-производителей.

Предлагаемый комплекс задач включает в себя следующие мероприятия:

1. Создание под юрисдикцией предприятий-производителей хозяйств, занимающихся выращиванием сельскохозяйственной продукции или животноводством.

Их продукция будет являться сырьем для производства детского питания. Таким образом, будет организована реализация кластерного подхода и трансформация предприятий-производителей в холдинги вертикально-интегрированного типа, в которых разделены сферы ответственности, что позволит повысить эффективность хозяйственной деятельности предприятия.

Специализация «сырьевых зон» необходима по принципу экономической обоснованности и целесообразности выращивания определенной сельскохозяйственной культуры, рыбы или животных в местности расположения хозяйства. Например, Витебская область может подходить для выращивания крупного рогатого скота (КРС) элитной породы. При этом мясо будет высшего качества, экологически чистым и сравнимо с мраморным. Это значит, что в мясные и мясорастительные консервы пойдет сырье высокого качества.

Кроме того, что указанный подход позволит повысить доверие со стороны потребителей к отечественной продукции, он будет способствовать рациональному использованию сельскохозяйственными предприятиями своих ресурсов. Также аграрное хозяйство будет уверено в востребованности выращиваемой продукции, а, значит, в ее сбыте. Как следствие, будет обеспечена занятость населения, что является социально-значимым фактором.

Белорусские предприятия, производящие продукты для детского питания, уже предприняли определенные шаги в направлении внедрения кластерного подхода. Например, у производителей консервированного детского питания уже имеются сырьевые зоны. Так, к ОАО «Витебский плодоовощной комбинат» присоединено КУСП «Заболотье» (образовано ЧСУП «Радуньское»), где для производства детского питания выращивается как плодово-ягодное, так и овощное сырье. ОАО «Гамма вкуса» заложило собственные сады и ягодники на площади 44 га и планирует увеличить площади до 200 га. Кроме этого, ОАО «Гамма вкуса» продолжает многолетнее сотрудничество с

СПФ «Гуча» РУП «Минск Кристалл» по выращиванию сырья для детского питания. ОАО «Малоритский консервноовощесушильный комбинат» заключил долгосрочные договоры с сельскохозяйственными организациями, а также оказывает им помощь в посадке и сборе урожая. Создание сырьевых зон, являясь реализацией кластерного подхода, благоприятно сказывается как на качестве их продукции (которое, безусловно, высокое и по достоинству оценено потребителями), так и на ее цене, которая является наименьшей по сравнению с импортными аналогами.

2. Периодический расчет собственными силами предприятия-производителя емкости рынка детского питания и проведение периодических маркетинговых исследований.

Для того чтобы работать эффективно, предприятию-производителю необходимо понимать, какая доля потребности потребителей может быть удовлетворена собственными силами. Иными словами, необходимо знать емкость рынка и сопоставить ее с объемом собственного производства. Только четкое знание емкости рынка и объемов реализации способно обеспечить осуществление успешной деятельности предприятия-производителя детского питания. Без знания о емкости рынка предприятие-производитель будет неспособно адекватно оценивать свои возможности, не сможет осуществить грамотное тактическое и стратегическое планирование.

Отдельно емкость рынка детского питания не рассчитывается. Ее расчет должен основываться на информации о годовой потребности детей различного возраста в плодово-ягодных, овощных, плодоовощных, мясных, мясорастительных, рыборастворительных консервах. Такие расчеты необходимо выполнить самостоятельно, используя информацию педиатрических сборников и рекомендации по прикорму детей, изложенные в нормативно-правовых актах по промышленному изготовлению исследуемой консервированной продукции для детей. Учитывая, что подобная информация не находится в открытом доступе, и для ее самостоятельного сбора, обработки и систематизации необходимо затратить значительное количество рабочего времени, целесообразно внедрение на предприятии разработанной сторонней организацией компьютерной программы, позволяющей рассчитывать емкость рынка.

Отечественные предприятия не проводят сами и не заказывают маркетинговых исследований зарубежных рынков. Это может быть причиной незначительного экспорта детского питания. У руководства предприятия просто нет информации, чтобы принять объективное и правильное решение о поставках детского питания в ту или иную страну, а также рассчитать объемы этих поставок. Поэтому приходится полагаться на информацию от зарубежных оптовых покупателей, которые придерживаются своих целей и защищают своих производителей. Решением этой проблемы может быть перенос акцента на работу непосредственно на зарубежном рынке, а не с помощью посредников. Этим могли бы заниматься пред-

ставительства предприятий-изготовителей детского питания. Сегодня этого нет.

3. Освоение таких новых видов продукции для детского питания, как замороженные продукты для детского питания и «finger food», продукты для беременных и кормящих женщин, детская вода.

В Республике Беларусь мало развит такой сегмент, как продукты для беременных и кормящих женщин: соки для улучшения лактации, специальные пудинги с витаминами и минералами. Эта продукция необходима и востребована белорусскими потребителями, однако белорусские предприятия-производители пока не наладили ее производство. В Беларуси данный сегмент только начинает развиваться, он может стать импортозамещающим и значительно улучшить сальдо внешней торговли.

Детская вода – продукт также еще «нераспробованный» белорусскими потребителями, хотя по санитарным соображениям следовало бы продавать ее в комплекте с заменителями грудного молока, для чего, она, собственно, и предназначена. Это вода, которая не требует кипячения и рекомендуется детям с первой недели жизни. Она проходит современный многоступенчатый уровень технологической обработки, характеризуется оптимальным солевым составом. Детская вода – продукт непривычный для белорусских матерей. Отечественный потребитель детского питания не приучен к детской воде. Ее не рекламируют, не рассказывают о ее преимуществах. Ввести детскую воду в потребление белорусскими семьями с детьми непросто. Сначала необходимо ознакомить белорусского потребителя с данной продукцией. Для этого белорусским предприятиям-производителям необходимо освоить производство детской воды и вложить значительные средства в массивированную рекламную кампанию.

Есть еще один вид детского питания, который не нашел развития в Республике Беларусь. Соответственно, нет и достойного аналога английского названия этого вида детского питания – «finger food». Под данную категорию относят практически любой маленький кусок пищи, который ребенок может взять и съесть самостоятельно. Мало того, что употребление finger food для ребенка сопряжено с весельем, это важный шаг на пути к его независимости, а также помогает развивать его мелкую моторику и координацию. Как известно, маленькие дети активно используют осязание в познании мира, и finger food для этого прекрасно подходит. Но при этом она должна быть достаточно мягкой для развивающихся десен ребенка, чтобы их не травмировать. Это могут быть разные воздушные колечки, крекеры, палочки, печенье (морковные кукурузные палочки, томатные колечки, рисовые крекеры с яблоком). Подобное детское питание на белорусском рынке не представлено, однако сегодня, когда молодой матери благодаря Интернету доступна разнообразная информация, спрос на него будет.

Если соединить концепцию органического продукта и концепцию finger food, то получится перспективная ниша на рынке детского питания, которая еще не занята. Данный товар будет пользоваться спросом и принесет значительную прибыль. Таким образом, прослеживается незанятая рыночная ниша, способная обеспечить значительный экономический эффект от вложений.

Зарубежные специалисты (например, немецкие специалисты) рекомендуют использовать замороженные продукты для детского питания. Это только экологически чистые, натуральные продукты без добавок. Их готовят на пару, пюрируют и немедленно замораживают. Таким образом, сохраняется вкус и полезные вещества. Подобная обработка не требует консервантов, загустителей или иных негативных для здоровья ребенка веществ. Таким образом, ребенок будет получать чистый вкус продукта. Кроме того, замороженное детское питание удобно в эксплуатации и в хранении. Наладка производства подобной продукции принесет успех предприятию-производителю.

4. Систематический мониторинг ассортимента конкурентов с целью поиска позиций, которые предлагают конкуренты, а собственное производство – еще нет.

Производство любого товара бессмысленно, если он не будет реализован. Факт реализации товара показывает, что он востребован потребителями и что его качества соответствуют ожиданиям.

Успешной реализации предшествует продуманная политика в области ассортимента. Производители должны знать потребности своих потенциальных потребителей и полностью удовлетворять их, вовремя вводя в ассортимент необходимые продукты. Покупатель всегда должен найти то, что ему нужно. Это укрепит имидж производителя.

Белорусские предприятия-производители успешно развиваются, расширяют свой ассортимент, однако еще есть некоторые потребности, которые ими не удовлетворяются. Если рассматривать белорусских производителей детского питания и их ассортимент, то выясняется, что на прилавках торговых точек не обнаружено следующей продукции отечественного производства, тогда как иностранные производители ее уже освоили:

- мясорастительное детское питание с цветной капустой, кукурузой и брокколи;
- мясное или мясорастительное детское питание из баранины;
- рыборастительное детское питание из камбалы и семги;
- детское питание на мясной и рыбной основе в виде фрикаделек;
- овощное, плодовоовощное детское питание, содержащее чернослив, цуккини и шпинат;
- соки и нектары для детского питания, содержащие сок дыни, ежевики и абрикоса;
- сухие каши для детского питания, содержащие курагу, чернослив, клубнику, сливу и черную смородину.

5. Трансформация собственной торговой марки в бренд.

Бренд, кроме товарного знака, включает сам товар, информацию о потребителе, преимущества товара, свой имидж. Это не просто качественный товар, а товар, выделяющийся яркими отличительными свойствами среди конкурентных марок. Кроме того, у бренда есть фирменный стиль, включающий в себя логотип, слоган, фирменный цвет. Слагаемыми успешного фирменного стиля являются: броский, яркий и запоминающийся логотип, удачный, оригинальный и выделяющийся слоган, правильно подобранное цветовое решение. При работе с брендом стандартные каналы коммуникаций необходимо дополнять новыми сенсорными каналами (обоняние, тактильные ощущения). Также необходимо проводить агрессивную маркетинговую политику (бонусы, заказ по Интернету, накопительные карты, и т.д.), использовать возможности современных технологий (ad-gaming, информационно-справочные сервисы, SMS-рассылка, кастомизация телефона и т.д.) [1, 2].

На прилавках отечественных торговых точек достаточно детского питания. Многие импортные бренды являются международными, транснациональными (например, Gerber, Hipp). Производители этих брендов имеют заводы в разных странах. Таким образом, достигается единообразие. Белорусскому же детскому питанию необходима самобытность. Нет необходимости копировать то, что предлагают иностранные конкуренты, нужно быть иным.

Для белорусского детского питания первым шагом самобытности может стать слоган. Его целесообразно разработать на белорусском языке. Это будет дополнительным фактором узнавания. В качестве примера слогана можно предложить «Толькі ўсе найлепшае – дзецям!» или «Пакіньце клопаты пра ежу вашага дзіцяці нам».

6. Меры, направленные на улучшение этикетки:

а) этикетки должны быть яркими, красочными, привлекающими внимание;

б) на этикетке должна быть информация о том, что продукт не содержит ГМО, ГМИ, без ароматизаторов, без красителей, без консервантов;

в) при наличии у предприятия-производителя соответствующей сертифицированной системы менеджмента качества и безопасности пищевых продуктов этикетка продукции данного предприятия должна содержать знак «натуральный продукт»;

г) необходимо предпринимать шаги по маркированию консервированного детского питания знаком «СЕ».

Отечественному потребителю пока еще трудно ориентироваться в море стремительно растущей информации о продовольственных товарах, в том числе в ассортименте детского питания, и сделать компетентный выбор. В этом потребителю должна помочь достоверная товарная информация. Первичными источниками товарной информации являются произво-

дители, и от того, насколько качественны эти информационные услуги, зависит скорость продвижения товара, интенсивность сбыта, стимулирование продаж, создание потребительских предпочтений и, в конечном счете, жизненный цикл товара [3].

Изучение маркировки продукции для детского питания, представленной в торговых точках, показало, что на этикетках представлен достаточно полный набор основополагающей, потребительской и коммерческой информации. Все производители указывают пищевую и энергетическую ценность продукта. Отечественные производители приводят информацию о содержании минеральных веществ и витаминов в продукте, тогда как на этикетках импортной продукции отмечен только калий.

7. Организация работы в тесном сотрудничестве с педиатрами.

Так как педиатры имеют соответствующую подготовку и квалификацию в вопросе здоровья и правильного развития ребенка, матери в вопросе выбора питания для своих детей руководствуются их советами. Производителям детского питания также стоит работать в тесном сотрудничестве с педиатрами. Только так может получиться такой продукт, который завоевывает потребительское доверие, так как педиатры имеют соответствующую подготовку и квалификацию в вопросе здоровья и правильного развития ребенка.

8. Сотрудничество с конкурентами.

Конкуренция – важнейший фактор успешного функционирования экономики, побуждающий производителей непрерывно совершенствовать свой товар и дающий потребителям возможность наилучшим образом удовлетворить свои потребности. Цель конкуренции – обеспечить эффективное развитие отрасли и оптимальное удовлетворение потребностей целевого рынка. Сотрудничество между компаниями, организованное в форме, не препятствующей конкуренции, позволит сэкономить ресурсы предприятий (которые в противном случае отвлекаются на чрезмерную конкуренцию) и улучшить качество обслуживания потребителя. Такое сотрудничество можно реализовать путем взаимодействия в тех направлениях, в которых интересы компаний совпадают (за исключением ценового сговора), при сохранении соперничества при достижении частных целей отдельных компаний [4].

Одним из таких направлений, в которых сотрудничество конкурентов целесообразно, является экспорт продукции. В любой отрасли выход на иностранные рынки является важным шагом в развитии. Признание продукции не только в своем государстве, но и за его пределами показывает статус как самой продукции, так и производителя.

Если рассмотреть рынок белорусского консервированного детского питания, то выясняется, что отечественные производители самостоятельно прокладывают себе дорогу к иностранным потребителям, что, очевидно, требует больших затрат. Совместный же выход на иностранные рынки оптимизирует потраченные ресурсы. Кроме того, сотрудничество при-

ведет к тому, что интересы каждой компании будут более защищенными на иностранных рынках. Продвижение белорусского детского питания также будет более эффективным, если производители совместно будут экспортировать свою продукцию.

Заключение

Осуществление вышеуказанных мероприятий позволит укрепить качество выпускаемой предприятиями-производителями продукции для детского питания на высоком уровне, что, в свою очередь, повысит уровень доверия потребителей к отечественной продукции. Рост лояльности покупателей приведет к увеличению спроса на продукцию, что свидетельствует об экономической выгоде. Также эффект от реализации этих мероприятий будет носить социальный характер, так как стабильный высокий спрос на отечественную продукцию будет способствовать гарантированию занятости и укреплению экономического положения Республики Беларусь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таджиева, З. Мобильный маркетинг / З. Таджиева // Маркетинговые коммуникации: новые методы, 2008. – № 1. – С. 2-11.
2. Суховерхий, М. Бренды и альтернативные потребительские миры / М. Суховерхий // Маркетинговые коммуникации: новые методы, 2008. – № 1. – С. 12-15.
3. Пищевая продукция в части ее маркировки: ТР ТС 022/2011. Утв. Решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881.
4. Котляров, И. Сотрудничество с конкурентами – путь к рыночному успеху / И. Котляров // Маркетинг, 2011. – №3. – С. 92-98.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 18.05.2015

УДК 338.43:631.8

МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Т.А. Гуринович,

аспирант каф. экономики и управления предприятиями АПК БГЭУ

Статья содержит обзор тенденций и будущих перспектив развития органического производства. Оцениваются последние тенденции развития мирового рынка органических продуктов, сельскохозяйственная политика в области органического производства и особенности развития органического сельского хозяйства в различных странах.

The article provides an overview of trends and future prospects of the organic production development. The latest trends of the development in the global market for organic products, agricultural policy in the field of organic production and the peculiarities of the organic agriculture development in different countries are studied in the article.

Введение

В настоящее время среди альтернативных систем земледелия наибольшее распространение получило органическое сельское хозяйство, реализующее принципы устойчивого развития в аграрной отрасли. Существует множество определений термина «органическое сельское хозяйство», но все они сводятся к тому, что это форма ведения сельского хозяйства, которая поддерживает здоровье агроэкосистемы, включая биологическое разнообразие и плодородие почвы. Это метод хозяйствования, который делает упор на управление экосистемой, а не на использование внешних сельскохозяйственных ресурсов, учитывая при этом особенности регионального развития. В рамках органического сельского хозяйства происходит минимизация использования синтетических удобрений, пестицидов, кормовых добавок и т.д. (вплоть до их полного отказа), в качестве альтернативы применяются органические и зеленые удобрения, мульчирование, соблюдаются севообороты. Органическая продукция не содержит ге-

нетически модифицированных организмов, химически синтезированных консервантов, искусственных красителей и ароматизаторов. Органическое сельское хозяйство в мире стремительными темпами набирает обороты, с каждым годом увеличивается количество земель, занятых под органическое земледелие.

Основная часть

В настоящее время органическое сельское хозяйство практикуется в 170 странах мира. В 2013 году площадь сельскохозяйственных угодий, занятых под органическое земледелие, составила 43 млн га.

Лидерами по общей площади органических сельскохозяйственных угодий являются Океания (17,3 млн га, или 40 % от мировой площади органического сельского хозяйства) и Европа (11,5 млн га). В Латинской Америке под органическое сельское хозяйство занято 6,6 млн га сельскохозяйственных угодий, далее следуют Азия (3,4 га), Северная Америка (3 млн га) и Африка (1,2 млн га) (рис. 1).

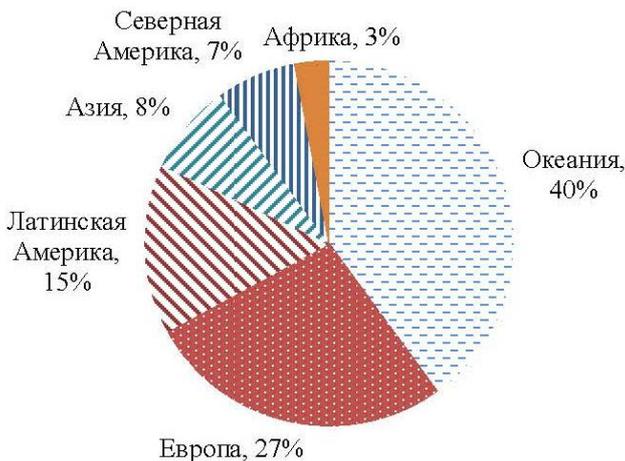


Рисунок 1. Распределение земель, занятых под органическое сельское хозяйство в мире по регионам, %.
Примечание: Источник [1]

Мировое органическое сельское хозяйство стремительными темпами набирает обороты, с каждым годом увеличивается количество соответствующих земель. Около четверти мировых сельскохозяйственных угодий, занятых под органическое производство (11,7 млн га), и более чем 80% производителей (1,7 млн) расположены в развивающихся странах и странах с формирующимся рынком. На рисунке 2 представлена динамика роста сельскохозяйственных земель, занятых под органическое сельское хозяйство.

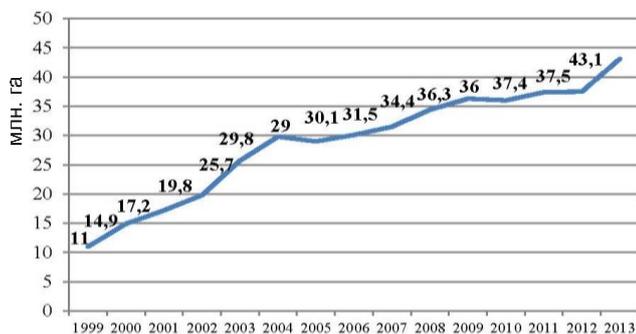


Рисунок 2. Мировой рост сельскохозяйственных земель, занятых под органическое сельское хозяйство, млн га.
Примечание: Источник [1]

На рисунке 2 видно, что в период с 1999 по 2009 гг. площадь мировых органических сельскохозяйственных земель выросла с 11 млн га до 36,3 млн га, что в абсолютном эквиваленте составило 330 %. В период с 2009 по 2012 гг. площадь мировых органических сельскохозяйственных земель выросла еще на 1,2 млн га и достигла 37,5 млн га. Почти две трети сельскохозяйственных земель составляют луга и пастбища (27 млн га), пашня занимает около 20 % (7,7 млн га). Большая часть земель используется для производства зерновых, включая рис (3,3 млн га). В 2013 году по сравнению с 2012 мировой площадь органических сельскохозяйственных угодий увеличилась почти на 6 млн га, что в основном связано с увеличением пастбищ для нужд органического

производства, в Австралии. Помимо Австралии, значительный рост органического сельского хозяйства в 2013 году наблюдался в Китае, Перу, Италии, Португалии. На рисунке 3 представлено количественное распределение органических сельскохозяйственных земель в мире по регионам.

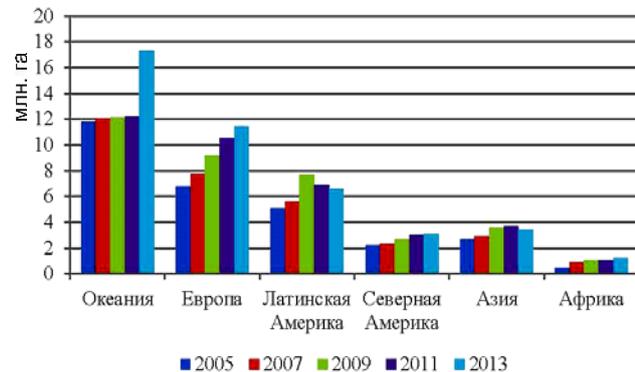


Рисунок 3. Рост площадей, занятых под органическое сельское хозяйство по континентам, млн га.
Примечание: Источник [1]

Из рисунка 3 видно, что наблюдается рост органического сельского хозяйства во всех регионах, за исключением Латинской Америки и Азии. Снижение органических сельскохозяйственных земель в Латинской Америке объясняется снижением в Аргентине пастбищ, занятых в органическом производстве.

Наиболее значительный рост площадей органических земель вместе с прочным ростом рынка отмечается в последние годы в Европе. Положительная динамика развития данного сектора объясняется рядом причин, главными из которых являются государственное регулирование и рост покупательского спроса. Кроме того, положительное влияние на развитие этой отрасли оказывают финансовые меры поддержки органического сельского хозяйства, такие, как субсидии, компенсации и выплаты по переходу на органическое земледелие, наличие законодательства в области органического производства, а также наличие маркировки. В некоторых странах развитие органического производства выносилось на национальный и региональный уровни и развивалось с помощью государственных программ.

В Европе за последние десять лет наблюдалось значительное увеличение органических сельскохозяйственных земель. Это объясняется тем, что большинство новых государств после их вступления в ЕС получили благоприятные условия для развития органического земледелия: сформированный рынок органических продуктов, государственную поддержку.

В 2013 году не только продолжился рост земель, занятых под органическое производство, но и выросло количество фермеров, производящих органическую продукцию, а также продолжился рост рынка органических продуктов. По сравнению с 2012 годом количество земель выросло на 3 % и по состоянию на 2013 год в Европе насчитывалось 11,5 млн га земель, занятых под органическое производство (27 % от мирового количества органических земель, 2,4 % от ко-

личества всех сельскохозяйственных земель континента). На долю ЕС приходится 10,2 млн га органических сельскохозяйственных земель (5,7 % от всей площади сельскохозяйственных земель ЕС). Из 11,5 млн га органических сельскохозяйственных земель в Европе, 7 млн га завершили свой переход на органическое производство, 1,9 млн находятся в стадии перехода. В последнее время наблюдается стремительное развитие рынка органических продуктов в таких странах, как Хорватия, Польша и Словения. В странах восточной Европы значительный рост рынка органических продуктов наблюдается в Украине.

В 2013 году в Европе 4,6 млн га (3,9 млн га в ЕС) были использованы для сельскохозяйственных культур (40 % земель сельскохозяйственного назначения) и 4,8 млн га или 42 % сельхозугодий были использованы в качестве пастбищ (ЕС: 4,6 млн га). Примерно 1,3 млн га, или 11 % сельхозугодий были использованы под многолетние культуры (ЕС: 1,16 млн га). Около 0,5 млн га занимали пастбища, 0,3 млн га – зерновые, 0,17 млн га – оливки, 80 тыс. га – виноград, и 56 тыс. га – орехи.

На рисунке 4 представлены страны с наибольшей долей органического сельского хозяйства.

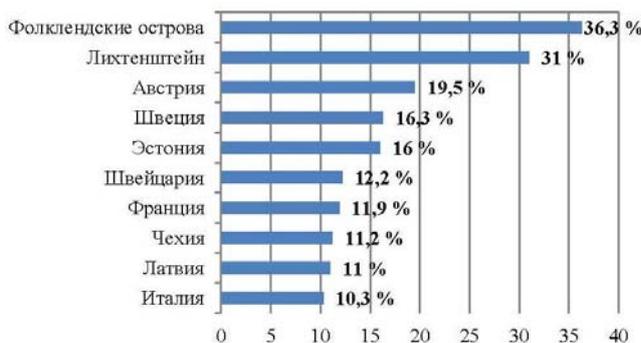


Рисунок 4. Страны с наибольшей долей органического сельского хозяйства, %.

Примечание: Источник [1]

По регионам, самые высокие доли общей площади сельскохозяйственных угодий находятся в Океании (4,1 %) и Европе (2,4 %). В Европейском Союзе 5,7 % сельскохозяйственных угодий являются органическими. Тем не менее, в некоторых странах доля органического сельского хозяйства более высокая. Лидерами по данному показателю являются государства Западной Европы: в Австрии – 19,5 %, Швеции – 16,3 %, Швейцарии – 12,2 %.

Доля органических земель от площади всех сельскохозяйственных угодий в мире постоянно растет. Одной из глобальных целей австрийского органического плана действий являлось: осуществить переход 1/5 количества всех сельхозугодий на органические методы хозяйствования. Эта цель была достигнута в 2010 году.

Страной с самой высокой долей органических сельхозугодий в Европе (и второй по величине в мире) является Лихтенштейн (31 %). Начиная с 1991 года, когда органическое сельское хозяйство начало развиваться в Лихтенштейне, спрос на органические продукты постоянно увеличивался. Это связано, в

первую очередь, с изменением потребительских предпочтений. Жители Лихтенштейна уделяют большое внимание высокому качеству продовольственных продуктов, их экологической безопасности. Все большее количество граждан выступает за гуманное обращение с животными. Треть сельскохозяйственных животных Лихтенштейна выращиваются согласно органическим принципам. Важнейшей отраслью сельскохозяйственного производства в Лихтенштейне является молочная продукция. Более 60 % от валового сбора сельскохозяйственной продукции приходится на молочное животноводство. Популярным является производство мяса (говядины и баранины). Одним из преимуществ Лихтенштейна является то, что более 55 % сельскохозяйственной продукции, производимой в стране, потребляется на внутреннем рынке, остальное экспортируется в Швейцарию. Небольшие расстояния между производителями и потребителями способствуют снижению воздействия на окружающую среду и устойчивому развитию страны. С 1 июля 2009 года вступил в силу закон, в соответствии с которым сельскохозяйственное производство в Лихтенштейне должно быть устойчивым и ориентироваться на рынок, производить экологически чистую и безопасную продовольственную продукцию [2].

В количественном соотношении лидируют Австралия (17,2 млн га сельскохозяйственных земель, занятых под органическое производство), далее следует Аргентина (3,2 млн га) и США (2,2 млн га) (рис. 5).

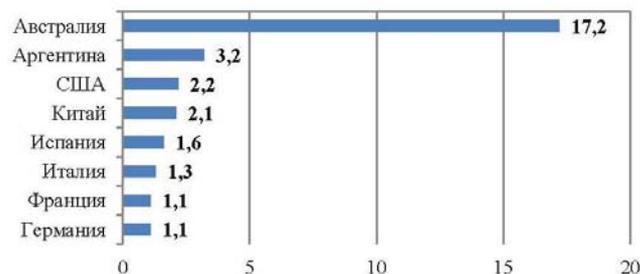


Рисунок 5. Страны с наибольшей площадью органических сельскохозяйственных земель, млн га.

Примечание: Источник [1]

На рисунке 6 представлено соотношение производителей органической продукции.

Как и в предыдущие годы, больше всего производителей органической продукции сконцентрировано в Индии (547591), Уганде (188625), Мексике (169570) и Танзании (145430).

В Европе насчитывается более 330 тыс. производителей органических продуктов, из них 260 тыс. приходится на Европейский союз. Величина рынка органической продукции в 2013 году составила 24,3 млрд евро, и в целом рост составил около 6 % от уровня 2012 года. Турция является страной с самым большим числом производителей в Европе (65042), за ней следуют Италия (45969), Испания (30462), Польша (25944) и Франция (25467).

Несмотря на то, что доля органических сельскохозяйственных земель высока, в некоторых странах производство и потребление на душу населения остается

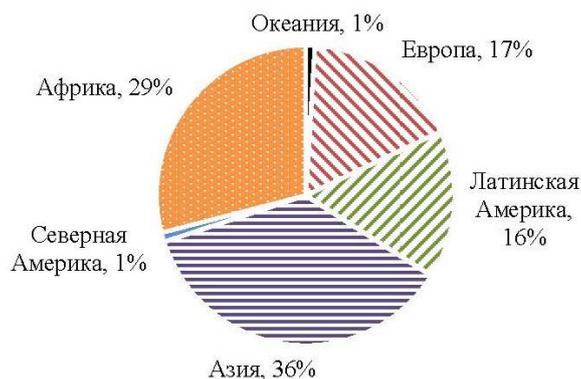


Рисунок 6. Соотношение производителей органической продукции, %.
Примечание: Источник [1]

низким. Недостаточное количество перерабатывающих мощностей приводит к тому, что местный спрос на готовые продукты зачастую не удовлетворяется. В Европе в 2013 году насчитывалось более 43 тыс. переработчиков, и почти 42 тыс. из них располагались в ЕС.

Рост продаж органических продуктов питания стремительно возрос в течение последнего десятилетия, также можно прогнозировать рост рынка органических продуктов питания в ближайшие годы. Мировой объем продаж органических продуктов питания в 2013 году достиг 72 млрд долл. США, что в 5 раз выше, чем в 1999 году. Объем розничных продаж органических продуктов по странам представлен на рисунке 7. Более 80 % мировых продаж приходится на Северную Америку (США) – около 43 % мирового рынка. Европейский союз является вторым по величине рынком органических продуктов в мире. Розничные продажи в 2013 году составили 22,2 млрд евро (40 % мирового рынка), что на 6 % больше, чем в 2012 году. Крупнейший европейский рынок органических продуктов, находящийся в Германии, вырос на 7 % по сравнению с 2012 годом, во Франции – на 9 %. В то время, когда продажи в некоторых странах переживали стагнацию в 2012 году, другие страны продемонстрировали рост: Норвегия (+16 %), Швеция (+12 %), Швейцария (+12 %). В Великобритании в течение последних четырех лет розничные продажи имели тенденцию к снижению, однако в 2013 году рост возобновился (+ 2,8 %). Таким образом, потребительский интерес к органическим продуктам остается высоким.

В 2013 году США стало лидирующей страной по объему розничных продаж органических продуктов в мире, что в денежном эквиваленте составило 24,3 млрд евро, далее следует Германия (7,6 млрд евро) и Франция (4,4 млрд евро). Динамичный рост в последние пару лет показали рынки Великобритании (с розничным объемом продаж в 2,1 млрд евро в 2013 году) и Италии (2 млрд евро).

Фрукты и овощи не только являются продуктами-пионерами на органическом рынке во многих Европейских странах, но также продолжают удерживать высокие доли на рынке. Сегодня они занимают от одной трети до одной пятой на рынках органической

продукции. Продажи органических фруктов и овощей наиболее значительны в Италии, Ирландии, Норвегии, Швеции и Германии. В общем, свежая продукция составляет гораздо большую долю на органическом рынке по всей Европе, в сравнении с неорганическим рынком. Во многих странах, а особенно в Северной Европе, продукты животного происхождения, в частности молоко и молочные продукты, составляют значительную долю всех продаваемых органических продуктов. Продажи органического мяса и мясных продуктов особенно высоки в Бельгии, Голландии, Финляндии и Франции, они составляют долю на рынке около 10 %. Во многих других странах рынок органического мяса и мясных продуктов менее развит. Это происходит из-за двух основных причин: отсутствие производственных перерабатывающих мощностей и высокие ценовые надбавки по сравнению с обычными продуктами. Такие напитки, как вино, составляют важную часть органического рынка Франции и Хорватии (более 10 %). Горячие напитки (кофе, чай, какао) покрывают от 3 до 5 % органического рынка. Продукты мукомольной промышленности пользуются спросом в Чехии, Финляндии и Норвегии. Удерживая рыночную долю на уровне 10 %, хлеб, хлебобулочные и кондитерские изделия играют важную роль в ряду органических продуктов в Швейцарии, Голландии, Франции, Швеции, Финляндии и Германии.

Во многих странах рост спроса на органическую продукцию опережает предложение. Это относится, в частности, к таким крупным рынкам органических продуктов, как Германия, Франция и Швейцария. Эти стра-

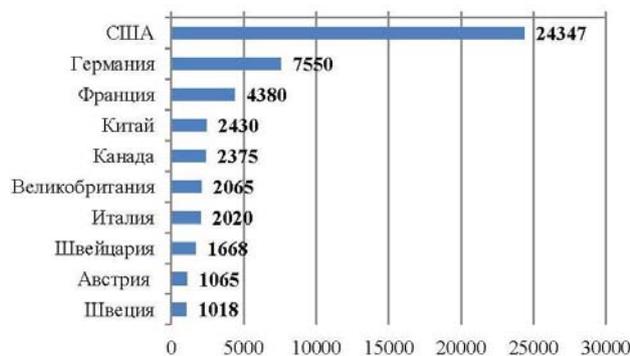


Рисунок 7. Объем розничных продаж органических продуктов по странам, млн евро.
Примечание: Источник [1]

ны постоянно нуждаются в таких продуктах, как кофе, бананы, овощи в несезонный период. Зависимость от импорта особенно высока в новых государствах-членах ЕС. Как было сказано ранее, Германия является крупнейшим производителем органических продуктов в Европе. Несмотря на этот факт, в период 2012-2013 гг. Германия импортировала от 6 до 94 % органических продуктов. Например, было импортировано 43 % органических яблок (в основном из Италии), а также 42 % моркови (в основном из Нидерландов и Израиля), 25 % пшеницы и 51 % кукурузы были доставлены из Румынии, Украины, Венгрии и других стран.

Европейские страны занимают высокие позиции по доле рынка органических продуктов, а также по потреблению на душу населения. Потребление на душу населения органических продуктов в Европейском Союзе выше, чем в других частях мира. Мировым лидером по потреблению органических продуктов является Швейцария (210 евро на человека), далее следуют Дания (163 евро на человека) и Люксембург (157 евро на человека), а также Лихтенштейн, Австрия и Швеция (129, 127, 106 евро на человека соответственно). Если рассматривать объем рынка органических продуктов в общей структуре рынка, то лидерами являются Дания (8 %), далее следуют Швейцария (6,9 %), Австрия (6,5 %), США (4,3 %) и Германия (3,7 %).

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что в целом органический сектор хорошо развит, особенно это касается Европы и Америки. Емкость мирового рынка органической продукции имеет устойчивый тренд роста, и связано это прежде всего с расширением площадей, занимаемых под органическое производство. Кроме того, можно наблюдать повышение спроса на органические продукты, который, в свою очередь, на сегодняшний момент превышает предложение.

Следует отметить, что рынок органической сельскохозяйственной продукции в Беларуси находится на этапе становления. Главными причинами медленного роста рынка являются незначительное количество производителей, отсутствие достаточного спроса на данную продукцию в силу недостаточности мер по продвижению продукции на рынке, асимметричность информации о качественных и потребительских характеристиках органической продукции, ее идентификации, а также отсутствие государственной поддержки. Вместе с тем, мировые тенденции и изучение потребительских предпочтений указывает на необходимость ускорения разработки и практического освоения технологий органического сельского хозяйства.

Органическому хозяйству на роль национальной идеи позволяют претендовать такие категории, как здоровье нации, повышение социального статуса земледельца, развитие регионов, сохранение биоразнообразия экосистем и повышение плодородия сельхозугодий. Таким образом, органическое сельское хозяйство реализует принципы устойчивого развития в аграрной области, объединяя экономическую, экологическую и социальную сферы общества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends // FiBL and IFOAM. – Leitfaden, 2015. – 306 p.
2. IFOAM EU GROUP LIECHTENSTEIN [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.ifoam-eu.org/en/liechtenstein>. – Дата доступа: 17.03.2015.
3. Органик 3.0 – будущее органического сельского хозяйства // Агркультура [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://agracultura.org/news/organic-3-0-buduschee-organicheskogo-selskogo-hozjajstva.html>. – Дата доступа: 15.04.2015.
4. Горчаков, Я.В. Тенденции развития и рыночные аспекты мирового органического земледелия: монография / Я.В. Горчаков. – Барнаул: Аз Бука, 2004. – 256 с.
5. Горчаков, Я.В. Опыт ЕС и США в развитии органического земледелия / Я.В. Горчаков // International Centre for Trade and Sustainable Development [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ictsd.org/bridges-news>. – Дата доступа: 21.04.2015.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 19.05.2015

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

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

Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на 2-е полугодие 2015 года: для индивидуальных подписчиков - 111 900 руб., ведомственная подписка - 152 052 руб.

Правила для авторов

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

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, передаваемая в издательство, должна удовлетворять основным требованиям современной компьютерной верстки. К набору текста и формул предъявляется ряд требований:

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

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

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

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательнее продолжение перенести на следующую строчку;

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

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

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

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

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

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

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

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер

(если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии должны иметь контрастное изображение и быть отпечатаны на глянцевой бумаге размером не менее 9x12 см. В электронном виде фотографии представляются отдельно в файлах формата tif с разрешением 300 dpi.

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

аннотацию на русском и английском языках;

фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название;

введение;

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

заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

список цитированных источников;

дату поступления статьи в редакцию.

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

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

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

Дополнительно в структуру статьи могут быть включены:

индекс УДК;

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 аспирантам, докторантам, соискателям в год завершения обучения.

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

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

Система микропроцессорного автоматизированного регулирования положения распределительной штанги относительно обрабатываемой поверхности

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

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



Основные технические данные

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

